

Министерство образования и науки Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет
Инженерная школа

В.Н. Миронычев, П.Л. Титов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебное электронное издание
Учебное пособие для вузов



Владивосток
Дальневосточный федеральный университет
2015

Министерство образования и науки Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет
Инженерная школа

В.Н. Миронычев, П.Л. Титов

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Учебное электронное издание
Учебное пособие для вузов



Владивосток
Дальневосточный федеральный университет
2015

УДК 006(075.8)
ББК 30я73
М642

Рецензенты: *С.Н. Павликов*, к.т.н., профессор, начальник кафедры радиоэлектроники и радиосвязи (Морской государственной университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток);

С.А. Щеголева, к.ф.-м.н., доцент кафедры инноватики, качества, стандартизации и сертификации (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток).

Авторы: **Миронычев Виктор Николаевич**, доцент кафедры электроники и средств связи Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток);

Титов Павел Леонидович, к.ф.-м.н., доцент кафедры электроники и средств связи Инженерной школы (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток).

Миронычев В.Н., Титов П.Л. Метрология, стандартизация и сертификация: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Инженерная школа ДВФУ. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2015. – [140 с.]. – 1 CD. – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц (Intel, AMD); оперативная память 256 МБ, Windows (XP; Vista; 7 и т.п.); Acrobat Reader, Foxit Reader либо любой другой их аналог. – ISBN 978-5-7444-3561-5

В пособии приводятся основы метрологии как науки об измерениях, методах и средствах обеспечения единства измерений и достоверности их результатов. Также рассматриваются основы стандартизации и сертификации, правила и порядок их проведения, роль в повышении качества продукции, определении оптимального уровня унификации.

Освещены такие вопросы, как роль измерений в научно-техническом прогрессе; состояние и перспективы развития метрологии; направление развития контрольно-измерительной техники; единицы физических величин, системы единиц; шкалы измерений; методы и средства измерений; теория погрешностей, способы их уменьшения; основы обработки результатов измерений; правовые основы метрологического обеспечения; метрологические службы предприятий; Государственная система обеспечения единства измерений; основы стандартизации и сертификации.

Предназначено для изучения дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация» студентами радиотехнических специальностей и направлений.

Ключевые слова: измерительный прибор, погрешность измерения, единство измерений, международная стандартизация, унификация.

Key words: measuring device, measurement error, uniformity of measurements, international standardization, unification.

Публикуется по решению Учебно-методического совета
Инженерной школы ДВФУ

Редактор И.А. Гончарук
Дизайн-верстка Н.О. Ковтуна

Опубликовано 12.10.2015
Формат PDF
Объем 2,6 МБ [Усл. печ. л. 16,3]
Тираж 50 экз.

Учебное пособие подготовлено редакционно-издательским отделом Инженерной школы ДВФУ
[Русский остров, пос. Аякс, 10, корп. С, Инженерная школа ДВФУ, РИО, каб. С 714]

Дальневосточный федеральный университет
690950, Владивосток, ул. Суханова, 8

Изготовитель CD: типография Дирекции публикационной деятельности
690950, Владивосток, ул. Пушкинская, 10

© Миронычев В.Н., Титов П.Л., 2015
© ФГАОУ ВПО «ДВФУ», 2015

ISBN 978-5-7444-3561-5

ОГЛАВЛЕНИЕ

Основные обозначения.....	5
Введение.....	7
Глава 1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ.....	8
1.1. Общие сведения. Системы единиц физических величин. Шкалы измерений.....	8
1.2. Классификация измерений и средств измерения.....	15
Глава 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	20
2.1. Погрешности измерений и их классификация.....	20
2.2. Методы уменьшения систематических погрешностей.....	24
2.3. Аналитическое представление и оценка случайных погрешностей.....	25
2.4. Прямые измерения с многократными наблюдениями и обработка их результатов.....	33
2.5. Прямые однократные измерения.....	41
2.6. Косвенные измерения.....	44
Глава 3. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В РФ.....	49
3.1. Правовые основы метрологической деятельности.....	49
3.2. Организационные основы метрологического обеспечения в Российской Федерации.....	49
3.3. Государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений.....	52
3.4. Международное сотрудничество в области метрологии.....	54
Глава 4. ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ.....	57
4.1. Роль и функции стандартизации.....	57
4.2. Правовые основы стандартизации в Российской Федерации.....	58
4.3. Государственная система стандартизации Российской Федерации (ГСС РФ).....	59
4.4. Международное сотрудничество в области стандартизации.....	64
4.5. Применение международных и национальных стандартов на территории Российской Федерации.....	65
Глава 5. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ.....	67
5.1. Участники обязательной сертификации и их функции.....	67
5.2. Система аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий.....	69
5.3. Порядок проведения обязательной сертификации.....	71
5.4. Назначение и отличительные особенности добровольной сертификации.....	73
5.5. Организация и порядок проведения добровольной сертификации.....	74
Глава 6. ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ УСЛУГ И СИСТЕМ КАЧЕСТВА.....	77
6.1. Понятие и классификация услуг.....	77
6.2. Номенклатура сертифицируемых работ и услуг.....	78
6.3. Состав участников сертификации услуг.....	78
6.4. Порядок проведения сертификации услуг.....	79
6.5. Сертификация систем качества.....	81

6.6. Становление сертификации систем качества в России	82
6.7. Правила и порядок сертификации систем качества и производств	84
Глава 7. ЗАРУБЕЖНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ.....	89
7.1. Сертификация на международном уровне	89
7.2. Сертификация на региональном уровне	93
7.3. Сертификация в отдельных странах, региональная и международная сертификация.....	95
Глава 8. ОСОБЕННОСТИ ОТРАСЛЕВОЙ СЕРТИФИКАЦИИ	99
8.1. Сертификация электрооборудования и электронных изделий	99
8.2. Сертификация сырьевых товаров	100
8.3. Сертификация средств индивидуальной защиты	102
8.4. Экологическая сертификация	103
ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ.....	105
Заключение.....	138
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	140

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

A_0 – значение образцовой физической величины

$X_{и}$ – истинное значение измеряемой величины

X – результат измерения

Δ – абсолютная погрешность

δ – относительная погрешность

$\delta_{пр}$ – приведенная погрешность

Δ_c – систематическая погрешность

Δ_{ci} – частная систематическая погрешность

$\overset{\circ}{\Delta}$ – случайная погрешность

$\overset{\circ}{\Delta}_i$ – частная случайная погрешность

Δ – максимальная погрешность

d – относительная приведенная аддитивная составляющая погрешности измерительного прибора

c – относительная приведенная суммарная погрешность измерительного прибора

X_N – нормирующее значение

P – вероятность

P_D – доверительная вероятность

$\rho(\Delta), \rho(x)$ – закон распределения случайной погрешности (плотность вероятности)

$\rho_n(t)$ – нормированный (стандартный) нормальный закон распределения

$M(\Delta)$ – математическое ожидание

\tilde{X} – среднее арифметическое значение ряда наблюдений

σ – среднеквадратическое отклонение

$\tilde{\sigma}$ – оценка среднеквадратического отклонения наблюдений

$\tilde{\sigma}_{cp}$ – оценка среднеквадратического отклонения случайной величины

$\tilde{\sigma}^*$ – смещенная оценка среднеквадратического отклонения

S_Σ – оценка суммарного среднеквадратического отклонения

γ – пределы допускаемой приведенной основной погрешности

D – дисперсия

$\Phi(z)$ – интеграл вероятностей

$t_{\Gamma 1}$ – коэффициент Стьюдента

$\Gamma\left(\frac{n}{2}\right); \Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)$ – гамма-функции (интегралы Эйлера)

q – критерий ошибки

\tilde{d} – квантили распределения

θ – общая граница нескольких неисключенных систематических погрешностей

$S(\tilde{A})$ – оценка среднеквадратического отклонения случайной погрешности результата косвенного измерения

ε – доверительная граница случайной погрешности

\tilde{r}_j – оценка коэффициента корреляции

$\Delta_{\Gamma 1}, \Delta_{\Gamma 2}$ – нижняя и верхняя границы интервала погрешностей

A_H, A_B – нижняя и верхняя границы доверительного интервала

θ – граница неисключенных систематических погрешностей

Δ_{CH} – предел основной погрешности средства измерения

X_K – конечное значение диапазона измерений

Введение

Вместе с постоянным развитием техники задача обеспечения необходимости измерений несомненно, останется актуальной и метрология с сопутствующими областями становится более востребованной.

Основные математические методы оценки погрешностей и обработки результатов многих измерений, базирующиеся на математической статистике и теории вероятностей, развиты и отработаны достаточно давно, поэтому в данном направлении существенных изменений ожидать не приходится. В пособии данные методы освещены достаточно полно и всесторонне.

В настоящее время всё большее внимание со стороны различных стран уделяется проблемам экологии, рационального использования ресурсов, альтернативных источников энергии. По этой причине можно ожидать ужесточения требований к экологичности производств, энергоэффективности различных технических средств, их ресурсоемкости, доли использования возобновляемых ресурсов – и, соответственно, развитие измерительной техники, обеспечивающей регистрацию и контроль различных показателей, относящихся к указанным областям.

Эффективный контроль уровня техники и технологии, оказывающих влияние на окружающую среду, невозможен без тесного международного сотрудничества в области стандартизации и сертификации. Это сотрудничество приводит к выработке достаточно жестких норм и правил, используемых во всемирном масштабе.

Что касается метрологии и измерительной техники в электронике и телекоммуникациях, то развитие по-прежнему будет идти в направлении как совершенствования характеристик уже давно существующих типов измерительных средств (расширение полосы частот, уменьшение интервала дискретизации), так и разработки новых приборов, способных измерять характеристики, предусматриваемые современными стандартами, например в области мобильной радиосвязи. Новые возможности может дать использование сети Internet, например, контроль характеристик и состояния измерительных приборов, обмен измерительной информацией вплоть до организации единой метрологической сети. Шире будут использоваться виртуальные приборы, графический интерфейс которых даст возможность доступа ко множеству функций, реализуемых одним небольшим (на физическом уровне) блоком. Дальнейшее развитие получат информационно-измерительные и измерительно-вычислительные комплексы, предназначенные для решения конкретных измерительных задач.

В целом можно сказать, что развитие метрологии, стандартизации и сертификации всегда идет параллельно с уровнем научно-технического прогресса, местами корректируя его и устанавливая наиболее рациональные требования к различным характеристикам технических средств и процессов в конкретный момент времени.

Глава 1. ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

1.1. Общие сведения. Системы единиц физических величин. Шкалы измерений

На всех этапах исследования, разработки, производства и эксплуатации радиоэлектронных устройств работа инженеров связана с большим числом измерений радиотехнических величин. От того, насколько правильно и быстро проводятся измерения, зависят сроки разработки, качественные показатели и надежность аппаратуры, а также затраты на ее создание и использование. Радиоинженеру необходимы знания по основам теории погрешностей, цифровым методам измерений, методам исследования статистических характеристик случайных процессов.

В настоящее время для метрологии характерны направления:

- разработка современных методов измерений и приборов с использованием новейших физических принципов или радиотехнологий, необходимых для перспективных направлений науки и техники;
- повышение точности измерений и расширение пределов измеряемых величин;
- создание комплексных полуавтоматических и автоматических измерительных систем, обладающих высокой точностью, быстродействием и надежностью.

Большинство методов, измерительных схем и устройств, применяемых в течение многих лет в электроизмерительных приборах, лежит в основе современной радиоизмерительной аппаратуры. Например, компенсационный метод, позволяющий получить максимальную точность измерения электрических величин, используется в современных цифровых приборах, находящих широкое применение при радиотехнических измерениях.

Главные задачи радиотехники и радиоэлектроники непосредственно связаны с передачей, приемом, обработкой, преобразованием и хранением информации. Поэтому для радиотехники характерно исследование колебаний весьма широкого диапазона частот, при этом очень важно бывает не только определить значения измеряемых величин, но и получить данные о форме и спектре сигналов.

Основные особенности, характерные для радиоизмерений, состоят в следующем.

1. Чрезвычайно широкий диапазон измеряемых величин, например, по мощности – от долей микроватт до сотен киловатт, по напряжению – от долей микровольт до сотен тысяч вольт, по частоте – от 10^{-2} до $3 \cdot 10^{12}$ Гц и более, по величине сопротивления – от 10^{-6} до 10^{12} Ом и т.д. От диапазона исследуемых частот зависит и перечень параметров, подлежащих измерению. Так, если в диапазоне радиочастот обычно измеряется напряжение сигнала, то в диапазоне СВЧ, как правило, измеряется его мощность. При этом геометрические размеры объектов измерения многократно отличаются друг от друга (изделия микроэлектроники и изделия антенной техники).

По причине широкого частотного диапазона измеряемых величин возникают серьезные трудности при устранении влияния на работу исследуемого устройства подключаемых измерительных приборов.

2. Основной объект исследования в устройствах телекоммуникационных систем – электрический сигнал – является носителем используемой информации, поэтому возникает необходимость наблюдения формы и спектра электрических колебаний, а также генерирования их копий и образцов. Этим вызвано широкое применение в практике радиоизмерений приборов для наблюдения и регистрации колебаний (осциллографов, анализаторов спектров) и источников электрических колебаний (измерительных генераторов).

3. Вследствие сложности структуры современных радиотехнических систем и устройств и большого количества всевозможных параметров, описывающих их работу, характерно разнообразие измерений даже в одном эксперименте, необходимость комплексного их проведения, быстродействие, точность, а следовательно, автоматизация при современном статистическом характере измерений.

Типовая схема измерения параметров сложного радиотехнического устройства работает следующим образом. Найденные значения параметров объекта измерения в виде электрических сигналов могут быть представлены прямо на устройстве отображения, т.е. измерены непосредственно. В другом случае электрические сигналы, характеризующие измеряемые параметры объекта, подаются через некоторые интерфейсы в компьютер. Кроме того, вводятся заданные параметры объекта и внешней среды. После обработки по одному из способов сравнения (рассмотрены далее) результирующий сигнал подается на устройство отображения. В последнем случае можно сказать об автоматизированной системе измерения, управляемой компьютером. Очевидно, что точность измерений в этом случае будет значительно выше.

ГОСТом введен ряд метрологических терминов и определений, рассмотренных ниже.

Свойство – философская категория, выражающая такую сторону объекта (процесса, явления), которая обуславливает его общность или различие с другими объектами (процессами, явлениями) и обнаруживается в его отношениях к ним. По своей сути свойство – категория качественная. Для количественного описания тел вводится понятие величины. *Величина* – свойство чего-либо, которое может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно. Величина не существует сама по себе, она имеет место лишь постольку, поскольку существует объект со свойствами, выраженными данной величиной. Анализ величин позволяет разделить их на два вида: идеальные и реальные.

Идеальные величины главным образом относятся к области математики и являются обобщением (моделью) конкретных реальных понятий. Они вычисляются тем или иным способом.

Реальные величины, в свою очередь, делятся на физические и нефизические. Физическая – величина, свойственная материальным объектам (процессам, явлениям), изучаемым в естественных (физика, химия) и технических науках. К нефизическим следует отнести величины, присущие общественным (нефизическим) наукам – философии, социологии, экономике и т.д.

Физическая величина – свойство, общее в качественном отношении для множества объектов, физических систем, их состояний и происходящих в них процессов, но индивидуальное в количественном отношении для каждого из них. *Качественная* сторона понятия «физическая величина» определяет «род» величины (например, электрическое сопротивление как общее свойство проводников электричества), а *количественная* – ее «размер» (сопротивление конкретного проводника). Числовое значение результата измерения будет зависеть от выбора единицы физической величины. Размер физической величины существует объективно, независимо от того, был он определен или нет.

Физические величины целесообразно разделить на измеряемые и оцениваемые. Измеряемые физические величины можно выразить количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения. Физические величины, для которых по каким-либо причинам не может быть введена единица измерения, могут быть только оценены. *Оценивание* – операция приписывания данной физической величине определенного числа принятых для нее единиц, проведенная по установленным правилам. Следует отметить, что оценивание нефизических величин не входит в задачи метрологии и радиоизмерений.

По принадлежности к различным группам физических процессов физические величины делятся на электрические и магнитные, акустические, световые, пространственно-временные, тепловые, механические, физико-химические, ионизирующих излучений, атомной и ядерной физики.

Значение физической величины – оценка физической величины в принятых единицах измерения. Неправильно, например, говорить и писать «величина тока», «величина напряжения» и т.д., поскольку ток и напряжение сами являются величинами (правильным будет применение терминов «значение силы тока», «значение напряжения» и пр.).

При выбранной оценке физической величины ее можно охарактеризовать истинным, действительным и измеренным значениями.

Одним из постулатов метрологии является положение о том, что истинное значение физической величины существует, однако определить его путем измерения невозможно. *Истинным значением физической величины* называется значение физической величины, которое идеальным образом отражало бы в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта. Определить экспериментально его невозможно вследствие неизбежных погрешностей измерения. *Погрешность* – это отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

В связи с тем, что истинное значение физической величины определить невозможно, в практике измерений оперируют понятием *действительного значения*, степень приближения которого к первому зависит от точности измерительного средства и погрешности самих измерений.

Действительным значением физической величины называется значение физической величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него. Для действительного значения физической величины всегда можно указать границы более или менее узкой зоны, в пределах которой с заданной вероятностью находится ее истинное значение. Действительное значение физической величины определяют по образцовым мерам и приборам, погрешностями которых можно пренебречь по сравнению с погрешностями применяемых средств измерения.

Под *измеренным значением* понимается значение величины, считанное по отсчетному устройству средства измерения.

Влияющая физическая величина – физическая величина, непосредственно не фиксируемая средством измерения, но оказывающая влияние на него или на объект измерения таким образом, что это приводит к искажению результата. Так, например, при измерении параметров транзистора влияющей величиной может быть температура, если эти параметры зависят от температуры.

Физический параметр – физическая величина, характеризующая частную особенность измеряемой величины. Например, при измерении напряжения переменного тока в качестве параметров напряжения могут выступать его амплитуда, мгновенное, средневыпрямленное (постоянная составляющая) или среднеквадратическое значения и пр.

Объективно метрология изучает и имеет дело только с измерениями физических величин.

Единица физической величины – физическая величина, которой по определению присвоено стандартное числовое значение, равное 1. Единицы физических величин подразделяются на основные и производные и объединяются в соответствии с принятыми принципами в системы единиц физических величин. В России действует ГОСТ 8.417-81 «ГСИ. Единицы физических величин», устанавливающий Международную систему единиц – СИ (SI – от фр. Le Système International d'Unités).

Система СИ утверждена XI Генеральной конференцией по мерам и весам в 1960 г. В основу данной системы положены семь основных и две дополнительные единицы, приведенные в табл. 1.1.

Таблица 1.1

Единицы Международной системы (СИ)

Наименование величины	Единица		
	наименование	обозначение	
		международное	русское
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	Ампер	A	А
Термодинамическая температура	Кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд
Дополнительные единицы			
Плоский угол	радиан	rad	рад
Телесный угол	стерадиан	sr	ср

В радиотехнике, электронике и электротехнике практически используются четыре первые основные единицы Международной системы.

Метр равен длине пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ долю секунды.

Секунда равна 9192631770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.

Килограмм – единица массы, равная массе международного прототипа килограмма.

Ампер – сила неизменяющегося тока, который, проходя по двум нормальным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади круглого поперечного сечения, расположенным на расстоянии 1 м друг от друга в вакууме, вызывает между проводниками силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины.

Кельвин – единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ термодинамической температуры тройной точки кипения воды.

Производные единицы СИ образуются из основных и дополнительных единиц. В табл. 1.2 приведены производные единицы, наиболее часто употребляемые в радиоэлектронике и радиосвязи.

Таблица 1.2

Производные единицы Международной системы

Наименование величины	Единица		
	наименование	обозначение	
		международное	русское
Частота	Герц	Hz	Гц
Энергия, работа, количество теплоты	Джоуль	J	Дж
Мощность, поток энергии	Ватт	W	Вт
Количество электричества (электрический заряд)	Кулон	C	Кл
Электрическое напряжение, электрический потенциал, электродвижущая сила, разность электрических потенциалов	Вольт	V	В
Электрическая емкость	Фарад	F	Ф
Электрическое сопротивление	Ом	Ω	Ом
Электрическая проводимость	Сименс	S	См
Поток магнитной индукции, магнитный поток	Вебер	Wb	Вб
Индуктивность, взаимная индуктивность	Генри	H	Гн

Так как диапазон реальных значений большинства измеряемых физических величин чрезвычайно велик, применение целых единиц СИ иногда неудобно, поскольку в результате измерений получаются большие или малые их значения. Поэтому в СИ были установлены десятичные кратные и дольные единицы системы СИ, которые образуются с помощью множителей.

Кратная единица физической величины – единица, большая в целое число раз системной, например килогерц (10^3 герц), мегаватт (10^6 ватт). Дольная единица физической величины определяется как единица, меньшая в целое число раз системной, например микрогенри (10^{-6} генри), пикофарад (10^{-12} фарад). Наименования кратных и дольных единиц СИ содержат ряд определенных приставок, соответствующих множителям, приведенным в табл. 1.3.

Образованные таким образом кратные и дольные единицы физических величин пишутся слитно с наименованием основной или производной единицы СИ, например: километр (км), мегаватт (МВт), милливольт (мВ), мегагерц (МГц), наносекунда (нс), пикофарад (пФ) и т.д.

Таблица 1.3

Множители единиц

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

Рассмотрим общепринятые в метрологии определения измерения, средства, принципа, алгоритма, метода и объекта измерения, шкалы измерений, а также ряда других характеристик.

Согласно основному стандарту метрологии ГСИ ГОСТ 16263-70 понятие «измерение» звучит следующим образом: «Измерением называется процесс нахождения значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств». Получаемая при этом информация называется измерительной.

Часто информация об объекте измерения известна до проведения исследований, что является важнейшим фактором, обуславливающим эффективность измерения. Такую информацию об объекте измерения называют *априорной информацией*. При полном отсутствии этой информации измерение в принципе невозможно, так как неизвестно, что же необходимо измерить, а следовательно, нельзя выбрать нужные средства измерений. При наличии априорной информации об объекте в полном объеме, т.е. при известном значении измеряемой величины, измерения не нужны. Априорная информация определяет достижимую точность измерений и их эффективность.

Информация, получаемая в результате измерения, может содержаться в объекте измерения в двух формах: пассивной и активной. Пассивная информация – это совокупность сведений о том, как устроен объект; такой информацией является, например, информация о величине напряжения источника питания. С другой стороны, информация активна, если она имеет форму энергетической характеристики какого-либо явления. Подобные энергетические явления называются сигналами. Их примерами могут быть электрические, оптические и акустические сигналы, используемые для передачи информации.

Имеются и другие определения, которые рассматривают *измерение* как процесс получения информации, заключающийся в сравнении опытным путем измеряемых и известных величин или сигналов, и представления ее в числовой форме.

Итак, измерение – специфический информационный процесс, результатом которого является получение количественной информации об измеряемых величинах – *измерительной информации*.

При определении значения физической величины результат измерения может быть представлен в виде аналитического соотношения, известного как *основное уравнение метрологии*:

$$A = kA_0, \tag{1.1}$$

где A – значение измеряемой физической величины; A_0 – значение величины, принятой за образец; k – отношение измеряемой величины и образца.

Наиболее удобен вид основного уравнения метрологии (1.1), если выбранная за образец величина равна 1. При этом параметр k представляет собой числовое значение измеренной величины, зависящее от принятого метода измерения и величины единицы измерения.

Принцип измерений – совокупность физических принципов, на которых основаны измерения, например, применение эффекта Холла для измерения мощности или эффекта Джозефсона для измерения электрического напряжения.

Метод измерений – совокупность приемов использования принципов и средств измерений. Это достаточно общее определение на практике часто конкретизируют, относя его только к применяемым средствам измерения, например, метод измерения частоты частотомером, напряжения – вольтметром, силы тока – амперметром и т.д.

Понятие «метод измерения» следует отличать от *методики измерения* – общего или поэтапного плана проведения измерения, который представляет намеченный распорядок измерений, определяющий состав применяемых приборов, последовательность и правила проведения операций.

Объект измерения – это реальный физический объект, свойства которого характеризуются одной или несколькими измеряемыми физическими величинами. Он обладает многими свойствами и находится в сложных и многосторонних связях с другими объектами. Поэтому в теоретической метрологии введено понятие математической модели объекта. *Математическая модель объекта* – совокупность математических символов (образов) и отношений между ними, которая адекватно описывает свойства объекта измерения.

В технической литературе и нормативной документации часто встречается термин «*алгоритм измерения*», под которым следует понимать точное предписание о порядке выполнения операций, обеспечивающих измерение искомого значения физической величины.

Достоверность измерений определяется степенью доверия к результату измерения и характеризуется вероятностью того, что истинное значение измеряемой величины находится в указанных пределах. Данную вероятность называют *доверительной*.

Правильность измерений – это метрологическая характеристика, отражающая близость к нулю так называемых систематических погрешностей результатов измерений.

Сходимость результатов измерений характеризует качество измерений, отражающее близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, выполняемых повторно одними и теми же методами и средствами измерений и в одних и тех же условиях.

Воспроизводимость результатов измерений – характеристика качества измерений, отражающая близость друг к другу результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведенных к одним и тем же условиям.

Шкалы измерений

На практике необходимо проводить измерения различных физических величин, характеризующих свойства веществ, тел, явлений и процессов. Некоторые свойства проявляются только количественно, другие – качественно. Шкала измерений количественного свойства является шкалой физической величины. *Шкала физической величины* – это упорядоченная последовательность значений физической величины, принятая на основании результатов точных измерений.

В соответствии с логической структурой проявления свойств шкалы измерений делятся на пять основных типов: *наименований, порядка, интервалов, отношений и абсолютные*.

1. *Шкала наименований (шкала классификации)*. Такая шкала основана на приписывании объекту цифр (знаков), играющих роль простых имен. Данное приписывание цифр выполняет на практике ту же функцию, что и наименование. Если, например, один из резисторов обозначен в электрической схеме R_2 , а другой R_4 , то из этого нельзя сделать вывод, что значения их сопротивлений отличаются вдвое, а можно лишь установить, что оба они относятся к классу резисторов.

2. *Шкала порядка (шкала рангов)*. Данная шкала предполагает упорядочение объектов относительно какого-то определенного их свойства, т.е. расположение их в порядке убывания или возрастания данного свойства. Полученный при этом упорядоченный ряд называют ранжированным рядом, а саму процедуру – ранжированием. Ранжированный ряд может дать ответ на вопросы типа «что больше/меньше» или «что лучше/хуже». Подробную информацию – на сколько больше или меньше, во сколько раз лучше или хуже – шкала порядка дать не может.

Результаты оценивания по шкале порядка также не могут подвергаться никаким арифметическим действиям.

Условная шкала – это шкала физической величины, исходные значения которой выражены в условных единицах.

Широкое распространение получили шкалы порядка с нанесенными на них реперными точками. Для этого, расположив объекты в порядке возрастания (убывания) того или иного свойства, некоторые точки ранжированного ряда фиксируют в качестве отправных (реперных). Совокупность реперных точек образует шкалу возможных проявлений соответствующего свойства. Реперным точкам могут быть поставлены в соответствие цифры, называемые баллами, и таким образом появляется возможность оценивания «измерения» данного свойства в баллах, по натуральной шкале. По натуральным шкалам до сих пор оценивают интенсивность землетрясений, морское волнение, твердость минералов и некоторые другие величины.

3. *Шкала интервалов (шкала разностей)*. Эти шкалы являются дальнейшим развитием шкал порядка. На шкале интервалов откладывается разность значений физической величины, сами же значения остаются неизвестными. Данная шкала состоит из

одинаковых интервалов, имеет единицу измерения и произвольно выбранное начало – нулевую точку.

К таким шкалам относятся, например, температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта и Реомюра. На наиболее привычной для нас температурной шкале Цельсия за начало отсчета разности температур принята температура таяния льда. Для удобства пользования шкалой Цельсия интервал между температурой таяния льда и температурой кипения воды разделен на 100 равных интервалов – градусов. Шкала Цельсия распространяется в сторону как отрицательных, так и положительных интервалов.

Деление шкалы интервалов на равные части устанавливает единицу физической величины, что позволяет не только выразить результат измерения в числовой мере, но и оценить погрешность измерения.

4. *Шкала отношений.* Шкалы отношений представляют собой интервальные шкалы с естественным началом. Если, например, за начало температурной шкалы принять абсолютный нуль, то по такой шкале уже можно отсчитывать абсолютное значение температуры и определять не только, на сколько температура T_1 одного тела больше (меньше) температуры T_2 другого, но и во сколько раз больше или (меньше), по правилу: $T_1/T_2 = n$.

В шкалах отношений существуют однозначный естественный критерий нулевого количественного проявления свойства и единица измерения, установленная по соглашению. С формальной точки зрения шкала отношений является шкалой интервалов с естественным началом отсчета. К значениям, полученным по этой шкале, применимы все арифметические действия.

В общем случае при сравнении между собой двух физических величин по такому правилу значения n , расположенные в порядке возрастания или убывания, образуют шкалу отношений. Она охватывает интервал n от 0 до ∞ и не содержит отрицательных значений.

5. *Абсолютные шкалы.* Под абсолютными шкалами понимают шкалы, обладающие всеми признаками шкал отношений, но дополнительно имеющие естественное однозначное определение единицы измерения и не зависящие от принятой системы единиц измерения. Такие шкалы соответствуют относительным величинам: коэффициенту усиления, ослабления и т.д.

1.2. Классификация измерений и средств измерения

Виды измерений

Измерения как экспериментальные процедуры определения значений измеряемых величин весьма разнообразны, что объясняется множеством измеряемых величин, различным характером их изменения во времени, разными требованиями к точности измерений и т.д. В связи с этим измерения классифицируют по различным признакам. Одним из таких признаков является способ получения результата измерения. Выделяют прямые и косвенные измерения.

Прямым называется измерение, когда искомое значение физической величины находится непосредственно из опытных данных. Следует отметить, что часто под прямыми понимают такие измерения, при которых не производится промежуточных преобразований. Это, например, измерение напряжения и силы тока известными электроизмерительными приборами – вольтметрами и амперметрами. Прямые измерения очень распространены в метрологической практике. Математически прямые измерения можно охарактеризовать элементарной формулой:

$$A = x \quad (1.2)$$

где x – значение величины, найденное путем ее измерения и называемое результатом измерения.

Косвенным называется измерение, при котором искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. Косвенные измерения можно охарактеризовать формулой:

$$A = f(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (1.3)$$

где x_1, x_2, \dots, x_m – результаты прямых измерений величин, связанных известной функциональной зависимостью f с искомым значением измеряемой величины A .

Косвенные измерения характерны для практики радиоизмерений, например, измерение мощности при помощи амперметра и вольтметра, определение резонансной частоты колебательного контура по результатам прямых измерений емкости и индуктивности контура и т.д.

Нелинейные косвенные измерения отличаются от других измерений тем, что результаты измерений аргументов подвергаются функциональным преобразованиям. Однако в теории вероятностей показано, что любые, даже простейшие функциональные преобразования случайных величин приводят к изменению законов их распределения.

Иногда из косвенных измерений выделяют *совокупные* и *совместные*, при которых значения нескольких физических величин определяются на основе прямых или косвенных измерений других физических величин.

Совокупные и совместные измерения характеризуются тем, что одновременно производятся измерения нескольких одноименных (при совокупных измерениях) или разноименных (в случае совместных измерений) величин, и путем решения системы уравнений, связывающих их, определяются искомые значения измеряемых физических величин. Пример совместных измерений – определение зависимости сопротивления резистора от температуры:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha(t - 20) + \beta(t - 20)^2] \quad (1.4)$$

где R_{20} – сопротивление резистора при $t = 20^\circ\text{C}$; α, β – температурные коэффициенты.

Для определения величин R_{20}, α и β вначале измеряют сопротивление R резистора при трех различных значениях температуры (t_1, t_2, t_3), затем составляют систему из трех уравнений, по которой находят параметры R_{20}, α и β :

$$\begin{aligned} R_{t_1} &= R_{20} [1 + \alpha(t_1 - 20) + \beta(t_1 - 20)^2] \\ R_{t_2} &= R_{20} [1 + \alpha(t_2 - 20) + \beta(t_2 - 20)^2] \\ R_{t_3} &= R_{20} [1 + \alpha(t_3 - 20) + \beta(t_3 - 20)^2] \end{aligned} \quad (1.5)$$

В практике радиоизмерений наиболее часто встречаются абсолютные измерения, основанные на прямых измерениях одной или нескольких величин с использованием значений физических констант. Результат абсолютного измерения непосредственно выражается в единицах измеряемой величины. Вместе с тем нередки и относительные измерения – измерение отношения величины к одноименной величине, иг-

рающей роль единицы, или изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Характерные примеры относительных измерений: измерение отношения напряжений или мощностей, исследование различных частотных характеристик электрических цепей и т.д.

При относительных измерениях широко используется внесистемная безразмерная единица – децибел (дБ), определяемая при сравнении напряжений по формуле:

$$1\text{дБ} = 20\lg(U_2/U_1) \quad U_2/U_1 = 10^{1/20} = 1.122$$

, при

(1.6)

а при сравнении мощностей – по формуле:

$$1\text{дБ} = 10\lg(P_2/P_1) \quad P_2/P_1 = 10^{1/10} = 1.259$$

, при

(1.7)

Основные методы измерений

Измерения физических величин базируются на определенных принципах. Под принципом измерений понимается совокупность физических явлений, на которых основано измерение.

Совокупность приемов использования принципов и средств измерений определяется как метод измерений, являющийся основной характеристикой конкретных измерений. Методы измерений подразделяются на *метод непосредственной оценки* и *метод сравнения* (рис. 1.1).

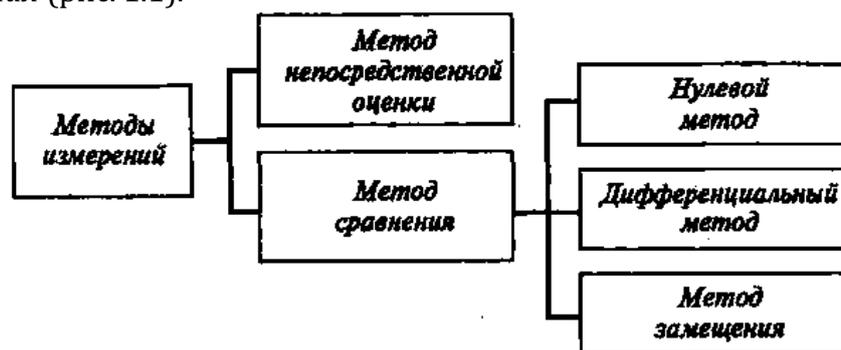


Рис. 1.1. Классификация методов измерения

При *методе непосредственной оценки* численное значение измеряемой величины определяется непосредственно по показанию измерительного прибора (например, измерение напряжения с помощью вольтметра).

Метод сравнения – метод измерений, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Это может быть, например, измерение уровня напряжения постоянного тока путем сравнения с ЭДС нормального (эталонного) элемента.

Различают разновидности метода сравнения:

1) *нулевой метод*, при котором действие измеряемой величины полностью уравновешивается образцовой;

2) *дифференциальный метод*, когда определяется разница между измеряемой величиной и близкой ей по значению известной эталонной (например, измерение электрического сопротивления методом неуравновешенного моста);

3) *метод замещения*, при котором действие измеряемой величины замещается (например, с помощью последовательно проводимых во времени действий) образцовой.

Нулевой метод обеспечивает наибольшую точность измерений физической величины. Его разновидностями являются:

а) *компенсационный метод*, при котором действие измеряемой величины компенсируется (уравновешивается) образцовой;

б) *мостовой метод*, когда достигают нулевого значения тока в измерительной диагонали моста, в которую включается чувствительный индикаторный прибор (обычно нуль-индикатор).

Средства измерений

Средством измерений (СИ – не путать с аббревиатурой системы СИ) называют техническое средство, используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики. Средства измерений в соответствии с ГОСТ 22261-82 должны удовлетворять группам требований: техническим, техники безопасности, правилам приемки, методам испытаний.

В основную группу входят требования: к нормируемым метрологическим характеристикам; к сопротивлению входных и выходных цепей; времени установления рабочего режима и продолжительности непрерывной работы; надежности; наработке на отказ и пр. Стандарт распространяется также на вспомогательные узлы к средствам измерений, к которым относятся элементы измерительной цепи средств измерений, расположенные вне их корпуса.

По назначению средства измерений принято в метрологии разделять на меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и измерительные системы (рис. 1.2).

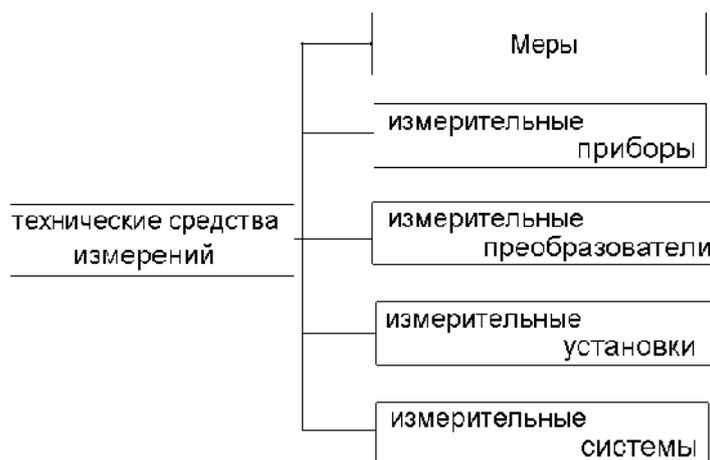


Рис. 1.2. Классификация средств измерений

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера (значения). В качестве меры в радиоизмерениях, в частности, используются: кварцевый автогенератор (точнее, частота колебаний кварцевого генератора) – мера частоты электрических колебаний; измерительный резистор – мера электрического сопротивления; измерительный конденсатор – мера электрической емкости. Меры бывают *однозначными* и *многозначными*.

Однозначная мера воспроизводит физическую величину одного определенного размера. Например, измерительный резистор, измерительный конденсатор постоянной емкости, ЭДС нормального элемента.

Многозначная мера воспроизводит ряд одноименных величин различного размера, например, потенциометр, вариометр индуктивностей, конденсатор переменной емкости. Набор мер – это специально подобранный комплект однотипных элементов, применяемых не только по отдельности, но и в различных сочетаниях с целью воспроизведения ряда одноименных величин различного размера, например, набор измерительных резисторов или конденсаторов.

Измерительный прибор (ИП) – средство измерений, предназначенное для выработки определенного вида сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Информация о свойствах и качествах объектов, полученная посредством измерений, называется *измерительной информацией*. Измерительная информация является основой для принятия технических и управленческих решений при испытаниях продукции, оценивании ее технического уровня, аттестации и сертификации качества.

В радиоэлектронике, и в частности, в телекоммуникационных системах и устройствах сигналом измерительной информации является, как правило, электрический сигнал, функционально связанный с измеряемой физической величиной. Здесь следует отметить, что измерительные приборы – основной вид средств измерений электрических и радиотехнических величин.

Измерительный преобразователь – средство измерений, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, преобразования, обработки и хранения, но не поддающейся непосредственному восприятию наблюдателем. Измерительные преобразователи могут как входить в состав измерительных приборов, так и применяться самостоятельно.

Первичный преобразователь – измерительный преобразователь, к которому подведена измеряемая величина, т.е. является первым в измерительной цепи. Например, термопара в цепи термоэлектрического термометра.

Передающий преобразователь – измерительный преобразователь, служащий для дистанционной передачи сигнала измерительной информации к другим устройствам.

