

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Е. Г. Кравченко

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

Утверждено в качестве учебного пособия
Ученым советом Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего профессионального образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный технический университет»

Комсомольск-на-Амуре
2012

УДК 006.91+006+658.562(07)
ББК 30.10я7+30ц.я7+65.9(2)-82я7
К772

Рецензенты:

А. В. Давыдов, директор ФБУ «Региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в г. Комсомольске-на-Амуре»;
О. Н. Комаров, канд. техн. наук, доцент, ст. науч. сотр.
Института машиноведения и металлургии ДВО РАН

Кравченко, Е. Г.

К772 Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. пособие /
Е. Г. Кравченко. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВПО «КнАГТУ»,
2012. – 84 с.

ISBN 978-5-7765-0876-9

В учебном пособии изложены понятия точности, классификации видов, методов и средств измерений, раскрывается понятие погрешностей измерения, приводятся методы обработки результатов измерений, а также основные понятия в области технического регулирования, стандартизации и сертификации.

Учебное пособие предназначено для студентов технических специальностей, изучающих дисциплину «Метрология, стандартизация и сертификация».

УДК 006.91+006+658.562(07)
ББК 30.10я7+30ц.я7+65.9(2)-82я7

ISBN 978-5-7765-0876-9

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального
образования «Комсомольский-на-Амуре
государственный технический
университет», 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. МЕТРОЛОГИЯ.....	6
1.1. Основные термины и определения.....	6
1.2. Основы техники измерений.....	7
1.2.1. Общая характеристика объектов измерений.....	7
1.2.2. Виды измерений.....	12
1.2.3. Классификация средств измерений (СИ).....	15
1.2.4. Классы точности средств измерений.....	24
1.3. Определение точности измерений.....	26
1.3.1. Понятие погрешности измерения.....	26
1.3.2. Виды погрешностей.....	27
1.3.3. Показатели качества измерений и испытаний.....	34
1.4. Получение и представление результатов измерений.....	35
1.4.1. Постановка измерительного эксперимента.....	35
1.4.2. Обработка результатов прямых измерений.....	36
1.4.3. Обработка результатов косвенных измерений.....	39
1.4.4. Представление результатов измерений.....	42
1.5. Методика выполнения измерений.....	46
1.6. Основы метрологического обеспечения.....	46
1.6.1. Организационные основы обеспечения единства измерений.....	48
1.6.2. Правовые основы обеспечения единства измерений.....	49
Контрольные вопросы.....	50
2. ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ.....	51
2.1. Основные понятия и термины.....	53
2.2. Принципы технического регулирования.....	56
2.3. Технические регламенты.....	57
2.3.1. Цели и содержание технических регламентов.....	57
2.3.2. Виды технических регламентов.....	58
Контрольные вопросы.....	59
3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ.....	60
3.1. Сущность стандартизации.....	60
3.2. Нормативные документы по стандартизации.....	61
3.3. Виды стандартов.....	63
3.4. Цели стандартизации.....	65
3.5. Принципы стандартизации.....	65
3.6. Основные задачи стандартизации.....	66

3.7. Методические основы стандартизации (научно-технические принципы).....	67
3.8. Функции стандартизации.....	68
3.9. Категории нормативных документов (НД) по стандартизации...	68
3.10. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.....	70
Контрольные вопросы.....	71
4. СЕРТИФИКАЦИЯ.....	72
4.1. Основные понятия в области сертификации.....	72
4.2. Цели подтверждения соответствия.....	73
4.3. Принципы подтверждения соответствия.....	73
4.4. Формы подтверждения соответствия.....	74
4.4.1. Добровольное подтверждение соответствия.....	75
4.4.2. Обязательные подтверждения соответствия.....	77
4.5. Участники сертификации.....	81
4.6. Проведение сертификации.....	81
Контрольные вопросы.....	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	82
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	83

ПРЕДИСЛОВИЕ

Измерения являются одним из важнейших путей познания природы человеком. Они дают количественную характеристику окружающего мира, раскрывая человеку действующие в природе закономерности. Математика, механика, физика стали именоваться точными науками только потому, что благодаря измерениям они получили возможность устанавливать точные количественные соотношения, выражающие объективные законы природы. Д.И. Менделеев выразил значение измерений для науки следующим образом: «Наука начинается ... с тех пор, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры».

Велико значение измерений в современном обществе. Они служат не только основой научно-технических знаний, но имеют первостепенное значение для учета материальных ресурсов и планирования, для внутренней и внешней торговли, для обеспечения качества продукции, взаимозаменяемости узлов и деталей и совершенствования технологии, для повышения качества и конкурентоспособности продукции, для обеспечения безопасности труда и других видов человеческой деятельности.

ВВЕДЕНИЕ

Отраслью науки, изучающей измерения, является метрология.

Метрология в ее современном понимании – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [19].

Единство измерений — состояние измерений, характеризующееся тем, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Точность измерений – одна из характеристик качества измерения, отражающая близость к нулю погрешности результата измерения.

Таким образом, важнейшей задачей метрологии является обеспечение единства и необходимой точности измерений.

Студенты инженерных специальностей вузов, начиная с начальных курсов, работают в лабораториях по измерениям профилирующих знаний специальных кафедр. Лабораторные работы по измерениям дают практическую возможность тщательно изучить сущность теоретических основ измерения, методов измерения и конструкции различных средств измерения.

В этих условиях нужен единый научный и законодательный фундамент, который осуществляет на практике высокое качество измерений независимо от того, где и с какой целью они производятся. Таким фундаментом является дисциплина «Метрология, стандартизация и сертификация».

1. МЕТРОЛОГИЯ

1.1. Основные термины и определения

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности; подразделяется на теоретическую, прикладную и законодательную.

Теоретическая метрология занимается вопросами фундаментальных исследований, созданием системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения.

Прикладная метрология занимается вопросами практического применения в различных сферах деятельности результатов теоретических исследований в рамках метрологии.

Законодательная метрология включает совокупность взаимообусловленных правил и норм, направленных на обеспечение единства измерений, которые возводятся в ранг правовых положений (уполномоченными на то органами государственной власти), имеют обязательную силу и находятся под контролем государства.

Объектами метрологии являются единицы величин, средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений.

Традиционным объектом метрологии являются физические величины.

Измерение – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу величины, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с ее единицей в явном и неявном виде и получение значения этой величины [20].

В метрологии измерение, по существу, является процессом нахождения физической величины опытным путем с помощью средств измерительной техники.

Метрологическая служба – совокупность субъектов деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений.

Метрологическая служба – это сеть организаций, отдельных организаций или отдельных подразделений, на которые возложена ответственность за обеспечение единства измерений.

Погрешность измерений – разность между результатом измерений и истинным значением измеряемой величины.

Средство измерения – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу величины, размер которой принимается неизменным в пределах установленной погрешности в течение известного интервала времени.

Эталон единицы величины – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины, кратных или дольных

ее значений с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины.

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин, а погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью. Обеспечение единства измерений является одной из главных задач метрологии.

Первым условием обеспечения единства измерений является представление результатов измерений в узаконенных единицах, которые были бы одними и теми же всюду, где проводятся измерения и используются их результаты. В России, как и в большинстве других стран, узаконенными являются единицы величин Международной системы единиц, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам, рекомендованные Международной организацией законодательной метрологии. Второе условие единства измерений – погрешность измерений не превышает (с заданной вероятностью) установленных пределов. Погрешности измерений средства измерений указываются в придаваемом к нему техническом документе – паспорте, ТУ и пр.

1.2. Основы техники измерений

1.2.1. Общая характеристика объектов измерений

Основным объектом измерения в метрологии являются физические величины.

Физическая величина – одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.

Физическая величина применяется для описания материальных систем и объектов (явлений, процессов и т.п.), изучаемых в любых науках. Существуют основные и производные величины. В качестве основных выбирают величины, которые характеризуют фундаментальные свойства материального мира. ГОСТ 8.417-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин» устанавливает семь основных физических величин – *длину, массу, время, термодинамическую температуру, количество вещества, силу света, силу электрического тока*, с помощью которых создается все многообразие производных физических величин и обеспечивается описание любых свойств физических объектов и явлений.

Размер физической величины – количественная определенность физической величины, присущая конкретному материальному объекту, системе, явлению или процессу.

Значение физической величины – выражение размера физической величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц.

Размерность физической величины – выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающего связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1.

Степени символов основных величин, входящих в одночлен, в зависимости от связи рассматриваемой физической величины с основными, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными. Понятие размерность распространяется и на основные величины. Размерность основной величины в отношении самой себя равна единице, то есть формула размерности основной величины совпадает с ее символом.

В соответствии с международным стандартом ИСО 31/0, размерность величин следует обозначать знаком dim . В системе величин LMT размерность величины X будет:

$$dim X = L^l M^m T^t,$$

где L, M, T – символы величин, принятых за основные (соответственно длины, массы, времени).

Показатель размерности физической величины – показатель степени, в которую возведена размерность основной физической величины, входящая в размерность производной физической величины.

Показатели степени l, m, t называют показателями размерности производной физической величины X . Показатель размерности основной физической величины в отношении самой себя равен единице.

Размерная физическая величина – физическая величина, в размерности которой хотя бы одна из основных физических величин возведена в степень, не равную нулю.

Сила F в системе $LMTI\Theta NJ$ является размерной величиной.

Безразмерная физическая величина – физическая величина, в размерность которой основные физические величины входят в степени, равной нулю.

Уравнение связи между величинами – уравнение, отражающее связь между величинами, обусловленную законами природы, в котором под буквенными символами понимают физические величины.

Уравнение $v = l / t$ отражает существующую зависимость скорости v от пути l и времени t .

Общий вид размерности физической величины в системе величин, построенной на семи основных величинах (длина, масса, время, сила тока,

температура, сила света, количество вещества), может быть выражен формулой

$$\dim x = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} I^{\delta} \Theta^{\varepsilon} J^{\rho} N^q,$$

где $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ – показатели размерности физической величины.

Над размерностями можно производить действия умножения, деления, возведения в степень и извлечения корня. Действия сложения и вычитания размерностей не имеют смысла.

? Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Размерность физических величин»:

1. Энергия определяется по уравнению $E = m \cdot c^2$, где m – масса, c – скорость света. Укажите размерность энергии. Какое собственное название имеет единица энергии?

2. Давление определяется по уравнению $p = F/S$, где сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, S – площадь поверхности, воспринимающей усилие F . Укажите размерность давления. Какое собственное название имеет единица давления?

3. Давление определяется по уравнению $P = F \cdot \ell / t$, где действующая сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, ℓ – длина плеча приложения силы, t – время приложения силы. Укажите размерность мощности. Какое собственное название имеет единица мощности?

4. Работа определяется по уравнению $A = F \cdot \ell$, где сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, ℓ – длина перемещения. Укажите размерность работы. Какое собственное название имеет единица работы?

5. Электрическое напряжение определяется по уравнению $U = P/I$, где мощность $P = m \cdot a \cdot \ell / t$, где m – масса, a – ускорение, ℓ – длина, t – время, I – сила электрического тока. Укажите размерность электрического напряжения. Какое собственное название имеет единица электрического напряжения?

6. Вес определяется по уравнению $M = m \cdot g$, где m – масса, g – ускорение свободного падения. Укажите размерность веса. Какое собственное название имеет единица веса?

7. Частота определяется по уравнению $\nu = 1/T$, где T – период (промежуток времени). Укажите размерность частоты. Какое собственное название имеет единица частоты?

8. Сила, действующая на тело, определяется по уравнению $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение. Укажите размерность силы. Какое собственное название имеет единица силы?

9. Механическое напряжение определяется по уравнению $\sigma = F/S$, где $F = m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, S – площадь. Укажите размерность

механического напряжения. Какое собственное название имеет единица механического напряжения?

10. Количество электричества определяется по уравнению $Q = I \cdot t$, где I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность количества электричества. Какое собственное название имеет единица количества электричества?

11. Электрический потенциал определяется по уравнению $\varphi = W/q$, где потенциальная энергия $W = m \cdot g \cdot h$, где m – масса, g – ускорение свободного падения, h – высота, электрический заряд $q = I \cdot t$, где I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность электрического потенциала. Какое собственное название имеет единица электрического потенциала?

12. Электродвижущая сила определяется по уравнению $\varepsilon = I \cdot R$, где I – сила электрического тока, сопротивление $R = U/I$, напряжение $U = P/I$, мощность $P = m \cdot a \cdot \ell / t$, где m – масса, a – ускорение, ℓ – длина, t – время. Укажите размерность электродвижущей силы. Какое собственное название имеет единица электродвижущей силы?

13. Электрическая ёмкость определяется по уравнению $C = q/U$, где электрический заряд $q = I \cdot t$, где I – сила электрического тока, напряжение $U = P/I$, мощность $P = m \cdot a \cdot \ell / t$, где m – масса, a – ускорение, ℓ – длина, t – время. Укажите размерность электрической ёмкости. Какое собственное название имеет единица электрической ёмкости?

14. Электрическое сопротивление определяется по уравнению $R = U/I$, где напряжение $U = A/q$, работа $A = F \cdot \ell$, сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, ℓ – длина перемещения, электрический заряд $q = I \cdot t$, I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность электрического сопротивления. Какое собственное название имеет единица электрического сопротивления?

15. Плотность тока $J = I/S$, где I – сила электрического тока, S – площадь поперечного сечения. Укажите размерность плотности тока.

16. Электрическая проводимость определяется по уравнению $G = I/U$, где I – сила электрического тока, напряжение $U = E \cdot \ell$, напряженность $E = F/q$, сила $F = m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, заряд $q = I \cdot t$, где I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность электрической проводимости. Какое собственное название имеет единица электрической проводимости?

17. Поток излучения $\Phi = E/t$, где энергия $E = m \cdot c^2$, где m – масса, c – скорость света, t – время. Укажите размерность потока излучения. Какое собственное название имеет поток излучения?

18. Магнитный поток определяется по уравнению $\Theta = B \cdot S$, где магнитная индукция $B = F/(I \cdot \ell)$, сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, I – сила тока, S – площадь, ℓ – длина. Укажите размерность магнитного потока. Какое собственное название имеет единица магнитного потока?

19. Магнитная индукция определяется по уравнению $B = M/(I \cdot S)$, где момент сил $M = F \cdot \ell$, где I – сила тока, S – площадь, ℓ – длина. Укажите размерность магнитного потока. Какое собственное название имеет единица магнитного потока?

20. Электрический заряд определяется по уравнению $q = I \cdot t$, где I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность электрического заряда. Какое собственное название имеет единица электрического заряда?

21. Работа силы тяжести определяется по уравнению $A = m \cdot g \cdot h$, где m – масса, g – ускорение свободного падения, h – высота. Укажите размерность работы. Какое собственное название имеет единица работы?

22. Индуктивность определяется по уравнению $L = \Theta/I$, где магнитный поток $\Theta = B \cdot \ell \cdot v \cdot t$, магнитная индукция $B = F/(I \cdot \ell)$, сила $F = m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, I – сила тока, ℓ – длина, v – скорость, t – время. Укажите размерность индуктивности. Какое собственное название имеет единица индуктивности?

23. Поглощенная доза ионизирующего излучения определяется по уравнению $\chi = E/m$, где энергия излучения $E = m \cdot c^2$, m – масса вещества, c – скорость света. Укажите размерность поглощенной дозы излучения. Какое собственное название имеет единица поглощенной дозы излучения?

24. Площадь определяется по уравнению $S = \ell^2$, где ℓ – длина. Укажите размерность площади.

25. Объем определяется по уравнению $V = \ell^3$, где ℓ – длина. Укажите размерность объёма.

26. Скорость определяется по уравнению $v = \ell/t$, где ℓ – длина, t – время. Укажите размерность скорости.

27. Ускорение определяется по уравнению $a = v/t$, где v – скорость, t – время. Укажите размерность ускорения.

28. Плотность вещества определяется по уравнению $\rho = m/V$, где m – масса, V – объём. Укажите размерность плотности.

29. Импульс тела определяется по уравнению $i = m \cdot v$, где m – масса, v – скорость. Укажите размерность импульса.

30. Количество теплоты определяется по уравнению $\Omega = p \cdot V$, где давление $p = F/S$, сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, S – площадь, V – объём. Укажите размерность количества теплоты. Какое собственное название имеет единица количества теплоты?

31. Момент силы определяется по уравнению $M = F \cdot d$, где сила тяжести $F = m \cdot g$, где m – масса, g – ускорение свободного падения, d – плечо (расстояние). Укажите размерность момента силы. Какое собственное название имеет единица момента силы?

32. Поверхностное натяжение определяется по уравнению $N = F/\ell$, где сила тяжести $F = m \cdot g$, где m – масса, g – ускорение свободного падения, ℓ – длина поверхности. Укажите размерность поверхностного натяжения.

33. Удельная теплоёмкость определяется по уравнению $c = \Omega/(m \cdot T)$, где количество теплоты $\Omega = p \cdot V$, где давление $p = F/S$, сила $F = m \cdot a$, где m – масса, a – ускорение, S – площадь, V – объём, T – температура. Укажите размерность удельной теплоёмкости.

34. Молекулярная масса определяется по уравнению $M = m/\nu$, где m – масса вещества, ν – количество вещества. Укажите размерность молекулярной массы.

35. Напряженность электрического поля определяется по уравнению $E = F/q$, где $F = m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, $q = I \cdot t$, где I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность напряженности электрического поля.

36. Удельное электрическое сопротивление определяется по уравнению $\rho = E \cdot \ell^2/I$, где напряженность электрического поля $E = F/q$, где $F = m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, $q = I \cdot t$, I – сила электрического тока, t – время. Укажите размерность удельного электрического сопротивления.

37. Импульс силы определяется по уравнению $i = F \cdot t$, где $F = m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, t – время. Укажите размерность импульса силы.

38. Оптическая сила линзы определяется по уравнению $D = 1/F$, где F – фокусное расстояние. Укажите размерность оптической силы линзы. Какое собственное название имеет единица оптической силы линзы?

39. Освещенность определяется по уравнению $\lambda = \pi/S$, где световой поток $\pi = \alpha \cdot \dot{I}$, α – телесный угол, $\dot{I}$ – сила света, S – площадь поверхности. Укажите размерность яркости. Какое собственное название имеет единица освещенности?

1.2.2. Виды измерений

В метрологии существует множество видов измерений, и число их постоянно увеличивается (рис. 1.1).

Измерения различают по способу получения информации, характеру изменений измеряемой величины в процессе измерений, количеству измерительной информации, отношению к основным единицам.

По способу получения информации измерения разделяют на прямые, косвенные, совокупные и совместные.

Прямые измерения – наиболее простые, состоящие в непосредственном сравнении физической величины с ее мерой. Например, при определении длины предмета линейкой происходит сравнение искомой величины (количественного выражения значения длины) с мерой, т.е. линейкой.

Косвенные измерения отличаются от прямых тем, что искомое значение величины устанавливают по результатам прямых измерений таких величин, которые связаны с искомой определенной известной зависимостью.



Рис. 1.1. Виды измерений

Например, объем параллелепипеда находят умножением трех линейных величин (длины, ширины и высоты); электрическое сопротивление – делением падения напряжения на силу электрического тока.

Совокупные измерения осуществляются одновременными прямыми измерениями нескольких одноименных величин, при которых искомое значение находят решением системы уравнений, составляемых в результате измерений различных сочетаний этих величин. При определении взаимной индуктивности катушки, к примеру, используют два метода: сложения и вычитания полей.

Совместные измерения – это производимые одновременно (прямые и косвенные) измерения двух или более неоднородных физических величин для определения зависимости между ними.

Совокупные и совместные измерения чаще всего применяют в измерениях различных параметров и характеристик в области электротехники.

Прямые измерения – основа более сложных измерений, поэтому целесообразно рассмотреть классификацию методов прямых измерений:

1. *Метод непосредственной оценки*, при котором величину определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора, например измерение давления пружинным манометром, массы – на весах.

2. *Метод сравнения с мерой*, где измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. Например, измерение массы на рычажных весах с уравниванием гирей; измерение напряжения постоянного тока на компенсаторе сравнением с ЭДС параллельного элемента.

3. *Метод противопоставления*, при котором измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения. Например, определение массы на равноплечих весах с помещением измеряемой массы и уравнивающих ее гирь на двух чашках весов.

4. *Дифференциальный метод*, характеризуемый измерением разности между измеряемой величиной и известной величиной, воспроизводимой мерой. Метод позволяет получить результат высокой точности при использовании относительно грубых средств измерения.

5. *Нулевой метод*, который аналогичен дифференциальному, но в нем разность между измеряемой величиной и мерой сводится к нулю. При этом нулевой метод имеет то преимущество, что мера может быть во много раз меньше измеряемой величины.

6. *Метод замещения*, состоящий в том, что измеряемую величину замещают известной величиной, воспроизводимой мерой. Например, взвешивание с поочередным помещением измеряемой массы и гирь на одну и ту же чашку весов.

7. *Метод совпадений*, заключающийся в том, что разность между сравниваемыми величинами измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов. К примеру, при измерении длины штангенциркулем наблюдают совпадение отметок на шкалах штангенциркуля и нониуса; при измерении частоты вращения стробоскопом наблюдают совпадение метки на вращающемся объекте с момента вспышек известной частоты.

По характеру изменения измеряемой величины в процессе измерений бывают динамические и статические измерения.

Статистические измерения связаны с определением характеристик случайных процессов, звуковых сигналов, уровня шумов и т. д. Статические измерения имеют место тогда, когда измеряемая величина практически постоянна. *Динамические измерения* связаны с величинами, которые в

процессе измерений претерпевают те или иные изменения. Статические и динамические измерения в идеальном виде на практике редки.

По количеству измерительной информации различают однократные и многократные измерения.

Однократные измерения – это одно измерение одной величины, то есть число измерений равно числу измеряемых величин. Практическое применение такого вида измерений всегда сопряжено с большими погрешностями, поэтому следует проводить не менее трех однократных измерений и находить конечный результат как среднее арифметическое значение.

Многократные измерения характеризуются превышением числа измерений над количеством измеряемых величин.

По способу определения значения измеряемой величины различают абсолютные и относительные измерения.

При абсолютном методе значение измеряемой величины определяется непосредственно по шкале прибора. При относительном – значение измеряемой величины получается как алгебраическая сумма показаний по шкале прибора и размера установочной меры, отклонение от которого показывает прибор.

1.2.3. Классификация средств измерений (СИ)

Для практического измерения различных величин применяют технические средства, которые имеют нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и (или) хранящие единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени, и называются средствами измерений (СИ). В метрологии средства измерения принято классифицировать по видам, метрологическому назначению и принципам измерения.

Виды средств измерений

По видам все многообразие современных средств измерений разделяют следующим образом: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности.

Мерой называют средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения одного или нескольких заданных размеров физической величины, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью.

К данному виду средств измерений относятся гири, концевые и угловые меры длины и т.п. На практике используют однозначные и многозначные меры, а также наборы и магазины мер. Однозначные меры вос-

производят величины только одного размера, многозначные меры – несколько размеров физической величины.

К однозначным мерам относят и стандартные образцы, и стандартные вещества. *Стандартный образец* – это должным образом оформленная проба вещества (материала), которая подвергается метрологической аттестации с целью установления значения определенной характеристики. Эта характеристика (или свойство) является величиной с известным значением при установленных условиях внешней среды. К стандартным образцам относятся, например, наборы минералов с конкретными значениями твердости для определения этого параметра у различных минералов.

Наборы и магазины представляют собой объединение (сочетание) однозначных или многозначных мер для возможности воспроизведения некоторых промежуточных суммарных значений величины. *Набор мер* представляет комплект однородных мер разного размера, что дает возможность применять их в нужных сочетаниях, например набор плоскопараллельных концевых или угловых мер длины.

Магазин мер – сочетание мер, объединенных конструктивно в одно механическое целое, в котором предусмотрена возможность посредством ручных или автоматизированных переключателей, связанных с отсчетным устройством, соединять составляющие магазин меры в нужном сочетании. По этому принципу устроены магазины электрических сопротивлений.

Измерительный преобразователь – техническое средство, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения и дальнейших преобразований, индикации и передачи.

Измерительные преобразователи либо входят в конструктивную схему измерительного прибора, либо применяются совместно с ним, но сигнал преобразователя не поддается непосредственному восприятию наблюдателем. Например, преобразователь может быть необходим для передачи информации в память компьютера. Преобразуемую величину называют исходной, а результат преобразования – выходной величиной.

Измерительный прибор – средство измерений, предназначенное для получения значения измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Это средство измерения, которое позволяет получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия пользователем. Различаются измерительные приборы прямого действия и приборы сравнения.

Приборы прямого действия отображают измеряемую величину на показывающем устройстве, имеющем соответствующую градуировку в единицах этой величины. Изменение рода физической величины при этом не происходит. К приборам прямого действия относят, например, микрометры, термометры и т.п.

Приборы сравнения предназначены для сравнения измеряемых величин с величинами, значения которых известны. Такие приборы широко используются в научных целях, а на практике для измерения таких величин, как яркость источников излучения, давление сжатого воздуха и др.

Измерительные установки и системы – совокупности функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других измерительных устройств, предназначенные для измерения одной или нескольких физических величин и расположенные в одном месте. Обычно они автоматизированы и обеспечивают ввод информации в систему, автоматизацию самого процесса измерения, обработку и отображение результатов измерений для лучшего их восприятия.

Измерительные принадлежности – это вспомогательные средства измерений величин. Они необходимы для вычисления поправок к результатам измерений, если требуется высокая степень точности. Например, термометр может быть вспомогательным средством, если показания прибора достоверны только при строго регламентированной температуре; психрометр – если строго оговаривается влажность окружающей среды.

Следует учитывать, что измерительные принадлежности вносят в результат измерений определенные погрешности, связанные с погрешностью самого вспомогательного средства.

Метрологические назначения средств измерений

По метрологическому назначению средства измерений делят на два вида – рабочие средства измерений (РСИ) и эталоны.

Рабочие средства измерений применяют для определения параметров (характеристик) технических устройств, технологических процессов, окружающей среды и т.д. Рабочие средства могут быть лабораторными (для научных исследований), производственными (для обеспечения и контроля заданных характеристик технологических процессов), полевыми (для самолетов, автомобилей, судов и т.п.).

Каждый из этих видов рабочих средств отличается особыми показателями. Лабораторные средства измерений – самые точные и чувствительные, а их показания характеризуются высокой стабильностью. Производственные обладают повышенной устойчивостью к воздействиям различных факторов производственного процесса: температуры, влажности, вибрации и т.п. Полевые средства измерения могут работать в условиях, изменяющихся в широких пределах внешних воздействий.

Особым средством измерений является эталон.

Эталон – это высокоточная мера, предназначенная для воспроизведения и хранения единицы величины с целью передачи ее размера другим средствам измерений. От эталонов единица величины передается рабочим средствам измерений.

Эталоны классифицируют на первичные, вторичные и рабочие.

Первичный эталон – это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Первичный эталон может быть национальным (государственным) и международным.

Национальный эталон утверждается в качестве исходного средства измерения для страны национальным органом по метрологии. В России национальные (государственные) эталоны утверждает Госстандарт РФ.

Первичному эталону соподчинены вторичные и рабочие (разрядные) эталоны. Размер воспроизводимой единицы вторичным эталоном сличается с государственным эталоном. *Вторичные эталоны* (их иногда называют «эталон-копии») утверждают либо Росстандарт РФ, либо государственные научные метрологические центры, что связано с особенностями их использования. Рабочие эталоны (1-го, 2-го, 3-го разрядов) воспринимают размер единицы от вторичных эталонов и служат для передачи размера рабочим средствам измерений.

Принципы действия средств измерения

Это физические принципы (явления или совокупность явлений), положенные в основу построения средств измерения данного вида. Принцип действия обычно находит отражение в названии средства измерения. Количество принципов действия чрезвычайно велико и непрерывно увеличивается по мере использования для измерений новых физических явлений и их сочетаний.

Метрологические характеристики средств измерения

Метрологические характеристики – это характеристики, которые позволяют судить о пригодности средства измерения к измерениям в определенном диапазоне с определенной точностью. Средства измерения, имеющие метрологические характеристики, называются приборами, не имеющие – индикаторами.

Перечень метрологических характеристик, способы их нормирования и формы представления устанавливает ГОСТ 8.009-84 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений».

Метрологические характеристики необходимы для достижения взаимозаменяемости средств измерения, сравнения средств измерения между собой и выбора требуемого по точности, оценки технического состояния средства измерения при поверке (калибровке), оценки погрешности измерения.

Наиболее распространены следующие метрологические характеристики (рис. 1.2).

Диапазон измерений средства измерений – область значений измеряемой величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерения.

Диапазон показаний средства измерений – область значений шкалы средства измерения, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы.

Цена деления шкалы – разность значений измеряемой величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерения.

Длина деления шкалы – расстояние между осями (центрами) двух соседних отметок шкалы.

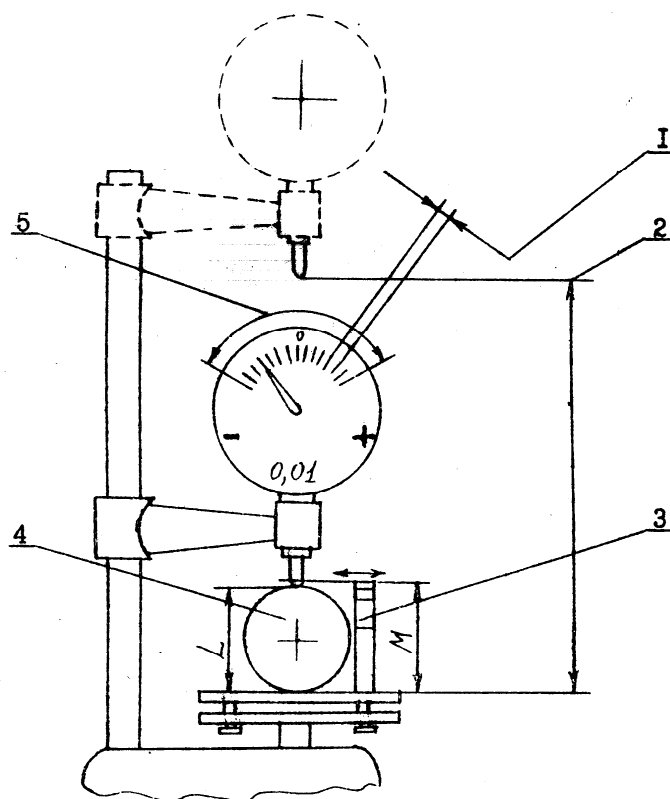


Рис. 1.2. Основные метрологические показатели СИ:
1 – длина деления шкалы; 2 – диапазон измерений; 3 – мера;
4 – деталь; 5 – диапазон показаний шкалы

Чувствительность измерительного средства – отношение изменения сигнала на выходе измерительного средства к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Так, если при измерении диаметра вала с номинальным размером $d = 100$ мм изменение измеряемой величины $\Delta d = 0,01$ мм вызвало перемещение стрелки показывающего устройства $\Delta l = 10$ мм, абсолютная чув-

ствительность прибора составляет $S = \frac{\Delta l}{\Delta d} = \frac{10}{0,01} = 1000$, относительная чувствительность $S_0 = \Delta l \times \frac{\Delta d}{d} = 10 \times \frac{0,01}{100} = 0,001$.

Измерительное усилие – усилие, создаваемое в месте контакта измерительного наконечника с поверхностью контролируемого изделия и направленное по линии измерения.

Погрешность средства измерения – разность между показаниями средства измерения и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины. При проведении измерений используют так называемую *допускаемую погрешность средства измерения*, получаемую методами теории вероятности. В качестве *предела допускаемой погрешности средства измерения* принимают наибольшую погрешность, при которой средство измерения может быть допущено к применению. В этом качестве используют величину $\pm 3\sigma$.

В зависимости от внешних условий погрешности средства измерения делятся на основные и дополнительные.

Основная погрешность средства измерения – это погрешность средства измерения, применяемого в нормальных условиях. *Нормальные условия измерений* – условия измерений, характеризующие совокупностью значений или областей значений влияющих величин, при которых изменениями результатов измерений пренебрегают вследствие малости. Для различных измеряемых величин нормальные условия задаются соответствующими нормативными документами.

Дополнительная погрешность средства измерения – составляющая погрешности средства измерений, возникающая дополнительно к основной погрешности вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

Рабочие условия измерений – условия измерений, при которых значения влияющих величин находятся в пределах рабочих областей.

В процессе эксплуатации метрологические характеристики средства измерения изменяются, что связано с процессами старения материалов и изнашиванием деталей его конструкции. Эти изменения приводят к отказам, т.е. невозможности средства измерения выполнять свои функции. Такие отказы называются метрологическими, т.к. они связаны с выходом метрологических характеристик из установленных пределов допускаемой погрешности.

Метрологическая исправность средства измерения – это состояние средства измерения, при котором **все** нормируемые метрологические характеристики соответствуют установленным требованиям.

Метрологическая надежность средства измерения – это способность средства измерения сохранять свою метрологическую исправность в течение заданного времени при определенных режимах эксплуатации.

Метрологические характеристики средств измерения изменяются постепенно, что позволяет говорить о большом числе работоспособных состояний с различной степенью их приближения к допускаемым предельным значениям. В этом отличие метрологической надежности от общей теории надежности, в которой рассматриваются только два состояния системы: работоспособное и неработоспособное. Таким образом, метрологические характеристики средств измерения являются переменными (текущими) характеристиками, обладающими различными значениями в различные временные моменты.

Основной формой поддержания средства измерения в метрологически исправном состоянии является его периодическая поверка (калибровка).

Поверка (калибровка) средств измерений

Метрологическая надежность средств измерения обеспечивается путем их периодической поверки, которая осуществляется соответственно либо государственной метрологической службой (ГМС), либо метрологическими службами предприятий или ведомств.

Поверка средств измерений – это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и пригодности к применению средств измерений. Под пригодностью средства измерения подразумевается соответствие его метрологических характеристик ранее установленным техническим требованиям, которые содержатся в технической документации на СИ (паспорте, аттестате), нормативных документах или определяются заказчиком.

В отличие от поверки, которую осуществляют органы государственной метрологической службы, *калибровка* может проводиться метрологической службой любого юридического лица или физическим лицом при наличии надлежащих требований к ним для выполнения этой работы. Калибровка заменила ранее существовавшую в нашей стране вневедомственную поверку и метрологическую аттестацию средств измерений. Кроме того, *калибровка* – добровольная операция, это еще одно ее отличие от поверки, которая обязательна через определенные межповерочные интервалы и осуществляется органами ГМС.

Однако добровольный характер калибровки не освобождает метрологическую службу предприятия от необходимости соблюдать определенные требования. Главное из них – обязательная «привязка» рабочего средства измерений к национальному (государственному) эталону через систему разрядных эталонов.

Сущность поверки (калибровки) рабочих средств измерений состоит в определении того, насколько хорошо передан размер единицы физической величины от эталонного к рабочему средству измерения. Эти технические процедуры осуществляются с помощью государственных эталонов и эталонов 1, 2, 3-го разрядов только при нормальных условиях.

Узловым вопросом при поверке является выбор соотношения между допустимыми погрешностями эталона и рабочего средства измерений. Обычно это соотношение 1:3 или 1:5. Очень важным при этом является соотношение диапазонов измерений эталона и рабочего средства измерений. Верхний предел измерений эталона должен быть равен или незначительно превышать верхний предел измерений рабочего средства измерений.

Для поверки рабочих измерительных устройств применяются следующие методы:

- непосредственное сличение рабочего средства измерений с эталонным измерительным устройством;
- прямое измерение рабочим средством измерений физической величины, воспроизводимой эталонной мерой.

Поверка средств измерений предполагает определение погрешностей средств измерения.

Как при поверке измерительного прибора методом прямого измерения величин, воспроизводимых мерами, так и при поверке методом непосредственного сличения с эталонным прибором наибольшую, полученную во всем диапазоне измерения погрешность принимают за основную погрешность поверяемого измерительного прибора. Основная погрешность средства измерения – это погрешность при использовании его в нормальных условиях.