Масштабный преобразователь – измерительный преобразователь, предназначенный для изменения величины в заданное число раз (например, измерительный трансформатор тока, делитель напряжения, измерительный усилитель).

Измерительными устройствами называется категория средств измерений, охватывающая измерительные приборы и преобразователи.

Измерительная установка – совокупность функционально объединенных средств измерений и вспомогательных устройств, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для непосредственного восприятия наблюдателем, и расположенная в одном месте.

Измерительная система – совокупность средств измерений и вспомогательных устройств, соединенных между собой каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации в форме, удобной для автоматической обработки, передачи и использования в различных системах управления. Измерительные системы представляют собой разновидность информационно-измерительных систем.

Глава 2. ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Погрешности измерений и их классификация

Какими бы точными и совершенными ни были средства и методы измерения и как бы тщательно ни выполнялись сами измерения, их результат всегда отличается от истинного значения измеряемой физической величины, т.е. обладает некоторой погрешностью.

Источниками погрешностей являются:

- 1) несовершенство применяемых методов и средств измерений;
- 2) непостоянство влияющих на результат измерения физических величин;
- 3) индивидуальные особенности экспериментатора.

На точность измерения также оказывают влияние:

- а) внешние и внутренние помехи, климатические условия;
- б) порог чувствительности измерительного прибора.

Уровень точности, к которому необходимо стремиться, должен определяться критериями технической и экономической целесообразности. Установлено, что увеличение точности измерения вдвое само измерение удорожает в два-три раза. В то же время снижение точности измерения в производстве ниже определенной нормы приводит к появлению брака изделий. При установлении точности измерений важно также учитывать их значимость, так как от точности измерения может зависеть здоровье и жизнь людей.

Измерение можно считать законченным в том случае, если полностью определено не только значение измеряемой физической величины, но и возможная степень его отклонения от истинного значения.

Если прямое измерение проведено один раз – так называемое *однократное* прямое измерение, то результатом измерения являются показания средства измерения (например, измерительного прибора). При этом за погрешность результата измерения часто принимается погрешность средства измерения. В случае *многократных* наблюдений результат измерения и его погрешность находятся методом статистической обработки всех выполненных наблюдений.

Определение «погрешность» является одним из центральных в метрологии наряду с понятиями «погрешность результата измерения» и «погрешность средства измерения». Эти два понятия близки друг к другу и классифицируются по одинаковым признакам.

Погрешностью измерения называется отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой физической величины. Так как истинное значение измеряемой величины неизвестно, то при количественной оценке погрешности пользуются действительным значением физической величины.

Погрешность средства измерения – разность между показаниями СИ и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины. Она характеризует точность результатов измерений, проводимых данным средством измерения.

Как одна из основных характеристик результата измерения погрешность должна быть обязательно оценена. Для различных видов измерений проблема оценки погрешности может решаться по-разному. Погрешность результата измерения можно оценить с разной точностью, на основании различной исходной информации. В соответствии с этим различают измерения с *точной*, *приближенной* и *предварительной* оценками погрешностей.

При измерениях с *точной оценкой погрешности* учитываются индивидуальные метрологические свойства и характеристики каждого из примененных средств изме-

рения, анализируется метод измерения, контролируются условия измерения с целью учета их влияния на результат измерения.

Если измерения ведутся с *приближенной оценкой погрешности*, то учитывают лишь нормативные метрологические характеристики средств измерения и оценивают влияние на их результат только отклонений условий измерения от нормальных.

Измерения с *предварительной оценкой погрешности* выполняются по типовым методикам, регламентированным нормативными документами, в которых указываются методы и условия измерений, типы и погрешности используемых средств измерения, и на основе этих данных заранее оценивается возможная погрешность результата.

Рассмотрим пять основных признаков, по которым классифицируются погрешности измерения.

1. По способу количественного выражения погрешности измерения делятся на абсолютные, относительные и приведенные.

Абсолютной погрешностью Δ , выражаемой в единицах измеряемой величины, называется отклонение результата измерения x от истинного значения $x_{\text{э}}$:

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

Абсолютная погрешность характеризует величину и знак полученной погрешности, но не определяет качество самого проведенного измерения.

Понятие погрешности характеризует несовершенство измерения. Характеристикой качества измерения является используемое в метрологии понятие точности измерений, отражающее меру близости результатов измерений к истинному значению измеряемой физической величины. Точность и погрешность связаны обратной зависимостью. Предположим, что измерение силы тока в 10 и 100 А может быть выполнено с идентичной абсолютной погрешностью 1 А. Однако качество (точность) первого измерения ниже второго. Поэтому, чтобы иметь возможность сравнивать качество измерений, введено понятие относительной погрешности.

Относительной погрешностью δ называется отношение абсолютной погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины:

$$\delta = \Delta / x_{\text{э}} \quad (2.2)$$

Мерой точности измерений служит величина, обратная модулю относительной погрешности, т.е. $1/|\delta|$. Погрешность δ часто выражают в процентах: $\delta = 100\Delta/x_{\text{э}}(\%)$. Поскольку обычно $\Delta \ll x_{\text{э}}$, то относительная погрешность может быть определена как $\delta \approx \Delta/x$ или $\delta \approx 100\Delta/x(\%)$.

Если измерение выполнено однократно и за абсолютную погрешность результата измерения Δ принята разность между показанием прибора и истинным значением измеряемой величины $x_{\text{и}}$, то из соотношения (2.2) следует, что значение относительной погрешности δ уменьшается с ростом величины $x_{\text{и}}$ (здесь предполагается независимость Δ от $x_{\text{и}}$). Поэтому для измерений целесообразно выбирать такой прибор, показания которого были бы в последней части его шкалы (диапазона измерений), а для сравнения различных приборов использовать понятие приведенной погрешности.

Приведенной погрешностью $\delta_{\text{пр}}$, выражающей потенциальную точность измерений, называется отношение абсолютной погрешности Δ к некоторому нормирующему значению x_N (например, к конечному значению шкалы прибора или к сумме конечных значений шкал при двусторонней шкале):

$$\delta_{\text{до}} = 100 \Delta / x_N (\%) \quad (2.3)$$

2. По характеру (закономерности) изменения погрешности измерений подразделяются на систематические, случайные и грубые (промахи).

Систематические погрешности Δ_c – составляющие погрешности измерений, остающиеся постоянными или закономерно изменяющиеся при многократных (повторных) измерениях одной и той же величины в одних и тех же условиях. Такие погрешности могут быть выявлены путем детального анализа возможных их источников и уменьшены (применением более точных приборов, калибровкой приборов с помощью рабочих мер и пр.). Однако полностью их устранить нельзя.

По характеру изменения во времени систематические погрешности подразделяются на *постоянные* (сохраняющие величину и знак), *прогрессирующие* (возрастающие или убывающие во времени), *периодические*, а также изменяющиеся во времени по сложному непериодическому закону. Основные из этих погрешностей – прогрессирующие.

Прогрессирующая (дрейфовая) погрешность – это непредсказуемая погрешность, медленно меняющаяся во времени. Отличительные особенности прогрессирующих погрешностей:

- их можно скорректировать поправками только в данный момент времени, а далее они вновь непредсказуемо изменяются;

- изменение прогрессирующих погрешностей во времени – нестационарный случайный процесс, и поэтому в рамках хорошо разработанной теории стационарных случайных процессов оно может быть описано лишь с известными оговорками.

Случайные погрешности $\overset{\circ}{\Delta}$ – составляющие погрешности измерений, изменяющиеся случайным образом при повторных (многократных) измерениях одной и той же величины в одних и тех же условиях. В появлении таких погрешностей нет какой-либо закономерности, они проявляются в виде некоторого разброса получаемых результатов. Практически случайные погрешности неизбежны, неустранимы и всегда имеют место в результате измерения. Описание случайных погрешностей возможно только на основе теории случайных процессов и математической статистики.

В отличие от систематических случайные погрешности нельзя исключить из результатов измерений путем введения поправки, однако их можно существенно уменьшить путем многократного измерения этой же величины и последующей статистической обработки полученных результатов.

Грубые погрешности (промахи) – погрешности, существенно превышающие ожидаемые при данных условиях измерения. Такие погрешности возникают из-за ошибок оператора или неучтенных внешних воздействий. Их выявляют при обработке результатов измерений и исключают из рассмотрения, пользуясь определенными правилами.

Таким образом, без учета промахов абсолютная погрешность измерения Δ , определяемая выражением (2.1), в общем случае представляет собой сумму систематической Δ_c и случайной $\overset{\circ}{\Delta}$ погрешностей:

$$\Delta = \Delta_c + \overset{\circ}{\Delta} \quad (2.4)$$

Это означает, что абсолютная погрешность, как и результат измерения, является случайной величиной.

3. По причинам возникновения погрешности измерения подразделяются на *методические, инструментальные, внешние и субъективные*.

Методические погрешности возникают обычно из-за несовершенства метода измерения, использования неверных теоретических предпосылок (допущений) при измерениях, а также из-за влияния выбранного средства измерения на параметры сигналов.

Например, если электронный вольтметр обладает недостаточно высоким входным сопротивлением, то его подключение к исследуемой схеме способно изменить в ней распределение токов и напряжений. При этом результат измерения может существенно отличаться от действительного. Методическую погрешность можно уменьшить путем применения более точного метода измерения.

Инструментальные (аппаратурные, приборные) погрешности возникают из-за несовершенства средств измерения, т.е. от погрешностей средств измерения. Источниками инструментальных погрешностей могут быть, например, неточная градуировка прибора и смещение нуля, вариация показаний прибора в процессе эксплуатации и т.д. Уменьшают инструментальные погрешности применением более точного прибора.

Внешняя погрешность – составляющая погрешности измерения, связанная с отклонением одной или нескольких влияющих величин от нормальных значений или с выходом их за пределы нормальной области (например, влияние влажности, температуры, внешних электрических и магнитных полей, нестабильности источников питания, механических воздействий и т.д.). В большинстве случаев внешние погрешности являются систематическими и определяются дополнительными погрешностями применяемых средств измерения.

Субъективные погрешности вызываются ошибками оператора при отсчете показаний средств измерения (погрешности от небрежности и невнимания оператора, от параллакса, т.е. от неправильного направления взгляда при отсчете показаний стрелочного прибора, и пр.). Подобные погрешности устраняются применением современных цифровых приборов или автоматических методов измерения.

4. По характеру поведения измеряемой физической величины в процессе измерений различают *статические* и *динамические* погрешности.

Статические погрешности возникают при измерении установившегося значения измеряемой величины, т.е. когда эта величина перестает изменяться во времени.

Динамические погрешности имеют место при динамических измерениях, когда измеряемая величина изменяется во времени и требуется установить закон ее изменения. Причина появления динамических погрешностей состоит в несоответствии скоростных (временных) характеристик прибора и скорости изменения измеряемой величины.

5. По условиям, в которых используются средства измерения, различают *основную* и *дополнительную* погрешности.

Основная погрешность измерений имеет место при нормальных условиях эксплуатации, оговоренных в регламентирующих документах (паспорте, технических условиях и пр.).

Дополнительная погрешность средства измерения возникает при отклонении условий его эксплуатации от нормальных (номинальных). Данная погрешность, как и основная, указывается в нормативных документах.

Заканчивая анализ классификации погрешностей измерений, необходимо отметить, что она (как и любая другая классификация) носит достаточно условный (относительный) характер.

Ответы на вопросы об отнесении погрешности конкретного измерения к тем или иным классам и о делении их на случайные и систематические могут быть даны лишь при наличии полной информации о свойствах параметров и характеристик измеряемого объекта, об измерительных устройствах, условиях, в которых проводились измерения, а также, как правило, только после проведения многочисленных повторных измерений.

2.2. Методы уменьшения систематических погрешностей

Рассмотрим наиболее известные общие методы устранения (или существенного уменьшения) систематических погрешностей, к которым относятся *метод замещения*, *метод компенсации по знаку*, *метод рандомизации* и др.

Метод замещения состоит в замене измеряемой величины x_n известной величиной A (мерой), получаемой с помощью регулируемой меры, при сохранении показания измерительного прибора неизменным. Значение измеряемой величины считывается по указателю меры.

При данном методе уменьшения систематических погрешностей погрешность недостаточно точного измерительного прибора устраняется, а погрешность измерения определяется только погрешностью самой меры и погрешностью отсчета измеряемой величины по указателю меры. Пусть, например, измерялось сопротивление резистора R_x омметром малой точности. Результат измерения равен $x = R_x + \Delta_c$, где x и Δ_c – соответственно показание омметра и систематическая погрешность измерения. Заменяв R_x магазином сопротивлений и отрегулировав его так, чтобы сохранилось показание омметра, получим $x = R_m + \Delta_c$. Из приведенных двух выражений для x следует, что $R_x = R_m$.

Метод компенсации погрешности по знаку (метод двух отсчетов, или «вилочный» метод) используется для устранения систематической погрешности, у которой в зависимости от условий измерения изменяется только знак. При этом методе выполняются два измерения, результаты которых определяются выражениями: $x_1 = x_n + \Delta_c$ и $x_2 = x_n - \Delta_c$, где x_n – измеряемая величина. Среднее значение из полученных результатов $(x_1 + x_2)/2 = x_n$ представляет собой окончательный результат измерения, не содержащий погрешности $\pm \Delta_c$. Этот метод часто используется при измерении экстремальных значений (максимума и нуля) неизвестной физической величины.

Метод противопоставления применяется в электрорадиоизмерениях для исключения систематических погрешностей при сравнении измеряемой величины с известной величиной примерно равного значения, воспроизводимой соответствующей образцовой мерой.

Способ симметричных наблюдений оказывается весьма эффективным при исключении прогрессивной погрешности, являющейся линейной функцией соответствующего аргумента (например, амплитуды напряжения, времени, температуры и т.д.). Измерения проводят последовательно через одинаковые интервалы изменения аргумента, а обработку полученных результатов осуществляют с учетом равенства среднего значения погрешности любой пары симметричных наблюдений погрешности, соответствующей средней точке данного интервала. Подобным образом удается исключить погрешности измерений, обусловленные постепенным падением уровня напряжения источника питания (аккумулятора, батареи).

Метод рандомизации (от англ. *random* – «случайный», «беспорядочный») основан на принципе перевода систематических погрешностей в случайные. Этот метод позволяет эффективно уменьшать систематическую погрешность (методическую и инструментальную) путем измерения некоторой физической величины рядом однотипных приборов с последующей оценкой результата измерения в виде математического ожидания (среднего арифметического значения) выполненного ряда наблюдений. Уменьшение систематической погрешности достигается и при изменении случайным образом методики и условий проведения измерений.

Поясним действие метода рандомизации на примере. Пусть некоторая физическая величина измеряется n раз (число n достаточно велико) однотипными приборами, имеющими систематические погрешности одинакового происхождения. Для одного прибора эта погрешность – величина постоянная, но от прибора к прибору она изменяется случайным образом. Поэтому если измерить неизвестную физическую величину разными приборами и затем вычислить математическое ожидание всех результатов, то значение погрешности существенно уменьшится (как и в случае усреднения случайной погрешности).

Однако при реальных измерениях всегда остаются некоторые неисключенные остатки систематических погрешностей. Порядок их учета при оценке погрешности результатов прямых измерений с многократными наблюдениями рассмотрен в последующих разделах.

2.3. Аналитическое представление и оценка случайных погрешностей

Для удобства анализа далее предполагается, что абсолютная погрешность результата измерения (2.4) является только случайной, т.е. $\Delta = \overset{\circ}{\Delta}$, и обозначается как Δ .

Аналитически случайная погрешность измерений описывается и оценивается с помощью аппарата теории вероятностей и математической статистики. При такой оценке обычно интересуются вероятностью P того, что погрешность результата измерения Δ находится в некотором заданном интервале распределения погрешностей $(\Delta_{r1}, \Delta_{r2})$, где Δ_{r1} и Δ_{r2} – соответственно нижняя и верхняя границы интервала. Записывается данная вероятность как $P(\Delta_{r1} \leq \Delta \leq \Delta_{r2})$, и из аксиоматики теории вероятностей следует, что в общем случае $0 \leq P \leq 1$ (вероятности $P = 1$ соответствует событие, которое произойдет в любом случае). Если известна вероятность $P = 0,6$ и выполнено, например, сто измерений, то можно считать, что шестьдесят значений Δ попадают в интервал $(\Delta_{r1}, \Delta_{r2})$.

Для определения значения вероятности $P(\Delta_{r1} \leq \Delta \leq \Delta_{r2})$ необходимо знать закон $\rho(\Delta)$ распределения случайной погрешности Δ , называемый плотностью распределения вероятностей (или плотностью вероятностей) случайной величины (в данном случае – погрешности) Δ . При известном законе распределения $\rho(\Delta)$ искомая вероятность определяется по формуле:

$$P(\Delta_{r1} \leq \Delta \leq \Delta_{r2}) = \int_{\Delta_{r1}}^{\Delta_{r2}} \rho(\Delta) d\Delta \quad (2.5)$$

Из физических представлений следует, что вероятность нахождения погрешности Δ на интервале всех возможных погрешностей измерений, т.е. в общем случае на интервале $(-\infty, +\infty)$ равна:

$$P(-\infty \leq \Delta \leq +\infty) = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho(\Delta) d\Delta = 1 \quad (2.6)$$

Выражение (2.6) называется *условием нормирования* плотности распределения вероятностей $\rho(\Delta)$, или *условием полноты*. Оно означает, что площадь под графиком любой функции $\rho(\Delta)$ на интервале всех ее значений должна быть равна единице (смысл этого в том, что погрешность в любом случае, т.е. со 100%-ной вероятностью, примет значение из интервала $(-\infty, +\infty)$).

В практике измерений наиболее часто используются нормальный (Гаусса), равномерный и треугольный (Симпсона) законы распределения погрешностей, а также закон распределения Стьюдента.

Нормальный закон распределения погрешностей

Этот закон применяется при предположениях:

– погрешность Δ может принимать непрерывный ряд значений в интервале $(-\infty, +\infty)$;

– при выполнении значительного числа измерений большие погрешности Δ появляются реже, чем малые, а частота появления погрешностей, идентичных по абсолютной величине и противоположных по знаку, одинакова.

Нормальный закон распределения погрешности описывается выражением:

$$\rho(\Delta) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}\right), \quad (2.7)$$

где σ – *среднеквадратическое отклонение (СКО)* погрешности Δ , характеризующее точность выполненных измерений (чем меньше σ , тем выше точность или меньше разброс результатов относительно среднего значения). Это следует из графиков функции (2.7), приведенных на рис. 2.1 для различных значений σ . По мере уменьшения σ рассеяние случайных погрешностей Δ относительно центра их распределения, т.е. в данном случае относительно значения $\Delta = 0$ (истинное значение физической величины), уменьшается.

Широкое применение в практической метрологии нормального закона распределения объясняется *центральной предельной теоремой* теории вероятностей (теоремой Ляпунова), утверждающей, что распределение случайных погрешности будет близко к нормальному во всех случаях, когда результаты наблюдений формируются под влиянием большого числа независимо действующих факторов, каждый из которых оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным действием всех остальных.

В теории вероятностей часто используется такой параметр, как *дисперсия* D , характеризующая рассеяние погрешностей относительно центра распределения. Среднеквадратическое отклонение σ и дисперсия D связаны выражением: $\sigma = \sqrt{D}$.

При нормальном законе распределения погрешностей измерения выражение для расчета вероятности $P(\Delta_{\bar{a}1} < \Delta < \Delta_{\bar{a}2})$ находится подстановкой (2.7) в (2.5). Для симметричного интервала $(-\Delta_{\bar{a}1}; \Delta_{\bar{a}1})$, $|\Delta_{\bar{a}1}| = \Delta_{\bar{a}1}$ вероятность будет равна:

$$P(\Delta_{\bar{a}1} \leq \Delta \leq \Delta_{\bar{a}2}) = 2 \int_{\Delta_{\bar{a}1}}^{\Delta_{\bar{a}2}} \rho(\Delta) d\Delta = \frac{2}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{\Delta_{\bar{a}1}} \exp\left(-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}\right) d\Delta \quad (2.8)$$

Отметим геометрическую интерпретацию вероятности, определяемой по (2.8). На графике плотности вероятности для конкретного СКО σ (рис. 2.1) вероятность численно равна площади S заштрихованной фигуры, ограниченной функцией $\rho(\Delta)$, отрезком оси Δ от $-\Delta_{r1}$ до Δ_{r1} и ординатами $\rho(-\Delta_{r1})$, $\rho(\Delta_{r1})$. Чем шире заданный интервал погрешностей $(-\Delta_{r1}, \Delta_{r1})$, тем больше площадь S , т.е. больше вероятность попадания случайных погрешностей измерений Δ в этот интервал. Как уже отмечалось, для интервала $(-\infty, +\infty)$ вероятность $P(-\infty \leq \Delta \leq \infty) = 1$ (условие полноты).

Для вычисления вероятности (2.8) удобно в интеграле заменить переменную Δ на относительную $t = \Delta/\sigma$. При этом его верхний предел заменяется на $z = \Delta_{r1}/\sigma$, а правая часть выражения (2.8) преобразуется в табулированный интеграл вероятностей

$\Phi(z)$, график которого показан на рис. 2.2, а значения приведены в табл. 2.1. В результате (2.8) приобретает вид:

$$P(-\Delta_{r1} \leq \Delta \leq \Delta_{r2}) = \Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) dt \quad (2.9)$$

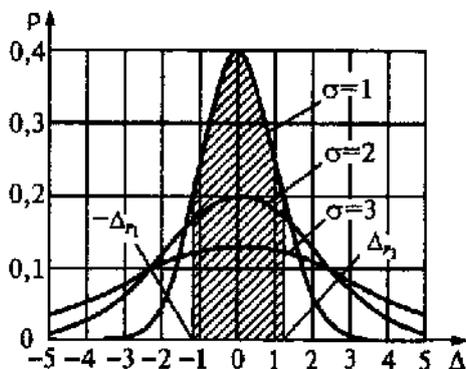


Рис. 2.1. Графики нормального закона распределения плотности вероятности случайных погрешностей

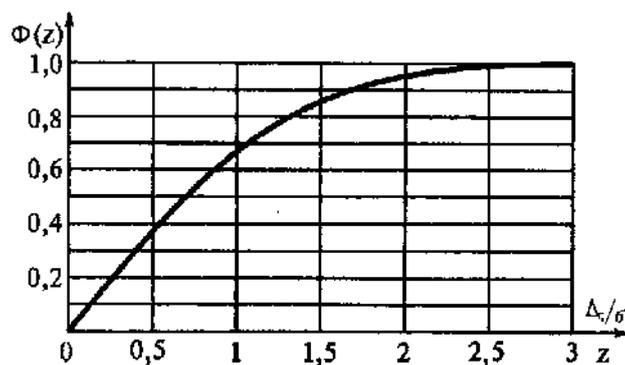


Рис. 2.2. График значений функций $\Phi(z)$ для $z \geq 0$

Задаваясь границей Δ_{r1} в долях σ , находят $z = \Delta_{r1}/\sigma$, а затем – искомую вероятность по таблицам функции $\Phi(z)$. При необходимости можно выполнить обратный поиск, т.е. по заданной вероятности $\Phi(z)$ определить z , далее $\Delta_{a1} = z\sigma$ и интервал $(-\Delta_{r1}, \Delta_{r1})$.

Таблица 2.1

Значения интеграла вероятностей $\Phi(z)$

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,0	0,000	0,70	0,516	1,40	0,839	2,10	0,976
0,10	0,080	0,80	0,576	1,50	0,866	2,20	0,988
0,20	0,159	0,90	0,632	1,60	0,890	2,30	0,9940
0,30	0,236	1,00	0,683	1,70	0,911	2,40	0,99730
0,40	0,311	1,10	0,729	1,80	0,928	2,50	0,99903
0,50	0,383	1,20	0,770	1,90	0,943	2,60	0,99953
0,60	0,452	1,30	0,806	2,00	0,955	2,70	0,99994

Ниже приведены значения интеграла вероятности (2.9) для некоторых применяемых на практике интервалов $(-\Delta_{r1}, \Delta_{r1})$, представленных в долях σ :

$$P(-2\sigma/3 \leq \Delta \leq 2\sigma/3) = 0,5; P(\sigma \leq \Delta \leq \sigma) = 0,683; \quad (2.10)$$

$$P(-3\sigma \leq \Delta \leq 3\sigma) = 0,997; P(-\infty \leq \Delta \leq +\infty) = 1.$$

В соответствии со значениями этих вероятностей погрешность результатов измерений, равная $2\sigma/3$, названа равновероятной (поскольку $P_{2\sigma/3} = 0,5$). Вероятность того, что погрешность не превысит величину σ , равна 0,683. Погрешность, равная 3σ , принята за максимальную. Существует еще «правило трех сигм»: нормальное распределение почти полностью заключено в интервале $(x_0 - 3\sigma; x_0 + 3\sigma)$, где x_0 – среднее значение. Иными словами, следуя табл. 2.2, из тысячи выполненных измерений только три их погрешности выходят за пределы интервала $(-3\sigma, +3\sigma)$, а вероятность того, что погрешность не превысит величину 3σ , равна 0,997.

Нормальный закон распределения, представленный в зависимости от относительного аргумента $t = \Delta/\sigma$, называется *нормированным* (иногда употребляется определение «стандартный») *нормальным законом* и описывается выражением

$$\rho_n(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{t^2}{2}\right) \quad (2.11)$$

График функции нормированного нормального закона распределения погрешностей (2.11) приведен на рис. 2.3. Следует отметить, что график функции нормированного нормального закона совпадает при $t = \Delta$ с графиком нормального закона (2.7) для СКО $\sigma = 1$ (см. рис. 2.1).

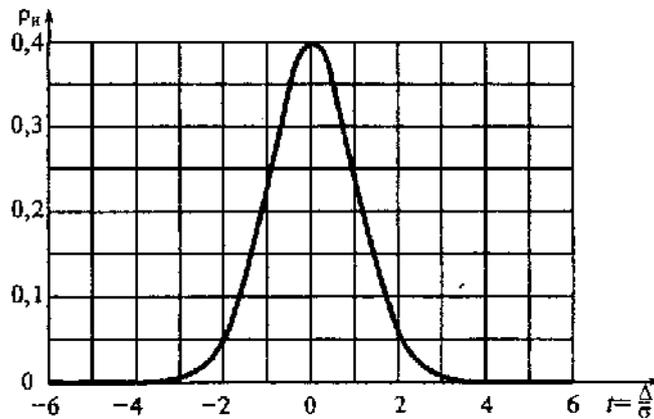


Рис. 2.3. График нормированного нормального закона распределения $\rho_n(t)$

Нормирование нормального закона распределения приводит к переносу начала координат в центр распределения и к выражению абсциссы в долях СКО. Значения дифференциальной функции нормированного нормального распределения погрешностей сведены в таблицы, которые можно найти в литературе по теории вероятностей.

Пусть задан некоторый симметричный интервал $(-t_{r1}, t_{r1})$, где $t_{r1} = z = \Delta_{r1}/\sigma$ – относительная его граница. При нормированном законе распределения $\rho_n(t)$ вероятность $P(-t_{r1} \leq t \leq t_{r1})$ попадания относительной случайной величины t в этот интервал равна вероятности $P(-\Delta_{r1} \leq \Delta \leq \Delta_{r1})$ при законе распределения вида (2.7) для границы $\Delta_{r1} = t_{r1}\sigma = z\sigma$. Обе вероятности определяются с помощью интеграла вероятностей (2.9).

Нормальный закон распределения случайных погрешностей широко используется при обработке результатов измерений, что объясняется следующими обстоятельствами. Случайная погрешность измерения некоторой величины складывается из большого числа составляющих, вызванных различными причинами, зачастую трудноуловимыми. Каждая из составляющих оказывает незначительное влияние на случайную погрешность. При этом, как следует из центральной предельной теоремы теории вероятностей (теоремы Ляпунова), такая случайная погрешность имеет закон распределения, близкий к нормальному (при числе составляющих, стремящемся к бесконечности). Учитывая отмеченное, оправданно принимают, что при прямых измерениях закон распределения случайных погрешностей многократных наблюдений некоторой величины соответствует нормальному. Для получения достаточно точных результатов обработки таких наблюдений их число n должно быть не меньше 20. Р.А. Фишер назвал данный закон распределением Стьюдента – псевдоним В.С. Госсета, предсказавшего это распределение.

Закон распределения Стьюдента

Наиболее часто этот закон применяется в процессе обработки результатов небольшого числа многократных наблюдений физической величины ($2 \leq n < 20$) и справедлив, когда случайные погрешности наблюдений распределены по нормальному закону. Закон описывает распределение плотности вероятности значений случайной величины $t = (\tilde{x} - x_{\epsilon})/\sigma$, где $\tilde{x} = (x_1 + x_2 + \dots + x_n)/n$ – среднее арифметическое значение выполненного ряда наблюдений (x_1, x_2, \dots, x_n) величины x_{ϵ} .

Он отличается от нормального закона тем, что учитывает число выполненных наблюдений и задается функцией, зависящей от относительного аргумента $t = \Delta/\sigma$, где $\Delta = \tilde{x} - x_{\epsilon}$ – случайная погрешность; $\sigma = \tilde{\sigma}_{\text{ср}}$ – оценка среднеквадратического отклонения случайной величины x (рассмотрено далее):

$$\rho(t)_n = \frac{\Gamma\left(\frac{n}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right) \cdot \sqrt{\pi(n-1)}} \left(1 + \frac{t^2}{n-1}\right)^{-\frac{n}{2}} \quad (2.12)$$

Здесь $n \geq 2$; $\Gamma\left(\frac{n}{2}\right), \Gamma\left(\frac{n-1}{2}\right)$ – гамма-функции (интегралы Эйлера), являющиеся непрерывными обобщениями факториала, определяемые для аргумента x как

$$\Gamma(x) = \int_0^{\infty} e^{-t} t^{x-1} dt \quad (2.13)$$

Графики функции распределения (2.12) для различного числа наблюдений n приведены на рис. 2.4. На нем же для сравнения дан график нормированного нормального распределения $\rho_n(t)$.

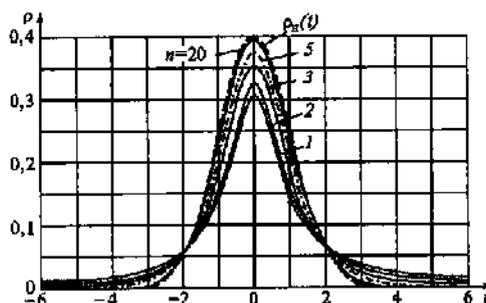


Рис. 2.4. Графики распределения Стьюдента $\rho(t)|_n$
и нормированного нормального распределения $\rho_n(t)$

Распределения Стьюдента имеют ряд особенностей:

- при $n < 3$ их СКО становится равным бесконечности, т.е. дисперсионная оценка ширины разброса не работает (перестает существовать);
- классический аппарат статистических характеристик для оценки формы и ширины распределения Стьюдента с малым числом наблюдений n оказывается неработоспособным, и их ширина и форма могут быть оценены лишь с использованием доверительных оценок. Этим распределение Стьюдента существенно отличается от других распределений.

В статистической теории известна разновидность распределения Стьюдента, называемая *распределением Коши*. Оно характерно тем, что ему подчиняется распределение отношения двух нормально распределенных центрированных случайных величин. Распределение Коши – это предельное распределение семейства законов Стьюдента с минимально возможным числом наблюдений $n = 1$ (см. рис. 2.4). Распределение Коши обладает свойствами:

- дисперсия и СКО не существуют, так как определяющий их интеграл расходится; они будут бесконечно увеличиваться при росте числа экспериментальных данных;
- оценка центра в виде среднего арифметического для распределения Коши неправомерна, так как ее рассеяние σ/\sqrt{n} равно бесконечности, т.е. математическое ожидание не существует.

Из анализа графиков (см. рис. 2.4) следует, что закон распределения Стьюдента при числе наблюдений $n \geq 20$ практически совпадает с нормальным нормированным законом $\rho_n(t)$, а при $n < 20$ отличается от него тем значительнее, чем меньше число наблюдений n . Отличия состоят в увеличении рассеяния относительных погрешностей t около центра $t = 0$ по мере уменьшения числа наблюдений. Следовательно, при этом можно ожидать уменьшения вероятности P попадания погрешностей случайной величины t в заданный интервал $(-t_{r1}, t_{r1})$.

Для поиска такой вероятности достаточно подставить формулу (2.12) в выражение, подобное (2.5), но в котором пределы интеграла Δ_{r1} и Δ_{r2} заменены на относительные и равные соответственно $\pm t_{r1} = \pm \Delta_{r1}/\sigma$:

$$P(-t_{r1} \leq t \leq t_{r1})|_n = \int_{-t_{r1}}^{t_{r1}} \rho(t)|_n dt = 2 \int_0^{t_{r1}} \rho(t)|_n dt. \quad (2.14)$$

Результаты расчета значений вероятности (2.14) приведены в виде графиков для нескольких значений n на рис. 2.5. На том же рисунке для сравнения дан график интеграла вероятностей $\Phi(z)$, у которого аргумент z принят равным $t_{r1} = \Delta_{r1}/\sigma$. Из рисунка видно, что при большом числе измерений ($n \geq 20$) вероятность распределения (2.14) почти совпадает с вероятностью, даваемой интегралом Лапласа $\Phi(z)$. Однако по мере снижения n эта вероятность уменьшается, и тем значительнее, чем меньше число измерений.

Коэффициент t_{r1} на рис. 2.5 и в выражении (2.14) называется *коэффициентом Стьюдента*, и его принято записывать для упрощения без индекса. При выполнении расчетов погрешностей измерений задаются вероятностью P и числом наблюдений n . Поэтому данный коэффициент обозначается через $t(P_d, n)$, где $P_d = P$. Таблица его значений приведена в разделе 2.4.

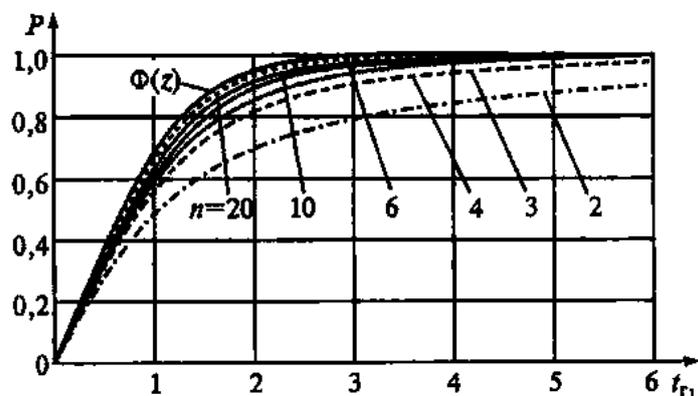


Рис. 2.5. Графики вероятностей $P(-t_{r1} \leq t \leq t_{r1})_n$ при законе распределения Стьюдента для различных n и функций $\Phi(z)$

Равномерный закон распределения плотности вероятности

Данный закон применяется тогда, когда случайная погрешность измерений с идентичной плотностью вероятности принимает любые значения в ограниченном интервале. Этот закон характерен для случайных погрешностей при измерении непрерывных физических величин методом дискретного счета, при преобразовании таких величин в аналого-цифровых преобразователях (погрешности дискретности, квантования), а также для погрешностей отсчета показаний со шкал приборов.

Все возможные случайные погрешности результата измерений, описываемых равномерным законом, расположены в интервале $(-\Delta_m, \Delta_m)$, где Δ_m – максимальная погрешность. Аналитически плотность вероятности равномерного закона распределения описывается формулами:

$$\rho(\Delta) = \begin{cases} \frac{1}{2\Delta_m}, & |\Delta| \leq \Delta_m; \\ 0, & |\Delta| > \Delta_m. \end{cases} \quad (2.15)$$

График равномерного закона распределения плотности вероятности приведен на рис. 2.6.

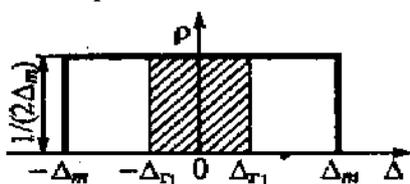


Рис. 2.6. График равномерного закона распределения плотности вероятности

Вероятность того, что случайная погрешность результатов измерений Δ находится в некотором симметричном интервале $(-\Delta_{r1}, \Delta_{r1})$, определяется выражением (2.5) при подстановке в него значения плотности вероятности $\rho(\Delta) = 1/(2\Delta_m)$:

$$P(-\Delta_{r1} \leq \Delta \leq \Delta_{r1}) = \int_{-\Delta_{r1}}^{\Delta_{r1}} \rho(\Delta) d\Delta = \frac{1}{2\Delta_m} \int_{-\Delta_{r1}}^{\Delta_{r1}} d\Delta = \frac{\Delta_{r1}}{\Delta_m}. \quad (2.16)$$

На графике (см. рис. 2.6) площадь заштрихованного прямоугольника с основанием $2\Delta_{r1}$ и высотой $1/(2\Delta_m)$ численно равна вероятности (2.16).

Для равномерного закона, симметричного относительно центра $\Delta = 0$ (см. рис. 2.6), расчет СКО σ случайной погрешности выполняется с помощью известного из теории вероятностей выражения для дисперсии случайной величины:

$$\sigma = \sqrt{D} = \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} \Delta^2 \rho(\Delta) d\Delta} = \sqrt{\frac{1}{2\Delta_m} \int_{-\Delta_m}^{\Delta_m} \Delta^2 d\Delta} = \sqrt{\frac{\Delta_m^2}{3}} = \frac{\Delta_m}{\sqrt{3}} \quad (2.17)$$

Треугольный закон распределения (закон Симпсона)

Этот закон характерен для случайных погрешностей цифровых приборов, в которых измеряемая величина преобразуется в пропорциональный интервал времени $T_{сч}$, называемый *временем счета*, а измерение этого интервала выполняется с помощью счетных импульсов стабильного генератора, имеющих период следования T_0 . В связи со случайным положением счетных импульсов относительно интервала $T_{сч}$, а также со случайным соотношением между периодом T_0 и временем счета $T_{сч}$ треугольный закон представляет собой композицию (объединение) двух равномерных законов с одинаковыми по величине максимальными погрешностями Δ_m .

Функция распределения одномерной плотности вероятности случайных погрешностей для закона Симпсона задается соотношениями:

$$\rho(\Delta) = \begin{cases} \frac{\Delta_m + \Delta}{\Delta_m^2}, & -\Delta_m \leq \Delta \leq 0; \\ \frac{\Delta_m - \Delta}{\Delta_m^2}, & 0 \leq \Delta \leq \Delta_m; \\ 0, & |\Delta| > \Delta_m. \end{cases} \quad (2.18)$$

График треугольного закона распределения приведен на рис. 2.7.

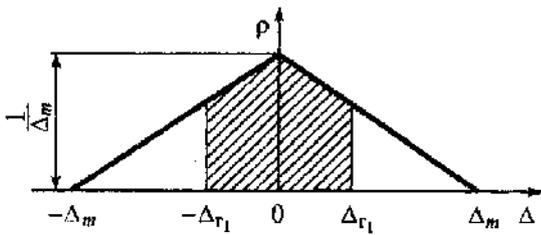


Рис. 2.7. График треугольного закона распределения плотности вероятности

Заштрихованная область на рис. 2.7 численно равна вероятности, определяемой по (2.19). СКО σ вычисляется путем подстановки в (2.17) первого или второго выражения из (2.18). В результате вычислений получаем: $\sigma = \Delta_m / \sqrt{6}$.