При положительном исходе поверки средства измерений на него наносят поверочное клеймо – знак, удостоверяющий факт поверки и признания средства измерения пригодным к применению.

 Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Метрологические характеристики средств измерений»:

1. При измерении диаметра вала с номинальным размером $d = 100$ мм изменение измеряемой величины $\Delta d = 0,01$ мм вызвало перемещение стрелки показывающего устройства на $\Delta L = 10$ мм. Чему равна абсолютная чувствительность прибора?

2. При измерении диаметра вала с номинальным размером $d = 100$ мм изменение измеряемой величины $\Delta d = 0,01$ мм вызвало перемещение стрелки показывающего устройства на $\Delta L = 10$ мм. Чему равна относительная чувствительность прибора?

3. Измерительный наконечник многооборотного рычажно-зубчатого индикатора при перемещении на 200 мкм вызвал поворот стрелки на 0,5 оборота. Радиус стрелки равен 30 мм. Определить чувствительность индикатора.

4. Пневматический калибр-пробка поочередно помещается в два установочных кольца с разностью диаметров 6,2 мкм; поплавков пневматического длиномера при этом перемещается на 31 мм. Определить интервал деления шкалы при цене деления шкалы 1 мкм.

5. При перемещении измерительного наконечника индикатора на величину 0,25 мм его стрелка повернулась на угол 90° . Радиус стрелки равен 25 мм; интервал деления шкалы равен 1,57 мм. Определить цену деления шкалы.

6. Предел измерения пружинной измерительной головки ± 15 мкм; шкала имеет 60 делений. Определить цену деления шкалы.

7. На сколько оборотов повернулась стрелка индикатора часового типа, чувствительность которого равна 157, если при этом измерительный наконечник индикатора переместился на 1,55 мм? Радиус стрелки равен 25 мм.

8. Определить радиус стрелки многооборотного рычажно-зубчатого индикатора, если при перемещении измерительного наконечника на 50 мкм стрелка повернулась на 90° . Чувствительность индикатора равна 942.

9. Три оборота барабана микрометра вызывают перемещение микровинта вдоль оси на 1,5 мм. Чувствительность микрометра равна 113. Определить диаметр барабана, на котором нанесены штрихи.

10. Длина шкалы пневматического длиномера 250 мм. Поплавков длиномера переместился вдоль шкалы на 15 мм при изменении измеряемого размера на 3 мкм. Определить диапазон показаний при цене деления шкалы 1 мкм.

11. Точность измерения с помощью индикатора составляет 0,01. Какое из перечисленных значений размера детали будет считаться действительным размером: 29,9; 29,94; 29,937; 29,9374?

12. Определить число делений на шкале нониуса, если модуль нониусной шкалы $m = 1$ мм, цена деления нониусной шкалы $c = 0,5$ мм, $k_m = 5$ мм.

13. Определить число делений основной шкалы на длине нониусной шкалы, если модуль нониусной шкалы $m = 2$ мм, цена деления нониусной шкалы $c = 0,1$ мм, $k_m = 2$ мм.

14. Определить число делений на шкале нониуса, если модуль нониусной шкалы $m = 1$ мм, длина нониусной шкалы $l = 9$ мм, $k_m = 5$ мм.

15. Определить число делений основной шкалы на длине нониусной шкалы, если модуль нониусной шкалы $m = 2$ мм, длина нониусной шкалы $l = 49$ мм, $k_m = 2,5$ мм.

16. Определить длину нониусной шкалы, если число делений нониусной шкалы $n_n = 20$, модуль нониусной шкалы $m = 2$ мм, цена деления нониусной шкалы $c = 0,2$ мм.

17. Определить число делений основной шкалы на длине нониусной шкалы, если число делений нониусной шкалы $n_n = 10$, модуль нониусной шкалы $m = 1$ мм, цена деления нониусной шкалы $c = 0,1$ мм.

18. Определить интервал нониусной шкалы, если модуль нониусной шкалы $m = 1$ мм, цена деления нониусной шкалы $c = 0,2$ мм, $k_m = 2$ мм.

1.2.4. Классы точности средств измерений

Абсолютной (предельной) погрешностью средства измерения называется разность показаний измерительного средства X и истинного (действительного) X_D значения измеряемой величины:

$$\Delta = X - X_D.$$

Значение X_D определяют образцовым измерительным средством или воспроизводят образцовой мерой величины.

Относительной погрешностью средства измерения называется отношение абсолютной погрешности к действительному значению измеряемой величины, %:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_D} \cdot 100.$$

Приведенной погрешностью называется отношение абсолютной погрешности к параметру нормирования X_N , %:

$$\lambda = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100.$$

Нормирующее значение X_N принимается равным:

- конечному значению шкалы, если нулевая отметка прибора находится на краю или вне шкалы;
- модулю разности пределов измерений, если шкала имеет условный нуль;
- арифметической сумме конечных значений диапазона измерений, если прибор имеет двустороннюю шкалу, т.е. нулевая отметка находится на середине шкалы.

Класс точности – это обобщенная характеристика средств измерений; им определяется погрешность измерительных приборов.

Классы точности присваиваются средствам измерений на основании результатов государственных испытаний.

Наиболее широко используют три типовые варианта обозначения классов точности:

- **1,5** – класс точности указан в кружке
в виде **относительной погрешности**;

$$\delta = \frac{\Delta}{X_d} \cdot 100 = \pm 1,5\%$$

- **1,5** – класс точности указан без кружка
в виде **приведенной погрешности**

$$\lambda = \frac{\Delta}{X_N} \cdot 100 = \pm 1,5\%;$$

- **0,02/ 0,01** – класс точности указан двумя
числами с/d, нормирующими
относительную погрешность

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

? Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Классы точности средств измерения»:

1. Амперметр с пределами измерений от – 10 А до + 25 А класса точности **1,0** показывает 5 А. Чему равен предел допускаемой погрешности прибора?

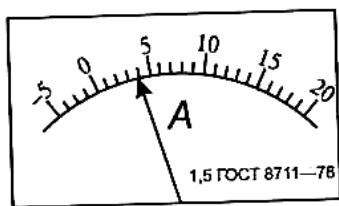
2. Ампервольтметр класса точности **0,06/0,04** со шкалой от – 50 А до +50 А показывает 20 А. Чему равна предельная относительная погрешность прибора?

3. Вольтметр с пределами измерения 0...250 В класса точности **0,2** показывает 200 В. Чему равен предел допускаемой погрешности прибора?

4. Мультиметр при измерении электрической емкости класса точности **2/1** на диапазоне до 2 мкФ показывает 0,8 мкФ. Чему равен предел относительной погрешности прибора?

5. 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.

6. Стрелка амперметра показывает 4 А. Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности отсчета при условии, что класс точности прибора равен 1,5.



7. Стрелка амперметра показывает 4 А. Оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности отсчета при условии, что класс точности прибора равен **1,5**.

8. Отсчет по равномерной шкале прибора с нулевой отметкой и предельным значением 50 А составил 25 А. Пренебрегая другими видами погрешностей, оценить пределы допускаемой абсолютной погрешности этого отсчета при условии, что класс точности прибора равен: **0,02/0,01**; **0,5**; 0,5.

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

10. Температура в масляном термостате измеряется образцовым палочным стеклянным термометром и поверяемым парогазовым термометром. Первый показал 111 °С, второй – 110 °С. Определить истинное (действительное) значение температуры, погрешность поверяемого прибора и оценить относительную погрешность термометра.

11. Определите относительную погрешность измерения в начале шкалы (для 30 делений) для прибора класса 0,5, имеющего шкалу 100 делений. Насколько эта погрешность больше погрешности на последнем – сотом делении шкалы прибора?

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

13. Какова приведенная погрешность показаний вольтметра с верхним пределом измерений 150 В при показании 100,9 В и действительном значении напряжения 100,0 В?

1.3. Определение точности измерений

1.3.1. Понятие погрешности измерения

При практическом использовании тех или иных результатов измерений важно оценить их точность. Термин «точность измерений», т.е. степень приближения результатов измерения к некоторому истинному значению, не имеет строгого определения и используется для качественного сравнения измерительных операций. Для количественной оценки применяется понятие «погрешность измерений» (чем меньше погрешность, тем выше точность).

Погрешностью называют отклонение результата измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины. При этом следует иметь в виду, что истинное значение физической величины считается неизвестным и применяется в теоретических исследованиях. Действительное значение физической величины устанавливается экспериментальным путем в предположении, что результат эксперимента (измерения) в максимальной степени приближается к истинному значению. Оценка погрешности измерения – одно из важных мероприятий по обеспечению единства измерений.

Погрешность измерений зависит, в первую очередь, от погрешностей СИ, а также от условий, в которых проводится измерение, от эксперимен-

тальной ошибки методики и субъективных особенностей человека в случаях, где он непосредственно участвует в измерениях. Поэтому можно говорить о нескольких составляющих погрешности измерений или о ее суммарной погрешности.

Количество факторов, влияющих на точность измерения, достаточно велико, и любая классификация погрешностей измерения (рис. 1.3) в известной мере условна, так как различные погрешности в зависимости от условий измерительного процесса проявляются в разных группах.



Рис. 1.3. Классификация погрешностей измерения

1.3.2. Виды погрешностей

Как указывалось выше, погрешность измерения – это отклонение результата измерения X от истинного $X_{и}$ значения измеряемой величины. При этом вместо истинного значения физической величины $X_{и}$ используют ее действительное значение $X_{д}$.

В зависимости от формы выражения различают абсолютную, относительную и приведенную погрешности измерения.

Абсолютная погрешность – это погрешность средства измерений, выраженная в единицах измеряемой физической величины. Она определяется как разность $\Delta' = X_i - X_{и}$ или $\Delta = X - X_{д}$, где X_i – результат измерения.

Относительная погрешность – это погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или действительному значению измеряемой физической величины. Она определяется как отношение $\delta = \pm(\Delta/X_d) \cdot 100 \%$.

Приведенная погрешность – это погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений X_N .

В качестве нормирующего значения можно использовать диапазон измерений прибора, верхний предел измерений и т.д. Она определяется как отношение $\gamma = \pm(\Delta/X_N) \cdot 100 \%$.

Методами теории вероятностей установлено, что в качестве действительного значения результата при многократных измерениях параметра, изменяющегося случайным образом, выступает *среднее арифметическое значение* $\bar{X}$:

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

где X_i – результат i -го измерения; n – число измерений.

Величина $\bar{X}$, полученная в одной серии измерений, является случайным приближением к X_n . Для оценки ее возможных отклонений от X_n определяют оценку *среднего квадратического отклонения* от среднего арифметического:

$$S(\bar{X}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)n}}.$$

Для оценки рассеяния отдельных результатов измерения X_i относительно среднего арифметического $\bar{X}$ определяют выборочное *среднее квадратическое отклонение*:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)}}.$$

Эти формулы соответствуют центральной предельной теореме теории вероятностей, согласно которой среднее арифметическое из ряда измерений всегда имеет меньшую погрешность, чем погрешность каждого определенного измерения:

$$S(\bar{X}) = \sigma / \sqrt{n}.$$

Эта формула отражает фундаментальный закон теории погрешностей. Из него следует, что если необходимо повысить точность результата (при исключенной систематической погрешности) в 2 раза, то число изме-

рений нужно увеличить в 4 раза; если точность требуется увеличить в 3 раза, то число измерений увеличивают в 9 раз и т.д.

Нужно четко разграничивать применение величин S и σ : первая используется при оценке погрешностей окончательного результата, а вторая – при оценке погрешности метода измерения.

В зависимости от характера проявления, причин возникновения и возможностей устранения различают систематическую и случайную погрешности измерений, а также грубые погрешности (промахи).

Систематическая погрешность – это составляющая погрешности, принимаемая за постоянную или закономерно изменяющуюся при повторных измерениях одного и того же параметра. Как правило, считают, что систематические погрешности могут быть обнаружены и исключены. Однако в реальных условиях полностью исключить эти погрешности невозможно. Всегда остаются какие-то неисключенные остатки, которые нужно учитывать, чтобы оценить их границы. Это и будет систематическая погрешность измерения.

Случайная погрешность – это составляющая погрешности, изменяющаяся в тех же условиях измерения случайным образом. Значение случайной погрешности заранее неизвестно, она возникает из-за множества неучтенных факторов. Исключить из результатов случайные погрешности нельзя, но их влияние может быть уменьшено путем статистической обработки результатов измерений.

Случайная и систематическая составляющие погрешности измерения проявляются одновременно, так что при их независимости их общая погрешность равна сумме погрешностей. В принципе систематическая погрешность тоже случайна и указанное деление обусловлено лишь установившимися традициями обработки и представления результатов измерения.

Предельная случайная погрешность измерения принимается равной:

$$\Delta_{\text{lim}} = \pm 2\sigma.$$

Предельная случайная погрешность измерения при совместном влиянии случайных погрешностей от отдельных причин (*суммарная случайная погрешность*) определяется:

$$\Delta \text{lim}_{\Sigma} = \pm \sqrt{\Delta^2 \text{lim}_1 + \Delta^2 \text{lim}_2 + \dots + \Delta^2 \text{lim}_n},$$

где $\Delta \text{lim}_1, \Delta \text{lim}_2, \dots, \Delta \text{lim}_n$ – предельные случайные погрешности, зависящие от отдельных причин.

Отклонения температуры помещения от нормальной (20 °C) вызывает в основном систематические погрешности измерения, а колебание температуры в помещении за время измерения – случайные погрешности.

Погрешность измерения (ΔI), вызванная нарушением температурного режима при измерении, определяется:

$$\Delta l = [\alpha_d(t_d - 20) - \alpha_k(t_k - 20)] \cdot l,$$

где l – измеряемый размер детали; α_d – коэффициент линейного расширения материала детали (табл. 1.1); t_d – температура детали; α_k – коэффициент линейного расширения материала измерительного средства (калибр, концевая мера длины и т.д.) (см. табл. 1.1); t_k – температура измерительного средства (калибр, концевая мера длины и т.д.).

Таблица 1.1

Средние значения коэффициентов линейного расширения α (1-град) некоторых материалов (для температуры 20 °С)

Наименование материала	$\alpha \cdot 10^{-6}$	Наименование материала	$\alpha \cdot 10^{-6}$
Алюминий	23,8	Сталь	12,0
Бронза	17,8	Сталь Х	11,5
Вольфрам	3,3	Стекло обычное	8,5
Инвар	1,6	Твердый сплав ВК6М	4,5
Латунь	18,0	Титан ВТ1	8,0
Медь	16,9	Чугун	10,0

В отличие от случайной погрешности, выявляемой в целом, вне зависимости от ее источников, систематическая погрешность рассматривается по составляющим в зависимости от источников ее возникновения. Различают субъективную, методическую и инструментальную составляющие систематической погрешности.

Субъективная составляющая погрешности связана с индивидуальными особенностями оператора. Как правило, эта погрешность возникает из-за ошибок в отсчете показаний и неверных навыков оператора. В основном же систематическая погрешность возникает из-за методической и инструментальной составляющих.

Методическая составляющая погрешности обусловлена несовершенством метода измерения, приемами использования средств измерения, некорректностью расчетных формул и округления результатов.

Инструментальная составляющая возникает из-за собственно погрешности средств измерения, определяемой классом его точности, влиянием средств измерения на объект измерения и ограниченной разрешающей способности средств измерения.

Целесообразность разделения систематической погрешности на методическую и инструментальную составляющие объясняется следующим:

- для повышения точности измерений можно выделить лимитирующие факторы и, следовательно, принять решение либо об усовершенствовании методики, либо о выборе более точных средств измерения;

– появляется возможность определить составляющую общей погрешности, увеличивающейся либо со временем, либо под влиянием внешних факторов, и, следовательно, целенаправленно осуществлять периодические поверки и аттестации;

– инструментальная составляющая может быть оценена до разработки методики, а потенциальные точностные возможности выбранного метода определит только методическая составляющая.

Грубые погрешности (промахи) возникают из-за ошибочных действий оператора, неисправности средств измерения или резких изменений условий измерений. Как правило, грубые погрешности выявляются в результате статистической обработки результатов измерений при помощи специальных критериев.

? Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Погрешности измерения»:

1. В цехе температура воздуха и температура средств измерений $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить погрешность измерения от температурной деформации при нагреве деталей в процессе механической обработки в случае их измерения сразу же после обработки (без выдержки) для следующих вариантов:

Параметр	Варианты				
	1	2	3	4	5
Измеряемый размер, мм	110	50	400	80	600
Температура детали, $^{\circ}\text{C}$	35	28	32	27	25
Материал детали	Сталь	Медь	Алюминий	Латунь	Титан
Параметр	Варианты				
	6	7	8	9	10
Измеряемый размер, мм	150	100	25	90	120
Температура детали, $^{\circ}\text{C}$	30	33	40	28	22
Материал детали	Инвар	Бронза	Вольфрам	Чугун	ВК6М

2. Определить погрешность измерения из-за температурной деформации, если температуры измеряемой детали и калибра равны между собой, но отличаются от нормальной ($+20\text{ }^{\circ}\text{C}$) для следующих вариантов:

Параметр	Варианты				
	1	2	3	4	5
Измеряемый размер, мм	80	120	50	70	40
Температура детали / калибра, °С	25/30	30/25	18/22	23/30	25/28
Материал детали	Латунь	Сталь	Сталь	Алюминий	Бронза
Материал калибра	Сталь	Сталь	ВК6М	СтальХ	Чугун
Параметр	Варианты				
	6	7	8	9	10
Измеряемый размер, мм	100	110	60	80	30
Температура детали / калибра, °С	21/25	30/22	32/21	35/25	28/25
Материал детали	Вольфрам	Инвар	Медь	Сталь Х	Чугун
Материал калибра	Сталь	Сталь Х	ВТ1	Чугун	Сталь

3. По результатам многократного измерения детали (мм) определить предельную случайную погрешность измерения для следующих вариантов:

Варианты									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35,017	18,065	16,01	24,94	12,000	10,001	34,96	25,001	20,01	55,01
35,015	18,068	16,03	24,93	12,002	10,002	34,95	25,002	20,02	55,02
35,016	18,070	16,02	24,92	11,999	10,003	34,97	25,000	20,00	55,03
35,019	18,067	16,04	24,98	11,998	10,004	34,99	24,999	20,01	55,00
35,017	18,069	16,05	24,96	12,001	10,002	34,93	24,998	20,02	55,00
35,018	18,066	16,01	24,95	11,998	9,999	34,94	25,000	20,00	54,99
35,016	18,072	16,03	24,97	12,003	9,998	34,94	25,001	19,99	54,98
35,017	18,071	16,05	24,99	12,001	9,999	34,93	25,002	19,98	55,00
35,018	18,069	16,02	24,93	12,003	10,000	34,92	25,000	20,00	54,99
35,014	18,067	16,03	24,94	12,002	10,001	34,98	24,999	19,99	55,00

4. Определить предельную погрешность измерения линейных размеров в случаях применения измерительных средств и условий (температура измеряемых деталей и средств измерений выровнена с температурой окружающей среды):

Параметр	Варианты				
	1	2	3	4	5
Измеряемый размер, мм	120	20	50	150	80
Материал детали	Бронза	Сталь	Титан	Чугун	ВК6М
Материал концевых мер длины (КМД)	Сталь	ВК6М	СтальХ	ВТ1	Вольф-рам
Колебания температуры в помещении, °С	18-22	17-23	19-21	16-24	18-22
Наименование и погрешность средства измерения, мкм	Индикатор 3	Микроскоп 0,5	Оптика-тор 0,5	Рычажно зубчатая головка 3	Оптиметр вертикал. 0,2
Погрешность отсчета, мкм	0,2	0,2	0,1	0,2	0,15
Погрешность блока КМД (при +20 °С), мкм	2,8	1,1	08	3	1,2
Параметр	Варианты				
	6	7	8	9	10
Измеряемый размер, мм	100	40	70	130	60
Материал детали	Вольф-рам	Инвар	Медь	Сталь Х	Чугун
Материал концевых мер длины (КМД)	ВК6М	Сталь	ВК6М	Сталь	ВК6М
Колебания температуры в помещении, °С	17-23	16-24	18-22	19-21	15-25
Наименование и погрешность средства измерения, мкм	Рычажная скоба 0,5	Оптиметр гориз. 0,2	Индикатор 3	Микроинтерферометр 0,1	Оптика-тор 0,4
Погрешность отсчета, мкм	0,1	0,2	0,15	0,1	0,2
Погрешность блока КМД (при +20 °С), мкм	3,0	1,2	0,9	1,1	0,8

1.3.3. Показатели качества измерений и испытаний

Единство измерений, однако, не может быть обеспечено только знанием погрешностей. При проведении **измерений** также важно знать показатели качества измерений. Под качеством измерений понимают совокупность свойств, обуславливающих получение результатов с требуемыми точностными характеристиками в необходимом виде и в установленные сроки.

Качество измерений характеризуется такими показателями, как точность, правильность и достоверность. Эти показатели должны определяться по оценкам, к которым предъявляются требования состоятельности, несмещенности и эффективности. Причем, в отличие от числовых характеристик, оценки являются случайными величинами, значение которых зависит от числа наблюдений n .

Состоятельной называют оценку, которая при $n \rightarrow \infty$ сводится по вероятности к оцениваемой величине.

Несмещенной называется оценка, математическое ожидание которой равно оцениваемой величине.

Эффективной называют такую оценку, которая имеет наименьшую дисперсию $\sigma^2 = \min$.

Точность измерений определяется близостью к нулю погрешности результата измерения. Количественно точность может быть выражена обратной величиной модуля относительной погрешности, определенной в долях.

Правильность измерений определяется близостью к нулю систематической погрешности, т.е. результат «исправлен» на величину систематической погрешности.

Достоверность измерений определяется степенью доверия к результату и характеризуется вероятностью того, что истинное значение измеряемой величины лежит в указанных окрестностях действительного. Эти вероятности называют доверительными, а окрестности – доверительным интервалом с доверительными границами.

Доверительным интервалом от $-\Delta_d$ до $+\Delta_d$ называют интервал значений случайной погрешности, который с заданной доверительной вероятностью P_d накрывает истинное значение измеряемой величины:

$$P_d \{X - \Delta_d \leq X \leq \bar{X} + \Delta_d\}.$$

При малом числе измерений ($n \leq 20 \dots 25$) и использовании нормального закона не представляется возможным определить доверительный интервал, так как нормальный закон распределения описывает поведение случайной погрешности в принципе при бесконечно большом числе измерений.

Поэтому при малом числе измерений используют распределение Стьюдента (предложенное английским статистиком Госсетом, публиковавшимся под псевдонимом «студент»), которое обеспечивает возможность определения доверительных интервалов при ограниченном числе измерений.

Границы доверительного интервала при этом определяются по формуле

$$\Delta_d = t \cdot S(\tilde{X}),$$

где t – коэффициент распределения Стьюдента, зависящий от задаваемой доверительной вероятности P_d и числа измерений n .

При увеличении числа наблюдений n распределение Стьюдента быстро приближается к нормальному распределению и совпадает с ним уже при $n \geq 30$.

Следует отметить, что результаты измерений, не обладающие достоверностью, т. е. степенью уверенности в их правильности, не представляют ценности. К примеру, датчик измерительной схемы может иметь весьма высокие метрологические характеристики, но влияние погрешностей от его установки, внешних условий, методов регистрации и обработки сигналов приведет к большой конечной погрешности измерений.

При проведении **испытаний** их качество, наряду с такими показателями, как точность, правильность и достоверность, характеризуется также сходимостью и воспроизводимостью результатов.

Очевидно, что два испытания одного и того же объекта одинаковым методом не дают идентичных результатов. Объективной мерой их могут служить статистически обоснованные оценки ожидаемой близости результатов двух или более испытаний, полученных при строгом соблюдении их методики. В качестве таких статистических оценок согласованности результатов испытаний и принимаются сходимость и воспроизводимость.

Сходимость – это близость результатов двух испытаний, полученных одним методом, на идентичных установках, в одной лаборатории. *Воспроизводимость* отличается от сходимости тем, что оба результата должны быть получены в разных лабораториях.

1.4. Получение и представление результатов измерений

1.4.1. Постановка измерительного эксперимента

При постановке измерительного эксперимента, прежде всего, требуется определить, какие по числу измерений (однократные или многократные) измерения следует осуществлять для определения значения измеряемой физической величины. Общим здесь является следующий подход:

– если систематическая погрешность является определяющей, т.е. ее значение существенно больше значения случайной погрешности, то целесообразно использовать однократные измерения для получения значения измеряемой величины;

– если случайная погрешность является определяющей, то необходимо использовать многократные измерения.

Необходимо учитывать то, что систематическая погрешность вызывает смещение результатов измерений и является наиболее опасной тогда, когда о существовании ее не подозревают. Обнаружение систематической погрешности измерений является одной из наиболее сложных задач метрологии. В том или ином виде ее всегда приходится решать при подготовке к измерениям.

1.4.2. Обработка результатов прямых измерений

Прямое измерение – это измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно (по показаниям СИ). Например, измерение массы при помощи весов; температуры – термометром; напряжения – вольтметром.

Однократным называется измерение, выполненное один раз.

Многократное измерение – это измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т.е. состоящее из ряда однократных измерений.

Для повышения точности измерений рекомендуется производить не одно, а несколько измерений одной и той же величины X при одних и тех же условиях. При многократных измерениях погрешность измерения от случайных ошибок уменьшается в $\sqrt{n}$ раз, где n – число измерений.

На основе закона нормального распределения случайных величин можно многократным измерением одних и тех же величин одним и тем же измерительным средством уменьшить влияние случайных ошибок, так как они усредняются, и в итоге повышается точность результата измерения.

Это действие усреднения результатов многократных измерений подтверждается народной пословицей «семь раз отмерь – один раз отрежь». Пословица обращает внимание на то, что однократное «отмеривание» может быть неточным, а семикратное «отмеривание» предохраняет от промахов.

Количественную оценку рассеяния результатов в ряду измерений вследствие действия случайных погрешностей обычно получают после введения поправок на действие систематических погрешностей.

Оценками рассеяния результатов в ряду измерений могут быть:

- размах;
- средняя арифметическая погрешность (по модулю);

– средняя квадратическая погрешность или стандартное отклонение (среднее квадратическое отклонение, экспериментальное среднее квадратическое отклонение);

– доверительные границы погрешности (доверительная граница или доверительная погрешность).

Размах – это оценка R_n рассеяния результатов единичных измерений физической величины, образующих ряд (или выборку из n измерений), вычисляемая по формуле

$$R_n = X_{\max} - X_{\min},$$

где $X_{\max}$ и $X_{\min}$ – наибольшее и наименьшее значения физической величины в данном ряду измерений.

Рассеяние обычно обусловлено проявлением случайных причин при измерении и носит вероятностный характер.

Проведя несколько повторных измерений одной и той же величины и получив различные результаты X_i , определяют *среднее арифметическое значение ряда измерений* $\bar{X}$ и принимают его за истинное значение измеряемой величины $X_{ист}$, т.е. принимают $X_{ист} = \bar{X}$:

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

где n – число единичных измерений в ряду.

Средняя квадратическая погрешность результатов единичных измерений в ряду измерений – это оценка S рассеяния единичных результатов измерений в ряду равноточных измерений одной и той же физической величины около их среднего значения, вычисляемая по формуле

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

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

На практике широко распространен термин *среднее квадратическое отклонение* – (СКО). С точки зрения упорядочения совокупности терминов, родовым среди которых является термин «погрешность измерения», целесообразно применять термин «средняя квадратическая погрешность» (СКП). При обработке ряда результатов измерений, свободных от систематических погрешностей, СКП и СКО являются одинаковой оценкой рассеяния результатов единичных измерений.

Ценность результата многократных измерений значительно повышается, если кроме среднего арифметического значения $\bar{X}$ будет определена

средняя квадратическая погрешность среднего арифметического в виде $S_{\bar{X}}$, которая зависит от значения S и количества проведения измерений n :

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

При ответственных измерениях проводят ряд повторных измерений и на основе полученных результатов всех измерений подсчитывают среднее арифметическое значение $\bar{X}$ и среднюю квадратическую погрешность S , а потом и погрешность среднего арифметического $S_{\bar{X}}$.

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

Доверительные границы распределения вычисляются как $\pm tS, \pm tS_{\bar{X}}$, где $S, S_{\bar{X}}$ – средние квадратические погрешности соответственно единичного и среднего арифметического результатов измерений; t – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P и числа измерений n .

$t = 1$ при $P = 35 \%$;

$t = 2$ при $P = 94,5 \%$;

$t = 3$ при $P = 99,73 \%$.

Для нормального закона распределения случайных величин используется $t = 3$.

Таким образом, результат измерения или истинное значение измеряемой величины $X_{\text{ист}}$ представляется так:

$$X_{\text{ист}} = \bar{X} \pm 3 S_{\bar{X}} \quad \text{или} \quad X_{\text{ист}} = \bar{X} \pm \frac{3S}{\sqrt{n}}.$$

Полученный результат измерения не является одним конкретным числом, а представляет собой интервал, внутри которого с некоторой вероятностью P находится истинное значение измеряемой величины.

Алгоритм обработки экспериментальных данных прямых многократных измерений:

1. Получение n результатов наблюдений.
2. Вычисление среднего арифметического $\bar{X}$.
3. Вычисление оценки среднеквадратического отклонения результата измерения $S(\bar{X})$.
4. Принятие значения доверительной вероятности P_d (для технических измерений $P_d = 0,95$).
5. Определение коэффициента t в зависимости от P_d и n по таблице распределения Стьюдента.

6. Определение доверительных границ Δ_d случайной погрешности.
7. Запись результата измерений с использованием правил округления в виде $A = \bar{X} \pm \Delta_d$ с обязательным указанием ($P_d =$; $n =$).

Обработка экспериментальных данных прямых однократных измерений.

Результаты однократных измерений также являются случайными величинами, но из-за незнания закона распределения не могут быть подвергнуты статистической обработке. Поэтому результат прямого однократного измерения записывают в виде интервальной оценки:

$$A = X \pm \Delta,$$

где X – значение физической величины, найденное по шкале измерительного средства; Δ – абсолютная погрешность для найденного значения X , определяемая по технической документации на средство измерения.

Для избежания получения промахов при однократных измерениях допускается проведение двух-трех замеров с нахождением среднего арифметического результата измерения, но без последующей статистической обработки.

1.4.3. Обработка результатов косвенных измерений

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

Например, измерение плотности $\rho = m/V$ по результатам прямых измерений массы m и объема V ; измерение активного сопротивления $R = U/I$ по результатам прямых измерений напряжения U и тока I .

В общем случае измеряемая величина Y может зависеть от величин $X_1, X_2, \dots, X_n$, получаемых при прямых измерениях. Тогда при косвенных измерениях эта искомая физическая величина может быть вычислена по некоторой формуле $Y = F(X_1, X_2, \dots, X_n)$.

Предварительные сведения из математики

Если приращение функции $y = f(x)$ представить в виде: $\Delta y = A\Delta x + \alpha$, где A не зависит от Δx , а α имеет более высокий порядок относительно Δx (при $\Delta x \rightarrow 0$), то величина $A\Delta x$ называется дифференциалом функции $f(x)$ и обозначается dy или $df(x)$.

Пример: $y = x^2$.

$$\Delta y = (x + \Delta x)^2 - x^2 = x^2 + 2x\Delta x + \Delta x^2 - x^2 = 2x\Delta x + \Delta x^2.$$

В данном случае $dy = 2x\Delta x$ – дифференциал, а $\alpha = \Delta x^2$.

Свойства дифференциала.

1. Постоянный множитель можно вынести за знак дифференциала:

$$d[af(x)] = ad[f(x)], \text{ где } a = \text{const.}$$

2. Дифференциал суммы равен сумме дифференциалов:

$$d[f_1(x) + f_2(x) - f_3(x)] = d[f_1(x)] + d[f_2(x)] - d[f_3(x)].$$

3. Дифференциал функции равен произведению производной на дифференциал аргумента:

$$df(x) = \frac{df'(x)}{dx} dx = f'(x)dx.$$

4. Дифференциал логарифма переменной величины:

$$d \ln(x) = \frac{d \ln(x)}{dx} dx = \frac{dx}{x}.$$

Методики получения формул для вычисления погрешностей косвенных измерений по известным погрешностям прямых измерений

Получение формул для вычисления погрешностей косвенных измерений в случае зависимости вида $Y = a + b - c$ (сумма, разность).

Исходные данные: $a, b, c, \Delta a, \Delta b, \Delta c$.

Вывод формул для вычисления погрешностей косвенных измерений в рассматриваемом случае можно выполнить следующим образом:

1. Найдем дифференциал правой и левой части:

$$dY = d(a + b - c) = da + db - dc.$$

2. Произведем широко используемую в теории погрешностей замену дифференциалов абсолютными погрешностями (при условии, что абсолютные погрешности достаточно малы):

$$dY \approx \Delta Y, da \approx \Delta a, db \approx \Delta b, dc \approx \Delta c.$$

Тогда $\Delta Y = \Delta a + \Delta b - \Delta c$.

3. Учитывая, что знаки погрешностей $\Delta a, \Delta b, \Delta c$ обычно бывают заранее неизвестны, для получения гарантированной (*предельной*) оценки абсолютной погрешности косвенного измерения в последней формуле все знаки "-" заменим на знаки "+":

$$\Delta Y_{\text{пр}} = \Delta a + \Delta b + \Delta c.$$

4. Найдем предельную оценку относительной погрешности косвенного измерения, учитывая, что относительная погрешность есть отношение абсолютной погрешности к результату измерений:

$$\delta Y_{\text{пр}} = \frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta a + \Delta b + \Delta c}{a + b - c}.$$

Величина предельной погрешности во многих случаях бывает завышенной, поэтому часто применяют *среднеквадратические* оценки погрешности. Для получения среднеквадратической оценки погрешности в формуле для предельной оценки погрешности сумму заменяют корнем квадратным из суммы квадратов.

5. Найдем среднеквадратические оценки абсолютной и относительной погрешностей косвенного измерения:

$$\Delta Y_{CK} = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta c)^2},$$

$$\delta Y_{CK} = \frac{\Delta Y_{CK}}{Y} = \frac{\sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta c)^2}}{a + b - c}.$$

Получение формул для вычисления погрешностей косвенных измерений в случае зависимости вида $Y = ab/c$ (произведение, деление).

Исходные данные: $a, b, c, \Delta a, \Delta b, \Delta c$.

Вывод формул для вычисления погрешностей косвенных измерений в рассматриваемом случае можно выполнить следующим образом:

1. Прологарифмируем левую и правую части заданной зависимости

$$\ln Y = \ln\left(\frac{ab}{c}\right) = \ln a + \ln b - \ln c.$$

2. Найдем дифференциал правой и левой частей

$$d \ln Y = d \ln\left(\frac{ab}{c}\right) = d \ln a + d \ln b - d \ln c.$$

3. Учитывая, что дифференциал от логарифма переменной величины находится по формуле

$$d \ln(x) = \frac{d \ln(x)}{dx} dx = \frac{dx}{x}.$$

Тогда

$$\frac{dY}{Y} = \frac{da}{a} + \frac{db}{b} - \frac{dc}{c}.$$

4. Произведем широко используемую в теории погрешностей замену дифференциалов малыми абсолютными погрешностями (при условии, что абсолютные погрешности достаточно малы):

$$dY \approx \Delta Y, da \approx \Delta a, db \approx \Delta b, dc \approx \Delta c.$$

Тогда

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} - \frac{\Delta c}{c}.$$

5. Учитывая, что знаки погрешностей $\Delta a, \Delta b, \Delta c$ заранее неизвестны, для получения гарантированной (*предельной*) оценки относительной погрешности косвенного измерения в последней формуле все знаки "-" заменяем на знаки "+":

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{пр} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b} + \frac{\Delta c}{c} \text{ или } \delta Y_{пр} = \delta a + \delta b + \delta c.$$

6. Предельную оценку абсолютной погрешности косвенного измерения находим по формуле

$$\Delta Y_{\text{пр}} = \delta Y_{\text{пр}} Y.$$

Величина предельной погрешности во многих случаях бывает завышенной, поэтому часто применяют *среднеквадратические* оценки погрешности. Для получения среднеквадратической оценки погрешности в формуле для предельной оценки погрешности сумму заменяют корнем квадратным из суммы квадратов.