Для этого закона вероятность того, что погрешность измерения Δ располагается в интервале $(-\Delta_{r1}, \Delta_{r1})$, находится по (2.5) и (2.18):

$$P(-\Delta_{a1} \leq \Delta \leq \Delta_{a1}) = 2 \int_0^{\Delta_{a1}} \left(\frac{\Delta_m - \Delta}{\Delta_m^2} \right) d\Delta = 2 \left(\frac{\Delta_{a1}}{\Delta_m} \right) - \left(\frac{\Delta_{a1}}{\Delta_m} \right)^2 \quad (2.19)$$

В практике радиоизмерений используются и другие законы распределения погрешностей (например, трапецеидальный, арксинуса и др.). В частности, трапецеидальный закон является композицией двух равномерных с различными значениями

максимальных погрешностей Δ_m . Если трапецеидальный закон распределения неизвестен, то обычно принимают равномерное распределение погрешностей.

Как отмечалось в разделе 2.1, в общем случае погрешность результата измерения представляет собой сумму систематической Δ_c и случайной $\overset{\circ}{\Delta}$ погрешностей. При этом рассеяние значений случайной погрешности происходит относительно некоторого центрального значения, равного величине систематической погрешности. Примеры нормального и равномерного законов распределения таких случайных погрешностей приведены на рис. 2.8, где принято $\Delta = \Delta_c + \overset{\circ}{\Delta}$.

Для количественной оценки систематической составляющей погрешности измерений Δ_c и рассеяния случайной погрешности $\overset{\circ}{\Delta}$ используются числовые характеристики случайной величины – математическое ожидание $M(\Delta)$ и дисперсия $D = \sigma^2$ соответственно:

$$M(\Delta) = \int_{-\infty}^{\infty} \Delta \rho(\Delta) d\Delta ; \quad (2.20)$$

$$D(\Delta) = \int_{-\infty}^{\infty} [\Delta - M(\Delta)]^2 \rho(\Delta) d\Delta . \quad (2.21)$$

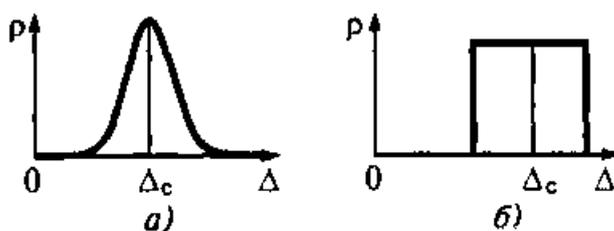


Рис. 2.8. Законы распределения случайных погрешностей с центром Δ_c :
а – нормальный; б – равномерный

Если $\Delta_c = 0$, то $M(\Delta) = 0$ и выражение для дисперсии (2.21) преобразуется к виду (2.17) для равномерного закона.

2.4. Прямые измерения с многократными наблюдениями и обработка их результатов

Необходимость многократных наблюдений некоторой физической величины x_n возникает при наличии в процессе измерений значительных случайных погрешностей. В этом случае задача состоит в том, чтобы по результатам наблюдений найти наилучшую оценку истинного значения x_n и интервал, в котором находится сама величина с заданной вероятностью. Решение задачи выполняется способом статистической обработки результатов наблюдений, основанным на гипотезе о распределении случайных погрешностей этих результатов по нормальному закону. Порядок такой обработки должен проводиться в соответствии с ГОСТ 8.207-76 «Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения».

Приводимая ниже методика обработки результатов измерений, учитывая указанный порядок, дается применительно к *прямым измерениям с многократными неза-*

висимыми и равноточными наблюдениями. Равноточность предполагает выполнение экспериментатором наблюдений в одинаковых условиях и одним и тем же прибором.

Исключение систематических погрешностей из результатов наблюдений

Точность результата многократных наблюдений тем выше, чем меньше систематическая составляющая их погрешности. Поэтому весьма важно выявление систематических погрешностей и исключение их из результатов наблюдений. К числу мер такого исключения относятся:

- устранение источников погрешностей до начала измерения;
- устранение (уменьшение) погрешностей в процессе измерения за счет использования соответствующих методов измерения, изложенных в п. 2.2.

Однако на практике при измерениях всегда остаются некоторые неисключенные остатки систематических погрешностей. Порядок их учета при оценке погрешности результатов прямых измерений с многократными наблюдениями рассмотрен в последующих разделах.

Оценка результата измерения и его среднеквадратического отклонения

Для удобства анализа предположим, что при выполнении n многократных наблюдений одной и той же величины x_n постоянная систематическая погрешность Δ_c полностью исключена (равна нулю). Тогда результат i -го наблюдения $x_i = x_n + \Delta_i$ находится с некоторой абсолютной случайной погрешностью $\Delta_i = \overset{\circ}{\Delta}_i = x_i - x_n$.

При нормальном законе распределения погрешности Δ_i за истинную величину $x_n = A$ принимают ее оптимальную оценку $\tilde{x} = \tilde{A}$ в виде среднего арифметического значения (оценки математического ожидания) выполненного ряда наблюдений, т.е. считают, что $\tilde{x} = \tilde{A}$ есть результат измерения:

$$\tilde{x} = \tilde{A} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n}. \quad (2.22)$$

Зная оценку \tilde{x} истинного значения величины x_n , вычисляют абсолютную погрешность каждого из n наблюдений:

$$\bar{\Delta}_i = x_i - \tilde{x}. \quad (2.23)$$

Далее по известной в теории вероятностей формуле находят оценку СКО n наблюдений, характеризующую точность метода измерений:

$$\tilde{\sigma} \approx \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \bar{\Delta}_i^2}. \quad (2.24)$$

Оценка $\tilde{x} = \tilde{A}$ измеряемого истинного значения $x_n = A$ зависит от числа наблюдений n и является случайной величиной. В связи с этим вводят и вычисляют оценку СКО значения $\tilde{x} = \tilde{A}$, которая называется среднеквадратическим отклонением результата измерения $\tilde{\sigma}_{\text{cp}} = S(\tilde{A})$. Данное СКО характеризует степень разброса значений $\tilde{x} = \tilde{A}$ по отношению к истинному значению и для различных n определяется по формуле:

$$\tilde{\sigma}_{\text{cp}} = S(\tilde{A}) = \frac{\tilde{\sigma}}{\sqrt{n}}. \quad (2.25)$$

Из (2.24) и (2.25) следует, что точность метода и результата многократных наблюдений n увеличивается с ростом числа последних. Рассмотрим случай много-

кратных наблюдений, когда результат i -го наблюдения равен $x_i = x_n + \overset{\circ}{\Delta}_i + \Delta_c$, т.е. его погрешность есть сумма случайной $\overset{\circ}{\Delta}_i$ и постоянной систематической Δ_c погрешностей: $\Delta_i = \overset{\circ}{\Delta}_i + \Delta_c$. Подстановка значений x_i в (2.22) позволяет получить оценку \tilde{x} результата измерений в виде:

$$\tilde{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = x_n + \Delta_c + \sum_{i=1}^n \frac{\overset{\circ}{\Delta}_i}{n}. \quad (2.26)$$

Из этого выражения следует, что многократные наблюдения и увеличение их числа n не влияют на систематическую составляющую погрешности результата измерений, но уменьшают случайную (за счет различных знаков отдельных реализаций $\overset{\circ}{\Delta}_i$). Поэтому в случае, когда в результате многократных наблюдений преобладает систематическая погрешность (например, при использовании прибора низкой точности), целесообразно ограничиться только одним измерением. Существенный для практики измерений вопрос ограничения числа многократных наблюдений рассмотрен ниже.

Исключение грубых погрешностей из результатов наблюдений

При измерении физической величины среди результатов наблюдений могут появиться один-два (или другое число, которое намного меньше общего числа наблюдений), существенно отличающихся от остальных. При этом необходимо проверить, не являются ли они грубыми погрешностями (промахами), которые следует исключить из выполненной группы наблюдений. Решение данной задачи осуществляется статистическими методами теории вероятностей в предположении нормального распределения результатов наблюдений и на основе использования того или иного известного критерия оценки аномальности результатов. Рассмотрим методику использования критерия, рекомендуемого положениями ГОСТ 8.207-76. При исключении грубых погрешностей из результатов наблюдений по этому критерию проводят следующие операции:

1. Результаты группы из n наблюдений, которые называют объемом выборки, упорядочивают по возрастанию $x_1 \leq x_2 \leq \dots \leq x_n$. По (2.22) и (2.24) вычисляют оценки среднего арифметического значения \tilde{x} и СКО наблюдений $\tilde{\sigma}$ данной выборки. Для предполагаемых промахов, которыми могут быть, например, результаты x_1 и x_n , проводят расчет коэффициентов:

$$t_1 = \frac{|x_1 - \tilde{x}|}{\tilde{\sigma}}, \quad t_n = \frac{|x_n - \tilde{x}|}{\tilde{\sigma}}. \quad (2.27)$$

2. Задаются уровнем значимости критерия ошибки q , т.е. наибольшей вероятностью того, что используемый критерий может дать ошибочный результат. Следовательно, этот уровень должен быть достаточно малым, чтобы вероятность ошибки была невелика. Из табл. 2.2 по заданным величинам q и n находят предельное (граничное) значение коэффициента:

$$t_a = \frac{\max |x_i - \tilde{x}|}{\tilde{\sigma}}, \quad (2.28)$$

3. Выполняют сравнение коэффициентов, определяемых (2.27), с табличными значениями. Если $t_1 > t_r$ и $t_n > t_r$, то значения x_1 и x_n относят к промахам и исключают из результатов наблюдений.

Как видно из данных табл. 2.2, с уменьшением уровня значимости параметра q коэффициент t_r увеличивается при данном числе наблюдений n . Это означает, что при

выборе меньшей величины q всё меньшее число результатов наблюдений может быть отнесено к промахам, поскольку усложняется выполнение условия $t_1 > t_r$. Поэтому слишком малые значения q не используют, и они отсутствуют в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Предельное значение коэффициента t_r

Число наблюдений n	Предельное значение t_r при уровне значимости q				Число наблюдений n	Предельное значение t_r при уровне значимости q			
	0,100	0,075	0,050	0,025		0,100	0,075	0,050	0,025
3	1,15	1,15	1,15	1,15	12	2,13	2,20	2,29	2,41
4	1,42	1,44	1,46	1,48	13	2,17	2,24	2,33	2,47
5	1,60	1,64	1,67	1,72	14	2,21	2,28	2,37	2,50
6	1,73	1,77	1,82	1,89	15	2,25	2,32	2,41	2,55
7	1,83	1,88	1,94	2,02	16	2,28	2,35	2,44	2,58
8	1,91	1,96	2,03	2,13	17	2,31	2,38	2,48	2,62
9	1,98	2,04	2,11	2,21	18	2,34	2,41	2,50	2,66
10	2,03	2,10	2,18	2,29	19	2,36	2,44	2,53	2,68
11	2,09	2,14	2,23	2,36	20	2,38	2,46	2,56	2,71

Проверка гипотезы о нормальном распределении результатов наблюдений

Необходимость проверки гипотезы о нормальном законе распределения случайных погрешностей результатов наблюдений вызвана тем, что исходя именно из нее выполняется расчет параметров наблюдений. При числе результатов наблюдений $n \leq 15$ проверка их на принадлежность к нормальному распределению не производится. Если же $15 < n < 50$, то проверка выполняется по составному критерию, содержащему два критерия, методика использования которых приводится ниже.

Критерий 1. По результатам наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n вычисляют значение параметра

$$\tilde{d} \approx \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \tilde{x}|}{n\tilde{\sigma}^*}, \tag{2.29}$$

где \tilde{x} – результат измерения (2.22); $\tilde{\sigma}^*$ – смещенная оценка среднеквадратического отклонения наблюдений, которая рассчитывается по формуле:

$$\tilde{\sigma}^* = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \tilde{x})^2}. \tag{2.30}$$

Далее выбирают уровень значимости критерия ошибки q_1 равным 0,02 или 0,1. Из табл. 2.3 по выбранному q_1 и известному числу наблюдений n находят предельные значения параметра \tilde{d} , называемые *квантилями распределения*:

$$d_{\min} = d_{1-\frac{q_1}{2}}, d_{\max} = d_{\frac{q_1}{2}}. \tag{2.31}$$

Гипотезу о нормальном распределении результатов наблюдений по критерию 1 полагают верной при выполнении условия

$$d_{\min} < \tilde{d} < d_{\max} \quad (2.32)$$

Критерий 2. Для результатов наблюдений x_1, x_2, \dots, x_n вычисляют абсолютную погрешность каждого наблюдения $(x_i - \tilde{x})$ и оценивают среднеквадратическое отклонение наблюдений по (2.23) и (2.24). Задаются уровнем значимости критерия q_2 , равным 0,01, 0,02 или 0,05. Из табл. 2.4 по двум показателям – выбранному q_2 и числу наблюдений n – находят значения вероятности P и теоретического коэффициента m .

Таблица 2.3

Квантили распределения (статистика d)

Число наблюдений n	$q_1 = 0,02$		$q_1 = 0,1$	
	d_{\min}	d_{\max}	d_{\min}	d_{\max}
16	0,6829	0,9137	0,7236	0,8884
21	0,6950	0,9001	0,7304	0,8768
26	0,7040	0,8901	0,7360	0,8686
31	0,7110	0,8826	0,7404	0,8625
36	0,7167	0,8769	0,7440	0,8578
41	0,7216	0,8722	0,7470	0,8540
46	0,7256	0,8682	0,7496	0,8508
51	0,7291	0,8648	0,7518	0,8481

Таблица 2.4

Значения P для вычисления $z_{P/2}$

n	m	q_2			n	m	q_2		
		0,01	0,02	0,05			0,01	0,02	0,05
10	1	0,98	0,98	0,96	24–27	2	0,98	0,98	0,97
11–14	1	0,99	0,98	0,97	28–32	2	0,99	0,98	0,97
15–20	1	0,99	0,99	0,98	33–35	2	0,99	0,98	0,98
21–22	2	0,98	0,97	0,96	36–49	2	0,99	0,99	0,98
23	2	0,98	0,98	0,96	–	–	–	–	–

Далее из табл. 2.5 значений функции Лапласа $\Phi_1(\gamma) = 0,5\Phi(z)$, где $\Phi(z)$ – интеграл вероятностей (2.9), по величине $\Phi_1(z) = P/2$ находят аргумент функции $z = z_{P/2}$ и рассчитывают коэффициент $z_{P/2} \tilde{\sigma}$. Так, например, для одного из значений функции Лапласа $\Phi_1(z) = P/2 = 0,4980$ величина $z = z_{P/2} = 2,87$.

Таблица 2.5

z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2,0	0,4773	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	0,4865	0,4868	0,4871	0,4875	0,4878	0,4881	0,4884	0,4887	0,4889
2,3	0,4893	0,4896	0,4898	0,4901	0,4904	0,4906	0,4909	0,4911	0,4913	0,4916
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	0,4980	0,4980	0,4981
2,9	0,4981	0,4982	0,4983	0,4983	0,4984	0,4984	0,4985	0,4985	0,4986	0,4986

Значения функции Лапласа $\Phi_1(z)$ для $z \geq 2$

И наконец, подсчитывают экспериментальное число m_3 погрешностей $|x_i - \tilde{x}|$, которое должно быть меньше теоретического значения и удовлетворять условию:

$$|x_i - \tilde{x}| > z_{p/2} \tilde{\sigma} \quad (2.33)$$

Гипотезу о нормальном распределении результатов наблюдений по критерию 2 полагают верной, если $m_3 \leq m$. Гипотеза о нормальности распределения принимается, если выполняются оба критерия. Результирующий уровень значимости составного критерия $q \leq q_1 + q_2$.

Доверительные границы случайной погрешности результата измерения

Как отмечалось выше, оценка $\tilde{x} = \tilde{A}$ измеряемой величины $x_{и} = A$ является случайной величиной и, следовательно, отличается от нее на некоторую погрешность $\Delta = \overset{\circ}{\Delta}$. В связи с этим практический интерес представляет определение вероятности P_d того, что измеряемая величина $x_{и} = A$ находится в заранее заданном интервале $(\tilde{A} - \Delta_r, \tilde{A} + \Delta_r)$. Данный интервал, по величине равный $2\Delta_r$, называется в метрологии *доверительным интервалом*, $\pm \Delta_r$ – *доверительными границами случайной погрешности результата измерения*, $A_{н} = \tilde{A} - \Delta_r$ и $A_{в} = \tilde{A} + \Delta_r$ – *нижней и верхней границами доверительного интервала*, а вероятность P_d – *доверительной вероятностью*. Аналитически доверительная вероятность записывается в следующем виде:

$$P(\tilde{A} - \Delta_a \leq A \leq \tilde{A} + \Delta_a) = P_a \quad (2.34)$$

В общем случае при измерениях какой-либо величины может быть задан несимметричный доверительный интервал $(\tilde{A} - \Delta_{r1}, \tilde{A} + \Delta_{r2})$. Зная закон $\rho(\Delta)$ плотности вероятности случайной погрешности $\Delta = \overset{\circ}{\Delta}$, можно по заданной P_d найти доверительный интервал (и наоборот). При поиске доверительного интервала вероятность P_d задают равной 0,95–0,99.

Если число наблюдений n велико, то для расчета доверительной границы Δ_r можно использовать нормальный закон распределения, а при $n < 20$ – распределение Стьюдента, учитывающее число n . Как было показано в разделе 2.2, для чисел $n \geq 20$ плотность вероятности при законе Стьюдента практически совпадает с плотностью при нормальном законе, а для $n < 20$ существенно от нее отличается.

В случае нормального закона поиск доверительного интервала выполняется с использованием интеграла вероятностей $\Phi(z)$, значения которого приведены в табл. 2.1. Задаются доверительной вероятностью P_d и по табл. 2.1 находят z , соответствующее $\Phi(z) = P_d$. Далее, учитывая z и заранее вычисленную оценку СКО $\tilde{\sigma}_{н0} = S(\tilde{A})$ результата измерений, определяют доверительную границу случайной погрешности результата измерения:

$$\Delta_r = zS(\tilde{A}) \quad (2.35)$$

Аналитически нижнюю A_n и верхнюю A_b границы доверительного интервала представляют обычно в виде:

$$A_n = \tilde{A} - zS(\tilde{A}), \quad A_b = \tilde{A} + zS(\tilde{A})$$

Рассмотрим вопрос о применении распределения Стьюдента для поиска доверительного интервала. Значения коэффициентов $t(P_d, n)$ этого распределения приведены в табл. 2.6. Используя данные этой таблицы, по заданной доверительной вероятности P_d и известному числу наблюдений n находят соответствующий коэффициент Стьюдента $t(P_d, n)$. Далее определяют границу случайной погрешности результата измерения:

$$\Delta_r = \varepsilon = t(P_d, n)S(\tilde{A}), \quad (2.36)$$

а также границы доверительного интервала:

$$A_n = \tilde{A} - t(P_d, n)S(\tilde{A}),$$

$$A_b = \tilde{A} + t(P_d, n)S(\tilde{A})$$

Таблица 2.6

Коэффициенты Стьюдента $t(P_d, n)$

n	P_d							
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
2	1,00	1,38	1,96	3,08	6,31	12,71	31,82	63,66
3	0,82	1,06	1,34	1,89	2,92	4,30	6,97	9,93
4	0,77	0,98	1,25	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84
5	0,74	0,94	1,19	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60
6	0,73	0,92	1,16	1,48	2,02	2,62	3,37	4,03
7	0,72	0,91	1,13	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71
8	0,71	0,90	1,12	1,42	1,90	2,37	3,00	3,50
9	0,71	0,89	1,11	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36
10	0,70	0,88	1,10	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25
16	0,69	0,87	1,07	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95
25	0,69	0,86	1,06	1,32	1,71	2,06	2,49	2,80

Из таблицы видно, что при одной и той же доверительной вероятности с уменьшением числа наблюдений доверительный интервал увеличивается, т.е. точность измерений ухудшается.

Границы неисклученных остатков систематической погрешности результата измерения

Как отмечалось выше, систематические погрешности измерений нельзя полностью исключить с помощью более точных приборов или методов измерений. Поэтому всегда остаются их неисклученные остатки – так называемые *неисклученные систематические погрешности (НСП)*.

Чаще всего НСП при повторных измерениях какой-либо физической величины с применением других приборов (аналогичного типа) изменяются, но остаются в заданных границах. Поэтому в настоящее время подобные НСП принято рассматривать как случайные с равномерным симметричным законом распределения плотности вероятности и определять каждую граница $\pm\theta_i$. Причем в качестве границы θ_i принимают, например, пределы допускаемых основных и дополнительных погрешностей средств измерений.

Общую границу $\theta = \theta(P_d)$ нескольких неисключенных систематических погрешностей вычисляют по формуле:

$$\theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2}, \quad (2.37)$$

где m – число неисключенных систематических погрешностей измерений; k – коэффициент, зависящий от m , принятой доверительной вероятности P_d и соотношения между составляющими θ_i .

Данная вероятность P_d должна быть равна той, которая была принята при расчете доверительной границы случайной погрешности результата измерения. На практике чаще всего задают доверительную вероятность $P_d = 0,95$ и реже $P_d = 0,9$. Значение $P_d = 0,99$ принимается при оценке погрешностей, связанных с весьма точными измерениями.

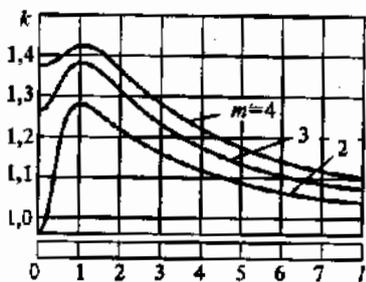


Рис. 2.9. Графики функции $k(l)|_m$

Выбор коэффициента k должен выполняться в соответствии с табл. 2.7 и графиками, представленными на рис. 2.9, где $l = \theta_1/\theta_2$ – отношение границ; θ_1 – максимальная граница; θ_2 – граница, ближайшая к θ_1 .

Таблица 2.7

Выбор коэффициента k

P_d	m	k
0,95	---	1,1
0,99	>4	1,4
	≤ 4	по графику $k(l) _m$ на рис. 2.9

Границы погрешности результата измерения

В общем случае на погрешность результата измерения с многократными наблюдениями влияют случайные погрешности и неисключенные остатки систематических погрешностей. В этом случае границы погрешности результата измерения $\pm\Delta$ оцениваются в порядке, указанном ниже.

1. Пусть θ – граница неисключенных систематических погрешностей (2.37), $S(\tilde{A})$ – оценка СКО результата измерения (2.25), а $\varepsilon = t(P_d, n)S(\tilde{A})$ – доверительная граница случайной погрешности результата измерения (2.36). Причем оценки θ и ε выполнены при одинаковой доверительной вероятности P_d .

2. Если $\theta < 0,8S(\tilde{A})$, то неисключенными систематическими погрешностями пренебрегают, считая их несущественными по сравнению со случайными погрешностями, и полагают, что граница погрешности результата измерения $\Delta = \varepsilon = t(P_d, n)S(\tilde{A})$.

3. При $\theta > 8S(\tilde{A})$ пренебрегают случайной погрешностью по сравнению с неисключенными систематическими погрешностями и полагают, что граница погрешности результата измерения $\Delta = \theta$.

4. Когда $0,8S(\tilde{A}) < \theta < 8S(\tilde{A})$, границу погрешности результата измерения в метрологии вычисляют путем композиции распределений случайных погрешностей и неисключенных систематических погрешностей, рассматриваемых как случайные величины, по формуле:

$$\Delta = KS_{\Sigma}, \quad (2.38)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей; S_{Σ} – оценка суммарного среднеквадратического отклонения результата измерения.

Коэффициенты K и S_{Σ} вычисляются по формулам:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2}{3} + S^2(\tilde{A})}; \quad (2.39)$$

$$K = \frac{\varepsilon + \theta}{S(\tilde{A}) + \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2}{3}}}. \quad (2.40)$$

Но выражения (2.38) – (2.40) дают явно заниженные оценки погрешности Δ . Более правомочным полагают оценивать границу погрешности результата измерения как $\Delta = |\theta| + \varepsilon$, где θ – общая граница неисключенных систематических погрешностей (2.37), $\varepsilon = t(P_d, n)S(\tilde{A})$ – доверительная граница случайной погрешности (2.36).

Для рассматриваемых симметричных доверительных границ погрешности результат измерения величины $x_n = A$ должен представляться в форме:

$$\tilde{A} = \pm \Delta(P_d), \quad (2.41)$$

где \tilde{A} – результат измерения (2.22). Числовое значение результата измерения \tilde{A} должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и значение погрешности Δ . Например, если $\Delta = 0,05$ В, то $\tilde{A} = 14,62$ В, но не $\tilde{A} = 14,6$ В или $\tilde{A} = 14,623$ В.

Рассмотрим вопрос об ограничении числа n многократных наблюдений. В качестве критерия ограничения n целесообразно использовать указанное выше условие $\theta < 8S(\tilde{A})$, где $S(\tilde{A})$ – оценка СКО результата измерения. Действительно, с ростом n уменьшается $S(\tilde{A})$, что следует из (2.25).

Такое уменьшение целесообразно до достижения равенства $S(\tilde{A}) = \theta/8$. Дальнейшее увеличение числа наблюдений n не имеет смысла, так как при оценке границы погрешности результата измерений случайной погрешностью пренебрегают. Поэтому максимальное число наблюдений n_{\max} можно оценить при подстановке в условие $S(\tilde{A}) = \theta/8$ выражения для $S(\tilde{A})$ из (2.25):

$$n_{\max} = (8\tilde{\sigma}/\theta)^2, \quad (2.42)$$

где $\tilde{\sigma}$ – оценка СКО наблюдений, вычисляемая по (2.24).

2.5. Прямые однократные измерения

Прямые однократные измерения относятся к наиболее распространенным. Методика обработки их результатов указана в Рекомендациях МИ 1552-86 «ГСОЕИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей результатов измерений». Применение данной методики возможно, если известны составляющие погрешности измерения, закон распределения случайных составляющих – нормальный, а неисключенных систематических погрешностей – равномерный с известными границами $\pm\theta$.

Результатом прямого однократного измерения физической величины $x_{и} = A$ является показание, снятое непосредственно с используемого средства измерения.

Погрешность результата измерения включает погрешность СИ, погрешность использованного метода измерения и субъективную (личную) погрешность оператора. Каждая из этих составляющих может иметь неисключенные систематические погрешности и случайные.

Оценивание погрешностей прямых однократных измерений можно подразделить на *точное* и *приближенное*.

Методика точной оценки

Пусть число неисключенных систематических погрешностей равно m и каждая задана границами $\pm\theta_i$ или доверительными границами $\pm\theta_i(P_j)$, т.е. границами с известной доверительной вероятностью $P_j = P_{dj}$. В этом случае доверительная граница систематической составляющей результата измерения $\theta = \theta(P_d)$ оценивается с задаваемой доверительной вероятностью P_d по одной из формул:

$$\theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \theta_i^2}; \quad \theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\theta_i^2(P_j)}{k_j^2}}, \quad (2.43)$$

где k – коэффициент, зависящий от P_d и m , порядок оценки которого приведен в табл. 2.7, а k_j – коэффициент, зависящий от P_j и оцениваемый аналогично коэффициенту k .

Оценка доверительной границы случайной погрешности результата измерения $\varepsilon = \varepsilon(P_d)$ с задаваемой доверительной вероятностью $P = P_d$ выполняется в порядке, зависящем от вида представления случайных составляющих (погрешностей СИ, метода, оператора).

1. Если случайные составляющие погрешности измерений представлены своими СКО S_i , приведенными в технической документации, то $\varepsilon = \varepsilon(P_d)$ вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = z_{P/2} S(\tilde{A}) = z_{P/2} \sqrt{\sum_{i=1}^m S_i^2}, \quad (2.44)$$

где m – число составляющих; $z_{P/2} = z$ – аргумент функции Лапласа $\Phi_1(z)$, приведенной в табл. 2.5 и соответствующий доверительной вероятности $\Phi_1(z) = P/2$; $S(\tilde{A})$ – СКО результата однократного измерения величины A . При $P = P_d = 0,95$ принимают $z_{P/2} = 2$, а при $P = P_d = 0,99 \rightarrow z_{P/2} = 2,6$.

2. Если случайные составляющие представлены своими СКО S_i , которые были определены на основе эксперимента при числе измерений $n < 20$, то $\varepsilon = \varepsilon(P_d)$ вычисляется по формуле:

$$\varepsilon = t(P_d, n)S(\tilde{A}) = t(P_d, n)\sqrt{\sum_{i=1}^m S_i^2}, \quad (2.45)$$

где $t(P_d, n)$ – коэффициент Стьюдента, определяемый из табл. 2.6. по заданным P_d и числу наблюдений n . Причем n должно быть равно минимальному числу измерений, которое выполнялось при поиске оценок СКО S_i .

3. Когда случайные составляющие погрешности измерений представлены доверительными границами $\varepsilon_i(P)$, соответствующими одинаковой доверительной вероятности $P = P_d$, значение $\varepsilon = \varepsilon(P_d)$ следует рассчитывать по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\sum_{i=1}^m \varepsilon_i^2} \quad (2.46)$$

2. Если случайные составляющие заданы доверительными границами $\varepsilon(P_i)$ с различной доверительной вероятностью $P_i = P_{di}$, то $\varepsilon = \varepsilon(P_d)$ с задаваемой вероятностью P_d может быть найдена по выражению:

$$\varepsilon = z_{P/2}S(\tilde{A}) = z_{P/2}\sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{\varepsilon^2(P_i)}{z_{P_i/2}^2}}, \quad (2.47)$$

где $S(\tilde{A})$ – СКО результата однократного измерения; $z_{P/2}$ и $z_{P_i/2}$ – относительные аргументы функции Лапласа $\Phi_1(z)$, определяемые при значениях $\Phi_1(z) = P_d/2$ и $\Phi_1(z) = P_{di}/2$ соответственно по табл. 2.5. Погрешность результата прямого однократного измерения $\Delta = \Delta(P_d)$ оценивается в зависимости от отношения $\theta/S(\tilde{A})$ по одной из формул, приведенных в табл. 2.8.

Таблица 2.8

Погрешности результата прямого однократного измерения

Значения $\theta/S(\tilde{A})$	Погрешности результата измерения Δ
$\theta/S(\tilde{A}) < 0,8$	$\Delta = \varepsilon(P_d)$
$0,8 \leq \theta/S(\tilde{A}) \leq 8$	$\Delta = K[\varepsilon(P_d) + \theta(P_d)]$
$\theta/S(\tilde{A}) > 8$	$\Delta = \theta(P_d)$

Значения коэффициента K при величинах доверительной вероятности $P_d = 0,95$ или $P_d = 0,99$ определяются по табл. 2.9.

Таблица 2.9

Значения коэффициента K при прямом однократном измерении

$\theta/S(\tilde{A})$	0,8	1	2	3	4	5	6	7	8
K при $P_d = 0,95$	0,76	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81
K при $P_d = 0,99$	0,84	0,82	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85

В соответствии с Рекомендациями МИ 1317-86 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешностей измерений. Форма представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроля их параметров» результат прямого однократного измерения величины $x_{и} = A$ записывается в форме:

$$x_{и} = \tilde{A} \pm \Delta(P_d), \quad (2.48)$$

где \tilde{A} – результат измерения; P_d – доверительная вероятность погрешности результата прямого измерения Δ .

В документе МИ 1552-86 рекомендуется выбирать вероятность $P_d = 0,95$.

Особенности приближенной оценки погрешностей результата прямого однократного измерения

При такой оценке, как и при точной, необходимо перед началом измерений провести предварительную оценку составляющих погрешности результата и собственно погрешности измерения. Эта информация извлекается из опыта проведения подобных измерений, нормативно-технической документации на используемые средства измерений, научно-технических отчетов и других источников. Если оценка погрешности превышает допустимую, то следует выбрать более точное средство измерения или изменить методику измерения.

Допускается пренебрежение случайными погрешностями, если доказано, что граница θ неисключенных систематических погрешностей результата измерения больше СКО $S(\tilde{A})$ случайных погрешностей в восемь раз и более.

В простейшем случае погрешность результата измерения равна пределу основной погрешности средства измерения $\Delta_{сн}$, определяемой по нормативно-технической документации, если измерения проводились в нормальных условиях. При этом результат измерения можно записать в виде $x_{и} = \tilde{A} \pm \Delta_{сн}$, т.е. без указания доверительной вероятности, которая подразумевается равной 0,95. Если же измерения проводились в условиях, отличающихся от нормальных, то следует определять и учитывать пределы дополнительных погрешностей, а затем суммировать их с основными. Порядок такого суммирования приведен в нормативных метрологических документах.

2.6. Косвенные измерения

Особенность косвенных измерений состоит в том, что величина A , значение которой надо измерить, является известной функцией f ряда других величин – аргументов x_1, x_2, \dots, x_m . Данные аргументы подвергаются прямым измерениям, а величина A вычисляется по формуле:

$$A = f(x_1, x_2, \dots, x_m). \quad (2.49)$$

Методика обработки результатов косвенных измерений изложена в Рекомендациях МИ 2083-90 «ГСОЕИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей». В нем рассмотрены случаи линейной и нелинейной функций (2.49) при отсутствии и наличии статистической связи (корреляции) между погрешностями измерений аргументов. Приводится критерий проверки гипотезы об отсутствии указанной корреляции.

Оценка результата и погрешностей измерений

Каждый аргумент в (2.49) измеряется с некоторой погрешностью. Поэтому любой из них можно представить в виде:

$$x_i = \tilde{x}_i + \Delta_i = \tilde{x}_i + (\Delta_{\tilde{x}_i} + \dot{\Delta}_i), \quad (2.50)$$

где x_i , \tilde{x}_i и Δ_i – соответственно истинное значение, оценка и абсолютная погрешность результата измерения i -го аргумента, а параметры $\Delta_{\tilde{x}_i}$ и $\dot{\Delta}_i$ – систематическая и случайная составляющие погрешности Δ_i .

Задача состоит в том, чтобы с помощью функции (2.49) и ее аргументов найти оценку результата \tilde{A} и его погрешности $\Delta(\tilde{A})$ в виде, подобном (2.50):

$$A = \tilde{A} + \Delta(\tilde{A}) = \tilde{A} + \left[\Delta_{\tilde{A}}(\tilde{A}) + \dot{\Delta}(\tilde{A}) \right], \quad (2.51)$$

где $\Delta_{\tilde{A}}(\tilde{A})$ и $\dot{\Delta}(\tilde{A})$ – систематическая и случайная составляющие погрешности $\Delta(\tilde{A})$. Для решения задачи подставим аргументы (2.50) в (2.49), что приводит к выражению:

$$\tilde{A} + \Delta(\tilde{A}) = f(\tilde{x}_1 + \Delta_1, \tilde{x}_2 + \Delta_2, \dots, \tilde{x}_m + \Delta_m). \quad (2.52)$$

Положим, что в этой формуле погрешности Δ_i аргументов малы по сравнению с оценкой \tilde{x}_i аргументов и что в пределах изменения Δ_i допустима линеаризация функции (2.52). Учитывая это, разложим данную функцию в ряд Тейлора и оставим в нем только члены первого порядка:

$$\begin{aligned} A &= \tilde{A} + \Delta(\tilde{A}) = \tilde{A} + \left[\Delta_{\tilde{A}}(\tilde{A}) + \dot{\Delta}(\tilde{A}) \right] = \\ &= f(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m) + \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right) \Delta_i + R \approx \\ &\approx f(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m) + \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right) (\Delta_{\tilde{x}_i} + \dot{\Delta}_i), \end{aligned} \quad (2.53)$$

где $\frac{df}{dx_i}$ – частные производные, вычисляемые при оценках \tilde{x}_i ; R – остаточный член ряда Тейлора:

$$R = 0,5 \sum_{i,j=1}^m \frac{d^2f}{dx_i dx_j}. \quad (2.54)$$

Из (2.53) получаем формулу для оценки результата косвенного измерения:

$$\tilde{A} \approx f(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m), \quad (2.55)$$

а также выражение для оценки абсолютной систематической погрешности:

$$\Delta_c(\tilde{A}) \approx \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right) \Delta_{\tilde{x}_i}, \quad (2.56)$$

в котором частные производные $\frac{df}{dx_i}$ называются коэффициентами влияния i -го аргумента, а слагаемые $\frac{df}{dx_i} \Delta_{ci}$ – частными погрешностями.

На практике систематические погрешности Δ_i аргументов стремятся устранить, а неисключенные остатки таких погрешностей рассматривают как случайные, подчиняющиеся равномерному закону распределения. Поэтому выражение для оценки систематической погрешности косвенного измерения, приведенное далее, отличается от соотношения (2.56).

Для оценки случайной составляющей погрешности косвенного измерения $\dot{\Delta}(\tilde{A})$ вычитают (2.55) и (2.56) из (2.53). В оставшемся выражении

$$\dot{\Delta}(\tilde{A}) \approx \sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right) \dot{\Delta}_i \quad (2.57)$$

усредняют квадраты левой и правой частей, что позволяет в итоге найти оценку СКО $S(\tilde{A})$ случайной погрешности результата косвенного измерения в зависимости от оценок СКО $\tilde{\sigma}_i$ случайных погрешностей аргументов:

$$S(\tilde{A}) \approx \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right)^2 \tilde{\sigma}_i^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i < j}}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right) \left(\frac{df}{dx_j} \right) \tilde{\sigma}_i^2 \tilde{\sigma}_j^2 \tilde{r}_{ij}} \quad (2.58)$$

где \tilde{r}_{ij} – оценка коэффициента корреляции, определяющего меру статистической связи случайных величин x_i и x_j . Все возможные значения оценки коэффициента корреляции \tilde{r}_{ij} лежат в интервале $(-1; +1)$. Установление значения \tilde{r}_{ij} обычно затруднительно. Поэтому рассматривают два случая: $\tilde{r}_{ij} = 1$ (полная статистическая связь) и $\tilde{r}_{ij} = 0$ (отсутствие таковой). При $\tilde{r}_{ij} = 0$ оценку СКО $S(\tilde{A})$ вычисляют по формуле:

$$S(\tilde{A}) \approx \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right)^2 \tilde{\sigma}_i^2} \quad (2.59)$$

Для использования (2.58) и (2.59) требуется вычисление оценок СКО $\tilde{\sigma}_i$ аргументов функции (2.49) на основе обработки результатов их многократных наблюдений.

Рассмотрим частные случаи вычисления СКО $S(\tilde{A})$ косвенного измерения при отсутствии корреляции между погрешностями измерения аргументов.

Пусть функция (2.49) имеет вид суммы:

$$A = \sum_{i=1}^m a_i x_i \quad (2.60)$$

Найдя ее частные производные $\frac{df}{dx_i} = a_i$ и подставив их в (2.59), получаем:

$$S(\tilde{A}) \approx \sqrt{\sum_{i=1}^m \tilde{a}_i^2 \tilde{\sigma}_i^2} \quad (2.61)$$

Предположим, что функция (2.49) имеет вид произведения:

$$A = k \cdot x_1^\alpha \cdot x_2^\beta \cdot \dots \cdot x_m^\gamma, \quad (2.62)$$

где $k, \alpha, \beta, \dots, \gamma$ – константы. Определяем ее частные производные по $\tilde{x}_1, \tilde{x}_2, \dots, \tilde{x}_m$ и подставляем их в (2.59). После простых преобразований получаем удобное для расчетов выражение:

$$\delta(\tilde{A}) = \frac{S(\tilde{A})}{\tilde{A}} = \sqrt{(\alpha\delta_1)^2 + (\beta\delta_2)^2 + \dots + (\gamma\delta_m)^2}, \quad (2.63)$$

где $\delta(\tilde{A})$ и $\delta_i = \frac{\sigma_i}{\tilde{x}_i}$ – относительные СКО случайных погрешностей результата измерения \tilde{A} и i -го аргумента.

Доверительные границы случайной погрешности и неисключенных систематических погрешностей

При косвенных измерениях, как и при рассмотренных ранее многократных наблюдениях прямых измерений, оценка результата измерения \tilde{A} (2.55) является случайной величиной и отличается от истинного значения, которое обозначим через $A_{и}$. Поэтому практический интерес имеет оценка доверительного интервала $(\tilde{A} - \Delta_r, \tilde{A} + \Delta_r)$, в котором находится $A_{и}$ с заданной доверительной вероятностью P_d , где $\pm \Delta_r$ – доверительные границы случайной погрешности результата косвенного измерения.

При условии распределения плотности вероятности погрешностей результатов измерения всех аргументов функции $A = f(x_1, x_2, \dots, x_m)$ по нормальному закону граница Δ_r вычисляется по формуле, подобной (2.36):

$$\Delta_r = \varepsilon = t(P_d, n)S(\tilde{A}), \quad (2.64)$$

где $t(P_d, n)$ – коэффициент Стьюдента, соответствующий доверительной вероятности P_d и некоторому $n = f_s + 1$; $S(\tilde{A})$ – оценка СКО случайной погрешности косвенного измерения (2.59).

Коэффициент f_s – эффективное число степеней свободы распределения Стьюдента – рекомендуется рассчитывать по приближенной формуле:

$$f_s = \left(\sum_{i=1}^m \frac{b_i^4 \tilde{\sigma}_i^4}{n_i + 1} \right)^{-1} \left[\left(\sum_{i=1}^m b_i^2 \tilde{\sigma}_i^2 \right)^2 - 2 \left(\sum_{i=1}^m \frac{b_i^4 \tilde{\sigma}_i^4}{n_i + 1} \right) \right], \quad (2.65)$$

где $b_i = \frac{df}{dx_i}$; n_i – число измерений при определении аргумента x_i .

Граница θ неисключенных систематических погрешностей результата косвенного измерения вычисляется без учета знака по формуле:

$$\theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{df}{dx_i} \right)^2 \theta_i^2}, \quad (2.66)$$

где θ_i – заданные границы результатов измерений неисключенных систематических погрешностей аргументов; k – поправочный коэффициент, значения которого вычисляются по табл. 2.7 с учетом задаваемой доверительной вероятности P_d для оценки

значения θ , а также числа m , составляющих θ_i . Погрешность расчета границы θ по (2.66) не превышает 5%.

Границы погрешности результата косвенного измерения

Суммарные границы $\pm \Delta_r$ погрешности результата косвенного измерения вычисляются с учетом границы неисключенных систематических погрешностей θ (см. (2.66)) и доверительной границы ε случайной погрешности (2.64) в зависимости от отношения $\theta/S(\tilde{A})$, где $S(\tilde{A})$ – оценка СКО случайной погрешности косвенного измерения. Порядок такого учета аналогичен соответствующему учету для однократных прямых измерений и указан в табл. 2.8, где коэффициент K зависит от задаваемой доверительной вероятности ($P_d = 0,95$ или $P_d = 0,99$) и отношения $\theta/S(\tilde{A})$. Значения данного коэффициента при косвенных измерениях выбираются по табл. 2.10.

Таблица 2.10

Зависимости коэффициента K при косвенных измерениях

$\theta/S(\tilde{A})$	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8
К при $P_d = 0,95$	0,81	0,77	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,81	0,81
К при $P_d = 0,99$	0,87	0,85	0,82	0,80	0,81	0,82	0,83	0,83	0,84	0,85

Результат косвенного измерения и его погрешность должны представляться в виде:

$$x_{\text{и}} = \tilde{A} \pm \Delta(P_d). \quad (2.67)$$

При однократных измерениях аргументов процедура определения результата косвенно измеряемой величины сохраняется такой же, как и при многократных измерениях.

Глава 3. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В РФ

3.1. Правовые основы метрологической деятельности

Главным законодательным актом, обеспечивающим единство измерений, является Закон РФ «Об обеспечении единства измерений», который направлен на защиту прав, законных интересов граждан, экономики страны от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений.

В целях реализации положений Закона «Об обеспечении единства измерений» выпущены постановления Правительства РФ «Об организации работ по стандартизации, обеспечению единства измерений, сертификации продукции и услуг» (№ 100 от 12.02.1994 г.) и ряд подзаконных актов. Кроме того, в стране действует система межгосударственных (ГОСТ) и государственных стандартов РФ (ГОСТ Р), большое число нормативных документов, правил и рекомендаций, регламентирующих метрологические требования, положения и нормы, а также организацию и порядок проведения работ по обеспечению единства измерений в стране.

Совокупность нормативных документов, устанавливающих правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в РФ при требуемой точности, составляет государственную систему обеспечения единства измерений (ГСИ).

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» и ряд нормативных документов ГСИ носят общий характер и требуют конкретизации. Конкретизация осуществляется в нормативных документах министерств и ведомств (ОСТ) и предприятий (СТП).

3.2. Организационные основы метрологического обеспечения в Российской Федерации

Государственная метрологическая служба

В организационном отношении метрологическое обеспечение в РФ реализуется Государственной метрологической службой России (ГМС), а также метрологическими службами органов государственного управления (министерств, ведомств, комитетов) и метрологическими службами юридических лиц (предприятий, организаций).

Особенностью правового положения ГМС является подчиненность ее по вертикали одному ведомству – Госстандарту России, в рамках которого она существует обособленно.

В состав ГМС входят:

- ✓ государственные научные метрологические центры (ГНМЦ);
- ✓ органы Государственной метрологической службы на территориях республик,

в составе автономной области, автономных округов, областей, городов Москвы и Санкт-Петербурга.

Государственные научные метрологические центры (их семь) представлены институтами:

1. Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС, Москва);
2. Научно-производственное объединение «ВНИИ метрологии имени Д.И. Менделеева» (ВНИИМ, Санкт-Петербург);
3. Научно-производственное объединение «ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ, Московская область);

4. Сибирский государственный научно-исследовательский институт метрологии (СНИИМ, Новосибирск);

5. Уральский научно-исследовательский институт метрологии (УНИИМ, Екатеринбург);

6. Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии (ВНИИР, Казань);

7. Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВС ВНИИФТРИ, Иркутск).

ГНМЦ являются хранителями государственных эталонов, проводят исследования в области теории измерений, применения принципов и методов высокоточных измерений, разработки научно-методических основ совершенствования Российской системы измерений, нормативных документов по обеспечению единства измерений.

В состав Государственной метрологической службы входят свыше 100 региональных центров стандартизации, метрологии и сертификации (ЦСМиС), расположенных на всей территории РФ, в том числе городов Москвы и Санкт-Петербурга.

Основными функциями ЦСМ и С являются:

✓ государственный метрологический контроль и надзор за обеспечением единства измерений в регионе;

✓ метрологическое обеспечение предприятий и организаций;

✓ поверка и калибровка средств измерений;

✓ аккредитация поверочных и калибровочных лабораторий;

✓ обучение и аттестация поверителей;

✓ разработка новых средств измерений;

✓ техническое обслуживание и ремонт средств измерений.

К числу государственных служб, обеспечивающих единство измерений в стране, относятся также Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ), Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО) и Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

ГСВЧ осуществляет межрегиональную и межотраслевую координацию работ по обеспечению единства измерений времени, частоты и определения параметров вращения Земли, а также воспроизведение, хранение и передачу размеров единиц времени и частоты, шкал атомного, всемирного и координированного времени, координат полюсов Земли. Измерительную информацию ГСВЧ используют службы навигации и управления судами, самолетами и спутниками, Единая энергетическая система России и др.

ГССО организует создание и применение стандартных (эталонных) образцов состава и свойств веществ и материалов (металлов и сплавов, медицинских препаратов, нефтепродуктов, минерального сырья, почв и т.п.). Служба обеспечивает разработку средств сопоставления характеристик стандартных образцов с характеристиками веществ и материалов, которые производятся промышленными, сельскохозяйственными и другими предприятиями, для их идентификации или контроля.

ГСССД обеспечивает разработку достоверных данных о физических константах, о свойствах веществ и материалов, минерального сырья, нефти, газа и др. Потребителями такой информации являются организации, создающие новую технику, к точности характеристик которой предъявляют особо высокие требования.

Метрологические службы федеральных органов управления и юридических лиц

Метрологические службы федеральных органов управления и юридических лиц создаются в министерствах (комитетах, ведомствах), на предприятиях и в организациях,

являющихся юридическими лицами, в целях выполнения работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений, проведения метрологического контроля и надзора.

К основным задачам метрологических служб федеральных органов управления относятся:

- ✓ надзор за состоянием и применением средств измерений, за аттестованными методиками выполнения измерений, за соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений;
- ✓ калибровка средств измерений;
- ✓ проверка своевременности представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа средств измерений, а также на поверку и калибровку;
- ✓ выдача обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушений метрологических правил и норм;
- ✓ анализ состояния измерений, испытания и контроля на предприятии, в организации.

Метрологические службы юридических лиц (предприятий, организаций) относятся к числу основных звеньев метрологической службы федеральных органов управления (министерств, комитетов, ведомств). Изложим подробнее информацию о структуре, основных задачах и обязанностях метрологической службы юридического лица на примере промышленного предприятия.

Так, на крупном промышленном предприятии приказом руководства формируется самостоятельное структурное подразделение (отдел, бюро), возглавляемое главным метрологом предприятия, подчиняющимся непосредственно главному инженеру (техническому директору). В службе главного метролога рекомендуется организовать подразделения: комплексные (или по видам измерений) метрологические лаборатории, бюро подготовки и лабораторию организации метрологического обеспечения.

Структура и штаты метрологической службы утверждаются руководством предприятия исходя из специфики производства и объема работ, возлагаемого на метрологическую службу.

Основными задачами метрологической службы предприятия являются:

- 1) обеспечение единства измерений, повышение уровня и совершенствование техники измерений, испытаний и контроля на предприятии;
- 2) организация и проведение работ по подготовке и совершенствованию метрологического обеспечения во всех областях деятельности предприятия;
- 3) определение необходимой номенклатуры и планомерное внедрение средств и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, отвечающих современным требованиям и обеспечивающих повышение эффективности научных исследований, проектных, конструкторских и экспериментальных работ, поддержание заданных режимов технологических процессов, объективный контроль качества продукции, контроль соблюдения безопасных условий труда, учет и рациональное использование материальных и энергетических ресурсов.

Метрологическая служба осуществляет свою работу под методическим руководством базовой организации в тесном взаимодействии со службами стандартизации, надежности и сертификации продукции предприятия.

На метрологическую службу предприятия возлагаются обязанности:

- ✓ проведение систематического анализа состояния метрологического обеспечения производства, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- ✓ разработка, согласование и внедрение стандартов и других нормативных документов по вопросам метрологического обеспечения;
- ✓ организация и участие в проведении метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации, разрабатываемой на предприятии;

- ✓ разработка для нужд предприятия совместно с другими подразделениями СИ, их испытание и контроль;
- ✓ участие в проведении испытаний продукции и подготовке ее к сертификации;
- ✓ участие в разработке и внедрении локальных поверочных схем, поддержание в надлежащем состоянии эталонных СИ и организация своевременной поверки рабочих СИ;
- ✓ организация и проведение ремонта СИ, изучение их эксплуатационных свойств;
- ✓ участие в обеспечении подразделений предприятия СИ стандартными образцами состава и свойств веществ и материалов, ведение учета СИ;
- ✓ организация обучения по повышению квалификации работников предприятия, связанных с выполнением измерений;
- ✓ предъявление руководителям подразделений предписаний об устранении выявленных нарушений метрологических правил, требований и норм, об изъятии из применения непригодных СИ.

На небольших предприятиях, при малых объемах работ, Госстандарт России рекомендует вместо организации метрологических служб назначать лиц, ответственных за обеспечение единства измерений. Для инженеров-метрологов утверждается должностная инструкция, в которой оговариваются их функции, права, обязанности и ответственность.

3.3. Государственный метрологический контроль и надзор за средствами измерений

Государственный метрологический контроль и надзор осуществляется Государственной метрологической службой с целью проверки соблюдения пользователями СИ Закона «Об обеспечении единства измерений», требований государственных стандартов и других нормативных документов в области метрологии.

Данным законом предусмотрено три вида контроля и три вида надзора.

Государственный метрологический контроль включает:

- 1) утверждение типа средств измерений;
- 2) поверку средств измерений, в том числе эталонов;
- 3) лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Утверждение типа СИ – первая составляющая государственного метрологического контроля. Проводится в целях обеспечения единства измерений в стране. Оно необходимо для постановки на производство и выпуска в обращение новых типов СИ или их ввоза из-за границы. Процедура утверждения предусматривает обязательные испытания СИ, принятие решения об утверждении типа, его государственную регистрацию и выдачу сертификата об утверждении.

Утвержденный тип СИ подлежит внесению в Государственный реестр, который ведет Госстандарт РФ. На СИ утвержденного типа и эксплуатационные документы наносится знак утверждения типа установленной формы (рис. 3.1).

При истечении срока действия сертификата, ухудшении показателей качества или внесении в их конструкцию изменений проводятся испытания на соответствие СИ утвержденному типу. Согласно международным соглашениям Госстандартом РФ может быть принято решение о признании результатов испытаний или об утверждении типа СИ, проведенных за рубежом. Это является основанием для внесения типа импортируемых СИ в Государственный реестр и их применения в России.



Рис. 3.1. Знак утверждения

Информация об утверждении типа СИ и решение о его отмене публикуется в официальных изданиях Госстандарта РФ.

Поверка средств измерений, в том числе эталонов, осуществляется органами Государственного метрологического контроля. Согласно Закону РФ «Об обеспечении единства измерений» допускается продажа и выдача напрокат только поверенных СИ. В отличие от процедуры утверждения типа, в которой участвует лишь типовой представитель СИ, поверке подлежит каждый экземпляр СИ.

Поверка СИ осуществляется аттестованным в качестве доверителя физическим лицом. Если СИ признано пригодным, то на него или на техническую документацию наносится оттиск индивидуального доверительного клейма или выдается свидетельство о поверке.

В РФ применяются следующие виды поверок СИ:

- ✓ первичная;
- ✓ периодическая;
- ✓ внеочередная;
- ✓ инспекционная;
- ✓ экспертная.

Первичной поверке подлежат СИ утвержденных типов при выпуске из производства и после ремонта, а также при ввозе по импорту. Первичной поверке могут не подвергаться СИ при ввозе по импорту на основании заключенных международных соглашений Госстандарта РФ о признании результатов поверки, произведенной за рубежом.

Периодической поверке подлежат СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении. Результаты периодической поверки действительны в течение межповерочного интервала. Первый межповерочный интервал устанавливается при утверждении типа. В дальнейшем межповерочные интервалы разрабатывают органы Государственной метрологической службы совместно с юридическими лицами-пользователями. Средства измерений, находящиеся на длительном хранении, могут не подвергаться периодической поверке. Решение об этом принимает главный метролог юридического лица.

Внеочередную поверку осуществляют при эксплуатации и хранении СИ в случаях:

- повреждение знака поверительного клейма, а также утрата свидетельства о поверке;
- ввод в эксплуатацию СИ после длительного хранения (более одного межповерочного интервала);
- неудовлетворительная работа прибора или проведение повторной настройки после ударного воздействия на СИ.

Инспекционную поверку производят для выявления пригодности к применению СИ при осуществлении государственного метрологического надзора.

Экспертную поверку осуществляют при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности СИ и пригодности их к применению.

Лицензирование деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ – третья составляющая государственного метрологического контроля.

Согласно Закону «Об обеспечении единства измерений» деятельность по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений, относящихся к сфере распространения государственного метрологического надзора, должна подвергаться лицензированию органами Государственной метрологической службы.

Лицензия – это документально оформленное разрешение, выдаваемое органом Государственной метрологической службы на закрепленной за ним территории юридическому или физическому лицу на осуществление им деятельности по изготовлению, ремонту, продаже или прокату СИ.

Лица, претендующие на получение лицензии на изготовление СИ, должны иметь сертификат об утверждении типа СИ.

Лицензия действительна на всей территории Российской Федерации.

Лица, претендующие на получение лицензии на ремонт СИ, должны иметь рабочие помещения, соответствующие требованиям к организации ремонта СИ и условиям их хранения, необходимое технологическое оборудование, средства измерений, соответствующую документацию, квалифицированные кадры, выполняющие работы по ремонту, юстировке и наладке СИ. Они должны также обеспечить поверку СИ, выходящих из ремонта, своими силами либо путем договоров с органами Государственной метрологической службы.

Лица, претендующие на получение лицензии на продажу и прокат СИ, должны иметь рабочие помещения, удовлетворяющие требованиям по условиям хранения СИ; квалифицированные кадры и необходимое оборудование, обеспечивающие условия проверки работоспособности СИ своими силами либо путем договоров с органами Государственной метрологической службы.

Лицензия выдается на срок не более 5 лет. Повторное лицензирование может быть осуществлено по сокращенной или полной программе по решению органа Государственной метрологической службы.

Государственный метрологический надзор производится на предприятиях и в организациях независимо от их подчиненности и форм собственности в виде проверок соблюдения метрологических норм в соответствии с Законом РФ «Об обеспечении единства измерений», действующими нормативными документами и правилами по метрологии.

Проверку проводят должностные лица Госстандарта РФ – государственные инспекторы по обеспечению единства измерений. Проверки могут быть самостоятельными – только органами ГМС, и совместными – с участием другого контрольно-надзорного органа, например Санэпиднадзора, Госторгинспекции и др.

Калибровка средств измерений

В измерительных задачах, решаемых на практике, находят применение СИ, используемые в сферах деятельности, не охваченных ст. 13 Закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Такие СИ не подвергаются государственному контролю и надзору, а проходят процедуру калибровки.

Калибровка СИ – совокупность операций, осуществляемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности (т.е. работоспособности) СИ к практическому применению.

В ст. 23 вышеупомянутого закона указывается на добровольный характер и область применения калибровки: «Средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже», а также при калибровочных работах эталонами единиц величин.

Калибровка может осуществляться метрологической службой юридического лица или любой другой аккредитованной на право проведения калибровочных работ организаций. СИ, прошедшие калибровку, удостоверяются калибровочным знаком или соответствующим сертификатом.

3.4. Международное сотрудничество в области метрологии

Россия принимает активное участие в деятельности международных организаций по метрологии. Среди них наиболее известными являются Международная орга-

низация законодательной метрологии (МОЗМ), Международная организация мер и весов (МОМВ), Европейская организация по метрологии (ЕВРОМЕТ) и ряд других.

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) – межправительственная организация, созданная по инициативе СССР в 1956 г. Россия участвует в ней как правопреемница Советского Союза. Организация объединяет более 80 государств.

Главные цели МОЗМ – разработка общих вопросов законодательной метрологии, в том числе установление классов точности СИ, обеспечение единообразия определения типов и образцов систем СИ, рекомендаций по испытаниям с целью установления единообразия метрологических характеристик СИ независимо от страны-изготовителя, определение порядка поверки и калибровки средств измерений.

МОЗМ обеспечивает установление атмосферы доверия относительно результатов измерения количественных характеристик материалов и изделий, являющихся предметом торговых сделок, и оказание взаимной помощи в организации и работе национальных метрологических служб.

МОЗМ издает международные рекомендации, которые охватывают вопросы: терминологию в области метрологии, требования к метрологическим характеристикам СИ, способы выражения погрешностей СИ и результатов измерений, требования к метрологической деятельности, которые касаются испытаний, поверки, сертификации, калибровки СИ, метрологического контроля и надзора за обеспечением единства измерений, и т.п. Документы МОЗМ носят рекомендательный характер.

Россию в МОЗМ представляет Госстандарт РФ, а также 12 министерств и ведомств. Участие России в работе МОЗМ позволяет активно влиять на содержание принимаемых рекомендаций, что дает возможность совершенствовать метрологическую деятельность в стране, гармонизировать ее с международными организациями – Международной организацией мер и весов (МОМВ), Международной электротехнической комиссией (МЭК), Международной организацией по стандартизации (ИСО) и др.

Международная организация мер и весов (МОМВ) была создана в 1875 г. на основе Метрической конвенции, подписанной 17 государствами, том числе Россией. В настоящее время ее членами являются 50 стран мира.

Цель МОМВ – унификация национальных систем единиц измерений физических величин и установление единых фактических эталонов длины и массы (метра и килограмма).

В соответствии с упомянутой Конвенцией было создано Международное бюро мер и весов (МБМВ) – международная научно-исследовательская лаборатория, которая хранит и поддерживает международные эталоны. Бюро расположено в г. Севр близ Парижа. В практическом плане главной задачей МБМВ является сличение национальных эталонов с международными. Научное направление работы бюро – совершенствование метрической системы измерений и международных эталонов, разработка и применение методов и средств точных измерений, координация научно-исследовательских работ стран – членом в области метрологии.

Высшим органом МОМВ является Генеральная конференция мер и весов, которая собирается не реже одного раза в четыре года. В промежутках между конференциями работой МОМВ руководит Международный комитет мер и весов, в который входят крупнейшие физики и метрологи мира, в том числе представители России. Международный комитет мер и весов состоит, в свою очередь, из консультативных комитетов, которые готовят материалы для Генеральной конференции. В числе комитетов – комитет по определению метра, комитет по массе, комитет по определению секунды, комитет по электричеству, комитет по фотометрии, комитет по эталонам для ионизирующих излучений, комитет по единицам физических величин.

Среди региональных международных организаций по метрологии, которые появились в последние годы, следует упомянуть Европейскую организацию по метроло-

гии (ЕВРОМЕТ). ЕВРОМЕТ работает в области исследования и разработки национальных эталонов, содействует развитию поверочных служб стран-членов на высшем метрологическом уровне, разрабатывает методы измерения наивысшей точности.

Многие международные организации, формально не являясь метрологическими, наряду со своей основной деятельностью разрабатывают международные стандарты и рекомендации по метрологической терминологии и методикам выполнения измерений при испытаниях продукции, а также по установлению шкал измерений и т.д.

Специальными вопросами метрологии и измерительной техники занимается ряд других международных организаций, таких как МККР – Международный консультативный комитет по радиосвязи, ИКАО – Международная организация гражданской авиации, МАГАТЭ – Международное агентство по атомной энергии и т.д.

Глава 4. ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

4.1. Роль и функции стандартизации

Стандартизация призвана решать задачу обеспечения необходимого уровня качества продукции, процессов, услуг.

Упорядочивающие и системообразующие свойства стандартизации находят свое выражение в разработке и установлении норм, правил, требований, характеристик, обеспечивающих оптимальный уровень качества, безопасность и приемлемую цену продукции, процессов, услуг. Как правило, результаты работы по стандартизации оформляются в виде нормативных документов, оговаривающих указанные нормы, правила, требования, а в некоторых областях деятельности (например, в метрологии) – в качестве образцов, эталонов и т.п.

Четыре основные функции, в которых стандартизация себя проявляет, это экономическая, информационная, социальная, коммуникативная.

Экономическая функция выражает себя через вклад стандартизации в научно-технический прогресс, поскольку она оказывает активное влияние на все составляющие производственного процесса, способствует совершенствованию предметов и средств труда, технологии и самого труда. С помощью нормативных документов предупреждается неоправданное разнообразие деталей, изделий, материалов, технологических процессов, устанавливается рациональная их номенклатура, определяются оптимальные параметрические и размерные ряды, обеспечивается высокий уровень взаимозаменяемости, устанавливаются как обязательные оптимальные качественные характеристики. Всё это создает предпосылки для специализации, следовательно, для широкого внедрения автоматизации производственных процессов, снижения себестоимости изделий, увеличения прибыли.

Информационная функция стандартизации проявляет себя через создание нормативных документов (стандартов, технических условий), классификаторов и каталогов продукции, эталонов мер, образцов продукции, являющихся носителями ценной технической и экономической информации для потребителя. Ссылка, например, на стандарт при сертификации продукции или услуги является удобной и экономичной формой информации о качестве товара, услуги.

Социальная функция стандартизации проявляет себя через включение в нормативные документы (стандарты) и достижение в производстве таких показателей качества продукции и услуг, которые содействовали бы здравоохранению, отвечали бы санитарно-гигиеническим нормам, требованиям безопасности в использовании и возможности экологичной утилизации отходов.

Коммуникативная функция выражает себя через достижение взаимопонимания в обществе путем обмена информацией. Этому служат стандартизованные термины трактовки понятий, символы, единые правила оформления деловой конструкторской и технологической документации и т.п. Эта функция содействует преодолению барьеров в торговле, обеспечивает сотрудничество в научной деятельности, экономике и управлении.

Общепринятое в настоящее время, в том числе и в России, определение стандартизации в формулировке Международной организации по стандартизации (ИСО): «Стандартизация – деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач».

Деятельность по стандартизации весьма динамична, она всегда должна отвечать изменениям, происходящим во всех сферах жизни общества, прежде всего в технике

и экономике, стремиться успевать и предвосхищать эти изменения с тем, чтобы нормативные документы (стандарты) способствовали развитию, а не торможению производства и сферы услуг.

4.2. Правовые основы стандартизации в Российской Федерации

Правовые основы стандартизации в России обеспечиваются Законом Российской Федерации «О стандартизации». Закон действует во взаимосвязи с рядом других законодательных актов РФ, таких как законы «Об обеспечении единства измерений» и «О сертификации продукции и услуг», а также с постановлениями Правительства РФ, принятыми во исполнение Закона РФ «О стандартизации».

Закон устанавливает правовые основы стандартизации в РФ, обязательные для всех государственных органов управления, а также для предприятий и предпринимателей, общественных объединений, и определяет меры государственной защиты интересов потребителей и государства посредством разработки и применения нормативных документов по стандартизации.

Понятие стандартизации Закон «О стандартизации» толкует как деятельность, направленную на определение норм, правил, требований, характеристик, которые должны обеспечивать безопасность продукции, работ и услуг, их техническую и информационную совместимость, взаимозаменяемость, качество продукции (услуг) в соответствии с достижениями научно-технического прогресса. Нормы и требования могут относиться также к безопасности хозяйственных объектов в чрезвычайных ситуациях (например, природные и техногенные катастрофы), обороноспособности и мобилизационной готовности страны.

Перечисленные цели стандартизации в РФ, установленные вышеупомянутым законом, полностью гармонизированы с аналогичными целями стандартизации, принятыми в развитых странах мира, а также в документах международных организаций по стандартизации (ИСО, МЭК и др.).

Закон «О стандартизации» регламентирует:

- ✓ организацию работ по стандартизации в РФ;
- ✓ международное сотрудничество в области стандартизации;
- ✓ виды и применение нормативных документов по стандартизации;
- ✓ информационное обеспечение работ по стандартизации, издание и реализацию нормативных документов;
- ✓ порядок проведения государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований государственных стандартов;
- ✓ финансирование работ по государственной стандартизации, государственному контролю и надзору;
- ✓ ответственность за нарушение положений Закона «О стандартизации»;
- ✓ экономическое стимулирование применения государственных стандартов.

Вопросы государственного управления стандартизацией в Российской Федерации данным законом закреплены за Комитетом Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации (Госстандарт России).

4.3. Государственная система стандартизации Российской Федерации (ГСС РФ)

Состав и назначение стандартов ГСС РФ

ГСС РФ представляет собой комплекс взаимосвязанных основополагающих государственных стандартов, в состав которого входят нормативные документы:

- ✓ ГОСТ Р 1.0-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Основные положения»;
- ✓ ГОСТ Р 1.2-92 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки государственных стандартов»;
- ✓ ГОСТ Р 1.4-93 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Стандарты отраслей, стандарты предприятий, научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений. Общие положения»;
- ✓ ГОСТ Р 1.5-93 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов»;
- ✓ ПР 50.1.001-93 «Правила согласования и утверждения технических условий»;
- ✓ ГОСТ Р 1.8-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки и применения межгосударственных стандартов»;
- ✓ ГОСТ Р 1.9-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок маркирования продукции и услуг знаком соответствия государственным стандартам»;
- ✓ ГОСТ Р 1.10-95 «Государственная система стандартизации Российской Федерации. Порядок разработки, принятия, регистрации правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации и информации о них. Взамен РД 50-113-83 (на территории РФ)».

Категории нормативных документов и объекты стандартизации

Нормативный документ по стандартизации – это документ, устанавливающий правила, принципы, нормы, характеристики, касающиеся объектов стандартизации, различных видов деятельности или их результатов, и доступный широкому кругу пользователей.

К нормативным документам по стандартизации согласно ГСС РФ (ГОСТ Р 1.0-92; ГОСТ Р 1.10-95) относятся:

- ✓ стандарты;
- ✓ технические регламенты;
- ✓ общероссийские классификаторы технико-экономической информации;
- ✓ нормы, правила и рекомендации по стандартизации.

Наиболее массовым нормативным документом является стандарт.

Согласно ГОСТ Р 1.0-92 стандарт – это нормативный документ по стандартизации, разработанный, как правило, на основе согласия, характеризующегося отсутствием возражений по существенным вопросам у большинства заинтересованных сторон, принятый признанным органом (организацией, предприятием). Стандарты основываются на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества.

В зависимости от объекта стандартизации и уровня утверждения (принятия) документа стандарты различаются по категориям: международный, региональный, государственный стандарт РФ (ГОСТ Р), межгосударственный (ГОСТ), стандарт отрасли (ОСТ), стандарт научно-технического или инженерного общества (СТО), стандарт предприятия (СТП).

Международные и региональные стандарты – стандарты, разрабатываемые международными организациями по стандартизации.

Международный стандарт – стандарт, принятый какой-либо международной (всемирной) организацией по стандартизации. Такими общепризнанными организациями являются неправительственные организации ИСО (ISO) и МЭК (IEC). Статус стандартов, принятых ИСО и МЭК, – рекомендательный, добровольный.

Региональный международный стандарт – стандарт, принятый международной межправительственной региональной организацией по стандартизации. Такими стандартами в Европе являются стандарты CEN Европейского комитета по стандартам, ENSI Европейского института телекоммуникационных стандартов и др. Статус подобных стандартов для стран, входящих в региональные объединения (например, ЕС), – обязательный.

ГОСТ – государственные стандарты бывшего СССР, действующие в качестве межгосударственных стандартов для стран – бывших республик, входивших в свое время в состав СССР. Применяются без переоформления по постановлениям национальных комитетов по стандартизации. ГОСТ по существу является международным стандартом регионального характера.

ГОСТ Р – стандарт, принимаемый Госстандартом России или Госстроем России (Государственным комитетом РФ по жилищной и строительной политике). К объектам ГОСТ Р относятся организационно-методические и общетехнические объекты, продукция, работы и услуги, имеющие межотраслевое, общенародное хозяйственное значение.

ОСТ – отраслевые стандарты, устанавливаются на аналогичные с ГОСТ Р и ГОСТ объекты, однако имеющие сугубо отраслевое значение. ОСТ применяют предприятия и организации, подведомственные соответствующему министерству, утвердившему (принявшему) отраслевой стандарт, и все прочие предприятия и организации, применяющие (потребляющие) продукцию данной отрасли. Отраслевые стандарты могут устанавливать ограничения ГОСТ и ГОСТ Р в части номенклатуры, типоразмеров, требований, не снижая при этом качественных и эксплуатационных показателей, установленных государственными стандартами. Такие стандарты называют ограничительными.

Фонд отраслевых стандартов составляет около 40 тысяч наименований.

СТО – стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений. Объектами СТО являются новые оригинальные виды продукции и услуг, методы испытаний, технологии, новые принципы организации и управления производством и т.п.

СТП – стандарты предприятий, организаций. Разрабатываются и принимаются самим предприятием. Объектами стандартизации на предприятии могут быть детали, узлы и агрегаты изготавливаемых (разрабатываемых) изделий, нормы и правила в области организации и управления производством, нормы для разработки продукции предприятия и методы расчета, технологические нормы и требования, типовые технологические процессы, оснастка и инструмент. СТП могут устанавливать ограничения ГОСТ, ГОСТ Р, ОСТ без ухудшения показателей качества соответствующей продукции или услуги.

К техническим регламентам следует относить законодательные акты и постановления Правительства РФ, содержащие требования, нормы и правила технического характера; государственные стандарты РФ в части устанавливаемых в них обязательных требований; нормы и правила федеральных органов исполнительной власти, в компетенцию которых в соответствии с законодательством РФ входит установление обязательных требований.

Технический регламент содержит технические требования или непосредственно (например, обязательные требования государственных стандартов), или путем ссылки на стандарт, или путем включения в себя содержания стандарта.

К нормативным документам относятся также общероссийские классификаторы технико-экономической информации (ОКТЕИ).

ОКТЭИ – это систематизированные своды классификационных группировок определенных объектов классификации, содержащие их условные цифровые коды и наименования. Разрабатываются на продукцию, услуги, документацию, производственные процессы и их составные элементы, имеющие общегосударственное хозяйственное применение. Примером ОКТЭИ могут служить такие, как Общероссийский классификатор продукции – ОКП; предприятий и организаций – ОКПО; управленческой документации – ОКУД и другие, свыше 30 наименований.

Правила по стандартизации (ПР) – нормативный документ по стандартизации, принимаемый Госстандартом или Госстроем России.

ПР разрабатываются на конкретные производственные процессы и их элементы, связанные с решением задач организации и управления работами по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации, лицензированию, государственному контролю и надзору за соблюдением обязательных требований технических регламентов, государственных и межгосударственных стандартов. Если ПР прошли регистрацию в Министерстве юстиции России, то требования, содержащиеся в них, являются обязательными.

Норма – нормативный документ, содержащий положения, устанавливающие количественные меры или качественные критерии, которые должны быть удовлетворены в процессе производства или работы.

Рекомендации (Р) – нормативный документ, содержащий добровольные для применения организационно-технические и (или) общетехнические положения, правила, методы выполнения работ.

Технические условия (ТУ) – документ, разрабатываемый предприятиями и организациями в том случае, когда стандарт создавать нецелесообразно. Объектом ТУ может быть пробная продукция или продукция разовой поставки, выпускаемая небольшой партией, а также произведения художественных промыслов и т.п.

В соответствии с Законом «О стандартизации» ТУ отнесены к техническим, а не к нормативным документам. В то же время установлено, что ТУ рассматриваются как нормативные документы, если на них есть ссылка в контрактах или договорах на поставку продукции. ТУ разрабатывают в соответствии с ГОСТ 2.114-95. Фонд ТУ насчитывает около 150 тысяч.

Виды стандартов, применяемых в Российской Федерации

В Российской Федерации используется несколько видов стандартов, которые отличаются назначением и спецификой объекта стандартизации:

- основополагающие стандарты;
- стандарты на продукцию (услуги);
- стандарты на работы (процессы);
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

1. *Основополагающие стандарты* разрабатываются в целях обеспечения взаимопонимания, единства подходов и взаимосвязи деятельности науки, техники и производства. Данные стандарты устанавливают также принципы, требования, правила и нормы, которые рассматриваются в качестве общих и должны содействовать решению основных целей, как для науки, так и для производства. Примерами основополагающих стандартов могут быть государственные стандарты, определяющие общие положения в комплексе стандартов конкретной системы (например, ГОСТ Р 1.0-92 «Государственная система стандартизации. Основные положения»). Основополагающие стандарты могут устанавливать научно-техническую терминологию, широко используемую в науке, технике, производстве, например, терминологию по технической эстетике, эргономике, требования и нормы по техническому обеспечению технологических процессов (предпочтительные числа, классы точности и т.п.).

2. *Стандарты на продукцию (услуги)* устанавливают требования либо к конкретному виду продукции (услуге), либо к группам однородной продукции (услуг). Применяются две разновидности этого вида стандартов:

- 1) стандарты общих технических условий, которые содержат требования к группам однородной продукции (услуг);
- 2) стандарты технических условий, содержащие требования к конкретной продукции (услуге).

По группам однородной продукции (услуг) могут разрабатываться стандарты узкого назначения:

- а) стандарты технических требований;
- б) стандарты правил маркировки, упаковки, транспортирования и хранения.

Стандарт общих технических условий включает разделы:

- ✓ классификацию;
- ✓ основные параметры (размеры);
- ✓ общие требования к параметрам качества, упаковке, маркировке;
- ✓ требования безопасности;
- ✓ требования охраны окружающей среды;
- ✓ правила приемки продукции;
- ✓ методы контроля транспортирования и хранения.

Стандарт технических условий устанавливает требования, как было сказано, к конкретной продукции (в том числе различных марок или моделей, касающиеся производства, поставки, эксплуатации, ремонта, утилизации. Эти требования не должны противоречить стандарту общих технических условий. Стандарт технических условий содержит дополнительные требования, относящиеся к объекту стандартизации: указание о товарном знаке; знаке соответствия, если изделие сертифицировано, и др.

3. *Стандарты на работы (процессы)* устанавливают требования к конкретным видам работ, которые осуществляются на разных стадиях жизненного цикла продукции – разработки, производства, эксплуатации (потребления), хранения, транспортировки, ремонта, утилизации – в целях их технического единства и оптимальности решений. Стандарты на работы (процессы) должны содержать требования безопасности для жизни и здоровья населения и охраны окружающей природной среды при проведении технологических операций. Данный вид стандартов находит широкое применение в области управления, делопроизводства, подготовки кадров и т.п.

4. *Стандарты на методы контроля (испытания, измерений, анализа)* предназначены для обеспечения всесторонней проверки всех обязательных требований к качеству продукции (услуги). Устанавливаемые в стандартах методы контроля должны быть точными, объективными и обеспечивать воспроизводимые и сопоставимые результаты.

Каждый из методов имеет свою специфику, связанную с конкретным объектом контроля, однако выделяют общие элементы процесса контроля, которые можно подвести под стандартизацию: средства контроля и вспомогательные устройства; порядок подготовки и проведения контроля; правила обработки и оформления результатов; допустимая погрешность метода.

Органы и службы стандартизации в России

Работа по стандартизации в Российской Федерации организуется и осуществляется системой органов и служб по стандартизации, которую составляют:

- Госстандарт России – национальный орган по стандартизации Российской Федерации;
- Управление технического нормирования, стандартизации и сертификации Госстроя России;

– подразделения стандартизации, сертификации и метрологии федеральных министерств и ведомств РФ;

– технические комитеты (ТК) по стандартизации, создаваемые на добровольной основе заинтересованными сторонами (предприятиями и организациями);

– подразделения стандартизации (отделы, бюро, группы), создаваемые субъектами хозяйственной деятельности (предприятиями и организациями).

Госстандарт России в соответствии с Законом РФ «О стандартизации» и Положением о Госстандарте России, утвержденным Правительством РФ, осуществляет государственное управление стандартизацией в Российской Федерации. В число важнейших функций Госстандарта России в области стандартизации входят:

✓ осуществление роли заказчика и участие в разработке государственных стандартов, устанавливающих основополагающие, общетехнические и обязательные требования;

✓ рассмотрение, принятие и регистрация государственных стандартов, а также других нормативных документов межотраслевого значения, гармонизация отечественных стандартов с международными стандартами;

✓ организация работы по прямому использованию международных стандартов в качестве государственных стандартов РФ;

✓ осуществление руководства и участие в работах по совершенствованию систем стандартизации, метрологии и сертификации в стране;

✓ обеспечение единства и достоверности измерений в стране, укрепление и развитие Государственной метрологической службы;

✓ проведение государственного надзора за состоянием и применением измерительной техники;

✓ участие в работах по международному сотрудничеству в области стандартизации;

✓ издание и распространение государственных стандартов и другой нормативной документации, информационное обеспечение работ по стандартизации, метрологии и сертификации.