7. Найдем среднеквадратические оценки относительной и абсолютной погрешностей косвенного измерения

$$\delta Y_{\text{СК}} = \sqrt{\left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2} = \sqrt{(\delta a)^2 + (\delta b)^2 + (\delta c)^2},$$

$$\Delta Y_{\text{СК}} = Y \sqrt{\left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2} = Y \sqrt{(\delta a)^2 + (\delta b)^2 + (\delta c)^2}.$$

1.4.4. Представление результатов измерений

Практикой обработки результатов измерительных экспериментов выработаны правила округления результатов, которые по соглашению признаются и применяются при выполнении любых, в том числе технических, измерений.

Погрешность результата измерения физической величины должна давать представление о том, какие цифры в его числовом значении являются сомнительными. Поэтому числовое значение результата измерения должно быть представлено так, чтобы оно оканчивалось десятичным знаком того же разряда, что и значение его погрешности. Большее число разрядов не имеет смысла, так как **не уменьшает** неопределенности результата, а меньшее, которое может быть получено путем округления, **увеличивает** неопределенность результата.

Поэтому погрешность результатов технических измерений целесообразно выражать большим числом цифр. Достаточно ограничиться одной-двумя значащими цифрами. Причем две цифры используются только при записи погрешности ответственных, точных измерений.

Для округления и записи результатов измерений используются следующие правила:

1. Результат измерения оканчивается цифрой того же разряда, что и значение его погрешности, при этом в десятичной дроби нули числового значения результата отбрасываются только до разряда, который соответствует разряду числового значения погрешности.

2. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов меньше 5, то остающиеся цифры, числа не изменяются. При этом лишние цифры в целых числах заменяются нулями, а в десятичных дробях отбрасываются.

3. Если цифра старшего из отбрасываемых разрядов больше или равна 5, а за ней следуют отличные от нуля цифры, то последняя оставляемая цифра увеличивается на единицу.

4. Если отбрасываемая цифра равна 5, а следующие за ней цифры неизвестны или нули, то последнюю сохраняемую цифру числа не изменяют, если она четная, и увеличивают на единицу, если она нечетная.

При использовании приведенных правил число значащих цифр в числовом значении результата измерения позволяет ориентировочно судить о точности измерения.

 Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Обработка результатов прямых однократных измерений»:

1. При измерении электрического сопротивления нагрузки омметр показывает 85 Ом. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_R = 1$ Ом. Погрешность от подключения омметра в сеть $\Delta_S = -2$ Ом. Найдите доверительные границы для истинного значения сопротивления с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_P = 2$).

2. При измерении падения напряжения вольтметр показывает 36 В. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_U = 0,5$ В. Погрешность от подключения вольтметра в сеть $\Delta_S = -1$ В. Найдите доверительные границы для истинного значения падения напряжения с вероятностью $P = 0,95$ ($t_P = 1,96$).

3. При измерении силы динамометр показывает 920 Н. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_F = 5$ Н. Погрешность от подключения амперметра в сеть $\Delta_S = +3$ Н. Найдите доверительные границы для истинного значения силы с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_P = 2$).

4. При измерении давления в трубопроводе манометр показывает 19,7 МПа. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_P = 0,2$ МПа. Погрешность градуировки прибора $\Delta_S = -0,3$ МПа. Найдите доверительные границы для истинного значения давления с вероятностью $P = 0,9973$ ($t_P = 3$).

5. Вольтметр показывает 230 В. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_U = 2$ В. Погрешность от подключения вольтметра в цепь (изменение напряжения) равна -1 В. Укажите доверительные границы для истинного значения напряжения с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_P = 2$).

6. При измерении температуры в помещении термометр показывает 28 °С. Погрешность градуировки термометра +0,5 °С. Среднее квадратическое отклонение показаний $\sigma_T = 0,3$ °С. Укажите доверительные границы для истинного значения температуры с вероятностью $P = 0,9973$ ($t_P = 3$).

? Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Обработка результатов косвенных измерений»:

1. Электрическая мощность P определяется по результатам измерений падения напряжения $U = 240 \pm 3$ В и силы тока $I = 5 \pm 0,1$ А. $P = U \cdot I$. Найдите предельные границы истинного значения.

2. 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. Запишите результат измерения мощности с вероятностью $P = 0,9944$ ($t_p = 2,77$).

3. Сопротивление нагрузки определяется по закону Ома $R = U/I$. Показания вольтметра $U = 100$ В, амперметра $I = 2$ А. Средние квадратические отклонения показаний: вольтметра $\sigma_U = 0,5$ В, амперметра $\sigma_I = 0,05$ А. Найдите доверительные границы истинного значения сопротивления с вероятностью $P = 0,95$ ($t_p = 1,96$).

4. Коэффициент трения определяется по формуле $k_{mp} = F_{mp}/F_N$. Измерением получены значения: $F_{mp} = 50 \pm 0,5$ Н, $F_N = 1000 \pm 10$ Н. Запишите результат определения k_{mp} .

5. При определении силы инерции по зависимости $F = m \cdot a$ измерениями получены значения $m = 100$ кг и ускорение $a = 2$ м/с². Средние квадратические отклонения результатов измерений: $\sigma_m = 0,5$ кг, $\sigma_a = 0,01$ м/с². Найдите случайную погрешность измерения силы ε_F с вероятностью $P = 0,966$ ($t_p = 2,12$).

6. Для определения силы инерции измерялись масса тела $m = 100 \pm 1$ кг и ускорение $a = 2 \pm 0,05$ м/с². $F = m \cdot a$. Определите предельную погрешность измерения силы.

? Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Обработка результатов прямых многократных измерений»:

1. 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 $P = 0,928$ ($t_p = 2,16$).

2. 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 $P = 0,98$ ($t_p = 3,143$).

3. При многократном измерении силы F получены значения в Н: 263; 268; 273; 265; 267; 261; 266; 264; 267. Укажите доверительные границы истинного значения силы с вероятностью $P = 0,90$ ($t_p = 1,86$).

4. При многократном измерении длины L получены значения в мм: 91; 90; 95; 90; 93; 91; 94. Укажите доверительные границы истинного значения длины с вероятностью $P = 0,99$ ($t_p = 3,707$).

5. При многократном измерении массы получены значения в кг: 98, 100, 97, 101, 99, 102, 103. Укажите доверительные границы для истинного значения массы с вероятностью $P = 0,95$ ($t_p = 2,45$).

6. При многократном измерении получены отклонения от настроенного размера D в мкм: 0, +1, +2, +3, +1, -1. При вероятности $P = 0,982$ коэффициент Стьюдента $t_p = 3,465$. Записать результат измерения.

7. При многократном измерении получены отклонения от настроенного размера D в мкм: 0, +1, +2, +3, +1, -1. При вероятности $P = 0,982$ коэффициент Стьюдента $t_p = 3,465$. Записать результат измерения.

? Для приобретения и закрепления практических навыков и умений необходимо выполнить задачи к РГЗ на тему «Обработка результатов косвенных измерений»:

№	Расчетная зависимость	Погрешности и результаты прямых измерений				
		A	B	C	D	E
1	$Y = 2 \cdot (A+B) \cdot C^2 / (D-E)$	$\Delta A=1,$ $A=50$	$\Delta B=3,$ $B=90$	$\Delta C=2,$ $C=60$	$\Delta D=2,$ $D=70$	$\Delta E=1,$ $E=40$
2	$Y = A^3 \cdot (B+C) / [2 \cdot (D-E)]$					
3	$Y = (B-A) \cdot (C+D) / [3 \cdot E^2]$					
4	$Y = 3 \cdot (A+B) / [C^2 \cdot (D-E)]$					
5	$Y = A^2 / [3 \cdot (B-C) \cdot (D+E)]$					
6	$Y = 2 \cdot (A+B-C) / [D^3 \cdot E]$	$\Delta A=1,$ $A=100$	$\Delta B=2,$ $B=80$	$\Delta C=1$ $C=60$	$\Delta D=2,$ $D=40$	$\Delta E=1,$ $E=20$
7	$Y = A \cdot B^2 / [2 \cdot (C-D+E)]$					
8	$Y = 2 \cdot (A-B) / [C \cdot D^2 \cdot E^3]$					
9	$Y = 0,5 / [(A+B)(C-D) \cdot E^2]$					
10	$Y = A \cdot (B+C-D) / [3 \cdot E^3]$					
11	$Y = (A-B-C) \cdot D^2 / [2 \cdot E]$	$\Delta A=3,$ $A=100$	$\Delta B=1,$ $B=70$	$\Delta C=2$ $C=80$	$\Delta D=1,$ $D=60$	$\Delta E=2,$ $E=90$
12	$Y = 0,4 \cdot A / [B^2 \cdot (C-D) \cdot E^3]$					
13	$Y = A^2 \cdot (B+C) / [0,5(D-E)]$					
14	$Y = 3(A-) \cdot C^2 / [2 \cdot (D+E)]$					
15	$Y = 1 / [A \cdot (B-C) \cdot D^2 \cdot E]$					
16	$Y = (A-B-C) \cdot D^2 / [2 \cdot E]$	$\Delta A=5,$ $A=200$	$\Delta B=2,$ $B=90$	$\Delta C=2$ $C=70$	$\Delta D=2,$ $D=60$	$\Delta E=1,$ $E=30$
17	$Y = 0,4 \cdot A / [B^2 \cdot (C-D) \cdot E^3]$					
18	$Y = A^2 \cdot (B+C) / [0,5(D-E)]$					
19	$Y = A^3 \cdot (B-C) \cdot (D+E) / 2$					
20	$Y = (A+B) \cdot C^2 \cdot (D-E) / 3$					

1.5. Методика выполнения измерений

На обеспечение качества измерений направлено применение аттестованных методик выполнения измерений (МВИ). В 1997 г. начал действовать ГОСТ Р 8.600-2003 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Общие требования» [10]. Статьи 9, 11 и 17 Федерального закона Российской Федерации от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [2] также включают положения, относящиеся к МВИ.

Методика выполнения измерений – совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов с известной погрешностью. Под МВИ понимают технологический процесс измерений. Как правило, МВИ – это документированная измерительная процедура. В зависимости от сложности и области применения, МВИ излагают либо в отдельном документе (стандарте, рекомендации), либо в разделе стандарта, части технического документа (ТУ, паспорта).

Аттестация МВИ – процедура установления и подтверждения соответствия МВИ предъявляемым к ней метрологическим требованиям.

В документах, регламентирующих МВИ, в общем случае указывают: назначение МВИ; условия измерений; требования к погрешности измерений; метод(ы) измерений; требования к средствам измерения, вспомогательным устройствам, материалам, растворам и пр.; операции по подготовке к выполнению измерений; операции при выполнении измерений; операции обработки и вычисления результатов измерений; нормативы, периодичность и процедуру контроля погрешности результатов выполняемых измерений; требования к квалификации операторов; требования к безопасности и экологичности выполняемых работ.

При разработке МВИ одним из основных требований является обеспечение точности результата измерения, которая должна указываться в виде допускаемых значений абсолютной или относительной погрешности измерений.

При этом ответственным этапом является анализ возможных источников и, соответственно, составляющих погрешности результата измерения: методических составляющих, инструментальных составляющих, погрешностей, вносимых оператором.

1.6. Основы метрологического обеспечения

Под *метрологическим обеспечением* (МО) понимается установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений. Объектами МО являются все стадии жизненного цикла изделия, продукции или услуги.

Под *жизненным циклом* понимается совокупность взаимосвязанных процессов от формулирования исходных требований до окончания эксплуатации или потребления продукции и утилизации.

Метрологическое обеспечение имеет четыре основы: научную, организационную, нормативную и техническую. Их содержание показано на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Основы метрологического обеспечения

Отдельные аспекты МО рассмотрены в рекомендации МИ 2500-98 «ГСИ. Основные положения метрологического обеспечения на малых предприятиях». Разработка и проведение мероприятий по МО возложены на метрологические службы (МС), создаваемые в соответствии с законодательством для выполнения работ по обеспечению единства измерений и осуществлению метрологического контроля и надзора.

Научной основой метрологического обеспечения является метрология [21]. *Метрология* – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Организационная основа представлена органами и службами по метрологии РФ.

Техническая основа представляет собой комплекс средств материально-технического обеспечения, включающий в себя эталонную базу страны, стандартные образцы и справочные данные, СИ и испытательное оборудование, специальные здания и сооружения, лаборатории и др.

Нормативные основы опираются на конституционную норму, которая устанавливает, что в федеральном ведении находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени. В рамках подтверждения этой конституционной нормы были приняты Федеральные законы (ФЗ) Российской Федерации (РФ) «Об обеспечении единства измерений» [2] и «О техническом регулировании» [1]. Также правила и нормы установлены в нормативных документах Государственной системы обеспечения единства измерений.

1.6.1. Организационные основы обеспечения единства измерений

Согласно ФЗ «Об обеспечении единства измерений» [2], деятельность по ОЕИ осуществляется:

а) федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию, оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в области ОЕИ и государственному метрологическому надзору;

б) подведомственными федеральному органу исполнительной власти, осуществляющему функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области ОЕИ, государственными научными метрологическими институтами и государственными региональными центрами метрологии;

в) Государственной службой времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службой стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, Государственной службой стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, руководство которыми осуществляет федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области ОЕИ;

г) метрологическими службами, в том числе аккредитованными в установленном порядке в области ОЕИ юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

1.6.2. Правовые основы обеспечения единства измерений

Вся метрологическая деятельность в РФ основывается на конституционной норме (ст. 71 Конституции РФ), которая устанавливает, что в федеральном ведении находятся:

- стандарты;
- эталоны;
- метрическая система;
- исчисление времени.

Метрология относится к такой сфере деятельности, в которой основные положения обязательно должны быть закреплены именно законом, принимаемым высшим законодательным органом страны. Ведь в правовом государстве все юридические нормы, непосредственно направленные на защиту прав и интересов потребителей, регулируются стабильными законодательными актами.

На данный момент основополагающим актом законодательства в области метрологии является ФЗ РФ «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ [2].

В соответствии с ФЗ от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [1] нормативными документами в области ОЕИ являются технические регламенты, национальные стандарты и стандарты организаций.

Технические регламенты устанавливают обязательные требования к продукции, процессам производства и другим, измерительные процедуры которых подлежат государственному регулированию.

Национальные стандарты должны содержать рекомендации по ОЕИ, направленные на получение продукции, соответствующей современному международному уровню.

Стандарты организации – это правила по ОЕИ, утвержденные самой организацией.

Конкретные положения в области ОЕИ регламентируются нормативными документами – стандартами, правилами, рекомендациями и др.

В течение переходного периода продолжают действовать нормативные документы, введенные в действие ранее:

- РМГ – документ межгосударственных рекомендаций стран СНГ;
- ПМГ – правила межгосударственные, обязательные для СНГ;
- РД – руководящие документы системы ГСИ РФ;

МИ, Р – методические инструкции, рекомендации, разрабатываемые метрологическими институтами или государственными метрологическими научными центрами Ростехрегулирования и утверждаемыми руководством этих центров;

ПР – правила, обязательные для выполнения в РФ, утверждаемые Ростехрегулированием.

Правовое регулирование вопросов ОЕИ характеризуется наличием значительного числа технико-юридических норм и актов по специальным вопросам метрологической деятельности, таким как поверка и калибровка СИ, методики выполнения измерений и испытаний, метрологическая экспертиза, аттестация и др. Этот комплекс регламентирует:

- совокупность узаконенных единиц и шкал измерений;
- терминологию в области метрологии;
- воспроизведение и передачу размеров единиц величин и шкал измерений;
- способы и формы представления результатов измерений и характеристик их погрешности;
- методы оценивания погрешности и неопределенности измерений;
- порядок разработки и аттестации методик выполнения измерений;
- комплексы нормируемых метрологических характеристик СИ;
- методы установления и корректировки межповерочных (рекомендуемых межкалибровочных) интервалов;
- порядок проведения испытаний в целях утверждения типа и сертификации СИ;
- порядок проведения поверки и калибровки СИ;
- типовые задачи, права и обязанности метрологических служб федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц;
- порядок аккредитации метрологических служб по различным направлениям метрологической деятельности;
- порядок аккредитации поверочных, калибровочных, измерительных, испытательных и аналитических лабораторий и лабораторий неразрушающего и радиационного контроля;
- термины и определения по видам измерений;
- государственные поверочные схемы;
- методики поверки (калибровки) СИ;
- методики выполнения измерений.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные термины в области метрологии.
2. Для чего применяется физическая величина?
3. Назовите виды измерений.

4. Назовите виды измерений по количеству измерительной информации.
5. Приведите классификацию методов прямых измерений.
6. Как классифицируются средства измерений?
7. Что понимают под измерительным преобразователем?
8. Что понимают под измерительным прибором?
9. Что понимают под измерительными установками и системами?
10. Для чего предназначен эталон?
11. В чем заключается поверка средств измерений?
12. Что понимается под погрешностью измерения?
13. Назовите виды погрешностей измерений.
14. Какими показателями характеризуется качество измерений?
15. Что понимается под точностью измерений?
16. Какова последовательность обработки экспериментальных данных прямых многократных измерений?
17. Приведите алгоритм обработки многократных измерений.
18. Приведите методику выполнения измерений.

2 ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказания услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

27.12.2002 г. принят Федеральный закон «О техническом регулировании» № 184-ФЗ (с изменениями от 9 мая 2005 г., 1 мая, 1 декабря 2007 г., 23 июля 2008 г., 18 июля 2009 г., 23 ноября 2009 г., 30 декабря 2009 г.), вступивший в силу в июле 2003 г. [1].

Реформирование действующей системы обусловлено необходимостью глубокой настройки рыночных механизмов, так как техническое регулирование является частью политики государства в экономике и развивается вместе с ней.

Главными целями реформирования являются:

- снижение административного давления на предпринимательскую деятельность;
- устранение излишних торговых барьеров, в том числе во внешней торговле;
- защита рынка от опасной и фальсифицированной продукции.