В систему Госстандарта России входит порядка 150 организаций и предприятий, в том числе 20 научных организаций, включая два государственных научных центра в области метрологии; 13 промышленных предприятий по производству средств измерений высших классов точности; более 100 территориальных органов (центров) стандартизации, метрологии, сертификации (ЦСМиС во всех промышленных регионах России; Академия стандартизации, метрологии и сертификации) и два средних учебных заведения по метрологии; издательский комплекс «Издательство стандартов».

К научно-исследовательским институтам Госстандарта относятся: НИИ стандартизации (ВНИИстандарт) – головной институт в области Государственной системы стандартизации; ВНИИ сертификации продукции (ВНИИС) – головной институт в области сертификации продукции (услуг) и систем управления качеством продукции (услуг); ВНИИ по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ) и др.

Орган Госстроя России по стандартизации, сертификации и техническому нормированию в соответствии с Законом РФ «О стандартизации» и Положением о Госстрое России организует и осуществляет работы по стандартизации в области строительства (строительное сырье, строительные материалы и изделия), в том числе принимает государственные стандарты Российской Федерации в области строительства, а также строительные нормы и правила (СНиП).

Технические комитеты по стандартизации – новая форма организации и осуществления работ по стандартизации в России.

Технические комитеты (ТК) создаются для организации и проведения работ по стандартизации определенных видов продукции, технологии или видов деятельности,

а также для проведения по указанным объектам работ по международной и региональной стандартизации.

ТК по стандартизации учреждаются на базе предприятий, организаций, специализирующихся по определенным видам продукции и технологии или видам деятельности и обладающих в данной области наиболее высоким научно-техническим потенциалом, в том числе на базе организации Госстандарта России и Госстроя России.

ТК по стандартизации организуются решениями Госстандарта или Госстроя России, по предложениям заинтересованных сторон (предприятий, организаций) и регистрируются Госстандартом России. ТК являются общественными организациями и осуществляют свою деятельность в соответствии с положениями о конкретных комитетах, разработанных на основе типового положения о техническом комитете по стандартизации.

На территории России в настоящее время функционирует свыше 300 ТК по стандартизации, при этом многие из них одновременно обладают статусом межгосударственных технических комитетов (МТК) за счет включения в их состав уполномоченных представителей национальных органов по стандартизации стран – членов СНГ.

Подразделения (службы) стандартизации предприятий, организаций (научно-исследовательский отдел, конструкторско-технологический отдел, лаборатория, бюро), создаваемые на предприятиях и в организациях, выполняют научно-исследовательские, опытно-конструкторские и другие работы по стандартизации, участвуют в выполнении работ по стандартизации, проводимых другими подразделениями, а также осуществляют организационно-методическое и научно-техническое руководство этими работами, выполняют нормоконтроль разрабатываемой на предприятии технической документации.

На подразделения стандартизации предприятий и организаций могут быть возложены функции секретариата ТК по стандартизации (представительство, контроль выполнения программ, переписка).

4.4. Международное сотрудничество в области стандартизации

Главной целью международного сотрудничества России в области стандартизации является гармонизация, т.е. согласование, увязка национальных стандартов с международными, региональными и прогрессивными национальными стандартами зарубежных стран в целях повышения научно-технического уровня российских стандартов, качества отечественной продукции и ее конкурентоспособности на мировом рынке.

Из общего числа четырех с лишним тысяч международных организаций (всемирных и региональных), действующих в современном мире, более 400 в той или иной мере занимаются вопросами стандартизации.

Наиболее представительной из них является Международная организация по стандартизации (ИСО), созданная в 1940 г. по решению ООН.

В уставе ИСО записано, что «целью организации является содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для облегчения международного товарообмена и взаимопомощи, а также для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности».

Для достижения этой цели ИСО может:

- ✓ принимать меры для облегчения гармонизации во всемирном масштабе стандартов и связанных с ними областей;

- ✓ разрабатывать и публиковать международные стандарты при условии, что в каждом случае стандарт будет одобрен, если за него было отдано две трети голосов активных членов технического комитета или подкомитета и против – не более четверти общего числа голосов;

- ✓ организовывать обмен информацией о работе комитетов-членов и технических комитетов;
- ✓ сотрудничать с другими международными организациями, заинтересованными в смежных вопросах.

Органами ИСО являются: Генеральная ассамблея, Совет, комитеты Совета (КАСКО, ПРОФКО, ПЛАКО, РЕМКО, КОПОЛКО, ИНФКО, ДЕВКО), технические комитеты (ТК) и Центральный секретариат.

В ИСО установлены два вида членства – комитеты-члены и члены-корреспонденты. Комитетами-членами являются национальные органы по стандартизации. Российскую Федерацию в ИСО представляет Госстандарт России.

Основным видом деятельности ИСО является разработка международных стандартов. Поэтому главными рабочими органами этой организации являются технические комитеты, подкомитеты, рабочие группы, В общей сложности насчитывается около 2500 рабочих органов ИСО.

Среди других международных и региональных организаций по стандартизации следует назвать МОЗМ, МЭК, ЕОК, СЕН, СЕНЭЛЕК.

МОЗМ – Международная организация законодательной метрологии. Цель деятельности – международное согласование работы национальных метрологических служб, направленное на обеспечение сопоставимости, правильности и точности результатов измерений.

МЭК – Международная электротехническая комиссия. Цель деятельности – содействие международному сотрудничеству по стандартизации и смежным с ней проблемам в области электротехники и радиотехники путем разработки международных стандартов и других документов МЭК. Является автономной организацией в составе ИСО.

ЕОК – Европейская организация по качеству. Цель деятельности – содействие, распространение, совершенствование с помощью всех возможных средств применения практических методов и теоретических принципов управления качеством, повышение качества и надежности продукции и услуг.

СЕН – Европейский комитет по стандартизации. Цель деятельности – устранение в рамках ЕС так называемых технических барьеров, связанных с различием национальных стандартов на изделия, противоречивыми правилами по их эксплуатации, с отличающимися нормами по технике безопасности, охране здоровья и природы.

СЕНЭЛЕК – Европейский комитет по стандартизации в электротехнике, основной целью которого является разработка стандартов на электротехническую продукцию. Стандарты СЕНЭЛЕК рассматриваются как необходимое средство для создания единого европейского рынка.

Следует отметить, что международные стандарты не являются обязательными, каждая страна вправе применять их целиком, отдельными разделами или вообще не применять.

4.5. Применение международных и национальных стандартов на территории Российской Федерации

Ранее уже были рассмотрены категории стандартов, находящих применение в РФ:

- ✓ международные стандарты;
- ✓ региональные международные стандарты;
- ✓ межгосударственные стандарты (ГОСТ);
- ✓ государственные стандарты РФ (ГОСТ Р);
- ✓ отраслевые стандарты (ОСТ);

✓ стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных организаций (СТО);

✓ стандарты предприятий и организаций (СТП).

Применение международных, региональных международных и национальных стандартов зарубежных стран в РФ возможно в трех вариантах.

1. Принятие аутентичного (равнозначного) текста международного (регионального) стандарта в качестве государственного российского стандарта без каких-либо дополнений и изменений («смена обложки»). Обозначается такой стандарт так, как это принято для отечественного стандарта ГОСТ Р с указанием соответствующего международного стандарта и обозначением через тире двух последних цифр года принятия ГОСТ Р (например, ГОСТ Р ИСО 9001-96). Это так называемое прямое применение зарубежного стандарта.

2. Принятие аутентичного (равнозначного) текста международного (регионального) стандарта, но с дополнениями, отражающими специфику российских требований. При обозначении такого стандарта к обозначению отечественного стандарта добавляется номер соответствующего международного (регионального) стандарта, который указывается под обозначением ГОСТ Р в скобках, например, ГОСТ Р 50321-92 (ИСО 7173:1989).

3. Возможен вариант использования (заимствования) отдельных положений международного (регионального) стандарта и включение их в российский стандарт. В подобных случаях международный (региональный) стандарт рассматривается как источник информации, используемый при разработке отечественного стандарта, в котором делается соответствующая ссылка на первоисточник.

Кроме того, до принятия в РФ международных (региональных) стандартов в качестве ГОСТ Р допускается их применение в качестве ОСТ, СТП и СТО, что существенно ускоряет решение проблемы гармонизации требований отечественных и международных стандартов.

Стандарты ГОСТ и ГОСТ Р действуют на территории РФ в качестве нормативных документов по стандартизации без каких-либо ограничений. Отраслевые стандарты ОСТ действуют в тех случаях, если их требования не противоречат законодательству РФ или специальным техническим регламентам.

Новые, а также пересмотренные ГОСТ Р, ГОСТ и ОСТ допускается не распространять на продукцию, выпуск которой был освоен до их введения в действие. Новые межгосударственные стандарты (ГОСТ) применяются на территории РФ без переоформления с введением их в действие постановлением Госстандарта (Госстроя) России и опубликованием этой информации в Информационном указателе государственных стандартов.

Стандарты, принятые научно-техническими, инженерными обществами и другими общественными объединениями (СТО), применяют на территории России на добровольной основе, т.е. по решению непосредственно самих предприятий, организаций.

Стандарты предприятий (СТП) в России могут разрабатываться и применяться самостоятельно предприятиями в качестве нормативных документов:

1) для обеспечения использования на предприятии технических регламентов РФ, ГОСТ Р, ГОСТ, ОСТ, международных (региональных) стандартов, национальных стандартов зарубежных стран, стандартов научно-технических, инженерных обществ и других общественных объединений, СТП других организаций;

2) на создаваемую на данном предприятии продукцию, услуги и производственные процессы (работы).

При этом требования СТП подлежат обязательному соблюдению другими предприятиями и организациями, если в договоре (контракте) на разработку, производство и поставку продукции, оказание услуг сделана ссылка на данный стандарт.

Глава 5. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ

5.1. Участники обязательной сертификации и их функции

В соответствии с Законом Российской Федерации «О сертификации товаров и услуг» (ст. 1, прил. 3) сертификация в нашей стране может иметь обязательный и добровольный характер. Поскольку обязательная сертификация осуществляется лишь в случаях, предусмотренных вышеуказанным законом РФ и нормативными актами Правительства РФ, ее называют также «сертификация в законодательно регулируемой сфере». Соответственно, добровольную сертификацию именуют «сертификация в нерегулируемой сфере».

Участниками обязательной сертификации являются изготовители продукции или исполнители услуг, заказчики (поставщики, продавцы), а также организации, представляющие собой органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры) и специально уполномоченные федеральные органы исполнительной власти. Основные участники – заявители, органы по сертификации и испытательные лаборатории. Именно они непосредственно участвуют в проведении сертификации каждого конкретного объекта на всех этапах этой процедуры.

Законом «О сертификации» (ст. 8, 9) закреплено положение о том, что непосредственная деятельность по сертификации конкретных видов продукции осуществляется в рамках соответствующих систем сертификации, которые создаются государственными органами управления, предприятиями и организациями. Каждая такая система представляет совокупность участников, осуществляющих сертификацию по установленным в системе правилам.

Система сертификации включает участников работ, нормативную базу, Положение об управлении Системой и правила проведения сертификации. Большие системы сертификации, охватывающие разнородную номенклатуру продукции (услуг), включают несколько малых систем – систем сертификации однородной продукции. Эти системы создаются при необходимости конкретизации общих правил применительно к некоторой совокупности видов продукции, обладающей общими признаками. Каждая система сертификации устанавливает свой знак соответствия. Системы сертификации и их знаки соответствия регистрируются Госстандартом России.

Типовая структура системы обязательной сертификации предусматривает следующий состав участников: федеральный орган исполнительной власти, на который законодательно возложено проведение обязательной сертификации; центральные органы систем сертификации однородной продукции (при необходимости); органы по сертификации; испытательные лаборатории (центры).

В систему сертификации могут также входить организации или подразделения, обслуживающие систему, такие как центры по подготовке экспертов по сертификации, научно-методические центры и др.

В настоящее время Госстандартом России зарегистрировано более 15 систем обязательной сертификации, возглавляемых различными федеральными органами исполнительной власти, например, такими как Министерство транспорта России, Министерство путей сообщения и т.д.

Среди систем обязательной сертификации первой по времени ее создания и самой крупной является Система сертификации ГОСТ Р, разработанная Госстандартом России, в которую входят порядка 40 систем сертификации однородной продукции и услуг, около 900 аккредитованных органов по сертификации и около 2000 испыта-

тельных лабораторий. В Системе сертификации ГОСТ Р за рубежом аккредитовано 4 органа по сертификации и несколько испытательных лабораторий, она ежегодно выдает около 200 тысяч сертификатов на продукцию и услуги.

Госстандарт России как федеральный орган исполнительной власти, который руководит Системой ГОСТ Р, осуществляет в рамках этой системы следующие функции:

- организует сеть органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров) и управляет ими непосредственно или через центральные органы систем сертификации однородной продукции (услуг);
- уполномочивает органы по сертификации и испытательные лаборатории (центры) на право проведения работ в Системе;
- определяет центральные органы систем сертификации однородной продукции (услуг) и осуществляет контроль за их деятельностью;
- утверждает организационно-методические документы Системы;
- создает и (или) утверждает системы сертификации однородной продукции (услуг), правила сертификации в этих системах;
- устанавливает формы сертификатов, знаков соответствия и правила их применения, а также порядок оплаты работ по сертификации по согласованию с компетентными органами;
- рассматривает апелляции;
- взаимодействует с руководящими органами других систем сертификации, органами других стран и международными организациями по вопросам сертификации.

В функции Центрального органа Системы сертификации, который при необходимости назначается соответствующим федеральным органом исполнительной власти, входят:

- ✓ организация работы по формированию Системы сертификации однородной продукции и осуществление руководства ею;
- ✓ разработка предложений по номенклатуре продукции, сертифицируемой в Системе;
- ✓ участие в работах по совершенствованию фонда нормативных документов, на соответствие которым производится сертификация в Системе;
- ✓ ведение учета органов по сертификации и испытательных лабораторий, входящих в Систему, выданных и аннулированных сертификатов и лицензий на использование знака соответствия;
- ✓ рассмотрение апелляций по поводу действия органов по сертификации и испытательных лабораторий, участвующих в Системе.

Согласно закону РФ «О сертификации» (ст. 11) органу по сертификации вменены следующие функции:

- ✓ сертификация продукции (услуг), выдача сертификатов и лицензий на применение знака соответствия;
- ✓ проведение в установленном порядке инспекционного контроля за сертифицированной продукцией, а также идентификации продукции, представленной для сертификации;
- ✓ приостановление или отмена действия выданных сертификатов;
- ✓ формирование фонда нормативных документов, необходимых для проведения сертификации;
- ✓ предоставление заявителю по его требованию необходимой информации в пределах своей компетенции.

Испытательные лаборатории (центры) осуществляют испытания конкретной продукции или конкретные виды испытаний и выдают протоколы испытаний для целей сертификации. Лаборатории несут ответственность за соответствие проведенных

сертификационных испытаний требованиям нормативной документации, а также за достоверность и объективность результатов.

Изготовители продукции (поставщики, продавцы) при проведении сертификации выполняют функции:

- ✓ подготавливают заявку на проведение сертификации и в соответствии с правилами системы представляют продукцию, нормативную, техническую и другую документацию, необходимую для проведения обязательной сертификации, или подтверждают соответствие поставляемой (реализуемой) ими продукции установленным требованиям;

- ✓ применяют сертификат или декларацию о соответствии и знак соответствия, руководствуясь законодательными актами РФ и правилами Системы;

- ✓ извещают органы по сертификации об изменениях, внесенных в техническую документацию и в технологический процесс производства сертифицированной продукции, если эти изменения влияют на характеристики, проверяемые при сертификации;

- ✓ обеспечивают беспрепятственное выполнение своих полномочий должностными лицами органов по сертификации продукции и должностными лицами, осуществляющими контроль за сертифицированной продукцией, а также соответствие реализуемой продукции требованиям нормативных документов, на соответствие которым она была сертифицирована;

- ✓ указывают в сопроводительной технической документации сведения о подтверждении соответствия и нормативных документах, которым она должна соответствовать;

- ✓ приостанавливают или прекращают реализацию продукции (подлежащей обязательной сертификации), если она не отвечает требованиям нормативных документов, на соответствие которым сертифицирована или заявлена (подтверждена) декларация о соответствии, по истечении срока действия сертификата, декларации о соответствии или срока годности продукции, срока ее службы, а также в случае, если действие сертификата приостановлено либо отменено решением органа по сертификации.

Следует отметить еще одного участника процедуры сертификации – эксперта – специалиста, аттестованного (сертифицированного) федеральным органом исполнительной власти на право проведения одного или нескольких видов работ по сертификации. Эксперты аттестуются по следующим направлениям деятельности: системы сертификации; сертификация систем качества; сертификация продукции; сертификация производства; сертификация услуг.

5.2. Система аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий

Аккредитация в соответствии с Руководством ИСО/МЭК – это официальное признание полномочным органом компетентности организации выполнять работы в определенной области.

В международной практике деятельность по аккредитации основывается, как правило, на принципах, изложенных в международных и региональных нормативных документах: руководствах ИСО/МЭК; европейских стандартах EN и гармонизированных с ними национальных стандартах; документах Международной конференции по аккредитациям испытательных лабораторий (ИЛАК).

Главные цели аккредитации – обеспечение доверия к организациям путем подтверждения их компетентности, создание условий для взаимного признания результатов деятельности разных организаций в одной и той же области.

Нормативной базой аккредитации в России является комплекс государственных стандартов Системы аккредитации в Российской Федерации семейства 51 000, гармонизированных с европейскими стандартами EN 45 000. В этих стандартах установлены основные требования к участникам работ по аккредитации и порядок их проведения.

В соответствии с ГОСТ Р 51000.1-95 аккредитующие органы должны отвечать требованиям:

- ✓ иметь организационную структуру, обеспечивающую независимость его персонала от воздействия сторон, обладающих финансовой заинтересованностью в результатах аккредитации, и гарантирующую, что персонал не будет подвергаться незаконному давлению или другому воздействию, которые могли бы повлиять на результаты выполненных им работ, а также соответствующий юридический статус;
- ✓ располагать финансовыми средствами для своего функционирования;
- ✓ располагать штатным персоналом, соответствующим направлению и объему работ по аккредитации, выполняемых под руководством данного органа, а также необходимыми помещениями и средствами труда.

Испытательная лаборатория, чтобы быть признанной компетентной для выполнения работ в определенной области аккредитации, должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51000.3-96:

- ✓ юридический статус испытательной лаборатории должен соответствовать действующему законодательству;
- ✓ персонал лаборатории не должен подвергаться коммерческому, финансовому, административному или другому давлению, способному оказывать влияние на выводы или оценки;
- ✓ лаборатория должна быть всесторонне компетентной для проведения соответствующих испытаний;
- ✓ лаборатория должна иметь внутреннюю систему обеспечения качества, соответствующую области ее аккредитации;
- ✓ лаборатория должна применять методы и процедуры, установленные соответствующими стандартами и техническими условиями;
- ✓ испытательное оборудование, средства и методики измерений должны соответствовать требованиям стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений и нормативных документов на методы испытаний;
- ✓ помещения лаборатории должны быть защищены от воздействия таких факторов, как повышенная температура, пыль, влажность, пар, шум, вибрация, электромагнитные возмущения, и отвечать требованиям методик испытаний, санитарных правил и норм, безопасности труда и охраны окружающей среды;
- ✓ лаборатория должна быть обеспечена оборудованием и расходными материалами (химическим реактивами) для достоверного проведения испытаний и измерений;
- ✓ лаборатория должна соблюдать договоры и обеспечивать условия, гарантирующие конфиденциальность в соответствии с требованиями заказчиков и безопасные условия труда для своих сотрудников.

Орган по сертификации продукции (услуг), чтобы быть признанным в качестве компетентного, должен соответствовать требованиям ГОСТ Р 51000.5-96:

- ✓ иметь штатный персонал, возглавляемый квалифицированным руководителем, при этом должно быть исключено воздействие на персонал со стороны лиц или организаций, которые имеют коммерческую заинтересованность в результатах проводимой сертификации;
- ✓ располагать необходимыми средствами, фондом документов, необходимых для проведения сертификации, и документированными процедурами, позволяющими проводить сертификацию продукции в соответствии с требованиями, предъявленными к данной области производственной деятельности;

✓ обладать полным перечнем (реестр) сертифицированной продукции или услуг с указанием обладателей сертификатов или разрешений (лицензий) на применение знака соответствия;

✓ контролировать использование выданных им сертификатов соответствия, знаков соответствия и разрешений на их применение.

Специалисты, осуществляющие оценку соответствия продукции или услуг, испытания или инспекционный контроль, должны иметь статус экспертов системы сертификации в области, соответствующей области аккредитации органа по сертификации.

Процедура аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий в Российской Федерации включает этапы:

✓ представление организацией заявки и других документов на аккредитацию;

✓ назначение экспертов по аккредитации и экспертиза документов, результаты которой должны быть отражены в экспертном заключении, содержащем оценку соответствия предъявленной вместе с заявкой информации условиям аккредитации (представленную заявителем информацию используют для подготовки и проведения аттестации);

✓ аттестация органа по сертификации или испытательной лаборатории, проводимая непосредственно в организации-заявителе в соответствии с утвержденной программой;

✓ анализ материалов и принятие решения об аккредитации. Аккредитующий орган должен рассмотреть и проанализировать информацию, поступившую от заявителя; сведения, собранные при экспертизе; акт аттестации; документы, подтверждающие устранение выявленных несоответствий, и другую информацию, полученную в процессе аккредитации. На основе анализа аккредитующий орган принимает решение об аккредитации организации-заявителя в качестве органа по сертификации или испытательной лаборатории;

✓ оформление и выдача аттестата аккредитации. При положительном решении аккредитующий орган оформляет, регистрирует и выдает заявителю аттестат с указанием области аккредитации и срока действия (не более 5 лет), при отрицательном – направляет заявителю письмо с мотивированным отказом в аккредитации;

✓ контроль за соответствием органа по сертификации (испытательной лаборатории) условиям аккредитации, предусматривающий внутренние проверки, проводимые аккредитованной организацией, и инспекционный контроль, осуществляемый аккредитующим органом, принимающим решение о приостановлении действия или досрочной отмене аттестата аккредитации при нарушении условий аккредитации.

Предусматривается также *повторная аккредитация* и *доаккредитация*.

Повторная аккредитация проводится не реже, чем 1 раз в 5 лет. Продление действия аттестата аккредитации возможно и без повторной аккредитации. Решение об этом принимает аккредитующий орган по результатам инспекционного контроля.

Доаккредитация – это аккредитация в дополнительной области деятельности. Этой процедуре подвергается аккредитованная организация, которая претендует на расширение своей области деятельности.

5.3. Порядок проведения обязательной сертификации

Последовательность проведения сертификации

Проведение обязательной сертификации продукции включает этапы:

✓ подача заявителем письменной заявки на сертификацию;

✓ принятие органом по сертификации решения по заявке;

- ✓ отбор, идентификация образцов и их испытание;
- ✓ оценка производства;
- ✓ анализ полученных результатов органом по сертификации и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия;
- ✓ выдача сертификата и лицензии на применение знака соответствия (рис. 5.1);
- ✓ инспекционный контроль за сертифицированной продукцией.



Рис. 5.1. Знак соответствия

Схемы сертификации продукции

Схемы сертификации продукции, применяемые в России и разработанные с учетом рекомендаций ИСО/МЭК и практики подтверждения соответствия в ЕС, приведены в табл. 5.1. При выборе схем сертификации используются те из них, которые обеспечивают необходимую доказательность сертификации, в том числе схемы, принятые в международной практике.

Таблица 5.1

Схемы сертификации продукции

Номер схемы	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях и другие способы доказательства соответствия	Проверка производства (системы качества)	Инспекционный контроль сертифицированной продукции (системы качества, производства)
1	Испытания типа	-	-
1a	Испытания типа	Анализ состояния производства	-
2	Испытания типа	-	Испытания образцов, взятых у продавца
2a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Анализ состояния производства
3	Испытания типа	-	Испытания образцов, взятых у изготовителя
3a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства
4	Испытания типа	-	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя
4a	Испытания типа	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у продавца. Испытания образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства

5	Испытания типа	Сертификация производства или сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца и (или) у изготовителя
6	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества
7	Испытание партии	-	-
8	Испытание каждого образца	-	-
9	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	-	-
9а	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Анализ состояния производства	-
10	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	-	Испытания образцов, взятых у изготовителя и у продавца
10а	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя и у продавца. Анализ состояния производства

В качестве способов доказательства соответствия используются: испытание, проверка производства, инспекционный контроль, рассмотрение заявления – декларации о соответствии.

Один или несколько из приведенных в таблице способов доказательства в сочетании между собой определяют содержание схемы конкретного номера.

Схема 5 – самая сложная. Она включает испытание типового образца, проверку производства путем сертификации системы обеспечения качества либо сертификацию производства, более строгий инспекционный контроль, который проводится в двух формах: как испытание образцов сертифицированной продукции, отобранных у продавца и у изготовителя, и в дополнение к этому – как проверка стабильности условий производства и действующей системы управления качеством.

5.4. Назначение и отличительные особенности добровольной сертификации

Добровольная сертификация предусмотрена Законом Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг».

К объектам добровольной сертификации относятся научно-техническая, сельскохозяйственная, промышленная продукция, продукция социально-бытового назначения, объекты строительства; работы (процессы), услуги, системы качества и производства, другие организационные и информационные системы, а также иные объекты сертификации, на которые имеются документально установленные требования и методы проверки соблюдения этих требований.

Необходимость добровольной сертификации объясняется тем, что обязательная сертификация осуществляется, как правило, по параметрам (критериям) безопасности продукции, тогда как потребителя интересует ряд других показателей качества, а также гарантии соответствия продукции данным, заявленным в рекламе или сопроводительной документации. В настоящее время риск потребителя при приобретении не-

доброкачественной фальсифицированной продукции значителен, поскольку на рынке предлагается продукция, произведенная многими неизвестными производителями, не имеющими авторитета.

Для производителя добровольная сертификация его продукции, проведенная известной организацией, означает большую вероятность того, что эту продукцию купят. Добровольная сертификация повышает конкурентоспособность продукции, ускоряет процесс товарооборота и тем самым выступает как эффективный рыночный инструмент, в котором заинтересован как потребитель, так и изготовитель.

Добровольная сертификация представляет собой вид сертификации, которая не имеет жестких законодательных ограничений в правилах и процедурах проведения. Сфера распространения по объектам и требованиям шире сферы действия обязательной сертификации, но пересечений между ними не допускается.

Наибольшее применение добровольная сертификация российской продукции в настоящее время находит на внешнем рынке. На внутреннем рынке спрос на нее ниже, однако по ряду направлений заинтересованность в ней значительна.

Федеральные и местные органы власти прибегают к помощи добровольной сертификации продукции и услуг, результаты которой используются, например, для выдачи лицензии на определенную деятельность, получения государственных заказов на поставку товаров. Банки и страховые компании заинтересованы в наличии сертификатов на соответствующие объекты при определении размеров и условий их кредитования и страхования. Поставщикам материалов и комплектующих изделий заказчики зачастую предъявляют требование о наличии сертификата соответствия, даже в случаях, когда не предусмотрена обязательная сертификация.

Кроме продукции, работ и услуг в рамках добровольных систем проводится и сертификация систем качества и производств на соответствие международным стандартам.

В России в настоящее время действует порядка 90 систем добровольной сертификации, распространяющихся главным образом на потребительские свойства различных видов продукции, работ и услуг. Имеются системы добровольной сертификации продукции, подтверждающие одно или несколько ее функциональных свойств, есть системы комплексные, объединяющие несколько видов продукции и услуг общего конечного применения.

5.5. Организация и порядок проведения добровольной сертификации

Добровольная сертификация осуществляется органами по сертификации, входящими в систему добровольной сертификации, образованную любым юридическим лицом, разработавшим и зарегистрировавшим данную систему и ее знак соответствия в специально уполномоченном федеральном органе исполнительной власти в области сертификации. Регистрация производится в соответствии с Законом РФ «О сертификации продукции и услуг» в порядке, установленном ГОСТ Р 40.101-95 «Государственная регистрация систем добровольной сертификации и их знаков соответствия».

Участниками добровольной сертификации могут быть любые юридические лица независимо от формы собственности, выполняющие правила соответствующей системы добровольной сертификации. Структурой системы предусматриваются руководящий орган системы добровольной сертификации, орган по добровольной сертификации, испытательные лаборатории, эксперты и заявители.

Руководящий орган обеспечивает регистрацию системы добровольной сертификации на свое имя (как юридического лица) и возглавляет систему, обеспечивая ее функционирование.

В задачу руководящего органа входит проведение единой технической политики в системе, руководство органами по добровольной сертификации и координация их деятельности. Кроме того, руководящий орган ведет реестр участников и объектов добровольной сертификации в системе, рассматривает апелляции в случаях несогласия участников сертификации с принятыми в отношении их решениями.

Как руководящий орган, так и орган по добровольной сертификации (их обязанности могут быть совмещены) выполняют основные функции:

– сертифицируют объекты добровольной сертификации, выдают сертификаты соответствия, предоставляют право применения знака соответствия системы на условиях договора с заявителем;

– регистрируют сертификаты соответствия;

– осуществляют инспекционный контроль за сертифицированными объектами;

– приостанавливают или отменяют действие выданных ими сертификатов.

Испытательные лаборатории в системе добровольной сертификации:

– проводят испытания и выдают протоколы испытаний;

– обеспечивают свое соответствие требованиям аккредитации, достоверность, объективность и требуемую точность результатов испытаний, а также их воспроизводимость.

Участники системы добровольной сертификации несут ответственность за свои действия:

– орган по добровольной сертификации несет ответственность за достоверность и объективность подтверждаемых им требований, правомерность выдачи сертификата соответствия или подтверждения его действия;

– испытательная лаборатория несет ответственность за достоверность, объективность и воспроизводимость результатов испытаний;

– заявитель (держатель сертификата) несет ответственность за обеспечение соответствия при реализации или использовании сертифицированного объекта, а также за правильность применения знака соответствия.

Специальные меры ответственности, установленные законодательством для обязательной сертификации, не распространяются на добровольную сертификацию.

Функционирование системы добровольной сертификации должно осуществляться в рамках, зафиксированных при государственной регистрации области ее распространения, порядка и правил проведения сертификации, которые в целом аналогичны порядку и правилам проведения обязательной сертификации.

Добровольная сертификация может проводиться также в системе обязательной сертификации, если это предусмотрено правилами системы обязательной сертификации и при наличии в данной системе зарегистрированного в установленном порядке знака соответствия добровольной сертификации.

Добровольная сертификация продукции, подлежащей обязательной сертификации, не может заменить обязательную сертификацию этой продукции.

В каждой системе добровольной сертификации должны применяться соответствующие ей схемы сертификации, устанавливаемые исходя из специфических особенностей функционирования данной системы (продукция, услуга, партия или единичный экземпляр и т.д.).

Сертификаты соответствия в системах добровольной сертификации должны содержать сведения:

✓ наименование и регистрационный номер системы добровольной сертификации;

✓ наименование и адрес органа по добровольной сертификации;

✓ наименование и адрес заявителя;

✓ наименование и кодовое обозначение сертифицированного объекта, а также другие дополнительные сведения о нем;

- ✓ ссылку на соответствующий документ и пункты в нем, устанавливающие требования, на соответствие которым проведена сертификация;
- ✓ дату выдачи сертификата соответствия, подпись и должность уполномоченного лица.

Знак соответствия применяется при подтверждении требований конкретного нормативного документа (государственный стандарт, международный стандарт, технические условия и т.п.) в случаях, когда удостоверяется соответствие:

- всем требованиям нормативного документа;
- группе требований нормативного документа (например, требованиям надежности);
- части требований, установленных нормативным документом (например, относящиеся только к прочности).

Знаком соответствия маркируется каждая единица сертифицированного объекта (тара, упаковка, сопроводительная техническая документация и т.д.).

Финансирование работ по добровольной сертификации в системе осуществляется из средств заказчика.

Признание сертификатов добровольной системы субъектами, не входящими в систему, проводится по усмотрению этих субъектов.

В целях признания отечественных систем добровольной сертификации на международном, региональном или национальном (других стран) уровнях необходимо обеспечить:

соответствие системы общепризнанным правилам организации и функционирования таких систем, установленным в соответствующих международных и региональных документах по сертификации и аккредитации;

возможность проведения независимым органом, представляющим все стороны, беспристрастной проверки соответствия системы требованиям, обеспечивающим признание результатов ее деятельности в соответствующей международной (региональной) или национальной системе сертификации.

Глава 6. ОСНОВЫ СЕРТИФИКАЦИИ УСЛУГ И СИСТЕМ КАЧЕСТВА

6.1. Понятие и классификация услуг

Услуга – это результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственной деятельности по удовлетворению запросов потребителя. Услуги разделяют на материальные, нематериальные (или социально-культурные) и производственные.

Под материальной услугой понимают деятельность ее исполнителя по удовлетворению материальных нужд потребителя. Результатом материальной услуги является, как правило, преобразованная продукция. Например, отремонтированный автомобиль (услуги по ремонту автомобилей), сшитая вещь (услуги пошива изделий), проданный товар (услуги торговли) и т.п.

Нематериальная, или социально-культурная, услуга – это деятельность исполнителя услуги по удовлетворению социально-культурных нужд потребителя. Объектом такой услуги является собственно потребитель. Например, пациент клиники (медицинские услуги); турист (туристические услуги); пассажир (услуги пассажирского транспорта); посетитель ресторана (услуги общественного питания), бассейна (услуги физической культуры), бани (услуги бань) и др.



Рис. 6.1. Современная отечественная классификация услуг (работ)

Производственная услуга – это услуга по удовлетворению нужд предприятий и организаций. Понятие этой услуги выражается через термин «работа». Например, научно-исследовательская, опытно-конструкторская и технологическая работы; наладочные и пусковые, эксплуатационные работы и т.п. Соответствующие процессы назы-

вают «выполнением работ», «оказанием услуг». Они стали объектами сертификации, в частности, вошли в документ «Перечень работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации». На рис. 6.1 показана отечественная классификация услуг (работ).

Приведенная на рисунке классификация еще не совершенна. Она не гармонизирована с международной классификацией, не охватывает ряд новых видов услуг, появляющихся регулярно в современной российской практике сертификации.

6.2. Номенклатура сертифицируемых работ и услуг

Как и продукция, услуги, потенциально опасные для жизни, здоровья и имущества потребителя, находятся в поле зрения государства.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 13 августа 1997 г. в «Перечень работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации», включены виды услуг:

- ремонт и техническое обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры, бытовых машин и бытовых приборов;
- техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств;
- химическая чистка и крашение;
- транспортные услуги (услуги по перевозке пассажиров автомобильным транспортом);
- жилищно-коммунальные услуги (услуги гостиниц и прочих мест проживания);
- туристические и экскурсионные услуги;
- услуги парикмахерских;
- услуги торговли и общественного питания.

Однако в номенклатуру продукции и услуг, введенную с 1 октября 1998 г., вошли лишь те виды услуг из числа перечисленных выше, по которым имеются утвержденные системы сертификации. В стадии разработки находятся системы сертификации услуг розничной торговли и услуг парикмахерских. Вне сферы обязательной сертификации из-за отсутствия нормативной базы остаются такие важнейшие услуги, как услуги рынков и медицинские услуги. Число нормативных документов в настоящее время, по которым осуществляется сертификация услуг, составляет свыше 150, из них межгосударственных стандартов (ГОСТ) – 69, стандартов РФ (ГОСТ Р) – 20, остальные нормативные документы составляют отраслевые стандарты, технические условия, инструкции, положения, приказы, руководства. В частности, разработано большое число отраслевых документов для сертификации услуг автосервиса и химчистки. Тем не менее в целом нормативное обеспечение сертификации услуг (работ) находится на стадии формирования. Оно просто не успевает за возрастающей ролью услуг в современном производстве и потреблении.

6.3. Состав участников сертификации услуг

Состав и функции участников сертификации имеют ряд специфических особенностей. В состав участников системы сертификации услуг входят:

- руководящий орган системы сертификации услуг;
- центральные органы системы сертификации услуг;
- научно-методический центр стандартизации и сертификации услуг;
- методические центры системы сертификации услуг;
- аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории;
- социологические центры (лаборатории, группы специалистов);
- аккредитованные органы по сертификации систем качества услуг.

Обязанности руководящего органа системы сертификации услуг в настоящее время возложены на Госстандарт России.

Руководящий орган системы:

- создает сеть органов по сертификации и испытательных лабораторий, аккредитуя и уполномочивая их на право проведения работ;
- проводит инспекционный контроль и управляет деятельностью органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- определяет центральные органы систем сертификации однородных услуг и осуществляет контроль за их деятельностью;
- утверждает организационно-методические документы системы, создает и утверждает системы и правила сертификации услуг;
- рассматривает апелляции по вопросам сертификации услуг;
- взаимодействует по вопросам сертификации услуг с отечественными и международными организациями.

Центральные органы по сертификации:

- формируют системы сертификации однородных услуг, координируют деятельность органов по сертификации;
- устанавливают порядок и процедуры проведения сертификации услуг;
- ведут учет органов по сертификации услуг, выданных (отмененных) сертификатов соответствия и лицензий на применение знака соответствия;
- участвуют в работах по совершенствованию нормативной документации по сертификации услуг;
- обеспечивают публикацию информации о правилах и работах системы.

Методические центры:

- разрабатывают организационно-методические документы по сертификации услуг;
- формируют и совместно с техническими комитетами по стандартизации ведут фонд нормативных документов;
- обеспечивают документами участников системы.

Методические центры в основном работают при центральных органах по сертификации услуг. Потребность в них возникла при сертификации услуг в связи со слабой нормативной базой, отсутствием стандартов на потребительские свойства и требования безопасности услуг. В качестве методических центров, как правило, утверждаются отраслевые НИИ (например, НИИАТ – автосервис, автоперевозки).

Функции аккредитованных органов по сертификации и испытательных лабораторий аналогичны соответствующим структурам систем сертификации продукции.

Состав участников системы сертификации услуг постоянно изменяется и трансформируется в соответствии с меняющимися условиями практики сертификации. В настоящее время в Системе сертификации услуг ГОСТ Р аккредитовано более 200 органов по сертификации услуг, утверждено пять центральных органов по сертификации. Среди них такие, как Госкомитет по туризму и спорту – по туристическим услугам, Минтранс – по автоперевозкам и автосервису и др.

6.4. Порядок проведения сертификации услуг

Сертификация услуг (работ) осуществляется в последовательности, аналогичной проведению сертификации продукции, и предусматривает:

- подачу заявки на сертификацию;
- рассмотрение и принятие решения по заявке;
- оценку соответствия услуг (работ) установленным требованиям;
- принятие решения о выдаче сертификата;
- выдачу сертификата и лицензии на применение знака соответствия;
- проведение инспекционного контроля сертифицированных услуг (работ).

При проведении сертификации услуг (работ) в силу их особой специфики используются следующие семь схем (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Схемы сертификации услуг и работ

Номер схемы	Оценка выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг
1	Оценка мастерства исполнителя работ и услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль мастерства исполнителя работ и услуг
2	Оценка процесса выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль процесса выполнения работ, оказания услуг
3	Анализ состояния производства	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль состояния производства
4	Оценка организации (предприятия)	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль соответствия установленным требованиям
5	Оценка системы качества	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль системы качества
6	-	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Контроль качества выполнения работ, оказания услуг
7	Оценка системы качества	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Контроль системы качества

Схема 1 применяется для работ и услуг, качество которых предусматривает оценку мастерства исполнителя (образование, опыт работы, знание нормативной документации и т.д.), выборочную проверку результатов работы, а также инспекционный контроль. Схему рекомендуется применять для сертификации услуг, оказываемых индивидуальными предпринимателями и небольшими предприятиями.

Схема 2 предусматривает оценку процесса оказания услуги (проведения работ) через проверку технологического процесса, мастерства исполнителя, условий обслуживания, а также оценку безопасности и стабильности процесса. Оценка процесса оказания услуги по схеме 2 можно осуществить также через оценку системы качества (схема 7).

Схема 3 применяется при сертификации производственных (материальных) услуг, например, при ремонте и изготовлении изделий по индивидуальным заказам и т.п. Инспекционный контроль осуществляется путем выборочной проверки результатов услуги.

Схема 4 предусматривает оценку (аттестацию) предприятия, организации. При этом оценивают не только качество выполнения работ и оказания услуг по критериям схемы 2, но и правильность присвоения предприятию определенной категории, класса, звездности. Инспекционный контроль может осуществляться с использованием социологических методов. Схему 4 рекомендуется применять при сертификации крупных предприятий сферы услуг.

Схема 5 предусматривает сертификацию системы качества (схема 7) и последующий инспекционный контроль за стабильностью ее функционирования. Схему 5 рекомендуется применять при сертификации наиболее опасных работ и услуг (медицинских, по перевозке пассажиров и пр.). Схема может применяться при сертификации всех видов услуг (работ).

Сертификация по схемам 6 и 7 осуществляется с использованием декларации о соответствии с прилагаемыми к ней документами подобно сертификации продукции по схемам 9 и 10 (табл. 5.1). Схему 6 применяют при сертификации работ и услуг небольших предприятий, зарекомендовавших себя как исполнители работ и услуг высокого уровня качества. Схему 7 применяют при наличии у исполнителя системы качества. Оценка выполнения работ, оказания услуг при этом будет заключаться в обследовании предприятия с целью подтверждения соответствия работ и услуг требованиям стандартов системы качества.

Учитывая специфику объектов сертификации, при проверке результатов работ и услуг кроме инструментальных и лабораторных методов широко используются социологические и экспертные методы (оценка качества через опрос клиентов; дегустация блюд; контроль знаний обучающихся и т.п.).

6.5. Сертификация систем качества

Качество продукции – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением (ГОСТ 15467-79). Если главной целью предпринимательской деятельности является получение прибыли, то роль качества в достижении этой цели приоритетна. Система качества – это прежде всего такой способ организации дела на предприятии, который позволяет поставлять потребителю продукцию, отвечающую его требованиям. Термин «система качества» означает совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством на всех этапах его формирования (ИСО 8402).

Для потребителя система качества предприятия является аргументом доверия к этому предприятию, гарантом того, что он получит ту продукцию, которая действительно ему необходима. В мировой практике крупные фирмы уже давно перешли к взаимоотношениям со своими поставщиками на основе систем качества. Стандарты на системы управления качеством впервые были разработаны в Великобритании в 70-х годах XX в., а с середины 80-х годов Международная организация по стандартизации (ИСО) начала разработку международных стандартов по этой проблематике, широко известных теперь как стандарты серии (семейства) 9000, их около 20.

Для целей создания на предприятиях эффективных систем качества были разработаны стандарты ИСО 9004 и еще более 10 стандартов, которые выполняют роль пособий по разработке систем качества. Важнейшие 3 стандарта семейства – ИСО 9001, ИСО 9002, ИСО 9003 – носят нормативный характер и служат целям внешней оценки системы качества потребителем или третьей стороной. Именно эти 3 стандарта приняты в России в качестве национальных стандартов (ГОСТ Р ИСО 9001-96, ГОСТ Р ИСО 9002-96 и ГОСТ Р ИСО 9003-96). Остальные стандарты ИСО семейства 9000 доведены до пользователей в виде переводов как справочные.

Разработка Международных стандартов ИСО серии 9000 создала единую нормативную базу для сертификации систем качества во многих странах. По оценкам экспертов, в мире сегодня сертифицировано по ИСО 9001, ИСО 9002 или ИСО 9003 свыше 200 тысяч компаний и фирм. К проведению сертификации систем качества западные компании побуждают такие факторы, как стремление к повышению конкурентоспособности, требования заказчика (потребителя), льготное кредитование и страхование, возможность получения госзаказа, улучшения качества продукции и работ, сокращение издержек и аудиторских проверок потребителем.

Общий вывод, сделанный авторитетными специалистами на Западе, таков: эффективность работы предприятий, внедривших систему качества по ИСО 9000, в 2-3 раза выше, чем у их конкурентов, не использующих эту систему.

6.6. Становление сертификации систем качества в России

Внедрение рыночных отношений в России, развитие внешнеэкономических связей стимулировали Госстандарт принять в 1995 г. «Программу работ по развитию сертификации систем качества в РФ». Была разработана и принята «Система сертификации систем качества и производств», которая получила название «Регистр систем качества». Регистр – это система добровольной сертификации, однако она является составной частью государственной системы сертификации ГОСТ Р, которая, как известно, представляет систему обязательной сертификации. Решение о введении добровольной системы в государственную Систему ГОСТ Р объясняется известностью Системы сертификации ГОСТ Р, в том числе за рубежом, где ее сертификат и знак соответствия находят признание. Знак соответствия Регистра систем качества аналогичен знаку Системы ГОСТ Р. Он отличается лишь записью «регистр» над знаком системы и указанием номера стандарта ИСО под знаком. Регистр организован в соответствии с действующим законодательством, правилами по сертификации и государственными нормативными документами РФ, а также согласно европейским и международным правилам и нормам в области сертификации систем качества. Основными направлениями деятельности Регистра являются: сертификация систем качества; сертификация производств; инспекционный контроль за сертифицированными системами качества и производствами; международное сотрудничество в интересах взаимного признания сертификатов на системы качества.

Для обеспечения организационно-практической деятельности в рамках Регистра Госстандарт России принял 5 государственных стандартов:

- 1) ГОСТ Р 40.001-95 «Правила по проведению сертификации систем качества в Российской Федерации»;
- 2) ГОСТ Р 40.002-96 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Основные положения»;
- 3) ГОСТ Р 40.003-96 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации систем качества»;
- 4) ГОСТ Р 40.004-96 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации производств»;
- 5) ГОСТ Р 40.005-96 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Инспекционный контроль за сертифицированными системами качества и производства».

В качестве нормативных документов, на соответствие которым проводится сертификация, в Регистре используются государственные стандарты России, представляющие собой принятые «методом обложки» международные стандарты ИСО:

- а) ГОСТ Р ИСО 9001-96 «Система качества. Модель обеспечения качества при проектировании, разработке, производстве, монтаже и обслуживании»;
- б) ГОСТ Р ИСО 9002-96 «Системы качества. Модель обеспечения качества при производстве, монтаже и обслуживании»;
- в) ГОСТ Р ИСО 9003-96 «Системы качества. Модель обеспечения качества при контроле и испытаниях готовой продукции».

Структура Регистра систем качества Системы сертификации ГОСТ Р приведена на рис. 6.2.



Рис. 6.2. Структура Регистра систем качества Системы сертификации ГОСТ Р

В функции Госстандарта России входит: принятие принципиальных решений о дальнейшем развитии Регистра; рассмотрение основных правил и принципов функционирования Регистра; контроль за его деятельностью; участие в комиссии по апелляциям (при необходимости).

Технический центр Регистра организует, проводит и контролирует сертификацию систем качества и производства; участвует в инспекционном контроле; ведет Регистр сертифицированных систем качества и производств; приостанавливает или аннулирует действие сертификатов; занимается информационным обеспечением.

Совет по сертификации систем качества и производства имеет статус совещательного органа, который разрабатывает предложения для принятия решений, касающихся работы Регистра. Он состоит из специалистов заинтересованных организаций.

Комиссия по апелляциям создается Техническим центром из независимых экспертов и функционирует по мере возникновения необходимости.

Научно-методический комитет Регистра разрабатывает нормативные и методические документы; участвует в работе Совета по сертификации систем качества и производств, а также в работе Комиссии по апелляциям; формирует банк данных и банк нормативных документов.

Органы по сертификации систем качества и производств проводят сертификацию, оформляют ее результаты и осуществляют инспекционный контроль; ведут методическую работу.

Организации, прошедшие сертификацию, обеспечивают стабильность функционирования систем качества (производства); принимают корректирующие меры по ре-

результатам инспекционного контроля; информируют орган по сертификации о введенных в производственный процесс изменениях и т.д.

В России сертификация систем качества на соответствие стандартам ИСО серии 9000 еще не приобрела должного размаха. Однако уже имеются десятки предприятий, внедривших стандарты ИСО и обладающих соответствующими сертификатами. Осознав преимущества такого подхода, многие предприятия также берут на вооружение эти стандарты.

6.7. Правила и порядок сертификации систем качества и производств

Объектами проверки и оценки системы качества являются деятельность по управлению и обеспечению качества и само качество продукции (услуг).

Деятельность по управлению и обеспечению качества заявителя проверяют и оценивают *поэлементно* на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ Р ИСО 9002, ГОСТ Р ИСО 9003 согласно заявленной модели. В зависимости от вида продукции и пожеланий заявителя к проверке и оценке системы качества могут быть предъявлены дополнительные специфические требования. В этом случае руководство органа по сертификации формирует комиссию таким образом, чтобы эксперты и консультанты в совокупности обладали дополнительными знаниями по виду продукции, нормативным требованиям к ней и к технологии производства.

Качество продукции (услуги) оценивают сначала на основе информационных материалов о качестве, полученных от потребителей, торговых организаций, Госсанэпиднадзора и других предприятий, осуществляющих контроль. Затем обеспечение качества продукции в ходе производства оценивается по всей производственной цепочке путем анализа данных о качестве, регистрируемых техническим контролем предприятия (сертификация систем качества не предусматривает специальных испытаний, анализов или измерений показателей качества продукции или услуг).

Участниками проверки при сертификации систем качества являются: проверяемая организация (заявитель); эксперты органа по сертификации и консультанты, объединенные в комиссию.

Заявитель должен: заявить цель сертификации; определить область сертификации, стандарт или документ на систему качества, на соответствие которому она должна проводиться (ИСО 9001, ИСО 9002 или ИСО 9003); оформить и подать заявку на проведение сертификации системы качества в орган по сертификации (или Регистр систем качества); согласовать программу проведения проверки с органом по сертификации; назначить своего представителя, полномочного решать все вопросы, связанные с организацией и проведением проверки; по просьбе экспертов предоставлять им доступ к необходимым объектам проверки (оборудованию, персоналу, документации и др.); осуществлять корректирующие действия на основании акта и отчета о проверке; оплатить все расходы, связанные с проведением проверки и сертификации в целом, независимо от их результатов.

Комиссия, осуществляющая проверку системы качества, формируется из нескольких или даже одного эксперта в зависимости от масштаба проверяемой организации или других условий. Комиссией руководит главный эксперт (председатель комиссии). В состав комиссии не могут быть включены представители проверяемой организации, а также представители организаций, заинтересованных в результатах сертификации.

Комиссия должна: осуществлять работу в рамках назначения проверки; проводить экспертизу объективно; собирать и анализировать факты, которые имеют непосредственное отношение к проверке и являются достаточными для того, чтобы сде-

лать выводы относительно состояния проверяемой системы качества или ее элементов; излагать результаты проверки ясно, убедительно; вовремя предоставлять акты и отчеты о проверке.

1. Предсертификационный этап	
Заявка на сертификацию в орган по сертификации	
Подготовка заявителем исходных документов по образцам органа сертификации	
Анализ исходных документов в органе по сертификации	
Решение о принятии заказа на сертификацию	
Оформление договора на предварительную оценку системы качества между органом по сертификации и заявителем	
Формирование комиссии по сертификации	
2. Предварительная оценка системы качества	
Анализ системы качества по исходным документам	
Составление заключения	
Принятие решения о продолжении работ по сертификации	
Оформление договора на оценку системы качества на предприятии-заявителе	
3. Проверка системы качества	
Разработка программы проверки	
Проведение проверки	
Составление акта проверки	
Заключительное совещание по результатам проверки	
Принятие решения о рекомендации системы качества к сертификации	
Окончательное решение о сертификации в Техническом центре регистра	
Выдача сертификата соответствия и лицензии на применение знака соответствия (отказ)	
Заключение договора на проведение инспекционного контроля	
4. Инспекционный контроль	
Проведение ежегодного инспекционного контроля сертифицированной системы качества	
Составление актов по результатам контроля	
Принятие решения о подтверждении, приостановлении или аннулировании сертификата соответствия и лицензии на знак соответствия	

Рис. 6.3. Этапы сертификации систем качества и их содержание

Этапы проведения работ по сертификации систем качества

Сертификация систем качества, согласно ГОСТ Р 40.003-96, осуществляется в три этапа:

- предварительная оценка системы качества;
- проверка и оценка системы качества в организации;
- инспекционный контроль сертифицированной системы качества.

Кроме того, существует *предсертификационный этап* – оформление предстоящих работ по сертификации и их организация. В сжатом виде содержание этапов сертификации систем качества показано на рис. 6.3.

Согласно принятым в Регистре критериям качества (ГОСТ Р 40.003-96) систему качества признают соответствующей стандарту при отсутствии значительных несоответствий или при наличии 10 или менее малозначительных несоответствий. Несоответствия определяются в терминах конкретных требований стандарта или других документов, на соответствие которым проводится проверка.

Значительным несоответствием считается, например, отсутствие одного элемента, малозначительным – некоторые упущения при реализации отдельных требований стандарта.

Результаты проверки, выводы и рекомендации комиссии оформляются в виде акта о результатах проверки и оценки системы качества, которые и докладываются на заключительном совещании. При положительных результатах орган по сертификации оформляет проект сертификата соответствия системы качества и проект разрешения (лицензии) на применение знака соответствия. Проекты документов с сопроводительным письмом представляются Техническому центру вместе с актом о результатах проверки системы качества. Одновременно орган по сертификации и организация заключают договор на проведение инспекционного контроля.

На основе представленных документов Технический центр Регистра регистрирует сертификат соответствия системы качества и направляет подписанные документы с уведомлением о принятом решении органу по сертификации для вручения их заявителю.

Инспекционный контроль за сертифицированными системами качества устанавливается на весь период действия сертификата и проводится не менее одного раза в год. Цель контроля состоит в подтверждении того, что система качества продолжает соответствовать требованиям, которые предъявлялись к ней при сертификационной проверке. Правила и порядок проведения инспекционного контроля установлены в ГОСТ Р 40.005-96.

Сертификация производства

Сертификация производства представляет собой действие независимой, компетентной организации (третьей стороны), доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что соответствующим образом идентифицированное производство и его условия гарантируют стабильность определенных качественных характеристик производимой продукции, работ или услуг, установленных нормативными документами.

В качестве основных стимулов, побуждающих предприятия к сертификации своих производств, можно назвать:

- выполнение основного этапа сертификации системы качества. Сертификацию производства можно считать либо самостоятельной процедурой, либо составной частью системы обеспечения качества (так же как и схемы сертификации продукции);
- повышение конкурентоспособности продукции и облегчение ее выхода на мировой рынок;
- сокращение затрат на испытания на этапе инспекционного контроля за сертифицируемой продукцией, так как сертификация продукции по схеме 5 (с сертификацией производства) предусматривает возможность уменьшения частоты или даже полного исключения инспекционных испытаний.

Требования к сертифицируемым производствам регламентируются ГОСТ Р ИСО 9002 (пп. 4.8–4.16 и 4.20) и ГОСТ Р 40.004-96 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации производств».

Таблица 6.2

Объекты проверки при сертификации систем качества, производств и анализе условий производств в схемах сертификации продукции 2а-4а, 9а, 10а

№ п/п	Объекты проверки	Наличие (+) или отсутствие (-) требований при проверке				
		Сертификация систем качества			Сертификация производства	Анализ условий производства в схемах 2а-4а, 9а, 10а
		ИСО 9001	ИСО 9002	ИСО 9003		
1	Ответственность руководства	++	++	+	-	-
2	Система качества	++	++	+	-	-
3	Анализ контракта	++	++	++	-	-
4	Управление проектированием	++	-	-	-	-
5	Управление документацией и данными	++	++	++	-	-
6	Закупки	++	++	-	-	-
7	Управление продукцией, поставляемой потребителям	++	++	++	-	-
8	Идентификация продукции и прослеживаемость	++	++	+	++	-
9	Управление процессами	++	++	-	++	+
10	Контроль и проведение испытаний	++	++	+	++	+
11	Управление контрольным, измерительным и испытательным оборудованием	++	++	++	++	-
12	Статус контроля и испытаний	++	++	++	++	-
13	Управление несоответствующей продукцией	++	++	+	++	-
14	Корректирующие и предупреждающие действия	++	++	+	++	-
15	Погрузочно-разгрузочные работы, хранение, упаковка, консервирование и поставка	++	++	++	++	-
16	Управление регистрацией данных о качестве	++	++	+	++	-
17	Внутренние проверки качества	++	++	-	-	-
18	Подготовка кадров	++	++	+	-	-
19	Техническое обслуживание	++	++	-	-	-
20	Статистические методы	++	++	+	+	-

При сертификации производства оценке подвергаются объекты (табл. 6.2):

- продукция предприятия (оценка качества продукции в сфере реализации и потребления, анализ обнаруженных дефектов);
- технология производства (технологические процессы, транспортировка, хранение, упаковка);
- технический контроль (входной, операционный, приемочный) и испытания (все виды испытаний);
- техническое обслуживание и ремонт оборудования, оснастки, поверка контрольно-измерительных приборов.

Сертификация производства осуществляется в шесть этапов: 1) представление заявки на сертификацию, 2) предварительная оценка исходных материалов, 3) составление программы сертификации, 4) проверка производства, 5) оформление сертификата соответствия, 6) инспекционный контроль за сертифицированным производством.

В соответствии с ГОСТ Р 40.004-96 с 1 сентября 1998 г. сертификаты на производство в Системе ГОСТ Р стали выдаваться на бланках нового образца и проходить регистрацию в Техническом центре Регистра систем качества Госстандарта России. В новом бланке сертификата введена запись: «Состояние производства соответствует ГОСТ Р ИСО 9002-96 (пп. 4.8–4.16, 4.20.2)».

По состоянию на 1999 г. в России сертифицировано свыше 300 производств, среди которых главным образом пищевые, химические, электротехнические и машиностроительные процессы.

Глава 7. ЗАРУБЕЖНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ

7.1. Сертификация на международном уровне

Для преодоления в международной торговле так называемых технических барьеров, возникающих из-за различий в требованиях национальной сертификации, многие страны кроме заключения двусторонних соглашений объединенными усилиями стали формировать региональные и международные организации по сертификации. Цель таких организаций – оптимизация правил и условий внешней и внутренней торговли, разработка единых стандартов и организационно-методических документов, обеспечивающих гармонизацию процедур во всех областях деятельности по сертификации.

Крупнейшей международной организацией, ставящей своей целью разработку правил и условий мировой торговли, является Генеральное соглашение по тарифам и торговле (ГАТТ). С 1993 г. ГАТТ преобразовано во Всемирную торговую организацию – ВТО.

Членами ГАТТ/ВТО являются 123 государства, на долю которых приходится около 90% мирового товарооборота. В 1992 г. Российская Федерация унаследовала от СССР статус наблюдателя в ГАТТ, который открыл перед нашей страной ряд существенных возможностей, позволив, в частности, привлекать специалистов ГАТТ к экспертизе российского внешнеэкономического законодательства, а также пользоваться в полном объеме имеющейся в ГАТТ информацией о торговой статистике, ограничительных мерах, вводимых другими странами, и т.д.

Около 20 государств, в том числе Россия и другие страны СНГ, находятся в стадии присоединения к Генеральному соглашению. Целями присоединения России к ГАТТ/ВТО в качестве полноправного участника являются:

- устранение дискриминационных ограничений в отношении российского экспорта и улучшение доступа на мировые рынки российских товаров и услуг;
- перевод торгово-экономических отношений России со странами третьего мира на равноправную долгосрочную экономико-правовую основу и, как следствие, повышение конкурентоспособности всех отраслей российской экономики;
- совершенствование внутренней законодательной базы и практики ее применения с целью дальнейшего развития экономических реформ.

Основные требования ГАТТ/ВТО в области стандартизации сводятся к тому, чтобы технические регламенты и стандарты, разрабатываемые участниками Соглашения, не создавали препятствий международной торговле. В тех случаях, когда необходимо разработать технические регламенты или стандарты, а соответствующие международные стандарты уже существуют или находятся на стадии разработки, стороны должны использовать эти стандарты полностью или частично в качестве основы.

В случае, если необходимого международного стандарта не существует и предполагается разработка соответствующего национального стандарта, необходимо как можно раньше информировать об этом заинтересованные стороны, в том числе секретариат ГАТТ/ВТО.

Требования ГАТТ/ВТО в области оценки соответствия сводятся к следующему. Стороны должны гарантировать, что системы оценки соответствия разрабатываются и применяются так, чтобы не создавать препятствий в международной торговле. В случае, если соответствующих рекомендаций международных организаций не существует или системы оценки соответствия отличаются от рекомендаций международных организаций, нужно как можно раньше обеспечить издание уведомления о предполагаемом введении системы оценки соответствия, чтобы все заинтересованные стороны могли своевременно ознакомиться с этим уведомлением.

В области информации ГАТТ/ВТО требует, чтобы каждая сторона обеспечила создание информационно-справочной службы для ответов на запросы заинтересованных лиц других сторон, касающиеся любых технических регламентов, любых стандартов, принятых или разрабатываемых центральными или местными правительственными органами или региональными органами по стандартизации, любых систем оценки соответствия, действующих или разрабатываемых на их территориях, применяемых центральными или местными правительственными или неправительственными органами.

Деятельность Международной организации по стандартизации (ИСО) в области сертификации заключается в организационно-методическом обеспечении данной процедуры. При разработке стандартов ИСО на продукцию основной акцент делается на установлении единых методов испытаний, а также на определении требований к продукции в части ее безопасности для жизни, здоровья людей, охраны окружающей среды, взаимозаменяемости.

На основе национального опыта передовых в промышленном отношении стран в ИСО разработаны также стандарты, устанавливающие единообразный подход к оценке систем обеспечения качества продукции на предприятиях (серия стандартов ИСО 9000).

ИСО поддерживает контакты по вопросам стандартизации более чем с 400 международными организациями. В долгосрочную стратегию деятельности ИСО входят вопросы сотрудничества с организациями потребителей, установления специальных связей по техническому сотрудничеству с ГАТТ/ВТО.

Россия как правопреемница СССР является членом ИСО с правом голоса, избрания в Совет и участия в заседаниях Генеральной ассамблеи ИСО.

Международной стандартизацией в области электротехники, электроники, радиосвязи, приборостроения занимается Международная электротехническая комиссия (МЭК). С момента образования ИСО в 1947 г. МЭК, сохранив свою автономность, работает как филиал ИСО. В настоящее время членами МЭК являются национальные комитеты разных стран, в том числе России, представляющие интересы всех отраслей промышленности.

Использование знака ИСО/МЭК означает мировое признание.

Безопасность – ведущее требование к продукции, входящей в сферу деятельности МЭК. Стандарты МЭК носят рекомендательный характер, страны имеют полную независимость в вопросах их применения на внутреннем рынке (кроме стран, входящих в ГАТТ), однако они приобретают обязательный характер в случае выхода продукции на мировой рынок.

В России действуют секретариаты некоторых технических комитетов МЭК.

В рамках МЭК организованы две международные системы сертификации.

Первая система – Система сертификации изделий электронной техники на соответствие стандартам МЭК (ОС ИЭТ МЭК), созданная в 1980 г. (резисторы, конденсаторы, транзисторы и др.). В настоящее время в Системе участвуют 24 страны, признающие ее правила и процедуры. Россия в качестве преемницы СССР продолжает работы в данной Системе.

Вторая система – Система МЭК по испытаниям электрооборудования на соответствие стандартам безопасности (МЭКСЭ), в которой с 1984 г. осуществляется сертификация на соответствие стандартам МЭК по безопасности 14 видов электротехнических изделий (в том числе бытовых электроприборов, медицинской, вычислительной, информационной техники, кабелей, светотехнических, электроустановочных изделий и т.д.).

Цель деятельности Системы – содействие международной торговле электрооборудованием, эксплуатация которого осуществляется неспециалистами в области электротехники.

тротехники, на основе взаимного признания результатов сертификации, осуществляемой в странах – участницах Системы.

В настоящее время в число участников Системы входят 34 национальных сертификационных органа, в том числе США, Канада, Англия, Франция, Япония и другие ведущие страны мира и 70 испытательных лабораторий, которые по желанию заявителя из любой страны могут провести испытания электрооборудования и выдать сертификат, подтверждающий соответствие изделия требованиям стандарта МЭК. Этот сертификат позволяет без дополнительных испытаний получить национальный сертификат соответствия или одобрение в любой стране – участнице Системы МЭК.

Россия участвует в этой Системе как полноправный член с 1989 г.

Сотрудничество на международном уровне между странами в областях взаимного признания аккредитации испытательных организаций осуществляется в рамках Международной конференции по аккредитации испытательных лабораторий (ИЛАК).

В задачи ИЛАК входит гармонизация в международном масштабе требований на аккредитацию лабораторий, содействие ликвидации технических барьеров в международной торговле, активное сотрудничество с органами по сертификации, действующими на международном и национальном уровнях.

Важной международной организацией, деятельность которой направлена на содействие экономическим отношениям между европейскими странами, а также между ними и остальным миром, является Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН), созданная после окончания Второй мировой войны по решению Генеральной Ассамблеи ООН. Работа в ЕЭК ООН ведется в органах, функционирующих на постоянной и временной основах (комитетах, подкомитетах, рабочих группах) по разным отраслям промышленности, транспорта, сельского хозяйства, торговли, науки и техники. Деятельность комитетов и рабочих групп ЕЭК ООН направлена на обеспечение безопасности человека, защиту флоры и фауны, упрощение процедур торговли, стандартизации, сертификации и контроля качества различных товаров, в том числе на введение в стандарты на продукцию требований безопасности. В рамках ЕЭК ООН осуществляется деятельность Международной системы сертификации автотранспортных средств. Основным нормативным документом при проведении сертификации транспортных средств являются Правила ЕЭК ООН.

Члены ЕЭК ООН – практически все страны Европы, в том числе Россия, а также США, Канада, Израиль. В работе Комиссии имеют право принимать участие в качестве наблюдателей или консультантов представители любой страны – члена ООН.

К международным специализированным организациям относится Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО). Среди членов ФАО – 169 государств – членов ООН и одна региональная организация – ЕЭС.

В задачи ФАО входит сбор, анализ, обработка и распространение информации по вопросам питания, продовольствия и сельского хозяйства, включая рыболовство, продукты моря, лесное хозяйство и сырьевые товары леса. Организация содействует мероприятиям в национальном и международном масштабах, направленным на поднятие уровня питания и жизненного уровня народов. В рамках ФАО разрабатываются системы сертификации и контроля качества. К ним относятся системы сертификации по выращиванию и защите растений, продуктам питания, лесным, рыбным ресурсам и др.

Россия действует в рамках ФАО в качестве наблюдателя.

Как международная организация, специализирующаяся в области здравоохранения, известна Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). Целью ВОЗ, согласно Уставу, является достижение всеми народами мира высокого уровня здоровья, трактуемого как полное физическое и душевное благосостояние. ВОЗ входит в систему учреждений ООН. Деятельность ВОЗ охватывает широкий круг проблем, среди которых – создание и развитие всеобъемлющих служб здравоохранения, профилактика болезней

и борьба с ними, оздоровление окружающей среды и развитие кадров здравоохранения.

Международная организация, известная как комиссия «Кодекс Алиментариус», имеет целью разработку стандартов на продовольственные товары, предусматривающие ограждение потребителя от опасных для здоровья продуктов и от мошенничества; обеспечение соблюдения справедливых норм торговли пищевыми продуктами; координацию работ по стандартизации продуктов питания, проводимых правительственными и неправительственными организациями. Комиссия после разработки и принятия стандартов публикует их в сборнике «Кодекс Алиментариус» в качестве региональных или международных стандартов. В «Кодекс Алиментариус» входят также положения, касающиеся гигиены и питательных качеств пищи, включая микробиологические нормы; положения о пищевых добавках, остатках минеральных удобрений, загрязняющих веществах, этикетировании и товарном виде, методах анализа и взятия проб.

В 1960 г. для координации и распространения опыта работы потребительских организаций отдельных стран, направленной на защиту потребителей от некачественной и опасной продукции, была создана Международная организация потребительских союзов (МОПС). Ее членами являются свыше 160 потребительских ассоциаций из многих стран мира.

Среди целей МОПС – участие в деятельности по разработке международных стандартов, обеспечение международного сотрудничества при проведении сравнительных испытаний товаров широкого потребления, осуществление тесной связи с органами ООН и другими международными организациями с целью максимального представления интересов каждой страны на международном уровне. МОПС имеет консультативный статус в разных международных организациях, в том числе в ФАО, ВОЗ, ИСО, МЭК, ЕС.

Международной организацией, занимающейся сертификацией спортивного оружия, является Постоянная международная комиссия по испытаниям ручного огнестрельного оружия (ПМК), в которую входят представители стран – членов Конвенции по взаимному признанию испытательных клейм ручного огнестрельного оружия (известная как Брюссельская конвенция). При ПМК создана Международная система сертификации ручного огнестрельного оружия. Система была основана с целью установления в мире единых норм и правил производства и испытаний стрелкового оружия и боеприпасов. В этой системе страны – участницы Конвенции обязуются признавать у себя на территории национальные клейма безопасности оружия договаривающихся сторон. Требования Конвенции являются обязательными не только для членов организации, но и для тех, кто торгует с ними оружием.

В России принят Закон РФ «Об оружии», который устанавливает обязательную сертификацию в системе ГОСТ Р всех разновидностей ручного огнестрельного (как отечественного, так и импортного) оружия. Россия официально присоединилась к ПМК Брюссельской конвенции в 1994 г. Государственная испытательная станция РФ имеет право ставить клейма на отечественном оружии, признаваемые всеми странами – членами Конвенции.

Среди международных частных организаций, занимающихся сертификацией, широко известны такие, как Регистр Ллойда, – независимая корпорация, в течение двух столетий являющаяся мировым лидером среди сертификационных организаций; ТЮФ (TUV) – организация, образованная всеми обществами технического надзора Германии, регламентирующая работы по сертификации, в том числе систем качества; норвежская фирма «Дет Норске Веритас» – ДНВ – одна из старейших сертификационных организаций, имеющая более чем столетний опыт работы; СЖС (SGS) – крупнейшая независимая международная организация по инспектированию, управлению торговлей и

отправкой сырьевых материалов, нефти и продуктов нефтехимии, сельскохозяйственных продуктов и промышленного оборудования; «Инчкейп» – ведущая корпорация, объединяющая многие старейшие компании, занимающиеся независимыми испытаниями, инспектированием и сертификацией, признанный мировой лидер в области испытаний и оценки нефти, нефтепродуктов, электротоваров, потребительских товаров, минералов, зерна и хлопка.

7.2. Сертификация на региональном уровне

На региональном уровне сертификация осуществляется рядом организаций, крупнейшей из которых является Европейский союз.

Европейский союз (ЕС) – преемник Европейского сообщества, созданный в 1993 г. в соответствии с так называемым Маастрихтским договором. В настоящее время ЕС объединяет 15 стран. Отмена технических (нетарифных) барьеров для свободной торговли товарами – одна из целей стран ЕС. Деятельность ЕС для достижения этой цели направлена на правовое и нормативное обеспечение работ по сертификации. Странами ЕС предусмотрено выполнение программы по устранению различий между национальными стандартами и техническими регламентами через разработку Директив ЕС и евро-стандартов. Одновременно выдвинуто жесткое требование: европейские стандарты должны иметь высокий научно-технический уровень и отражать новейшие достижения в технике и технологии, а Директивы ЕС – содержать эффективные меры, препятствующие проникновению в Союз опасной для населения и окружающей среды продукции.

В ЕС действует принцип взаимного признания: если имеется Директива ЕС, соответствие товара любому стандарту в любом государстве – члене Союза дает право выхода этого товара на весь европейский рынок.

Одним из главных направлений технической политики в ЕС является внедрение методов обеспечения качества на базе стандартов EN серии 29 000 (соответствуют серии стандартов ИСО 9000). При этом предоставляется возможность использования сертифицированной системы качества при подтверждении соответствия продукции установленному образцу или стандарту как альтернативы традиционной системе сертификации третьей стороной, что позволяет изготовителю сократить затраты на сертификацию.

Во всех странах ЕС приняты к использованию единые критерии оценки испытательных лабораторий, органов по сертификации и надзору, разработанные в таких авторитетных международных организациях, как ИСО, МЭК и ИЛАК (Международная конференция по аккредитации испытательных лабораторий). Эти критерии включены в серию европейских стандартов EN 45 000.

Для оценки соответствия продукции евростандартам, согласно решению Совета ЕЭС, используются так называемые модули – способы подтверждения соответствия, каждый из которых является совокупностью определенных типовых процедур (табл. 7.1). Выбор процедур оценки соответствия предоставляется изготовителю, за исключением тех случаев, когда есть обоснованная необходимость в других вариантах. Основным фактором, определяющим выбор процедуры сертификации, является обеспечение требуемого уровня безопасности. Однако принимаются во внимание и другие факторы (характер продукции, производства и др.).

Перечень модулей оценки соответствия продукции Директивам ЕС

Обозначение модуля	Стадия проектирования	Стадия производства
A	Декларация изготовителя о соответствии	
C	-	Декларация изготовителя о соответствии типу
D	-	Декларация изготовителя о соответствии типу, и использование системы качества по EN 29 002, одобренной уполномоченным органом
E	-	Декларация изготовителя о соответствии типу, и использование системы качества по EN 29 003, одобренной уполномоченным органом
G	Проверка соответствия каждого образца продукции уполномоченным органом	
H	Декларация изготовителя о соответствии при использовании системы качества по EN 29 001, одобренной уполномоченным органом	

В ЕС установлен единый знак соответствия – CE (рис. 7.1), применение которого определено следующими правилами:

- ✓ знак свидетельствует о соответствии продукции основным требованиям Директив ЕС и только им (а не гармонизированным евростандартам);
- ✓ национальные знаки могут использоваться одновременно со знаком CE, если они не обозначают соответствия основным требованиям безопасности;
- ✓ знак CE не подразумевает определенную процедуру оценки соответствия, хотя опыт применения модульного подхода показал, что знак присваивается при оценке на производственной стадии;
- ✓ в случае привлечения третьей стороны к оценке допускается нанесение ее знака или печати одновременно со знаком CE;
- ✓ знак CE наряду со всем сказанным свидетельствует о том, что законодательные нормы ЕС гарантируют безопасность.

Поскольку режим торговли с ЕС весьма важен для российского бизнеса (страны Сообщества являются крупнейшими торговыми партнерами России), между Российской Федерацией и ЕС заключено торговое-экономическое соглашение, которое нацеливает стороны на партнерство между собой, в том числе на сотрудничество в конкретных отраслях стандартизации, науки, техники, космической промышленности, связи.

На региональном европейском уровне функционируют различные организации, обеспечивающие реализацию интеграционной политики ЕС. К ним относятся такие организации, как Европейская организация по качеству (ЕОК), Европейский комитет по стандартизации (СЕН), Европейская орга-



Рис. 7.1. Знак соответствия Директивам ЕС

низация по содействию сотрудничеству испытательных лабораторий (ЕВРОЛАБ), Европейская организация по испытаниям и сертификации (ЕОИС), Европейский комитет по оценке и сертификации систем качества (ЕКС) и др.

К региональным организациям относится также учрежденный в 1992 г. Содружеством независимых государств (СНГ) Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). В 1996 г. МГС признан ИСО как региональная организация под названием «Евразийский межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации». В работе МГС принимают участие суверенные государства, бывшие республики СССР. К числу основных задач МГС относятся:

- ✓ осуществление согласованных действий по стандартизации, метрологии, сертификации продукции, работ (услуг) и систем качества;
- ✓ устранение технических барьеров в экономическом сотрудничестве;
- ✓ обеспечение объективной оценки качества продукции и взаимного признания сертификатов и знаков соответствия на поставляемую продукцию.

Среди других важных региональных организаций, осуществляющих свою деятельность по обеспечению взаимного признания результатов работ по стандартизации и сертификации, присутствуют:

1) *Международная ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН)* – межправительственная организация, объединяющая в настоящее время 6 стран и созданная с целью решения задач развития регионального сотрудничества в области стандартизации и сертификации, содействия развитию промышленности и торговли;

2) *Африканская региональная организация по стандартизации (АРСО)*, созданная в 1977 г. с целью содействия развитию стандартизации, сертификации и испытаний в 23 африканских государствах;

3) *Арабская организация по стандартизации и метрологии (АСМО)*, действующая с 1968 г. В ее работе принимают участие 17 арабских стран;

4) *Панамериканский комитет стандартов (КОПАНТ)*, учрежденный в 1961 г. 19 странами Центральной и Латинской Америки;

5) *Межскандинавская организация по стандартизации (ИНСТА)*, созданная в 1952 г. по инициативе национальных организаций по стандартизации Дании, Норвегии, Финляндии и Швеции.

7.3. Сертификация в отдельных странах, региональная и международная сертификация

Сертификация в Германии базируется на законах в области охраны здоровья и жизни населения, безопасности труда, экономии ресурсов, защиты окружающей среды и интересов потребителей. В стране действует закон об ответственности за изготовление недоброкачественной продукции, который гармонизирован с законодательством стран – членов ЕС и служит законодательной базой для сертификации в рамках единого европейского рынка. Общенациональная система сертификации в стране включает несколько систем сертификации, удовлетворяющих потребности германской экономики на 80–90%. В числе наиболее известных среди них – Система А1 – система сертификации соответствия стандартам DIN и Система D – система надзора за соответствием строительных конструкций.

Система А1 охватывает все виды изделий, на которые установлены требования в стандартах DIN. К ней имеют одинаковый доступ германские и зарубежные организации, заинтересованные в сертификации своей продукции. Руководит ею Германский институт стандартизации (нем. Deutsches Institut für Normung (DIN)). Система носит добровольный характер. Изделия, испытанные на соответствие требованиям стандар-

тов DIN, маркируются знаком (рис. 7.2). Использование знака сопровождается инспекционным контролем.

Система D является обязательной и распространяется на продукцию строительного профиля, на которую действуют законодательные предписания и распоряжения федеральных органов управления землями. Общее руководство системой осуществляет Германский институт строительной техники (DIBT), основные нормативные документы системы – стандарты DIN.

Другие системы обеспечивают сертификацию средств измерений, электротехнических и электронных изделий, газового оборудования, сельскохозяйственных и строительных материалов и т. д.

Сертификация во Франции осуществляется Французской ассоциацией по стандартизации (AFNOR), Французским центром внешней торговли (CNCE), Центром информации о нормах и технических регламентах (CINR), Союзом электротехников (UTE).

AFNOR определяет полномочия испытательных центров и лабораторий, отвечает за их аккредитацию, за присвоение и отмену знака соответствия национальным стандартам NF (рис. 7.2), координирует сотрудничество национальных органов по сертификации с международными организациями.



Рис. 7.2. Знаки соответствия стандартам DIN и NF

CNCE отвечает за сертификацию экспортируемых и импортируемых товаров.

CINR осуществляет информационное обеспечение национальной системы сертификации и отраслей экономики, располагая банком данных о более чем 400 тысячах стандартов, правилах и системах сертификации, процедурах аккредитации многих стран мира, международных и региональных организаций.