Основная задача реформы заключается в уменьшении административного давления и повышении возможностей производителей, устранении технических барьеров в торговле и одновременно в повышении эффективности защиты внутреннего рынка от опасной и контрафактной продукции.

Федеральный закон четко разделил процедуры и уровень принятия обязательных и применяемых на добровольной основе требований к продукции, процессам, работам и услугам.

Основными элементами технического регулирования являются технические регламенты, стандарты, процедуры подтверждения соответствия, аккредитации, контроль и надзор.

Закон регулирует отношения, возникающие:

- при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, реализации и утилизации;
- разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований продукции, к процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;
- оценке соответствия.

Закон также определяет права и обязанности участников и регулирует отношения.

Через деятельность государства в области стандартизации, метрологии и сертификации проявляется его регулирующая роль на рынке. Под регулированием понимаются действия государства, с помощью установленных норм и правил организующие поведение на рынке хозяйствующих субъектов.

Выделяют три основные формы регулирования:

1. Законодательство об ответственности за качество и безопасность поставляемой продукции;
2. Систему технического регулирования, осуществляемого государством для обеспечения соблюдения поставленных целей в области безопасности и предотвращения фальсификации продукции;
3. Альтернативные меры, введение которых создаёт условия для меньшего вмешательства государств в связку изготовитель – потребитель: добровольные стандарты, добровольная сертификация, внедрение систем качества, страхование ответственности за ущерб.

Безопасность – главный приоритет системы технического регулирования и обязательное требование.

С принятием нового закона в России начинается процесс создания системы технического регулирования.

Основная задача этого закона в том, чтобы привести нашу систему технического регулирования в соответствие с международной, содействовать выходу отечественных товаров на мировой рынок и обеспечить равные условия для отечественных и зарубежных товаров на российском рынке.

В соответствии с требованиями Закона «О техническом регулировании» изготовитель обязан следовать только техническим регламентам, а стандарты может применять добровольно. Это сделает количество обязательных требований к продукции (услуги) минимальным, оставив только те, которые гарантируют ее безопасность. Все обязательные требования будут содержаться в технических регламентах.

До введения Закона «О техническом регулировании» требования к продукции (услугам) разрабатывались различными органами исполнительной власти. Например, в стандартах, принимаемых Росстандартом РФ, прописаны как обязательные требования к продукции (услуге), так и добровольные. Международная практика предусматривает разделение этих требований, чтобы производитель и контролирующие его органы четко понимали, что обязательно, а что нет. Все обязательные требования будут содержаться только в технических регламентах, стандарты же будут иметь добровольный характер. Однако если производитель будет выполнять стандарт, он может быть уверен, что выполнил и требования технического регламента.

2.1. Основные понятия и термины

Техническое регулирование является одним из видов деятельности по оценке соответствия. Ниже рассматриваются термины и определения в этой области согласно [1]:

аккредитация – официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия;

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

ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры – обязательные для исполнения требования и процедуры, устанавливаемые в целях защиты от рисков, возникающих в связи с проникновением, закреплением или распространением вредных организмов, заболеваний, переносчиков болезней или болезнетворных организмов, в том числе в случае переноса или распространения их животными и (или) растениями, с продукцией, грузами,

материалами, транспортными средствами, с наличием добавок, загрязняющих веществ, токсинов, вредителей, сорных растений, болезнетворных организмов, в том числе с пищевыми продуктами или кормами, а также обязательные для исполнения требования и процедуры, устанавливаемые в целях предотвращения иного связанного с распространением вредных организмов ущерба;

декларирование соответствия – форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов;

декларация о соответствии – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов;

заявитель – физическое или юридическое лицо, осуществляющее обязательное подтверждение соответствия;

знак обращения на рынке – обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов;

знак соответствия – обозначение, служащее для информирования приобретателей о соответствии объекта сертификации требованиям системы добровольной сертификации или национальному стандарту;

идентификация продукции – установление тождественности характеристик продукции ее существенным признакам;

испытательная лаборатория (испытательный центр) – лаборатория (центр), которая проводит испытания (отдельные виды испытаний) определенной продукции (далее – испытательная лаборатория).

контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов – проверка выполнения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований технических регламентов к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации и принятие мер по результатам проверки;

международный стандарт – стандарт, принятый международной организацией;

национальный стандарт – стандарт, утвержденный национальным органом Российской Федерации по стандартизации;

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

оценка соответствия – прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту;

подтверждение соответствия – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения

работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров;

продукция – результат деятельности, предоставленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях;

процесс организации услуги – деятельность исполнителя, необходимая для оказания услуги;

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

сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров;

сертификация соответствия – документ, удостоверяющий соответствие объекта требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров;

система сертификации – совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы сертификации в целом;

способ (форма, схема) сертификации – определенная совокупность действий, официально принимаемая (устанавливаемая) в качестве доказательства соответствия продукции заданным требованиям (далее – схема сертификации);

стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения;

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

технический регламент – документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением правительства Российской Федерации, и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации);

услуга – результат взаимодействия исполнителя и потребителя и собственной деятельности исполнителя по удовлетворению потребностей потребителя. Классификация услуг приведена на схеме (рис. 2.1);

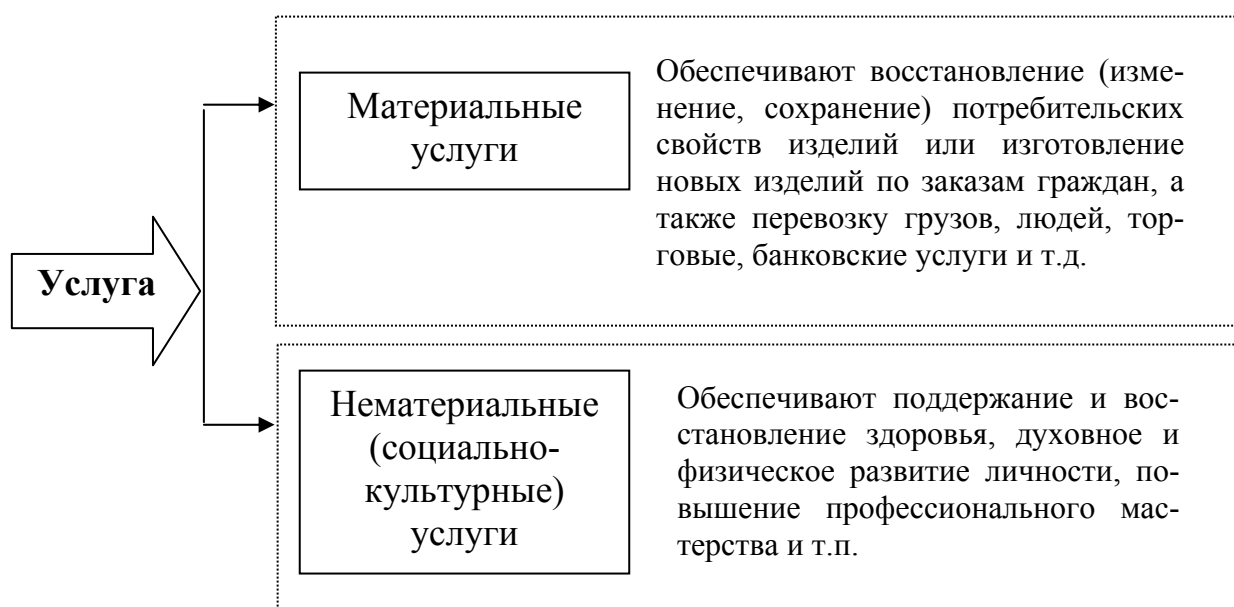


Рис. 2.1. Классификация услуг

форма подтверждения соответствия – определенный порядок документального удостоверения соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

2.2. Принципы технического регулирования

1. Применение единых правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг.

2. Соответствие технического регулирования уровню развития национальной экономики, материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития.

3. Независимость органов по аккредитации, сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и приобретателей.

4. Единая система и правила аккредитации.

5. Единство правил и методов исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия.

6. Единство применения требований технических регламентов независимо от видов или особенностей сделок.

7. Недопустимость ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации сертификации.

8. Недопустимость совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации.

9. Недопустимость совмещения одним органом полномочий на аккредитацию и сертификацию.

10. Недопустимость внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

2.3. Технические регламенты

2.3.1. Цели и содержание технических регламентов

Технические регламенты принимаются для защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; а также для предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность излучений; биологическую, механическую, пожарную, промышленную, термическую, химическую, электрическую, ядерную и радиационную безопасность; электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования; единство измерений.

Требования технических регламентов не могут служить препятствием осуществлению предпринимательской деятельности в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей.

Технический регламент должен содержать исчерпывающий перечень продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых устанавливаются его требования и правила идентификации объекта технического регулирования для целей применения технического регламента. В нем могут содержаться правила и формы оценки соответствия (в том числе схемы подтверждения соответствия), определяемые с учетом степени риска, предельные сроки оценки соответствия в отношении каждого объекта технического регулирования и (или) требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения.

Оценка соответствия проводится в формах государственного контроля (надзора), аккредитации, испытания, регистрации, подтверждения

соответствия, приемки и ввода в эксплуатацию объекта, строительство которого закончено, и в иной форме.

Содержащиеся в технических регламентах обязательные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, правилам и формам оценки соответствия, правилам идентификации; требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения являются исчерпывающими, имеют прямое действие на всей территории Российской Федерации и могут быть изменены только путем внесения изменений и дополнений в соответствующий технический регламент.

Не включенные в технические регламенты требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации; правилам и формам оценки соответствия; правилам идентификации, требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения не могут носить обязательный характер.

Технический регламент должен содержать требования к характеристикам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, но не должен содержать требования к конструкции и исполнению, за исключением случаев, если из-за отсутствия требований к конструкции и исполнению с учетом степени риска причинения вреда не обеспечивается достижение целей технического регламента.

Технические регламенты применяются одинаковым образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции, осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, видов или особенностей сделок и (или) физических и (или) юридических лиц, являющихся изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

Международные стандарты и (или) национальные стандарты могут использоваться полностью или частично в качестве основы для разработки проектов технических регламентов.

2.3.2. Виды технических регламентов

В Российской Федерации действуют *общие технические регламенты и специальные*.

Обязательные требования к отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации определяются совокупностью требований общих технических регламентов и специальных.

Требования *общего технического регламента* обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Требованиями *специального технического регламента* учитываются технологические и иные особенности отдельных видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Общие технические регламенты принимаются по вопросам:

- безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования;
- безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий;
- пожарной безопасности;
- биологической безопасности;
- электромагнитной совместимости;
- экологической безопасности;
- ядерной и радиационной безопасности.

Специальные технические регламенты устанавливают требования только к тем отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в отношении которых цели, определенные настоящим Федеральным законом для принятия технических регламентов, не обеспечиваются требованиями общих технических регламентов.

Специальные технические регламенты (СТР) устанавливают требования только к тем отдельным видам продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, степень риска причинения вреда которыми выше степени риска причинения вреда, учтенной общим техническим регламентом [1].

Законом предусмотрено, что разработчиком проекта технического регламента может быть любое лицо. Наиболее значимые технические регламенты будут приниматься в виде федеральных законов.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под техническим регламентом?
2. Какова основная задача Закона «О техническом регулировании»?
3. Перечислите основные принципы технического регулирования.
4. Для каких целей принимается технический регламент?
5. Какие требования устанавливают технические регламенты?
6. Какие технические регламенты действуют в Российской Федерации?
7. По каким вопросам принимаются общие технические регламенты?
8. К каким видам продукции (услугам) предъявляются требования специальными техническими регламентами?

3. СТАНДАРТИЗАЦИЯ

3.1. Сущность стандартизации

Объект стандартизации – продукция, работа, процесс и услуги, подлежащие или подвергшиеся стандартизации (рис. 3.1).

В процессе трудовой деятельности специалисту приходится решать систематически повторяющиеся задачи: измерение и учёт количества продукции, измерение параметров технологических операций и т.д. Существуют различные варианты решения этих задач.

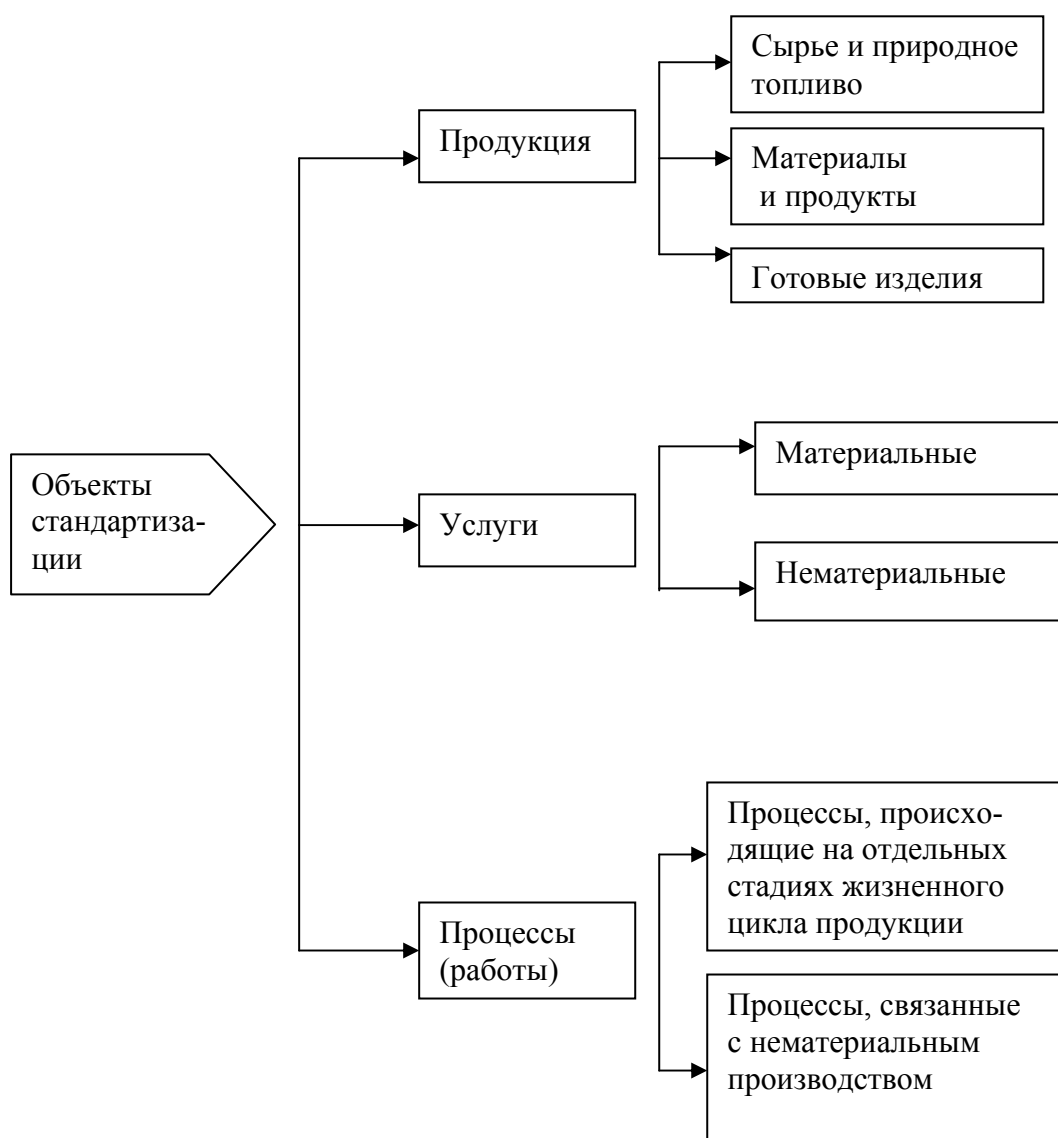


Рис. 3.1. Классификация объектов стандартизации

Необходимо отметить, что процессу стандартизации подвергаются не сами объекты как материальные предметы, а информация о них, отображающая их существенные стороны, т.е. абстрактная модель реального объекта. Стандартизация может касаться либо объекта в целом, либо его отдельных составляющих (характеристик).

Областью стандартизации называют совокупность взаимосвязанных объектов стандартизации. Например, судостроение является областью стандартизации, а объектами могут быть технические процессы, типы двигателей, безопасность и экологичность машин и т.д.

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

3.2. Нормативные документы по стандартизации

Непосредственным результатом стандартизации является нормативный документ. Применение нормативного документа является способом упорядочения в определённой области. Отсюда нормативный документ – средство стандартизации.

Нормативный документ охватывает такие понятия, как стандарты, своды правил, рекомендации, регламенты, технические регламенты, общероссийские классификаторы технико-экономической информации, документы технических условий.

Стандарт – это нормативный документ, разработанный на основе консенсуса, утверждённый признанным органом, направленный на достижение оптимальной степени упорядочения в определённой области.

В стандарте устанавливаются для всеобщего и многократного использования общие принципы, правила, характеристики, касающиеся различных видов деятельности или их результатов.

К документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся:

- национальные стандарты;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- применяемые в установленном порядке классификаторы, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций.

Стандартизация осуществляется на разных уровнях, которые различаются в зависимости от того, участники какого географического, политического или экономического региона принимают стандарт.

Если участие в стандартизации открыто для соответствующих органов любой страны, то это *международная стандартизация*.

Региональная стандартизация – деятельность, открытая только для соответствующих органов государств одного географического, политического или экономического региона мира. Региональная и международная стандартизация осуществляется специалистами стран, представленных в соответствующих региональных и международных организациях.

Национальная стандартизация – это стандартизация в одном конкретном государстве. При этом она также может осуществляться на разных уровнях: государственном, отраслевом, в том или ином секторе экономики.

Национальные стандарты и общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации, в том числе правила их разработки и применения, представляют собой национальную систему стандартизации. Они разрабатываются в порядке, установленном Федеральным законом «О техническом регулировании» [1], утверждаются национальным органом по стандартизации в соответствии с правилами, нормами и рекомендациями в этой области.

Национальный стандарт применяется на добровольной основе равным образом и в равной мере независимо от страны и (или) места происхождения продукции, осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг, видов или особенностей сделок и (или) лиц, являющихся изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

Применение национального стандарта подтверждается знаком соответствия ему.

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации (далее – общероссийские классификаторы) – нормативные документы, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с её классификацией (классами, группами, видами и др.) и являющиеся обязательными для применения при создании государственных информационных систем и информационных ресурсов и межведомственном обмене информацией.

Национальный орган по стандартизации составляет и утверждает программу разработки национальных стандартов. Он обеспечивает доступность программы разработки национальных стандартов заинтересованным лицам для ознакомления.

Разработчиком национального стандарта может быть любое лицо [1].

Уведомление о разработке национального стандарта направляется в национальный орган по стандартизации и публикуется в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме и печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию. Уведомление о разработке национального стандарта содер-

жит информацию об имеющихся в проекте национального стандарта положениях соответствующих международных стандартов.

Разработчик национального стандарта обеспечивает доступность проекта национального стандарта заинтересованным лицам для ознакомления.

Проект национального стандарта одновременно с перечнем полученных в письменной форме замечаний заинтересованных лиц представляется разработчиком в технический комитет по стандартизации, который организует проведение экспертизы данного проекта.

Национальный орган по стандартизации на основании документов, представленных техническим комитетом по стандартизации, принимает решение об утверждении или отклонении национального стандарта. Он же утверждает и публикует в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования в электронно-цифровой форме перечень национальных стандартов, которые могут на добровольной основе применяться для соблюдения требований технических регламентов.

Организации, в том числе коммерческие, общественные, научные, саморегулируемые, объединения юридических лиц могут разрабатывать и утверждать стандарты самостоятельно, исходя из необходимости применения их для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.

Проект стандарта организации разработчик может представлять в технический комитет по стандартизации, который организует проведение экспертизы проекта. На основании результатов экспертизы технический комитет по стандартизации готовит заключение, которое направляет разработчику проекта.

Стандарты организаций применяются одинаково независимо от страны и (или) места происхождения продукции, осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг, видов или особенностей сделок и (или) лиц, которые являются изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

3.3. Виды стандартов

Как и в мировой практике, в России действует несколько видов стандартов, которые отличаются спецификой объекта стандартизации: основополагающие, на продукцию (услуги), на работы (процессы), на методы контроля (испытаний, измерений, анализа).

Основополагающие стандарты – это вид нормативных документов, устанавливающих такие организационные принципы, положения, требования, правила и нормы, которые рассматриваются как общие для науки и производства. В целом они обеспечивают взаимопонимание, техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники, создание и пользование продукцией, охрану окружающей среды, безопасность продукции, процессов и услуг для жизни, здоровья, имущества и другие общетехнические требования.

Примером основополагающих стандартов могут быть ГОСТ Р 1.0-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения» [14], ГОСТ Р 1.4-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения» [15], ГОСТ Р 1.5-2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения» [16].

Стандарты на продукцию (услуги) устанавливают требования либо к конкретному виду продукции (услуги), либо к группам однородной продукции (услуги). В отечественной практике есть две разновидности этого вида нормативных документов:

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

Стандарт общих технических условий обычно включает: классификацию; основные параметры и (или) размеры; общие требования к параметрам качества (это те же требования, которые являются обязательными и подлежат проверке, технологичность ресурсосбережения, характеристики надёжности); упаковке; маркировке; безопасности; охраны окружающей среды; правила эксплуатации, ремонта; методы контроля, транспортирования, хранения и т. п.

Стандарт технических условий устанавливает всесторонние требования к конкретной продукции (в том числе различных марок или моделей этой продукции), касающиеся производства, потребления, поставки, эксплуатации, ремонта, утилизации. Стандарты технических условий на услугу могут содержать требования к ассортименту предоставляемых услуг (точность и своевременность исполнения, комфортность обслуживания и т.п.).

Стандарты на работы (процессы) устанавливают требования к конкретным видам работ, которые осуществляются на разных стадиях жизненного цикла продукции: разработки, производства, эксплуатации, хранения, транспортировки, ремонта, утилизации. Они (процессы) содержат требования безопасности для жизни и здоровья населения и охраны окружающей среды при проведении технологических операций.

Стандарты на методы контроля (испытаний, измерений, анализа) рекомендуют применять методики контроля, обеспечивающие обязательные требования к качеству продукции (услуги), которые содержатся в стандарте на неё. Главный критерий объективности метода контроля – воспроизводимость и сопоставимость результатов.

3.4. Цели стандартизации

Цель стандартизации – выявление наиболее правильного и экономичного варианта, то есть нахождение оптимального решения. Найденное решение даёт возможность достичь оптимального упорядочения в определённой области стандартизации. Для превращения этой возможности в действительность необходимо, чтобы найденное решение стало достоянием большого числа предприятий (организаций) и специалистов, только тогда возможен экономический эффект от проведённого упорядочения.

Основными целями стандартизации являются:

- повышение уровня безопасности жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, экологической безопасности, безопасности жизни или здоровья животных и растений и содействия соблюдению требований технических регламентов;
- повышение уровня безопасности объектов с учётом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и технического характера;
- обеспечение научно-технического прогресса;
- повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг;
- рациональное использование ресурсов;
- техническая и информационная совместимость;
- сопоставимость результатов исследований (испытаний) и измерений, технических и экономико-статистических данных;
- взаимозаменяемость продукции.

3.5. Принципы стандартизации

Основные принципы стандартизации:

- добровольное применение стандартов;
- максимальный учёт при разработке стандартов законных интересов заинтересованных лиц;
- применение международного стандарта как основы разработки национального стандарта за исключением случаев, если такое применение признано невозможным вследствие несоответствия требований международных стандартов климатическим и географическим особенностям Российской Федерации, техническим и (или) технологическим особенностям

или по иным основаниям либо Российская Федерация в соответствии с установленными процедурами выступала против принятия международного стандарта или отдельного его положения;

- недопустимость создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;
- недопустимость установления стандартов, противоречащих техническим регламентам;
- обеспечение условий для единообразного применения стандартов.

3.6. Основные задачи стандартизации

К основным задачам стандартизации относятся:

- обеспечение взаимопонимания между разработчиками, изготовителями, продавцами и потребителями (заказчиками);
- установление оптимальных требований к номенклатуре и качеству продукции в интересах потребителя и государства, в том числе обеспечивающих её безопасность для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества;
- установление требований по совместимости (конструктивной, электрической, электромагнитной, информационной, программной и др.), а также взаимозаменяемости продукции;
- согласование и увязка показателей и характеристик продукции, её элементов, комплектующих изделий, сырья и материалов;
- унификация на основе установления и применения параметрических и типоразмерных рядов, базовых конструкций, конструктивно-унифицированных блочно-модульных составных частей изделий;
- установление метрологических норм, правил, положений и требований;
- нормативно-техническое обеспечение контроля (испытаний, анализа, измерений), сертификации и оценки качества продукции;
- установление требований к технологическим процессам, в том числе в целях снижения материалоёмкости, энергоёмкости и трудоёмкости, обеспечения применения малоотходных технологий;
- создание и введение систем классификации и кодирования технико-экономической информации;
- нормативное обеспечение межгосударственных и государственных социально-экономических и научно-технических программ (проектов) и инфраструктурных комплексов (транспорт, связь, оборона, охрана окружающей среды, контроль среды обитания, безопасность населения и т.д.);
- создание системы каталогизации для обеспечения потребителей информацией о номенклатуре и основных показателях продукции;

– содействие реализации законодательства Российской Федерации методами и средствами стандартизации.

3.7. Методические основы стандартизации (научно-технические принципы)

Высокое качество стандартов определяет высокое качество продукции. Опыт отечественной стандартизации и работ, проводимых в этой области, показывает, что обеспечение высокого качества и эффективности стандартов необходимо на стадии их разработки. При этом должны выполняться следующие обязательные принципы:

1. *Упорядочение объектов стандартизации* (является универсальным методом):

– *систематизация* – примером результата такой работы является общероссийский классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции (ДКП), который систематизирует всю товарную продукцию (по отраслям);

– *симплификация* – деятельность, заключающаяся в определении таких конкретных объектов, которые признаются нецелесообразными для дальнейшего производства и применения в общественном производстве;

– *селекция* – деятельность, состоящая в отборе объектов, которые признаются целесообразными;

– *типизация объектов стандартизации* – создание типовых (образцовых) объектов – конструкций, технологических правил и т.д. Объекты подвергаются техническим преобразованиям, направленным на увеличение их качества и универсальности;

– *оптимизация* – нахождение оптимальных параметров (главных параметров назначения).

2. *Унификация продукции* – деятельность по рациональному сокращению числа деталей, агрегатов одинакового функционального назначения.

3. *Агрегатирование* – метод создания машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных, унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости. Для изготовления и проектирования разнообразных машин расчленяют конструкцию на отдельные оборотные единицы (агрегаты), каждая из которых выполняет определённую функцию. Это позволяет специализировать изготовление агрегатов как самостоятельных изделий, работу которых можно проверить независимо от всей машины.

4. *Комплексная стандартизация* применительно к продукции – это установление и применение взаимосвязанных по своему уровню требова-

ний к качеству готовых изделий и необходимых для их изготовления сырья, материалов и комплектующих узлов.

5. *Опережающая стандартизация* – установление повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм и требований к объемам стандартизации, которые согласно прогнозам будут оптимальными в последующее время.

3.8. Функции стандартизации

В условиях рыночных отношений стандартизация выполняет три функции: экономическую, социальную, коммуникативную.

Экономическая функция позволяет заинтересованным сторонам получить достоверную информацию о продукции в четкой и удобной форме. При заключении договора (контракта) ссылка на стандарт заменяет описание сведений о товаре, продукции, услуге, процессе; возможность сравнительной оценки конкурентоспособности предприятия на перспективу.

Социальная функция стандартизации заключается в необходимости включения в стандарты таких показателей качества объекта стандартизации, которые содействуют здравоохранению, санитарно-гигиеническим нормам, безопасности в использовании и возможности экологичной утилизации продукции.

Коммуникативная функция обеспечивает общение и взаимодействие специалистов путём личного обмена или использования документальных средств, аппаратных систем и каналов передачи сообщений (компьютерных, спутниковых и пр.).

3.9. Категории нормативных документов (НД) по стандартизации

1. Национальные стандарты РФ (ГОСТ Р).
2. Межгосударственные стандарты стран – членов СНГ (ГОСТ).
3. Применяемые в установленном порядке международные (региональные) стандарты, правила, нормы и рекомендации по стандартизации (МС, ЕС, ПР, Р, МИ, РМГ и др.).
4. Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации (ОКТЭ и СИ, ОКП, ОКУН и др.).
5. Стандарты отраслей (ОСТ).
6. Стандарты предприятий (СТП).
7. Стандарты научно-технических, инженерных обществ и других общественных организаций (СТО).

Национальные стандарты (ГОСТ Р) разрабатываются на продукцию, работы и услуги, имеющие межотраслевое значение, и не должны противоречить законодательству Российской Федерации.

Национальный стандарт применяют на добровольной основе.

Обязательность соблюдения национальных стандартов наступает при прямом указании на это в действующем законодательстве, договорах, контрактах и т.п.

Международные стандарты ИСО, МЭК и ИСО/МЭК не имеют статуса обязательных для всех стран-участниц.

Любая страна мира вправе применять или не применять их. Решение вопроса о применении международного стандарта связано в основном со степенью участия страны в международном разделении труда и состоянием её внешней торговли.

По своему содержанию стандарты ИСО в меньшей мере касаются требований к конкретной продукции. Основная же масса нормативных документов касается требований безопасности, взаимозаменяемости, технической совместимости, методов испытаний продукции, а также других общих и методических вопросов.

Региональные стандарты для российских условий – это *межгосударственные стандарты* (ГОСТ).

Основу Межгосударственной системы стандартизации (МГСС) составили государственные стандарты бывшего СССР. В Российской Федерации действующие государственные стандарты бывшего СССР применяют постольку, поскольку они не противоречат законодательству РФ.

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации создаются в рамках Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК ТЭСИ), в которую входят общероссийские классификаторы, средства их ведения, нормативные и методические документы по их разработке, ведению и применению.

Объектами классификации и кодирования в ЕСКК выступают: статистическая информация, макроэкономическая финансовая и правоохранительная деятельность, банковское дело, бухгалтерский учет, стандартизация, сертификация, производство продукции, предоставление услуг, таможенное дело, торговля и внешнеэкономическая деятельность.

Общее руководство и координацию работ по созданию ЕСКК осуществляют Росстандарт и Росстатагентство. Научная часть этой работы ведется Всероссийским научно-исследовательским институтом классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству (ВНИИКИ).

Правила и рекомендации не должны дублировать обязательные требования действующих национальных, а также межгосударственных стан-

дартов, принятых для применения в Российской Федерации, или противоречить этим требованиям.

Обозначение правил и рекомендаций по стандартизации, метрологии, сертификации и аккредитации состоит из индекса **ПР** (для правил) или **Р** (для рекомендаций), кода Росстандарта России (**50**), условного цифрового обозначения соответственно стандартизации – 1, метрологии – 2, сертификации – 3, аккредитации – 4, регистрационного номера и года утверждения (две последние цифры).

Примеры обозначений:

Правила по стандартизации ПР 50.1.005-95.

Рекомендации по метрологии Р 50.2.005-2000.

Правила по сертификации ПР 50.3.005-2003.

Правила по аккредитации ПР 50.4.002-2000.

3.10. Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов

Одной из важнейших составляющих административной реформы и, в том числе реформы технического регулирования, является создание новой системы государственного контроля (надзора) за соблюдением обязательных требований в отношении продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

В организационную структуру системы контрольно-надзорных органов Федерального агентства входят семь межрегиональных территориальных управлений (МТУ), а также 86 ФГУ ЦСМ, расположенных во всех субъектах Российской Федерации.

Основными задачами в области государственного контроля (надзора) Федерального агентства, определенными в положении об Агентстве, являются:

- осуществление контроля (надзора) за соблюдением обязательных требований государственных стандартов и технических регламентов до принятия Правительством Российской Федерации решения о передаче этих функций другим федеральным органам исполнительной власти;
- осуществление государственного метрологического контроля и надзора до внесения изменений в законодательные акты Российской Федерации;
- сбор и обработка информации о случаях причинения вреда вследствие нарушения требований технических регламентов, а также информирования приобретателей, изготовителей и продавцов по вопросам соблюдения требований технических регламентов.

В целях повышения эффективности и совершенствования организации и проведения контрольно-надзорных мероприятий, направленных на

защиту потребительского рынка от опасной продукции и обеспечение единства измерений, Федеральным агентством ежегодно утверждается Комплексный план контрольно-надзорной деятельности.

Контрольно-надзорные мероприятия обеспечиваются путем проведения плановых и внеплановых выборочных проверок, основанием для которых служит анализ состояния дел с безопасностью продукции на потребительском рынке.

Государственный надзор проводится не чаще, чем один раз в два года в отношении одного юридического лица или индивидуального предпринимателя.

Государственный надзор осуществляется с применением инструментальных методов контроля, т.е. проведением испытаний отобранных образцов продукции в аккредитованных испытательных лабораториях (центрах). При этом в случае отрицательных результатов испытаний все затраты, связанные с проведением указанной процедуры, несет проверяемый субъект хозяйственной деятельности, в случае положительных результатов – территориальный орган Федерального агентства.

В случае выявления нарушений установленных обязательных требований должностными лицами органов государственного надзора Федерального агентства применяются к проверяемому субъекту хозяйственной деятельности или должностному лицу правовые меры, предусмотренные законодательством об административных правонарушениях.

На основе результатов государственного надзора Федеральное агентство проводит мониторинг состояния дел, связанных с безопасностью продукции и обеспечением единства измерений, готовит и представляет обобщенные материалы в установленной сфере деятельности в Минпромэнерго России, федеральным органам исполнительной власти, представителям президента Российской Федерации в федеральных округах и администрации субъектов Российской Федерации.

Постановление Правительства РФ от 20 августа 2009 г. № 689 «Об утверждении Правил аккредитации граждан и организаций, привлекаемых органами государственного контроля (надзора) и органами муниципального контроля к проведению мероприятий по контролю».

Контрольные вопросы

1. Назовите объекты стандартизации.
2. Перечислите документы в области стандартизации, используемые на территории Российской Федерации.
3. Какова классификация объектов стандартизации?
4. Кем могут разрабатываться и утверждаться стандарты организаций?

5. Что понимается под основополагающими стандартами?
6. Перечислите виды стандартов.
7. Назовите цели стандартизации.
8. Перечислите основные задачи стандартизации.
9. Какова область стандартизации?
10. Перечислите функции стандартизации.
11. Назовите этапы реформирования ГСС.
12. Что входит в отечественную систему стандартизации?
13. Перечислите международные стандарты и регламенты.
15. Назовите орган Российской Федерации по стандартизации и его основные задачи.
16. Перечислите международные организации по стандартизации и их сфера деятельности.

4. СЕРТИФИКАЦИЯ

4.1. Основные понятия в области сертификации

Сертификация – форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтверждение соответствия – это документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров.

Подтвердить соответствие может каждая из заинтересованных сторон: первая – изготовитель, продавец, исполнитель; вторая – потребитель, заказчик; третья – независимый орган.

Оценка соответствия – это прямое или косвенное определение соблюдения требований, предъявляемых к объекту.

Участие третьей стороны в подтверждении соответствия является *главным признаком сертификации*.

4.2. Цели подтверждения соответствия

Цели подтверждения соответствия приведены на схеме (рис. 4.1).