UTE разрабатывает нормативные требования для сертификации электронной и электротехнической продукции, являясь не только уполномоченным AFNOR отраслевым органом по сертификации, но и национальной организацией по стандартизации в области электроники, электротехники и связи.

Сертификация на знак NF носит добровольный характер. Исключение составляет продукция медицинского направления (материалы, лекарства, оборудование), где испытания, в том числе и клинические, обязательны. Такие товары маркируются знаком NF-MEDICAL.

Знаком NF во Франции маркируется более 100 тысяч видов продукции, он имеет 110 модификаций для различных отраслей. Продукция зарубежного производства также может маркироваться этим знаком, если она соответствует установленным требованиям для аналогичной французской продукции.

Соответствие Директивам ЕС подтверждается сертификацией третьей стороной и знаком CE (см. рис. 7.1). Во Франции около 20% выпускаемой продукции подвергается такому способу оценки.

Сертификация в США базируется на многочисленных законах по безопасности различных видов продукции, которые и служат правовой основой сертификации соответствия. Важнейшим из них является закон о безопасности потребительских товаров. Согласно этим законам обязательной сертификации подлежит продукция, на которую принят государственный стандарт, а также продукция, закупаемая государством на внутреннем и внешнем рынках. Обязательная сертификация контролируется государственными органами.

Общее руководство сертификацией в стране осуществляет Сертификационный комитет, действующий в составе NIST – Национального института стандартов и технологий,

который разрабатывает обязательные стандарты. В функции Сертификационного комитета входит одобрение и регистрация программ по сертификации, правил проведения сертификации, проверка компетентности органов по сертификации (наличие надлежащего оборудования, уровень квалификации персонала и т.д.). Сертификационный комитет координирует работы по стандартизации и представляет США в ИСО, МЭК и других международных организациях. В США в сертификационных работах участвует более 2000 испытательных лабораторий.

Сертификация в Японии осуществляется в трех формах:

- обязательная сертификация на соответствие законодательным требованиям;
- добровольная сертификация на соответствие национальным стандартам JIS, которую проводят органы, уполномоченные правительством;
- добровольная сертификация, проводимая частными органами по сертификации.

Соответствие широкого диапазона товаров требованиям японских стандартов обозначается знаком JIS (рис. 7.3).

По отдельным видам продукции в законах вводятся категории, характеризующие степень их опасности для пользователя. Например, для электротехнических изделий установлены категории А и Б. Для разных категорий применяются разные схемы сертификации и знаки соответствия Т (см. рис. 7.3).



Рис. 7.3. Знаки соответствия стандартам JIS (слева) и знаки соответствия электротехнических изделий (справа)

Для более опасных товаров (категория А) предусмотрена сертификация третьей стороной, а для изделий категории Б – заявление – декларация изготовителя. Электротехнические товары, не маркированные знаком соответствия Т, японский покупатель воспринимает как низкокачественные со всеми вытекающими отсюда последствиями для изготовителя и продавца.

Экспортер товаров на японский рынок должен представлять свой продукт на испытание в соответствующем японском испытательном центре. Сделать это он имеет право только через японских посредников, которые в свою очередь проходят через определенную процедуру.

Добровольная сертификация на соответствие стандарту JIS не всегда подтверждает соответствие требованиям безопасности. Этот вид сертификации находится в ведении Министерства внешней торговли и промышленности Японии. Заявитель должен обращаться к министру, что в одинаковой степени относится и к экспортерам на японский рынок, если с ними не заключено соглашение о взаимном или одностороннем признании результатов испытаний. Как правило, схема сертификации включает оценку действующей системы качества на соответствие стандартам ИСО 9000 и инспекционный контроль.

Для проведения сертификации систем качества была создана Японская ассоциация по сертификации качества (JAB), деятельность которой строится в соответствии с документами ИСО и МЭК.

Сертификация в Китайской Народной Республике основывается на государственных законах и постановлениях, имеющих силу законов, принятых высшими органами государственной власти КНР.

Основными организациями, осуществляющими на государственном уровне управление качеством продукции, являются Государственное бюро по техническому надзору (ГБТН) и Государственное управление по инспекции импортных и экспортных

товаров (ГУИИЭТ), которое осуществляет контроль экспортной и импортной продукции, включая их сертификацию.

Национальные стандарты КНР, содержащие требования безопасности, охраны здоровья, экологической защиты и защиты прав и интересов потребителей, являются обязательными. Остальные стандарты носят рекомендательный характер.

Специально для поставщиков зарубежных товаров ГУИИЭТ издало Руководство по получению сертификата качества для импортной продукции от Государственной инспекции импортных и экспортных товаров КНР, в котором изложена последовательность действий импортера, желающего ввезти в КНР товар, подлежащий контролю.

В КНР до начала 2000-х годов действовали знаки, применяемые на импортируемых и экспортируемых товарах (рис. 7.4, а):

✓ знак безопасности для здоровья – буквы CCIB (China Commodity Inspection Bureau, государственный знак качества и безопасности) в круге голубого цвета с индексом H, означающим «здоровье»;

✓ знак безопасности – буквы CCIB в круге желтого цвета с индексом S, означающим «безопасность»;

✓ знак качества – буквы CCIB в круге красного цвета с индексом Q, означающим «качество».

Для отдельных видов электротехнической продукции использовался знак CCEE (China Commission for Conformity Certification of Electrical Equipment, знак электрической безопасности), рис. 7.4, б.

В настоящее время знаки CCIB и CCEE заменены одним – CCC (China Compulsory Certificate, знак Центра сертификации Китая), рис. 7.4, в.



Рис. 7.4. Знаки соответствия CCIB (а), CCEE (б), CCC (в)

Знаки ставятся на товарах, включенных в перечни, на основании результатов их контроля на государственном уровне или на уровне провинций в течение двух лет подряд. Знак безопасности должен ставиться на проверенных импортируемых товарах при наличии соответствующего сертификата.

Глава 8. ОСОБЕННОСТИ ОТРАСЛЕВОЙ СЕРТИФИКАЦИИ

8.1. Сертификация электрооборудования и электронных изделий

Система сертификации электрооборудования (ССЭ) на соответствие стандартам безопасности была создана в России в 1992 г. Система включает в себя 28 групп продукции электрооборудования, объединенных едиными правилами по сертификации, базирующимися на документах системы сертификации ГОСТ Р.

Системой кроме бытовых электроприборов, радиоэлектронной аппаратуры, кинофототехники охватывается промышленное электротермическое оборудование, медицинская техника, трансформаторы, электродвигатели, информационная техника, измерительные приборы и др. Помимо обязательной сертификации на основе упомянутых правил возможно проведение и добровольной сертификации электрооборудования, входящего в Систему.

Госстандарт России является участником Международной системы сертификации электрооборудования (МЭКСЭ), поэтому нормативная база Системы и процедуры, установленные в ней, гармонизированы с нормативной базой и процедурами, принятыми в Международной системе. Руководство деятельностью в рамках ССЭ осуществляет центральный орган ССЭ, функции которого выполняет отдел информатики, электротехники и приборостроения Госстандарта России.

Структура и участники ССЭ приведены на рис. 8.1.

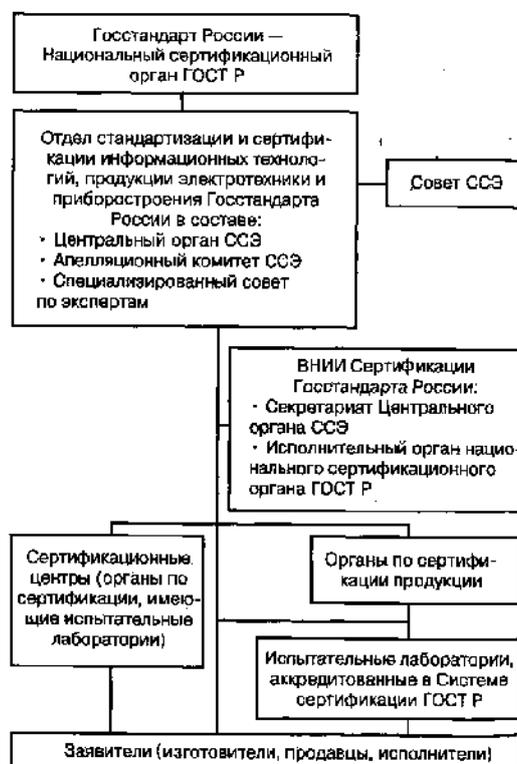


Рис. 8.1. Структура и участники системы сертификации электрооборудования

Нормативная база системы включает в себя 320 государственных стандартов. Ее отличительной особенностью является то обстоятельство, что она основывается на использовании стандартов по безопасности Международной электротехнической комиссии (МЭК). Известно, что стандарты МЭК активно применяют 120 стран мира. На их основе разработаны стандарты серии EN, используемые в странах ЕС. Взятый курс на гармонизацию национальных стандартов со стандартами МЭК обеспечил возможность получения в России сертификатов на электрооборудование, производимое в 35 странах.

Отличительной стороной нормативной базы ССЭ является применение стандартов на требования по электромагнитной совместимости (ЭМС), так как эти показатели оказывают заметное влияние на окружающую среду. Система учитывает зарубежную практику в этой области. Правила проведения сертификации электрооборудования важное место уделяют выбору схем сертификации для различных групп и видов продукции. Установлено, что при сертификации серийно выпускаемого электрооборудования следует использовать, как правило, схему За. В то же время для продукции электрооборудования, выпускаемой мелкими товаропроизводителями, а также для малых партий, производимых известными фирмами, допускается наряду с сертификатами, подтверждающими безопасность продукции, использовать декларации о соответствии, представляемые заявителями.

Важный фактор обеспечения безопасности электрооборудования – поддержание стабильности производства сертифицированной продукции. Наиболее эффективным средством для этого является сертификация систем качества (производств). Поэтому в документах системы установлено, что для предприятий, имеющих сертификат системы качества (производства), сертификация продукции проводится по схеме 5. Однако существуют группы продукции электрооборудования (кабельная и ряд других), для которых характерна непредставительность выборки при проведении испытаний. В этих случаях целесообразно проводить сертификацию систем качества.

Особое место в сертификации продукции электрооборудования занимают вопросы признания сертификатов, выданных в других системах сертификации. Доля сертификатов, выданных органами по сертификации ССЭ путем признания, составляет около 20% общего количества выданных сертификатов. Процедура признания является отличительной чертой при сертификации электрооборудования благодаря участию Госстандарта России в схеме сертификации МЭКСЭ. Эта процедура дает значительную экономию времени и средств, поскольку снимает необходимость проведения повторных испытаний.

На основе гармонизации ССЭ с системой МЭКСЭ и активного участия Госстандарта в ее работе осуществлен комплекс мер, связанных с получением российским национальным сертификационным органом (НСО ГОСТ Р) статуса органа, выдающего сертификаты системы безопасности по категориям продукции: бытовая радиоэлектроника, установочные изделия, кабели, бытовые электроприборы и ручные электрические машины. Кроме того, 6 российских испытательных лабораторий признаны в схеме МЭКСЭ. Таким образом, НСО ГОСТ Р выдает сертификаты системы безопасности, признаваемые в 35 ведущих странах.

8.2. Сертификация сырьевых товаров

Номенклатура продукции сырьевых отраслей промышленности весьма широка. Обязательной сертификации подлежат лишь отдельные виды такой продукции. К ним относятся нефтепродукты, моющие средства, ряд изделий из резины, шины, некоторые виды изделий из пластмасс, древесно-стружечные плиты, мебель, обои, спички, посуда из черных и цветных металлов и сплавов и др.

Большинство товаров сырьевых отраслей, как правило, обязательной сертификации не подлежит, поскольку Законом РФ «О защите прав потребителей» предусмотрена обязательная сертификация только той продукции, которая используется человеком непосредственно. Добровольная сертификация сырьевой продукции пока востребована слабо. Кроме основополагающих документов Системы сертификации ГОСТ Р для отдельных видов этой продукции разработан и действует ряд документов систем обязательной сертификации.

Обязательные требования, обеспечивающие безопасность потребителя, применительно к продукции сырьевых отраслей промышленности определены в 135 государственных стандартах вида технических условий или общих технических условий и обеспечиваются более чем 500 государственными стандартами на методы контроля и испытаний. При обязательной сертификации отдельных видов сырьевой продукции для получения сертификата соответствия требуется наличие гигиенического сертификата, выданного уполномоченными органами Госсанэпиднадзора. К такой продукции, например, относятся:

- материалы и изделия из них, контактирующие с пищевыми продуктами и кожей человека;
- материалы и вещества для изготовления товаров детского ассортимента;
- материалы и вещества, применяемые в практике хозяйственно-питьевого водоснабжения;
- средства химизации сельского хозяйства, в том числе минеральные удобрения и другие материалы и изделия.

Действующий список государственных стандартов на продукцию сырьевых отраслей промышленности не может удовлетворить потребности в нормативной документации для целей обязательной сертификации, так как разрабатывались стандарты еще до введения сертификации и в них не были предусмотрены необходимые требования. Кроме того, большинство свойств продукции регламентируется техническими условиями, которые не являются документами, пригодными для целей обязательной сертификации.

Так, например, к продукции, потенциально опасной для граждан или окружающей среды, безусловно, относятся товары бытовой химии. С этой продукцией потребители имеют дело практически каждый день, а после употребления она попадает в водоемы, где может вызвать загрязнение окружающей среды. Однако большинство товаров бытовой химии выпускается по отраслевым стандартам и техническим условиям. Аналогичная ситуация сложилась с обязательной сертификацией других видов продукции сырьевых отраслей промышленности, преимущественно товаров народного потребления.

Как уже было сказано, заинтересованность в добровольной сертификации продукции сырьевых отраслей промышленности пока не очень велика. Несмотря на это в Государственном реестре зарегистрирован ряд систем добровольной сертификации продукции сырьевых отраслей промышленности, таких как Система добровольной сертификации угольной продукции, Система сертификации металлопродукции и композиционных материалов на металлической основе, Система добровольной сертификации конструкционных материалов («Прометей») и др.

При сертификации продукции сырьевых отраслей промышленности, как обязательной, так и добровольной, наибольшее распространение получили схемы сертификации 3 и 7. Схема 3 применяется для сертификации продукции, серийно выпускаемой отечественными производителями. Схема 7 применяется в основном для сертификации партий импортной продукции, реализуемой на отечественном рынке.

В настоящее время при сертификации продукции сырьевых отраслей промышленности всё более широкое применение получает схема 9, основанная на использова-

нии в качестве доказательства соответствия продукции установленным требованиям декларации о соответствии с прилагаемыми к ней необходимыми документами. Для целей сертификации продукции сырьевых отраслей промышленности в РФ создана разветвленная инфраструктура органов по сертификации и испытательных лабораторий (центров), выполняющих испытания этой продукции. Госстандартом России аккредитованы 330 органов по сертификации и порядка 750 испытательных лабораторий (центров). Как правило, аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории (центры) функционируют на базе отраслевых научно-исследовательских институтов, технически хорошо оснащенных, обладающих большим научно-техническим потенциалом, имеющих высококвалифицированные научные и инженерные кадры.

8.3. Сертификация средств индивидуальной защиты

Из всего многообразия средств и методов защиты жизни и здоровья человека средства индивидуальной защиты занимают важное место в системе мероприятий по охране труда.

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) относят спецодежду, спецобувь, различные приборы и приспособления: респираторы, пневмокостюмы, противогазы, щитки, применяемые индивидуально и обеспечивающие защиту работающего от вредных факторов внешней среды. СИЗ применяются не только на производстве, но и в быту.

СИЗ изготавливаются на более чем 500 предприятиях РФ, которые потенциально могут производить до 1000 наименований изделий различного назначения. Однако в связи с трудностями в экономике страны объемы производства снизились до 250 наименований, в то время как на предприятиях и в организациях значительное число работающих продолжает трудиться под воздействием вредных и опасных факторов. Преследуя цели удешевления производства и быстрее сбыта СИЗ, изготовители идут на массовое нарушение требований стандартов, резкое снижение защитных и физиолого-гигиенических показателей средств индивидуальной защиты. В целях преодоления этих негативных тенденций Госстандартом России была разработана и введена в действие Система сертификации средств индивидуальной защиты.

Своим постановлением Правительство РФ в соответствии со ст. 7 Закона Российской Федерации «О защите прав потребителей» утвердило «Перечень товаров, подлежащих обязательной сертификации», куда вошли все виды СИЗ, от которых зависят здоровье и жизнь человека.

Центральным органом Системы сертификации СИЗ определен ВНИИС. В Системе создана сеть испытательных лабораторий (центров) и органов по сертификации СИЗ, разработаны «Правила проведения сертификации СИЗ», утвержденные Госстандартом и зарегистрированные Минюстом России.

Сертификация СИЗ осуществляется в соответствии с правилами Системы сертификации ГОСТ Р и с учетом особенностей назначения и использования СИЗ. Сертификация при этом проводится на соответствие государственным стандартам и нормам Минздрава России. При проведении сертификации проверяется наличие на материал для изготовления СИЗ гигиенического заключения, выданного органами Госсанэпиднадзора Минздрава РФ. Сертификация СИЗ проводится по всей номенклатуре показателей, установленных в «Правилах проведения сертификации СИЗ». Конкретные нормы показателей и методы их контроля установлены соответствующими стандартами.

Система сертификации СИЗ располагает определенным фондом нормативных документов. Это 122 стандарта, устанавливающих общие требования для всех классов СИЗ, требования к их конкретным видам, а также методы контроля за выполнением этих требований. Однако анализ применяемых нормативных документов выявил

необходимость внесения изменений в действующие стандарты, а также разработки новых стандартов для конкретизации показателей, подтверждаемых при сертификации (например, определяющих защитные свойства СИЗ, физиологические и эксплуатационные требования, методы контроля за соблюдением этих требований).

Организация и методология сертификации производства СИЗ принципиально отличаются от принятых для других видов промышленной продукции, что связано со спецификой назначения и применения СИЗ. Особое внимание уделяется регистрации, анализу и профилактике дефектов, указанных в классификаторе дефектов, который предприятие обязано представить вместе с другими исходными данными, необходимыми для сертификации производства.

Сертификация СИЗ проводится по схемам 3, 3а, 5. Как показал опыт сертификации в течение последних лет, экономически схема 5 оказалась более выгодной, так как в схемах без сертификации производства испытания при инспекционном контроле сертифицированной продукции проводятся не реже одного раза в год и являются весьма дорогостоящими, поскольку в большинстве случаев СИЗ разрушаются в процессе испытаний.

Особое внимание уделяется сертификации импортируемых СИЗ, так как условия применения СИЗ в России заметно отличаются от европейских и, естественно, требования к СИЗ в этих случаях другие. Часто на российский рынок попадают импортные СИЗ без каких-либо сертификатов и без инструкций по их использованию. Применение таких СИЗ недопустимо, так как может привести к серьезным заболеваниям и травмам.

Накопленный опыт сертификации СИЗ дает возможность сделать выводы о некоторых направлениях развития и совершенствования Системы с учетом рекомендаций международных организаций:

- совершенствование государственных стандартов, на соответствие которым осуществляется сертификация, и методик проведения испытаний;
- развитие сети органов по сертификации СИЗ и испытательных лабораторий (центров) с целью охвата всех классов и видов СИЗ.

8.4. Экологическая сертификация

Экологический сертификат или соответствующий знак (экознак) для большого числа видов продукции является определяющим фактором ее конкурентоспособности. В 1993 г. в странах ЕС была принята Директива, определяющая преимущества экосертифицированной продукции, поставляемой на единый рынок, – цена ее возрастает по меньшей мере в два раза.

В России экологическая сертификация находится в начале развития. Цель экологической сертификации – стимулирование производителей к внедрению таких технологических процессов и выпуску таких товаров, которые в минимальной степени загрязняют природную среду и дают потребителю гарантию безопасности продукции для его жизни, здоровья, имущества и среды обитания.

Выделяют четыре вида объектов экологической сертификации:

- объекты окружающей природной среды (природные ресурсы, природные компоненты);
- источники загрязнения окружающей среды (производства, технологические процессы, отходы и др.);
- продукция природоохранного назначения (природоохранные технологии, продукция, услуги);
- экологические информационные ресурсы, продукты и технологии (базы данных, программные продукты, модели загрязнения и др.).

Важным вопросом экологической сертификации является состав участников (их роль как первой, второй и третьей сторон) процедуры сертификации. Закон «О сертификации продукции и услуг» в данном случае может быть применен к тем объектам, которые относятся к продукции. Для других же необходим закон об экологической сертификации, которого пока в России нет.

Актуальными областями экологической сертификации являются питьевая вода и отходы.

В основу создания Системы сертификации питьевой воды положены требования законов Российской Федерации «О сертификации продукции и услуг», «О защите прав потребителей», «О санитарно-гигиеническом благополучии населения», документы, устанавливающие общие правила сертификации в России, а также правила гигиенической оценки, принятые Госкомсанэпиднадзором России и предусматривающие, в частности, обязательность наличия гигиенического заключения (сертификата) при проведении сертификации соответствия продукции.

Основной целью Системы сертификации питьевой воды является содействие комплексному решению задач улучшения качества питьевой воды путем достоверной оценки ее соответствия требованиям безопасности, безвредности и органолептическим показателям; оценки эффективности водоочистных устройств, оборудования и технологий; оценки производств и систем качества на предприятиях водоснабжения. В соответствии с указанной целью Система охватывает группы однородной продукции и процессов:

- питьевая вода и производство в централизованных системах водоснабжения;
- питьевая вода, расфасованная в потребительские емкости (бутилированная питьевая вода);
- устройства водоочистные (бытовые, локальные и пр.);
- реагенты и материалы, используемые в системах водоснабжения;
- оборудование, трубопроводы, емкости, используемые в системах водоснабжения.

Отличительной особенностью правил сертификации питьевой воды и производств в централизованных системах водоснабжения является принцип добровольности при двух возможных схемах сертификации: с использованием заявления – декларации производителя, а также на основе сертификации производств и (или) системы качества на предприятии водоснабжения.

Нормативное обеспечение Системы включает первоочередные документы, устанавливающие основные положения Системы и правила сертификации водоочистных устройств, бутилированной питьевой воды и воды в централизованных системах водоснабжения.

Экологическая сертификация в области отходов направлена на устранение их опасного влияния на среду обитания и максимальное использование в качестве вторичного сырья. Необходимо развивать стандартизацию отходов, что непосредственно связано с их сертификацией.

Большое внимание в настоящее время уделяется оценке экологичности новых видов продукции и процессов. Начата работа по стандартизации экологических требований к новым конструкциям и технологиям. Постановлением Госстандарта России от 21 октября 1998 г. приняты и введены в действие 5 стандартов по управлению окружающей средой, в значительной степени гармонизированные с международными стандартами ИСО серии 14 000. Экологическая сертификация в западноевропейских странах достаточно широко развита, она дополняет обычную сертификацию и почти всегда носит обязательный характер.

ЗАДАНИЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ

1. Физические величины, шкалы измерений
2. Международная система единиц (СИ), определение размерности величин
3. Измерения. Основные определения, виды, методы
4. Средства измерений. Определения, виды, характеристики
5. Погрешность. Границы результата измерения. Определения, классификация, учет
6. Обработка результатов однократных измерений
7. Обработка результатов многократных измерений
8. Организационные основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)
9. Научно-методические и правовые основы ОЕИ
10. Технические основы ОЕИ (эталонные образцы и пр.)
11. Государственный метрологический контроль и надзор (поверка и пр.)
12. Стандартизация. Принципы, определения
13. Международная стандартизация
14. Основы сертификации
15. Последовательность действий при сертификации
16. Аккредитация

1. Физические величины, шкалы измерений

1. Количественная характеристика размера конкретного свойства материального объекта, выраженная в физических единицах измерений, – это...
 - шкала порядка
 - свойство
 - единица измерения
 - числовое значение физической величины
2. Упорядоченная совокупность значений физической величины, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений, называется...
 - результатами вспомогательных измерений
 - выборкой результатов измерений
 - единицей измерения
 - шкалой физической величины
3. Атлас цветов относят к шкале...
 - порядка
 - интервалов
 - отношений
 - наименований
4. Шкалы, имеющие однозначное определение единицы измерения и не зависящие от принятой системы единиц, называют шкалами...
 - интервалов
 - абсолютными
 - отношений
 - наименований
5. Физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы, называется...

производной
специальной
основной
дополнительной

6. Физической величиной, на множестве размеров которой определены лишь отношения порядка и эквивалентности, является...

температура
твердость материала
коэффициент усиления
время

7. Совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами для заданной системы физических величин, называется системой...

обеспечения единства измерений
единиц физических величин
стандартизации
классификации

8. Если реализованы физически два значения величины Q_0 и Q_1 – основные реперы, то это будет шкала измерений...

порядка
отношений
интервалов
абсолютная

9. Безразмерными величинами называются...

величины, которые при многократных измерениях могут принимать любые значения

величины, возведенные в определенную степень, не равную нулю
величины, в размерности которых все показатели размерности равны нулю
ряд расположенных в определенной последовательности по замкнутому контуру угловых размеров

10. Отношения порядка и эквивалентности определены для физической величины:

силы землетрясения
температуры по Цельсию
времени
силы электрического тока

11. Естественное нулевое значение и установленную по согласованию единицу измерений имеет шкала...

наименований
отношений
порядка
интервалов

12. Истинные значения измеряемых физических величин – это...

приближенные оценки значений величин, найденные опытным путем
значения, зависящие от метода измерения и технических средств измерения

совокупность большого числа факторов, действующих на процесс измерения значения, идеально отражающие свойства данного объекта как количественно, так и качественно

13. Качественной характеристикой физической величины является...

- размерность
- постоянство во времени
- размер
- погрешность измерения

14. Наиболее общие проявления свойств физического объекта наблюдаются в отношениях...

- спектральных характеристик
- эквивалентности
- коррелированности
- стационарности

2. Международная система единиц (СИ), определение размерности величин

15. Электрическое напряжение определяется по уравнению $U = P/I$, где $P = ma/t$, m – масса, a – ускорение, l – длина, I – сила электрического тока. Укажите размерность электрического напряжения:

- $L^2MT^{-1}I^{-1}$
- $L^2MT^{-3}I^{-1}$
- $LMTI^{-1}$
- $L^3MT^{-3}I^{-1}$

16. Электрическое сопротивление определяется выражением $R = U/I$. Зная, что размерность напряжения U равна $L^2MT^{-3}I^{-1}$, а размерность тока I равна I , определить размерность R :

- $L^{-2}M^{-2}T^3I^2$
- $L^2MT^{-3}I^{-2}$
- $L^{-2}M^{-1}T^3I^2$
- L^2MT^4

17. Кинетическая энергия тела массой m , движущегося со скоростью V , равна $A_k = mV^2 / 2$. Скорость тела равна $V = l/t$, где l – пройденный путь, а t – время. Размерность этой величины равна...

- $L^2M^{-2}T$
- $L^{-2}MT^2$
- L^2MT^{-2}
- L^2MT^2

18. Емкость конденсатора определяется выражением $C = q/U$. Зная, что размерность заряда q равна TI , а размерность напряжения U равна $L^2MT^{-3}I^{-1}$, размерность C равна...

- $L^{-2}M^{-2}T^3I^2$
- L^2MT^{-2}
- $L^{-2}M^{-1}T^4I^2$
- $L^2M^1T^{-4}I^{-2}$

19. Единица физической величины – это...
значение физической величины, которое может принимать любое значение
значение физической величины, равное нулю
физическая величина фиксированного размера, условно принятая для сравнения с ней однородных величин, которой присваивается числовое значение, равное единице
значение физической величины, указанное в ГОСТе

20. Размерность плотности $\rho = m/V$ записывается в виде:
 LM^{-2}
 $L^{-3}M$
 $L^{-2}M$
 L^2M

21. Из приведенных ниже величин основной является:
плотность
ускорение
площадь
количество вещества

22. Заряженный конденсатор обладает энергией $W = CU^2/2$. Учитывая, что размерность напряжения U равна $L^2MT^{-3}I^{-1}$, а размерность емкости C равна $L^{-2}M^{-1}T^4I^2$, размерность W равна...
 $L^{-2}M^{-1}T^4I^2$
 TI
 L^2MT^{-2}
 $L^2MT^4I^2$

23. Единицы физических величин делятся на...
количественные
качественные
основные
производные

24. Всего существует основных единиц величин...
восемь
пять
семь
шесть

25. Два проводника с сопротивлением $R_1 = 100$ Ом и $R_2 = 200$ Ом соединены параллельно, общее сопротивление определяется выражением $R = R_1R_2/(R_1 + R_2)$, размерность проводников R_1 и R_2 равна $L^2MT^{-3}I^{-2}$. Размерность общего сопротивления составляет...
 $L^2MT^{-3}I^{-2}$
 $L^4M^2T^{-6}I^{-4}$
 $L^4MT^{-6}I^{-4}$
 $L^4MT^{-6}I^2$

26. Производной физической величиной является...
количество вещества
сила света

время
мощность

27. Секунда в системе СИ является единицей...
дополнительной
производной
дольной
основной

3. Измерения. Основные определения, виды, методы

28. Процесс установления взаимно однозначного соответствия между размерами двух величин при измерении называют...

упорядочением
регулированием
сертификацией
измерительным преобразованием

29. Измерение веса с помощью рычажных весов и набора гирь относят к методу...

нулевому
противопоставления
дифференциальному
замещения

30. Единство измерений включает в себя представление результатов измерений...

в системе СИ
заданием вероятной погрешности
в виде безразмерных величин
с наивысшей точностью

31. При измерении размера детали штангенциркулем реализуется метод...

противопоставления
нулевой
совпадения
дифференциальный

32. Действительным называется размер...

полученный в результате расчетов и округленный до стандартного значения по ГОСТ 6636-69

установленный измерением с допустимой погрешностью
служащий началом отсчета отклонений
который необходимо получить при изготовлении

33. Если для определения коэффициента линейного расширения материала измеряются длина и температура стержня, то измерения называют...

совместными
косвенными
совокупными
относительными

34. Если определяются характеристики случайных процессов, то измерения называются...

- динамическими
- статистическими
- неопределенными
- детерминированными

35. Если результаты измерений изменяющейся во времени величины сопровождаются указанием моментов измерений, то измерения называют...

- динамическими
- статическими
- одномоментными
- интервальными

36. Методом измерений называется совокупность...

- операций по повышению надежности
- операций по повышению точности
- принципов измерений физических явлений
- приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей

37. По способу получения результатов измерений методы измерений подразделяют на...

- абсолютные
- относительные
- косвенные
- прямые

38. Ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях, – это измерения...

- родственные
- равноточные
- близкие
- однозначные

39. По числу измерений одной и той же величины виды измерений подразделяют на:

- контактные и бесконтактные
- равноточные и неравноточные
- многократные и однократные
- необходимые и избыточные

40. Измерения, при которых искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, называют...

- динамическими
- лабораторными
- прямыми
- косвенными

41. Метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и встречного воздействия меры на сравниваемое устройство сводят к нулю, называется методом...

- совпадения
- нулевым
- противопоставления
- замещения

42. По способу получения результаты измерений подразделяют на...

- контактные и бесконтактные
- абсолютные, допусковые, относительные
- технические и лабораторные
- прямые и косвенные

43. Разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов, измеряют методом...

- совпадений
- противопоставления

44. Качество измерений одной и той же величины, выполненных повторно одними и теми же средствами, одним и тем же методом, в одинаковых условиях и с одинаковой тщательностью, характеризуют...

- приближаемостью результатов измерений
- подобностью измерений
- результативностью измерений
- сходимостью результатов измерений

4. Средства измерений. Определения, виды, характеристики

45. Измерительный преобразователь – это...

средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера

средство измерений для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному наблюдению человеком

средство измерений, предназначенное для выработки сигналов измерительной информации в форме, доступной для восприятия человеком

совокупность средств измерений, соединенных между собой каналами связи, предназначенная для выработки сигналов измерительной информации

46. Технические характеристики, описывающие свойства средств измерений и оказывающие влияние на результаты и на погрешности измерений, называются...

- нормативно-техническими требованиями
- метрологическими характеристиками
- метрологическими нормами
- динамическими характеристиками

47. Рабочие средства измерений предназначены для...

измерений, не связанных с передачей размеров единиц физических величин передачи размеров единиц физических величин другим средствам измерений

изготовления рабочих эталонов
калибровки других рабочих средств измерений

48. Диапазон средства измерения выбирается в зависимости от...
наибольшего и наименьшего возможных значений измеряемой величины
предела допускаемой погрешности измерения
необходимой производительности измерения
его стоимости

49. Повторяемость результатов измерений одной и той же величины, полученных в разных местах, разными методами, средствами, операторами, в разное время, но приведенных к одним и тем же условиям измерений, называют...

похожестью результатов измерений
аналогичностью измерений
воспроизводимостью результатов измерений
подобием измерительных результатов

50. К мерам относятся:
регистрирующий измерительный прибор
измерительный преобразователь
стандартные образцы
измерительный генератор сигналов
показывающий измерительный прибор

51. Измерительно-вычислительные комплексы предназначены для...
поддержания параметров в заданных пределах
осуществления измерения физических величин
управления процессом измерения
обеспечения согласованности характеристик блоков по надежности и ста-
бильности

52. Микропроцессор в цифровых измерительных приборах обеспечивает...
самодиагностику
вывод информации на бумажный носитель
управление процессом измерения
преобразование дискретного сигнала в синусоидальный

53. Частоты, на которых работают сверхвысокочастотные устройства, колеб-
лются от...

300 МГц до 3 ГГц
30 до 300 кГц
3 до 300 ГГц
300 до 1000 кГц
1 до 10 МГц

54. Функция преобразования измерительного преобразователя относится к
группе метрологических характеристик средств измерений...

для определения результатов измерений
динамических
погрешностей
чувствительности СИ к влияющим величинам

55. Факторами ограничения нижнего предела измерений сопротивления оди-
нарным мостом постоянного тока являются...

- недостаточная чувствительность мостовой схемы
- сопротивление соединительных проводов
- уровень питающего напряжения
- недостаточная чувствительность нуль-индикаторов
- сопротивление контактов

56. Преимуществами цифровых измерительных приборов перед аналоговыми
являются...

- высокая устойчивость к внешним механическим и климатическим воздействиям
- быстродействие за счет наличия подвижных электромеханических элементов
- сравнительно низкая стоимость
- удобство и объективность отсчета

57. Конструктивная совместимость информационно-измерительных систем
обеспечивает согласованность...

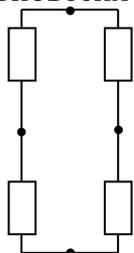
- информационных характеристик
- конструктивных сопряжений блоков при их совместном использовании
- конструктивных параметров
- адресации

58. Определение «средство измерений» не характеризуется следующим признаком:

- имеет высокий уровень качества
- имеет нормированные метрологические характеристики
- воспроизводит или хранит единицу величины
- это техническое средство

59. Условия равновесия моста переменного тока определяются формулами...

$$\begin{aligned}Z_x Z_4 &= Z_2 Z_3 \\Z_x Z_3 &= Z_2 Z_4 \\U_x + U_2 &= U_4 + U_3 \\U_x + U_3 &= U_2 + U_4 \\Z_x Z_2 &= Z_3 Z_4\end{aligned}$$



60. К измерительным преобразователям параметрического типа относится...

- фотоэлектрический
- пьезоэлектрический
- гальванический
- термоэлектрический

61. Кодирование измерительной информации обеспечивает...

- удобство ее регистрации и обработки
- непрерывность выходного сигнала
- монотонность измерительного сигнала
- возможность длительного хранения в запоминающих устройствах

62. Основными признаками измерительно-вычислительных комплексов яв-
ляются...

программное управление средствами измерений
наличие компаратора
наличие системы кодирования
наличие нормированных метрологических характеристик

63. Недостатком цифровых измерительных приборов является...
неустойчивость к внешним воздействиям
схемная сложность
невозможность автоматического выбора пределов измерений
относительно высокая стоимость

64. При единичном производстве продукции или производстве малыми партиями средства измерений следует выбирать...
специальные
универсальные
без учета серийности производства
специализированные

65. Учитываемая при выборе средства измерения обобщенная характеристика, выражаемая пределами его допускаемых погрешностей, – это...
класс точности
погрешность меры
порог нормированности
класс стабильности

66. По метрологическому назначению средства измерения подразделяются на...
дополнительные
рабочие
эталоны
основные

67. Измерительной системой для выявления и устранения элементов с неправильным функционированием является...
система технической диагностики
телеизмерительная система
система идентификации
измерительно-вычислительный комплекс

68. По шкале средства измерения можно определить...
полосу пропускаемых частот
длину деления шкалы
входной импеданс
цену единицы младшего разряда
верхний предел показаний

69. Производительность средства измерения при контроле в производственных процессах должна быть...
значительно больше производительности производственного процесса
равна или чуть больше производительности производственного процесса
меньше производительности производственного процесса
независима от производительности производственного процесса

70. Характеристиками, нормирующими границы погрешности средств измерения в рабочих условиях эксплуатации, являются...

- класс точности
- неравномерность частной характеристики
- характеристики дополнительных погрешностей
- входной импеданс
- время установления показаний

71. Измерительный прибор – это...

- средство измерения, предназначенное для выработки сигнала измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия человеком
- совокупность средств измерений, соединенных между собой каналами связи и предназначенная для выработки сигналов измерительной информации
- средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера
- средство измерений для выработки сигнала измерительной информации в форме, удобной для передачи, дальнейшего преобразования, обработки и (или) хранения, но не поддающейся непосредственному наблюдению человеком

5. Погрешность. Границы результата измерения. Определения, классификация, учет

72. По условиям проведения измерений погрешности средств измерений подразделяют на...

- основные и дополнительные
- абсолютные и относительные
- систематические и случайные
- методические и инструментальные

73. Погрешность дискретности в цифровых приборах лучше согласуется с распределением вероятностей по закону...

- арксинусному
- нормальному
- трапецеидальному
- равной вероятности

74. По характеру изменения результатов измерений погрешности подразделяют на...

- основные и дополнительные
- систематические, случайные и грубые
- абсолютные и относительные
- методические, инструментальные и субъективные

75. Вид погрешности, возникающий при измерении микрометром с неправильно установленным нулем, – это...

- систематическая переменная
- случайная
- систематическая постоянная
- грубая

76. Доверительными границами результата измерения называют...

предельные значения случайной величины X при заданной вероятности P
результаты измерений при допускаемых отклонениях условий измерений от нормальных

границы, за пределами которых погрешность встретить нельзя
возможные изменения измеряемой величины

77. Приведенной погрешностью средств измерений (СИ) при указании классов точности является:

абсолютное значение предела допускаемой погрешности

отношение предела допускаемой погрешности СИ к значению измеряемой величины в %

отношение погрешности средства поверки к погрешности данного СИ

отношение предельной погрешности СИ к нормирующему значению в %

78. Пределом допускаемой погрешности измерения является значение погрешности измерения, при обеспечении которого...

не появляются грубые погрешности

результатам измерения нельзя доверять

результаты измерения достоверны

распределение погрешности подчиняется нормальному закону

79. Отклонение результата измерения от действительного (истинного) значения измеряемой величины есть...

ошибка

отклонение

неточность

погрешность

80. Пределы допускаемых погрешностей средства измерения характеризуются...

классом стабильности

погрешностью меры

классом точности

нормированностью

81. Мерой рассеивания результатов измерений является...

эксцесс (коэффициент заостренности)

математическое ожидание

среднее квадратическое (стандартное) отклонение

коэффициент асимметрии

82. Если существующие стандартизованные средства измерения не обеспечивают требуемой точности контроля какого-либо параметра изделия, то необходимо...

выбрать из существующих средств измерения наиболее близкое по точности

изменить технологический процесс

составить техническое задание на разработку нового средства измерения

отказаться от производства данного изделия

83. Наиболее вероятное действительное значение измеряемой физической величины при многократных измерениях – ...

среднеарифметическое

среднегеометрическое

среднестатистическое
среднеустановленное

84. Основой описания случайных погрешностей является ...

математическая статистика
операционное исчисление
матричная алгебра
теория вероятностей
математическая физика

85. При измерении физической величины прибором погрешность, возникающую при отклонении температуры среды от нормальной, следует рассматривать как...

субъективную
относительную
инструментальную
методическую

86. Форме выражения относительной погрешности соответствуют обозначения классов точности:

~~1,0~~
M
1.0
①1,0
0,2/0,1

87. При контроле размера $100^{+0,034}_{-0,020}$ предел допускаемой погрешности измерения следует принять равным...

0,027
0,054
0,014
0,034

88. К показателям качества контроля параметров не относится...
величина выхода контролируемого параметра за допустимые пределы у неправильно принятых изделий

вероятность приемки дефектных изделий
вероятность бракования (непринятия) годных изделий
допуск контролируемого параметра

89. Погрешность средств измерений, возникающая при эксплуатации в регламентированных условиях, является...

основной
дополнительной
прямой
косвенной

90. Составляющая погрешности средства измерения, принимаемая постоянной или закономерно изменяющейся, называется...

систематической
случайной

квазислучайной
хаотической

91. Установите соответствие между классификационными группами и видами погрешностей:

по полноте охвата измерительной задачи – частные
по характеру проявления – случайные
по способу выражения – относительные
связанные с конструкцией средства измерения – погрешности метода

6. Обработка результатов однократных измерений

92. Электрическое сопротивление нагрузки определяется по закону Ома: $R = U/I$. При измерении силы тока и напряжения получены значения $U = 100 \pm 1$ В, $I = 2 \pm 0,1$ А. Возможное отклонение истинного значения электрического сопротивления от измеренного будет равно:

2,2 Ом
1,1 Ом
10 Ом
3 Ом

93. Электрическая мощность $P = UI$ определяется по результатам измерений падения напряжения $U = 240 \pm 3$ В и силы тока $I = 5 \pm 0,1$ А. Возможное отклонение истинного значения электрической мощности от измеренного будет равно...

$\pm 1,2$ Вт
 $\pm 0,3$ Вт
 ± 78 Вт
 ± 39 Вт

94. При измерении усилия динамометр показывает 1000 Н, погрешность градуировки равна -50 Н. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_F = 10$ Н. Укажите доверительные границы для истинного значения измеряемого усилия с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_p = 2$).

$F = 1000$ Н ± 10 Н, $P = 0,9544$
 $F = 1050$ Н ± 20 Н, $P = 0,9544$
 $F = 950$ Н ± 30 Н, $P = 0,9544$
 $F = 950$ Н ± 20 Н, $P = 0,9544$

95. Ампервольтметр класса точности 0,06/0,04 со шкалой от -50 до $+50$ А показывает 20 А. Предел допускаемой относительной погрешности прибора равен...

0,12%
0,06%
0,10%
0,04%

96. Амперметр с пределами измерения 0...10 А показывает 8 А. Погрешность от подключения амперметра в цепь $\Delta_S = -0,2$ А. Среднее квадратическое отклонение показаний прибора $\sigma_1 = 0,3$ А. Укажите доверительные границы истинного значения измеряемой силы тока в цепи с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_p = 2$):

$I = 8,2 \pm 0,6$ А, $P = 0,9544$
 $I = 8,2 \pm 0,3$ А, $P = 0,9544$

$$I = 8,0 \pm 0,5 \text{ A}, P = 0,9544$$

$$I = 7,8 \pm 0,6 \text{ A}, P = 0,9544$$

97. Милливольтметр термоэлектрического термометра класса точности $|0,5|$ с пределами измерения от 200 до 600 °С показывает 300 °С. Укажите предел допускаемой погрешности прибора в градусах Цельсия:

$$1,5$$

$$1$$

$$3$$

$$2$$

98. При измерении температуры в помещении термометр показывает 28 °С. Погрешность градуировки термометра $+0,5$ °С. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma = 0,3$ °С. Укажите доверительные границы для истинного значения температуры с вероятностью $P = 0,9973$ ($t_p = 3$):

$$T = 28,5 \pm 0,8 \text{ °C}, P = 0,9973$$

$$T = 28,0 \pm 0,9 \text{ °C}, t_p = 3$$

$$T = 28,0 \pm 0,4 \text{ °C}, P = 0,9973$$

$$T = 27,5 \pm 0,9 \text{ °C}, P = 0,9973$$

99. Электрическая мощность P определяется по результатам измерений падения напряжения $U = 220$ В и силы тока $I = 5$ А; $P = U \cdot I$. Средние квадратические отклонения показаний: вольтметра $\sigma_u = 1$ В, амперметра $\sigma_i = 0,04$ А. Результат измерения мощности с вероятностью $p = 0,9944$ ($t_p = 2,77$) можно записать в виде...

$$P = 1100 \pm 30 \text{ Вт}, t_p = 2,77$$

$$P = 1000 \pm 28 \text{ Вт}, p = 0,9944$$

$$P = 1100 \pm 28 \text{ Вт}, p = 0,9944$$

$$P = 900 \pm 14 \text{ Вт}, p = 0,9944$$

100. Коэффициент трения определяется по формуле: $k = F_{\text{тр}}/F_N$. Измерением получены значения: $F_{\text{тр}} = 50 \pm 0,5$ Н, $F_N = 1000 \pm 10$ Н. Результат определения k следует записать...

$$K = (50 \pm 1) \cdot 10^{-3}$$

$$K = (50 \pm 0,5) \cdot 10^{-3}$$

$$K = (50 \pm 0,01) \cdot 10^{-3}$$

$$K = (50 \pm 5) \cdot 10^{-3}$$

101. Сопротивление нагрузки определяется по закону Ома: $R = U/I$. Показания вольтметра $U = 100$ В, амперметра $I = 2$ А. Средние квадратические отклонения показаний: $\sigma_u = 0,5$ В, амперметра $\sigma_i = 0,05$ А. Доверительные границы истинного значения сопротивления с вероятностью $p = 0,95$ равны...

$$R = 50 \pm 5 \text{ Ом}, p = 0,95$$

$$R = 50 \pm 3,4 \text{ Ом}, p = 0,95$$

$$R = 50 \pm 1,7 \text{ Ом}, p = 0,95$$

$$R = 50 \pm 2,5 \text{ Ом}, p = 0,95$$

102. Вольтметр показывает 230 В. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_u = 2$ В. Погрешность от подключения вольтметра в цепь (изменение напряжения) равна -1 В. Истинное значение напряжения с вероятностью $p = 0,9544$ ($t_p = 2$) равно...

$$U = 231 \pm 4 \text{ В}, p = 0,9544$$

$$U = 230 \pm 8 \text{ В}, t_p = 2$$

$$U = 230 \pm 4 \text{ В}, p = 0,9544$$

$$U = 231 \pm 8 \text{ В}, p = 0,9544$$

7. Обработка результатов многократных измерений

103. При многократном измерении постоянного напряжения U получены значения в В: 14,2; 13,8; 14,0; 14,8; 13,9; 14,1; 14,5; 14,3. Укажите доверительные границы истинного значения напряжения с вероятностью $p = 0,99$ ($t_p = 3,499$):

$$U = 14,2 \pm 0,4 \text{ В}, p = 0,99$$

$$U = 14,2 \pm 0,5 \text{ В}, p = 0,99$$

$$U = 14,2 \pm 0,6 \text{ В}, p = 0,99$$

$$U = 14,2 \pm 0,7 \text{ В}, p = 0,99$$

104. При многократном измерении влажности воздуха получены значения: 65, 64, 66, 65, 63, 64, 66, 67. Укажите доверительные границы для истинного значения влажности в % с вероятностью $P = 0,928$ ($t_p = 2,16$):

$$65 \pm 1\%, P = 0,928$$

$$65,0 \pm 2,8\%, P = 0,928$$

$$63 \dots 67\%, t_p = 2,16$$

$$65 \pm 2\%, P = 0,928$$

105. При многократном взвешивании массы m получены значения в кг: 102; 97; 105; 100; 98; 102; 97; 99. Укажите доверительные границы истинного значения массы с вероятностью $P = 0,98$ ($t_p = 2,998$):

$$91,5 \text{ кг} \leq m \leq 108,5 \text{ кг}, P = 0,98$$

$$97 \text{ кг} \leq m \leq 105 \text{ кг}, P = 0,98$$

$$97 \text{ кг} \leq m \leq 105 \text{ кг}, t_p = 2,998$$

$$97 \text{ кг} \leq m \leq 103 \text{ кг}, P = 0,98$$

106. При многократном измерении длины L получены значения в мм: 30,2; 30,0; 30,4; 29,7; 30,3; 29,9; 30,2. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью $P = 0,98$ ($t_p = 3,143$):

$$L = 30,1 \pm 0,3 \text{ мм}, P = 0,98$$

$$L = 30,1 \pm 0,2 \text{ мм}, P = 0,98$$

$$L = 30,0 \pm 0,3 \text{ мм}, P = 0,98$$

$$L = 30,1 \pm 0,8 \text{ мм}, t_p = 3,143$$

107. При многократном измерении температуры T в производственном помещении получены значения в градусах Цельсия: 20,4; 20,2; 20,0; 20,5; 19,7; 20,3; 20,4; 20,1. Укажите доверительные границы истинного значения температуры в помещении с вероятностью $P = 0,95$ ($t_p = 2,365$):

$$T = 20,2 \pm 0,3 \text{ }^\circ\text{C}, P = 0,95$$

$$T = 20,2 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}, P = 0,95$$

$$T = 20,2 \pm 0,6 \text{ }^\circ\text{C}, t_p = 2,365$$

$$T = 20,1 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}, P = 0,95$$

108. При многократном измерении диаметра отверстия индикаторным нутромером, настроенным на номинальный размер D , получены отклонения в мкм: 0; +1; +2; +3; +14; -1. При вероятности $P = 0,982$ коэффициент Стьюдента $t_p = 3,465$. Результат измерения следует записать в виде:

- 1 мкм $\leq D \leq +3$ мкм, $t_p = 3,465$
- 2 мкм $\leq D \leq +3$ мкм, $P = 0,982$
- 4 мкм $\leq D \leq 6$ мкм, $P = 0,982$
- 1 мкм $\leq D \leq +3$ мкм, $P = 0,982$

109. При многократном измерении силы F получены значения в Н: 403; 408; 410; 405; 406; 398; 406; 404. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P = 0,95$ ($t_p = 2,365$):

- 398 Н $\leq F \leq 410$ Н, $t_p = 2,365$
- 402 Н $\leq F \leq 408$ Н, $P = 0,95$
- 396,5 Н $\leq F \leq 413,5$ Н, $P = 0,95$
- 398 Н $\leq F \leq 410$ Н, $P = 0,95$

8. Организационные основы обеспечения единства измерений (ОЕИ)

110. Главный метролог предприятия подчиняется...

Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии (Госстандарту России)

главному инженеру предприятия (техническому директору)
центру стандартизации и метрологии (ЦСМ) республики (края)

Всероссийскому научно-исследовательскому институту метрологической службы (ВНИИМС)

111. В задачи метрологической службы предприятия не входит...

постоянное совершенствование средств измерений (СИ)

выбор оптимального количества и состава контролируемых параметров

обеспечение надлежащего состояния СИ

метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации

112. Совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений, – это...

служба стандартизации

служба автоматизации

метрологическая служба

система сертификации

113. Центр стандартизации и метрологии (ЦСМ) осуществляет государственный метрологический контроль и надзор...

на определенном предприятии

на всей территории РФ

на определенной закрепленной за ним части территории РФ

на всех предприятиях одной отрасли

114. Вопросы практического применения результатов разработок теоретической и законодательной метрологии в различных сферах деятельности изучает... метрология

теоретическая

прикладная

законодательная

юридическая

115. Организационной основой обеспечения единства измерений являются...
министерства и ведомства
метрологические службы
службы стандартизации
местные администрации

116. Метрологическая служба предприятия организует...
операционный контроль
приемочный контроль
входной контроль
поверку средств измерений

9. Научно-методические и правовые основы ОЕИ

117. По закону «Об обеспечении единства измерений» Государственная метрологическая служба подчиняется...

Совету Федерации
Ростехрегулированию
Правительству РФ
Государственной Думе

118. Нормативными документами по обеспечению единства измерений не являются...

методические инструкции (МИ)
правила по метрологии (ПР)
отраслевые стандарты (ОСТ)
рекомендации межгосударственной стандартизации (РМГ)

119. Задачи и полномочия государственной метрологической службы определены в:

Законе «О техническом регулировании»
правилах по метрологии и государственных стандартах
постановлениях правительства
Законе «Об обеспечении единства измерений»

120. Нормативной основой метрологического обеспечения является...

Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ)
национальная система стандартизации
Государственная система поверки и калибровки средств измерений
система государственных эталонов единиц физических величин

121. Поверочные схемы, регламентирующие передачу информации о размере единицы физической величины всему парку средств измерений в стране, называют...

рабочими
локальными
государственными
ведомственными

122. Совокупность нормативных документов, устанавливающих нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в РФ, – это...

Государственная система обеспечения единства измерений
Государственная система снижения погрешностей измерений
Федеративный реестр повышения точности измерений
Автоматизированная метрологическая информационная система (АМИС-РФ)

123. Нормативный документ по метрологии, начинающийся с букв МИ, называется...

меры и измерители
методы измерения
методические инструкции
метрологическое издание

124. ГОСТ 8.401 не устанавливает классы точности средств измерений, для которых предусмотрены...

измерения с низкой точностью
несколько измеряемых величин
несколько диапазонов измерений
отдельно нормы систематической и случайной составляющих погрешности

10. Технические основы ОЕИ (эталон, стандартные образцы и пр.)

125. Исходным эталоном в поверочной схеме является эталон...
обладающий наивысшей точностью в данной лаборатории или организации
получающий размер единицы непосредственно от первичного
служащий для сличения эталонов
служащий для проверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи

126. Первичным эталоном является эталон...
изготовленный впервые в стране
обеспечивающий постоянство размера единицы физической величины во времени
изготовленный впервые в мире
воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью

127. Для передачи информации о размере единицы от более точных средств измерений к менее точным используются...

самопишущие приборы
рабочие эталоны
технические средства измерения
рабочие средства измерения

128. В технические основы обеспечения единства измерений не входит система...
эталонов единиц физических величин
стандартных справочных данных о физических константах и свойствах материалов и веществ
стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов
единиц физических величин

129. В поверочной схеме средства измерений подразделяются на...

датчики
меры и измерительные преобразователи
рабочие средства измерения и эталоны
измерительные установки

130. Эталонную базу страны составляют ...
совокупность государственных первичных и вторичных эталонов страны
совокупность эталонов основных единиц СИ
совокупность специальных эталонов
совокупность рабочих эталонов

131. Вторичные эталоны (эталон-копии) предназначены для ...
воспроизведения величины определенного размера
градуировки и поверки рабочих средств измерения
передачи размера единицы величины от рабочих эталонов рабочим средствам
измерения
передачи размера единицы величины от первичных эталонов рабочим эталонам

11. Государственный метрологический контроль и надзор

132. При выпуске средств измерения из производства или после ремонта проводится поверка:
очередная
периодическая
экспертная
первичная

133. При поверке рабочие средства измерения сравниваются с ...
государственным первичным эталоном
образцовыми средствами измерения
эталоном-свидетелем
эталоном-копией

134. Общим в процедуре калибровки и поверки является ...
добровольность проведения процедур
возможность установления соответствия не по всем требованиям к средству измерения
обязательность проведения процедур
определение действительных метрологических характеристик средств измерения

135. Положительные результаты поверки не могут удостоверяться ...
поверительным клеймом в технической документации на средство измерения
записью в журнале регистрации поверок средств измерения
поверительным клеймом на корпусе средства измерения
свидетельством о поверке

136. Средства измерения доставляют для поверки ...
аккредитованные испытательные лаборатории
владельцы средств измерения
государственные инспекторы по обеспечению единства измерения
Государственная метрологическая служба

137. При повреждении поверительного клейма, пломбы и утрате документов, подтверждающих прохождение средством измерения периодической поверки, оно подвергается... поверке
экспертной
первичной
внеочередной
инспекционной

138. Документом, подтверждающим пригодность средств измерения по результатам поверки, является ...
свидетельство о поверке
сертификат
извещение о годности
свидетельство о годности

12. Стандартизация. Принципы, определения

139. Общественное объединение заинтересованных предприятий, организаций и органов власти (в том числе национальных органов по стандартизации), которое создано на добровольной основе для разработки государственных, региональных и международных стандартов, – это...
орган по стандартизации
служба стандартизации
инженерное общество
технический комитет по стандартизации

140. К документам в области стандартизации, используемым на территории РФ, не относятся...
общероссийский классификатор (ОК)
правила, нормы и рекомендации в области стандартизации (ПР)
национальные стандарты (ГОСТ Р)
сертификаты

141. Метод стандартизации, приводящий к единообразию объектов одинакового функционального назначения, – это...
типизация
унификация
агрегатирование
систематизация

142. Метод стандартизации, при котором простым сокращением устанавливается ограниченный набор элементов одинакового функционального назначения, – это...
систематизация
симплификация
унификация
типизация

143. Соблюдение принципа предпочтительности при назначении параметров объектов стандартизации приводит к...
нерациональному использованию площадей
неудовлетворенности потребителя

увеличению загрузки оборудования
повышению экономической эффективности объектов стандартизации

144. Для предупреждения неоправданного многообразия изделий выбор размеров машин, узлов, деталей и материалов осуществляют по закономерным рядам... чисел (ГОСТ 6636-96):

предпочтительных
обязательных
наиболее приемлемых
благоприятных сочетаний

145. В техническом регламенте, как правило, устанавливаются... обязательные для применения общетехнические положения, порядки, методы выполнения работ

практические правила проектирования, изготовления, монтажа, технического обслуживания и эксплуатации изделий

систематизированный свод наименований и кодов классификационных групп объектов

требования по безопасности

146. Метод стандартизации отражает...

совокупность заданий, которые необходимо выполнить для достижения целей стандартизации

количественные и качественные критерии, которые должны быть удовлетворены прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации

основные закономерности процесса разработки стандартов

147. Требования к изделиям межотраслевого применения должны содержаться в...

государственных стандартах

отраслевых стандартах

технических условиях

стандартах организаций

148. Одним из принципов стандартизации согласно ГОСТ Р 1.0-2004 является...

наличие серьезных ограничений при использовании международных стандартов как основы разработки национальных

основной приоритет при разработке национальных стандартов – отечественный опыт

использование международных стандартов как основы для разработки национальных

недопустимость использования международных стандартов как основы для разработки национальных

149. Важнейшими принципами стандартизации являются:

достижение консенсуса всех заинтересованных сторон

целеустремленность

добровольность применения стандартов

комплексность для взаимосвязанных объектов

последовательность

150. Научно-техническая основа принципа опережающего развития стандартизации – это...

системная стандартизация
техническая стандартизация
методы оптимизации параметров, долгосрочное прогнозирование
прогрессивная стандартизация
научные идеи, исследования, проектные решения

151. Нормативный документ по стандартизации – это...

технический регламент
стандарт
типовой технологический процесс
технические положения

152. Виды стандартов:

на математические методы
социально-экономические
основополагающие, на продукцию (услуги)
на работы (процессы), на методы контроля (испытаний, измерений)
на методы обеспечения безопасности

153. Агрегатирование – это создание различных машин...

из отдельных блоков
по оптимальным схемам
на основе теоретических расчетов
из одного и того же набора стандартных узлов и деталей

154. Различают виды унификации:

межтиповая
ведомственная
типоразмерная
групповая

155. К органам по стандартизации в РФ относятся...

информационно-техническое бюро
Госстрой России
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
аккредитованные лаборатории

156. Комплексная стандартизация базируется на...

оптимизации
систематизации
сертификации
единстве измерений

157. Теоретической базой стандартизации является...

система единиц физических величин
количественные методы оптимизации
система предпочтительных чисел
оптимальность требований

158. Комплексная стандартизация – это...
степень насыщенности изделия унифицированными узлами и деталями
научно обоснованное предсказание показателей качества, которые могут быть достигнуты к определенному времени
установление и применение системы взаимосвязанных требований к объекту стандартизации
установление повышенных норм и требований к объекту стандартизации

159. Метод унификации заключается в...
выборе оптимальных параметров объектов
рациональном сокращении числа типов, видов и объектов одинакового функционального назначения
снижении материалоемкости деталей машин
установлении обязательных требований к продукции

160. Изображенный на рисунке знак представляет собой...
знак соответствия продукции (услуги) требованиям в системе ГОСТ Р
марку качества производимой продукции
знак качества выпускаемой продукции
знак соответствия системы качества сертификационным требованиям

161. К целям и задачам теории стандартизации не относится...
расширение многообразия в сфере практической деятельности
исследование проблемы многообразия
оптимизация требований стандартов к продукции или деятельности и оптимальные измерения этих требований во времени
обоснование целесообразного ограничения неоправданного многообразия в сфере практической деятельности

162. Нормативный документ в сфере стандартизации, утверждаемый указом президента или постановлением правительства, – это...
технические условия
правила
технический регламент
стандарт

163. Одним из основных принципов стандартизации, установленных ГОСТ Р 1.0-2004, является...
необязательность достижения консенсуса всеми заинтересованными сторонами при разработке стандарта
закрытость информации по стандартам
обязательность применения стандартов во всех сферах
добровольность применения стандартов

164. Пересмотр стандартов Российской Федерации происходит...
через 1 год
каждые 5 лет
каждые 10 лет
по мере необходимости

165. Вид стандартов, к которому относится ГОСТ Р 1.0-2004 «ГСС. Основные положения», это...

- стандарты на методы контроля
- стандарты на работы (процессы)
- основополагающие
- стандарты на продукцию, услуги

166. Нормативный документ, который разработан на основе консенсуса, принят соответствующим органом и устанавливает для всеобщего и многократного использования правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов, и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области, – это...

- постановление правительства
- технический регламент
- технические условия
- стандарт

167. Общие организационно-методические положения для определенной области деятельности и общетехнические требования, обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки и производства в процессах создания и использования продукции, устанавливают...

- основополагающие стандарты
- стандарты на продукцию
- стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа)
- стандарты на термины и определения

168. Контроль и надзор за соблюдением стандартов изготовителями продукции осуществляют региональные... стандартизации, метрологии и сертификации

- центры
- управления
- организации
- предприятия

169. Служба стандартизации на предприятии подчиняется...

- начальнику ОТК
- главному метрологу
- техническому директору (главному инженеру)
- коммерческому директору

170. Деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения, повышения конкурентоспособности продукции, работ или услуг, называется...

- стандартизацией
- сертификацией
- унификацией
- типизацией

171. В радиоэлектронике установлены предпочтительные числа по рядам...

- E5, E10, E15, E25
- E3, E6, E12, E24

E10, E20, E40, E80

E1, E4, E16, E64

13. Международная стандартизация

172. Международные организации, участвующие в работах по стандартизации:

ИСО (Международная организация по стандартизации)

МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергии)

ЕС (Европейский союз)

СЭВ (Совет экономической взаимопомощи)

173. Деятельность Международной организации по стандартизации (ИСО) направлена на...

развитие сотрудничества стран в интеллектуальной, научно-технической и экономической областях

содействие развитию стандартизации

защиту национальных интересов слабо развитых стран

стабилизацию мировой политической обстановки

174. В период между сессиями Генеральной ассамблеи руководство ИСО осуществляет...

Совет

исполнительное бюро

центральный секретариат

рабочая группа

175. Сфера деятельности ИСО не охватывает области стандартизации...

станкостроения

электротехники, электроники и радиотехники

единиц измерения

автомобилестроения

176. Ведущая роль в разработке международных стандартов в области электротехники, радиоэлектроники и связи принадлежит...

МГС

ИСО

МЭК

ГСС

177. Знак $\subset \epsilon$, которым маркирована продукция, означает...

соблюдение требований Директив ЕС

соответствие всем европейским стандартам

высокое качество продукции

экономичность при использовании

178. Разработкой проектов международных стандартов ИСО занимается...

Технический комитет

исполнительное бюро

техническое бюро

Совет ИСО

179. Документом Европейского комитета по стандартизации (СЕН), не содержащим каких-либо нормативных требований, издающимся для ознакомления и обмена информацией, является...

Европейский стандарт (EN)
Технический отчет (СЕН/TR – Technical Report)
Гармонизированный европейский стандарт
Технические условия (СЕН/TS – Technical Specification)

180. Документы EN разрабатываются...

Европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК)
Европейским комитетом по стандартизации (СЕН)
Международной организацией по стандартизации (ИСО)
Международной электротехнической комиссией (МЭК)

181. Международные стандарты ИСО для стран-участниц имеют... статус
обязательный
руководящий
законодательный
рекомендательный

14. Основы сертификации

182. Документ о соответствии требованиям технических регламентов – это...
удостоверение о сертификации
стандарт
сертификат добровольной системы
декларация о соответствии

183. Наличие в номере схемы сертификации буквы а предусматривает...
апробацию новых образцов
анализ состояния производства
финансовый аудит
аккредитацию производства

184. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе...
технического комитета
заявителя
испытательной лаборатории
органа по сертификации

185. При создании системы менеджмента качества предприятие может добровольно сертифицировать:
общее делопроизводство
производство
систему экономических показателей
технико-экономическое состояние предприятия
систему качества

186. Документ, в котором изготовитель удостоверяет, что поставляемая им продукция соответствует нормативным требованиям, называется...

сертификат качества
обязательства перед потребителем
акт о соответствии качества продукции
декларация о соответствии
протокол испытательной лаборатории

187. Механизмом определения беспристрастности, независимости и компетенции участников сертификации не является...

экспертная оценка
стандартизация
аккредитация
идентификация

188. По закону «О техническом регулировании» подтверждение соответствия осуществляется в целях:

повышения качества продукции, работ, услуг на внутреннем и внешнем рынках содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг повышения экономической заинтересованности потребителей продукции, работ, услуг

удостоверения соответствия продукции, производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации; работ, услуг или иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров

повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках

создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ

189. Участниками системы сертификации являются...

орган по стандартизации
испытательная лаборатория
орган по сертификации
заявитель

190. Сертификация систем качества является...

обязательной
законодательной
рекомендованной
добровольной
административной

191. Оценка соответствия в рамках Глобальной концепции в странах ЕС определяется...

декларированием соответствия
схемами сертификации 6...10
схемами сертификации 1...5
модулями А, В, ..., Н

192. Органом по сертификации может быть...

юридическое лицо, аккредитованное для выполнения работ по сертификации
представитель федеральных органов исполнительной власти

индивидуальный предприниматель, аккредитованный для выполнения работ по сертификации
национальный орган Российской Федерации по стандартизации

193. Разработку систем сертификации однородной продукции организует...
центральный орган по сертификации
Федеральное агентство по техническому регулированию
научно-методический центр по сертификации
орган по стандартизации

194. Испытательная лаборатория может участвовать в сертификации, если она...
аккредитована и соответствует системе сертификации
входит в состав Союза потребителей
подала заявку в Госстандарт
имеет большой опыт испытаний и находится на территории Российской Федерации

195. Все отклонения, обнаруженные в ходе аудита системы менеджмента качества организации от требований ГОСТ Р ИСО 9001, могут быть классифицированы как...
несоответствия
значительные несоответствия
недостатки
нарушения

196. Юридические лица, осуществляющие подтверждение соответствия, обязаны...
обеспечить доступность информации о действующем порядке подтверждения соответствия
не применять обязательное подтверждение соответствия к продукции, требования к которой не установлены техническими регламентами
планировать выпуск сертифицированной продукции
информировать представителей рыночной экономики о процедурах, проводимых в своей организации

197. Среди основных этапов сертификации можно выделить...
оспаривание решения по сертификации
заявку на сертификацию
оценку уровня качества продукции
оценку соответствия объекта сертификации установленным требованиям

198. Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами предусматривается схемами сертификации продукции...
9, 9а, 10, 10а
4, 4а
3, 3а
1, 1а, 2, 2а

199. Сертификация производства или системы качества предусматривается схемой сертификации продукции...
5
9

1

2

200. Критерием для принятия решения о соответствии системы менеджмента качества установленным требованиям является...

признание органом по сертификации результативности корректирующих мероприятий

заключение договора на проведение инспекционного контроля на срок действия сертификата

регистрация сертификата в Реестре органа по сертификации

выполнение проверяемым предприятием корректирующих мероприятий в согласованные сроки

201. К принципам подтверждения соответствия в Федеральном законе «О техническом регулировании» не относится...

недопустимость подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией

защита имущественных интересов заявителей, соблюдение коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия

уменьшение сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя

содействие потребителям в компетентном выборе продукции, работ, услуг

202. Обязательной сертификации подлежат:

услуги

персонал

системы качества

продукция

203. В качестве проверки сертифицированных характеристик в соответствии со схемой сертификации производится... контроль

входной

приемочный

инспекционный

операционный

204. В функции органа по сертификации входит:

реклама сертифицируемой продукции

рассмотрение имущественных споров предприятий

выдача сертификата соответствия

принятие решения по заявке предприятия о сертификации продукции

идентификация сертифицированной продукции

205. Защищенный и зарегистрированный в установленном в РФ порядке знак, выданный и применяемый в соответствии с ГОСТ Р 1.9, информирующий о том, что должным образом идентифицированная продукция соответствует всем положениям (требованиям) конкретного национального стандарта (стандартов) на данную продукцию, – это...

знак соответствия

личное клеймо

товарный знак
знак качества

206. Изоляция, упаковка, пломбирование продукции производятся на этапе...
упорядочения
селекции

отбора образцов (проб)
симплификации

207. Начало проведения процедуры сертификации заключается в...
подаче заявки в орган по сертификации
представлении сведений о количестве несоответствующей продукции
подаче сведений в Центр стандартизации, метрологии и сертификации
представлении отчета о реализации продукции

208. Органами по сертификации систем качества являются:
научные центры
муниципальные организации
организации, аккредитованные и зарегистрированные в соответствии с положениями Ростехрегулирования
органы по метрологии и стандартизации

209. Рекомендации по применению той или иной схемы сертификации вырабатываются...
исходя из объема производства
на основе статистических решений
исходя из численности персонала
с учетом погрешностей измерений

210. По способу использования продукцию можно разделить на:
потребляемую
товары народного потребления
эксплуатируемую
товары социального и производственного назначения

211. В соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» заявитель не вправе...
применять форму добровольной сертификации вместо обязательного подтверждения соответствия
обращаться для осуществления обязательной сертификации в любой орган по сертификации, область аккредитации которого распространяется на данную продукцию
обращаться в орган по аккредитации с жалобами на неправомерные действия органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий (центров)
выбирать форму и схему подтверждения соответствия

212. Национальным органом по сертификации является...
Госнадзор
Ростехрегулирование
Центр гигиены и эпидемиологии
Роспотребнадзор

213. Независимо от схем обязательного подтверждения соответствия декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют...
равный срок окупаемости
одинаковые сроки инспекционного контроля
одинаковую величину расходов при сертификации
равную юридическую силу

214. Сертификация введена как обязательная процедура в 1992 г. в свете выполнения решений Закона...
«Об устранении технических барьеров в торговле»
«О защите прав потребителей»
«О техническом регулировании»
«О фитосанитарных нормах»

15. Последовательность действий при сертификации

215. Порядок выполнения основных этапов процесса сертификации:
анализ результатов оценки соответствия
принятие решения по сертификации
инспекционный контроль за сертифицированным объектом
заявка на сертификацию и подготовка к ней объекта
оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям

216. Проверка и оценка системы качества (СК) на предприятии производится в последовательности:
составление акта проверки
выдача сертификата или отказ
договор на инспекционный контроль
принятие решения о рекомендации СК к сертификации
разработка программы проверки
проведение проверки

217. Последовательность действий при обязательной сертификации продукции:
анализ полученных результатов органом по сертификации и принятие решения о возможности выдачи сертификата соответствия
выдача сертификата и лицензии на применение знака соответствия
инспекционный контроль за сертифицированной продукцией
подача заявителем письменной заявки на сертификацию
принятие органом по сертификации решения по заявке
отбор, идентификация образцов и их испытание
оценка производства

218. Предварительная оценка системы качества (СК) проводится в последовательности:
составление заключения
принятие решения по сертификации
оформление договора на оценку СК на предприятии заявителя
анализ СК по исходным документам

16. Аккредитация

219. Целями аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий в соответствии с Законом «О техническом регулировании» являются...

создание условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий

анализ необходимости создания на предприятии системы менеджмента качества

подтверждение компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий, выполняющих работы по подтверждению соответствия

обеспечение доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и аккредитованных испытательных лабораторий

220. Объектом аккредитации могут быть...

технические комитеты по стандартизации

испытательные лаборатории

метрологические службы юридических лиц

организации по подготовке экспертов

221. Процедура аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий осуществляется в последовательности:

анализ материалов экспертизы и принятие решения об аккредитации

оформление и выдача аттестата аккредитации

контроль за аккредитованным органом по сертификации или испытательной лабораторией

представление организацией заявки и других документов на аккредитацию

анализ заявочных документов в органе по аккредитации

проведение экспертизы на месте

222. Документы об аккредитации, выданные до вступления в силу Федерального закона «О техническом регулировании», считаются годными...

в течение одного года после вступления в силу данного закона

в течение семи лет

до окончания срока, установленного в них

в течение срока аккредитации лаборатории

223. Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий осуществляется на основе принципов:

добровольности, открытости и доступности правил аккредитации

обеспеченности современным оборудованием

обеспечения равных условий лицам, претендующим на получение аккредитации

недопустимости внебюджетного финансирования

компетентности и независимости органов, осуществляющих аккредитацию

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии изложены основы метрологии, стандартизации и сертификации.

В главе 1 были приведены сведения о системе единиц физических величин и шкалах измерений, а также классификация измерений и средств измерений (СИ). Сделан вывод о том, что метрология служит количественной основой для стандартизации и сертификации. В свою очередь, метрология в части обработки результатов измерений базируется на таких разделах математики, как теория вероятностей и математическая статистика.

В главе 2 рассматривались основы теории погрешностей и их классификация, методы уменьшения погрешностей и их оценка, а также обработка результатов измерения. Так, для обеспечения высокой точности измерений выбирается подходящее СИ, также применяются различные методы уменьшения систематических погрешностей. Случайные погрешности снижаются до приемлемой величины путем оправданного увеличения числа измерений.

Глава 3 была посвящена правовым основам метрологии в РФ, закрепленным Законом «Об обеспечении единства измерений» и реализуемым региональными ЦСМиС. В данной главе были приведены организационные основы метрологического обеспечения в РФ и сведения о государственном контроле и надзоре за средствами измерений. Так, наиболее важные СИ подлежат периодической поверке; для тех СИ, поверка которых необязательна, проводится процедура калибровки. В указанной главе также были затронуты вопросы международного сотрудничества в области метрологии, которое проводится в различных организациях, наиболее крупные из них МОЗМ, МОМВ, ЕВРОМЕТ.

В главе 4 было дано понятие стандартизации – деятельности, направленной на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач; рассмотрены роль и функции стандартизации. Так, стандартизация обеспечивает необходимый уровень качества продукции, процессов, услуг и реализует четыре основные функции: экономическую, информационную, социальную, коммуникативную. Результаты работ по стандартизации оформляются в виде нормативных документов, основными из них являются стандарты.

В этой же главе были приведены сведения о правовых основах стандартизации, которые в РФ обеспечиваются Законом «О стандартизации», и о Государственной системе стандартизации, состоящей из нескольких основополагающих стандартов. Также освещены вопросы международного сотрудничества в области стандартизации, в частности применение международных и национальных стандартов на территории РФ. Указано, что зарубежные стандарты в Российской Федерации могут применяться как без изменений, так и с незначительными дополнениями. Кроме того, возможно включение основных положений зарубежных стандартов в российские. Основными международными организациями по стандартизации являются Международной организацией по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссией (МЭК).

В главе 5 были изложены организационные основы как обязательной, так и добровольной сертификации. Под сертификацией понимается подтверждение соответствия каких-либо параметров товара или услуги установленным требованиям (стандартам). Обязательная сертификация, как правило, проводится в РФ в целях подтверждения безопасности соответствующего объекта и может осуществляться по 10 схемам, из которых наиболее сложная – схема 5, либо по 7 схемам. Добровольная сертификация обычно служит для установления потребительских качеств объекта и

может выступать инструментом для повышения конкурентоспособности продукции.

В главе 6 были рассмотрены основы сертификации услуг и систем качества, даны понятие и классификация, номенклатура сертификационных услуг (работ), состав участников, правила и порядок проведения сертификации услуг (работ) и систем качества в России. Указано, что в последние годы часто проводится сертификация систем качества (стандарты ИСО серии 9000) и производств с целью подтверждения того, что на всех этапах производства обеспечивается надлежащий уровень качества. Сертификацию проводят аккредитованные органы и испытательные лаборатории. Нормативной базой аккредитации в РФ является комплекс государственных стандартов семейства 51 000, гармонизированных с европейскими стандартами EN 45 000.

В главах 7 и 8 в изложены соответственно особенности зарубежной (на международном, региональном уровнях и в отдельных странах) и отраслевой (электрооборудования и электронных изделий, сырьевых товаров, средств индивидуальной защиты), а также экологической сертификации.

В конце пособия приведены задания для тестирования, включающие 223 вопроса с вариантами ответов, разбитые по изложенным ранее темам (всего их 16).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боридько С.И., Дементьев Н.В., Тихонов Б.Н., Ходжаев И.А. «Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах»: учеб. пособие / под общей ред. Б.Н. Тихонова. М.: Горячая линия-Телеком, 2007. 374 с.
2. Метрология и радиоизмерения: учебник для вузов / В.И. Нефедов, А.С. Сигов, В.К. Битюков, В.И. Хахин / под ред. В.И. Нефедова. М.: Высш. шк., 2006. 526 с.
3. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах: учебник для вузов / В.И. Нефедов, В.И. Хахин, Е.В. Федорова / под ред. В.И. Нефедова. М.: Высш. шк., 2002. 510 с.
4. Тартаковский Д.Ф., Ястребов А.С. Метрология, стандартизация и технические средства измерений: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 2001. 205 с.
5. Лифиц И.М. Основы стандартизации, метрологии, сертификации. М.: Юрайт, 2005. 345 с.
6. Крылова Г.Д. Основы стандартизации, метрологии, сертификации: учебник для вузов. М: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. 671 с.
7. Басаков М.И. Сертификация продукции и услуг с основами стандартизации и метрологии. Ростов н/Д: МарТ, 2002. 256 с.
8. Басаков М.И. Основы стандартизации, метрологии и сертификации. 100 экзаменационных ответов: Экспресс-справочник для вузов и колледжей. Ростов н/Д: МарТ, 2005. 288 с.
9. Алешечкин А.М. Метрология и радиоизмерения: учебное пособие по дисциплине «Метрология и радиоизмерения» для студентов специальности 210200.62 «Радиотехника» / сост. А.М. Алешечкин, В.М. Мусонов, А.П. Романов. Красноярск: СибФУ, 2008. 201 с.
10. Петросьянц В.В. Измерительно-вычислительные комплексы: учеб. пособие для студентов вузов. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. 159 с.