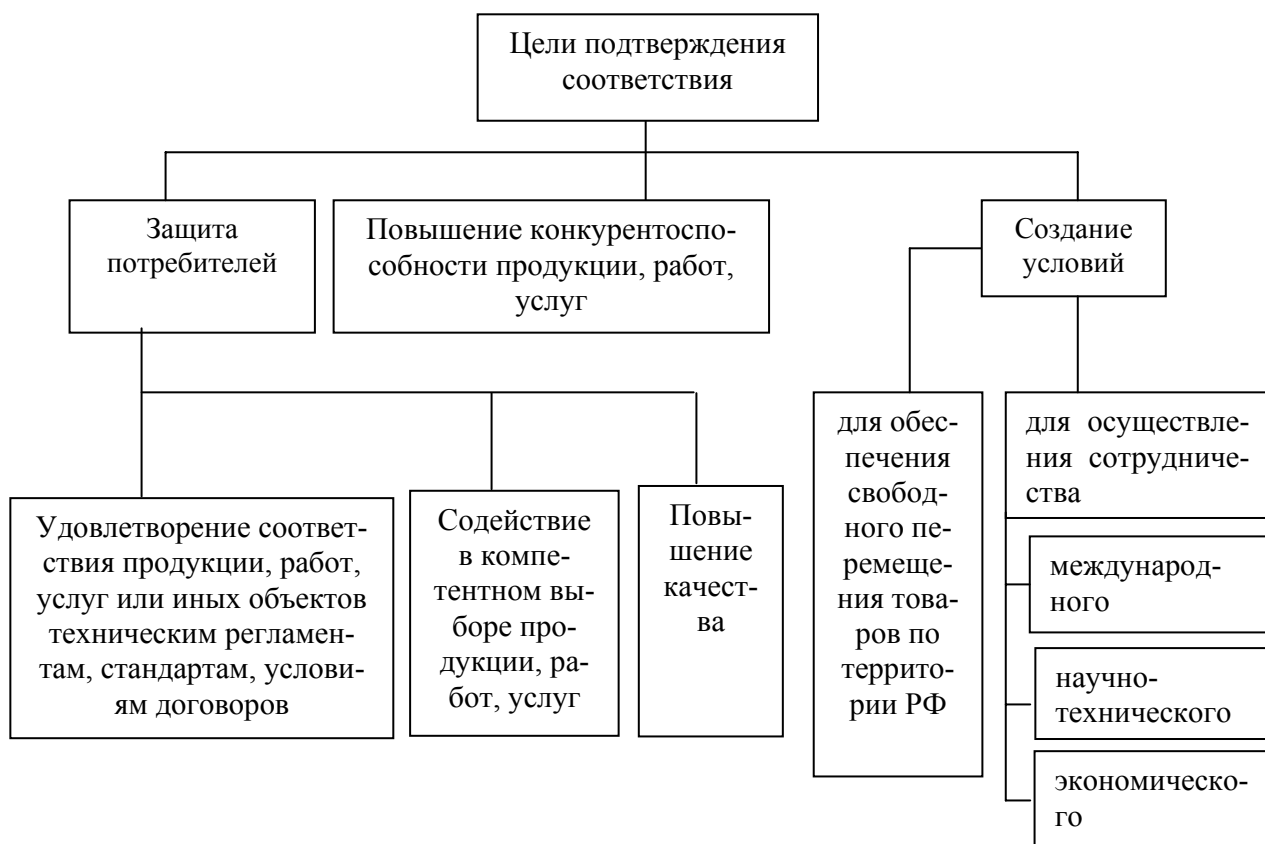


Рис. 4.1. Цели подтверждения соответствия

4.3. Принципы подтверждения соответствия

Подтверждение соответствия осуществляется на основе *принципов*:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;
- уменьшения сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;

- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны, в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

При сертификации систем качества соблюдаются следующие *принципы*:

- добровольности;
- объективности оценок;
- воспроизводимости результатов оценок;
- конфиденциальности;
- информативности.

Добровольность проявляется в том, что сертификация систем качества и производств осуществляется только по инициативе предприятия, при наличии от него заявки.

Объективность оценок – достигается независимостью органа по сертификации и привлекаемых им к работе экспертов-аудиторов, проведением сертификации комиссией экспертов-аудиторов не менее чем из двух человек, возглавляемой главным экспертом-аудитором.

Воспроизводимость результатов предполагает, что в регламентированных условиях основные результаты работ по проверке могут быть получены вновь (повторены).

При сертификации должна соблюдаться *конфиденциальность* информации, составляющей коммерческую тайну.

При сертификации должно осуществляться *информирование* изготовителей, потребителей, общественных организаций, органов по сертификации, испытательных лабораторий, а также всех других заинтересованных предприятий, организаций и отдельных лиц о правилах и результатах аккредитации и сертификации.

4.4. Формы подтверждения соответствия

Подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может носить добровольный или обязательный характер (рис. 4.2).



Рис. 4.2. Формы подтверждения соответствия

4.4.1. Добровольное подтверждение соответствия

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации для установления соответствия: национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

Объектами добровольного подтверждения соответствия являются продукция, процессы производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, работы и услуги, а также иные объекты (далее продукция и услуги), в отношении которых стандартами, системами добровольной сертификации и договорами устанавливаются требования.

Функции органа по сертификации при добровольном подтверждении соответствия приведены на рис. 4.3.

Система добровольной сертификации может быть создана юридическими лицами и (или) индивидуальными предпринимателями.

Юридические и (или) физические лица, создавшие систему добровольной сертификации, устанавливают:

- перечень объектов, подлежащих сертификации, и их характеристики, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация;
- правила выполнения предусмотренных данной системой добровольной сертификации работ и порядок их оплаты;
- определяют участников данной системы добровольной сертификации.

Система добровольной сертификации может быть зарегистрирована федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию при представлении следующих документов (рис. 4.4).

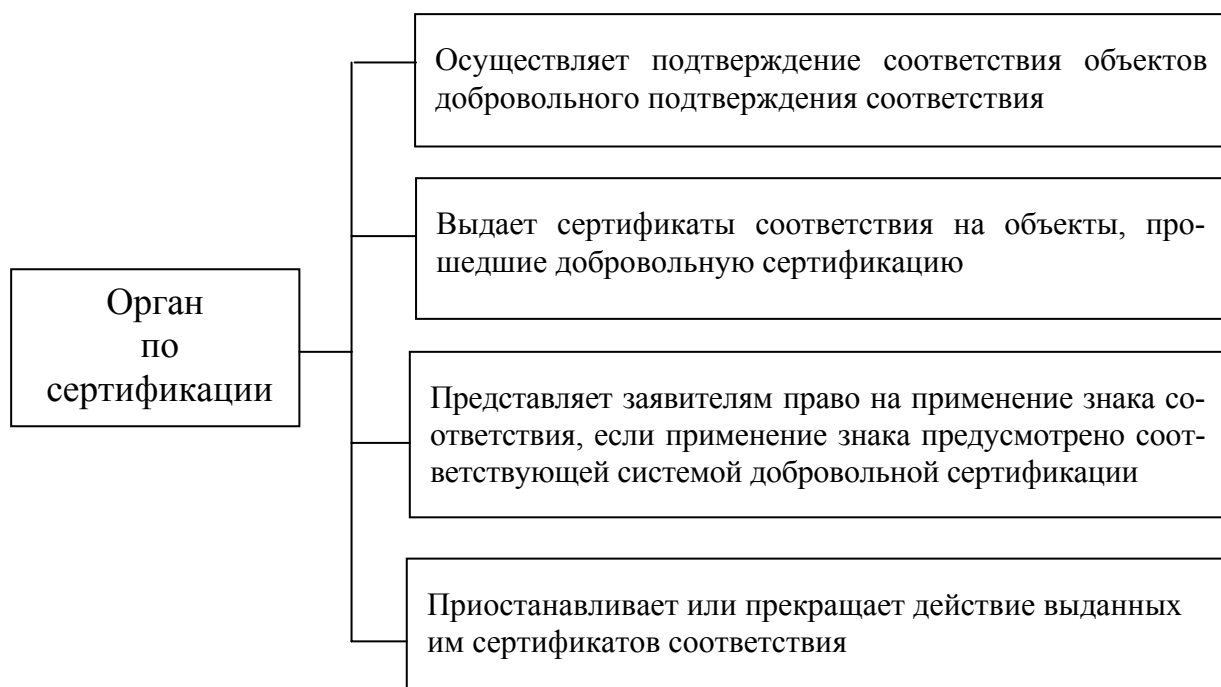


Рис. 4.3. Функции органа по сертификации при добровольном подтверждении соответствия



Рис. 4.4. Документы, необходимые для регистрации системы добровольной сертификации

Регистрация системы добровольной сертификации осуществляется в течение пяти дней с момента представления вышеперечисленных документов.

Порядок регистрации и размер платы за регистрацию устанавливаются Правительством Российской Федерации.

Отказ в регистрации системы добровольной сертификации допускается только в случае:

- непредставления вышеперечисленных документов;
- совпадения наименования системы и (или) изображения знака соответствия с наименованием системы и (или) изображением знака соответствия зарегистрированной ранее системы добровольной сертификации.

Уведомление о мотивированном отказе в регистрации направляется заявителю в течение трех дней со дня принятия решения об отказе в регистрации этой системы.

Отказ в регистрации системы добровольной сертификации может быть обжалован в суде.

Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр зарегистрированных систем добровольной сертификации, содержащий сведения о юридических лицах и (или) об индивидуальных предпринимателях, создавших системы добровольной сертификации, знаках соответствия и порядке их применения.

Объекты сертификации, сертифицированные в системе добровольной сертификации, могут маркироваться знаком соответствия этой системе. Порядок применения такого знака соответствия устанавливается правилами соответствующей системы добровольной сертификации.

Закон соответствия национальному стандарту применяется заявителем на добровольной основе любым удобным для него способом в порядке, установленном национальным органом по стандартизации.

Объекты сертификации, соответствие которых не подтверждено в порядке, установленном законом РФ [1], не могут быть маркированы знаком соответствия.

4.4.2. Обязательные подтверждения соответствия

Объектом обязательного подтверждения соответствия может быть только продукция, выпускаемая в обращение на территории Российской Федерации.

Обязательное подтверждение соответствия проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие его требованиям.

Формы и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только техническим регламентом с учетом степени риска недостижения целей технических регламентов. Независимо от схем обяза-

тельного подтверждения соответствия равную юридическую силу имеют декларация о соответствии и сертификат соответствия. Работы по обязательному подтверждению соответствия подлежат оплате заявителем.

Согласно закону РФ «О защите прав потребителей» товары, работы, услуги, на которые в законодательных актах или стандартах установлены требования, направленные на обеспечение безопасности жизни, здоровья потребителей и охраны окружающей среды, предотвращение причинения вреда имуществу потребителей, и средства, обеспечивающие безопасность жизни и здоровья потребителей, подлежат обязательной сертификации в установленном порядке. Реализация товаров (в том числе импортных) без сертификата запрещается.

Таким образом, сертификация продукции, в частности обязательная, является очень важной формой государственной оценки качества, осуществляемой во имя обеспечения социальной защищённости населения страны.

4.4.2.1. Декларирование соответствия

Декларирование соответствия осуществляется по одной из следующих схем:

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;
- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории (центра), (далее – третья сторона).

Заявителем при декларировании соответствия могут быть зарегистрированные в соответствии с законодательством Российской Федерации на ее территории юридическое лицо или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя либо являющиеся изготовителем или продавцом, либо выполняющие функции иностранного изготовителя на основании договора с ним в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям технических регламентов и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям технических регламентов. Круг заявителей устанавливается соответствующим техническим регламентом. Схема декларирования соответствия с участием третьей стороны устанавливается в техническом регламенте в случае, если отсутствие третьей стороны приводит к недостижению целей подтверждения соответствия.

При декларировании соответствия на основании собственных доказательств заявитель самостоятельно формирует доказательственные материалы, в качестве которых используются техническая документация, результаты собственных исследований (испытаний) и измерений и (или) дру-

гие документы, послужившие мотивированным основанием для подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов. Состав доказательственных материалов определяется соответствующим техническим регламентом.

При декларировании соответствия на основании собственных доказательств, полученных с участием третьей стороны, заявитель по своему выбору в дополнение к собственным доказательствам, сформированным в порядке, приведенном в предыдущем абзаце, включает в доказательственные материалы протоколы исследований (испытаний) и измерений, проведенных в аккредитованной испытательной лаборатории (центре), а также представляет сертификат системы качества, в отношении которого предусматривается контроль (надзор) органа по сертификации, выдавшего данный сертификат.

Декларация о соответствии оформляется на русском языке и должна содержать:

- наименование и местонахождение заявителя;
- наименование и местонахождение изготовителя;
- информацию об объекте подтверждения соответствия, позволяющую идентифицировать этот объект;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого подтверждается продукция;
- указание на схему декларирования соответствия;
- заявление заявителя о безопасности продукции при ее использовании в соответствии с целевым назначением и принятии заявителем мер по обеспечению соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- сведения о проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях, сертификате системы качества, а также документах, послуживших основанием для подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- срок действия декларации о соответствии;
- иные предусмотренные соответствующими техническими регламентами сведения.

Срок действия декларации о соответствии определяется техническим регламентом.

Форма декларации о соответствии утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Оформленная по установленным правилам декларация о соответствии регистрируется федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию в течение трех дней.

Ведение реестра деклараций о соответствии, предоставление содержащихся в указанном реестре сведений и оплата за предоставление этих сведений определяются Правительством Российской Федерации.

Декларация о соответствии и составляющие доказательственные материалы хранятся у заявителя в течение трех лет с момента окончания срока действия декларации. Второй экземпляр декларации о соответствии хранится в федеральном органе исполнительной власти по техническому регулированию.

4.4.2.2. Обязательная сертификация

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. Схемы, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом.

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации.

Сертификат соответствия включает в себя:

- наименование и местонахождение заявителя;
- наименование и местонахождение изготовителя продукции, прошедшей сертификацию;
- наименование и местонахождение органа по сертификации, выдавшего сертификат соответствия;
- информацию об объекте сертификации, позволяющую идентифицировать этот объект;
- наименование технического регламента, на соответствие требованиям которого проводилась сертификация;
- информацию о проведенных исследованиях (испытаниях) и измерениях;
- информацию о документах, представленных заявителем в орган по сертификации в качестве доказательств соответствия продукции требованиям технических регламентов;
- срок действия сертификата соответствия (определяется соответствующим техническим регламентом).

Форма сертификата соответствия утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации, аккредитованным в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Порядок передачи сведений о выданных сертификатах соответствия в единый реестр выданных сертификатов устанавливается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Исследования (испытания) и измерения продукции при осуществлении обязательной сертификации проводятся аккредитованными лаборато-

риями (центрами) в пределах своей области аккредитации на условиях договоров с органами по сертификации. Последние не вправе предоставлять аккредитованным испытательным лабораториям (центрам) сведения о заявителе. Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) оформляет результаты исследований (испытаний) и измерений соответствующими протоколами, на основании которых орган по сертификации принимает решение о выдаче или об отказе в выдаче сертификата соответствия.

Продукция (услуга), соответствие которой требованиям технических регламентов подтверждено в порядке, предусмотренном Федеральным законом [1], маркируется знаком обращения на рынке, устанавливаемым Правительством Российской Федерации. Он не является специальным защищенным знаком и наносится в информационных целях.

Маркировка знаком обращения на рынке осуществляется заявителем самостоятельно любым удобным для него способом.

4.5. Участники сертификации

Участниками сертификации являются:

- национальный орган по сертификации – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт);
- федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие работы по сертификации;
- центральные органы систем сертификации;
- органы по сертификации;
- юридические лица, взявшие на себя функцию органа по добровольной сертификации;
- испытательные лаборатории;
- изготовители (продавцы, исполнители) продукции.

4.6. Проведение сертификации

Сертификация продукции включает:

- подачу заявки на сертификацию;
- принятие решения по заявке, в том числе выбор схемы;
- отбор, идентификацию образцов и их испытаний;
- оценку производства (если это предусмотрено схемой сертификации);
- анализ полученных результатов и принятие решения о выдаче (об отказе в выдаче) сертификата соответствия;
- выдачу сертификата и лицензии на применение знака соответствия;
- осуществление инспекционного контроля за сертифицированной продукцией (если это предусмотрено схемой сертификации);

- корректирующие мероприятия при нарушении соответствия продукции установленным требованиям и при неправильном применении знака соответствия;
- информацию о результатах сертификации.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные цели подтверждения соответствия.
2. На основе каких принципов осуществляется подтверждение соответствия?
3. Какие формы подтверждения соответствия вы знаете?
4. Для чего может осуществляться добровольное подтверждение соответствия?
5. Перечислите основные функции органа по сертификации при добровольном подтверждении соответствия.
6. Назовите документы, представляемые для регистрации системы добровольной сертификации.
7. По каким схемам должно осуществляться декларирование соответствия?
8. Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеет равную ли юридическую силу?
9. Перечислите основные функции органа по сертификации при обязательной сертификации.
10. Назовите права заявителя в области обязательного подтверждения соответствия.
11. Назовите обязанности заявителя в области обязательного подтверждения соответствия.
12. Какой порядок проведения сертификации?
13. Расскажите об ответственности за несоответствие продукции (услуги) требованиям технических регламентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрены вопросы, которые охватывают практически все разделы теоретической метрологии, без знания которых невозможно решить задачи правильного выбора методов и средств измерений, осуществить обработку и выдачу результатов измерений с учетом современных требований и нормативных документов.

Приведенные термины и определения, зафиксированные в государственных, европейских и международных стандартах, позволяют повысить уровень технической образованности, что создает хорошую базу для совершенствования знаний в области прикладной и теоретической метрологии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 О техническом регулировании : федер. закон от 27 дек. 2002 г. № 184-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2002.
- 2 Об обеспечении единства измерений : федер. закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2008.
- 3 О лицензировании отдельных видов деятельности : федер. закон от 4 мая 2011 г. № 99-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2011.
- 4 О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при проведении государственного контроля (надзора) : федер. закон от 26 дек. 2008 г. № 294-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2008.
- 5 **ГОСТ Р ИСО 9000-2008.** Система менеджмента качества. Основные положения и словарь. – Введ. 2009-09-09. – М. : Изд-во стандартов, 2009. – 35 с.
- 6 **ГОСТ Р ИСО/МЭК 65-2000.** Общие требования к органам по сертификации продукции. – Введ. 2000-07-07. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 16 с.
- 7 **ГОСТ 15467-79.** Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 22 с.
- 8 **ГОСТ 16504-81.** Система государственных испытаний продукции. Основные термины и определения. – Введ. 1982-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 24 с.
- 9 **ГОСТ Р 1.12-2004.** Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения. – Введ. 2005-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 13 с.
- 10 **ГОСТ Р 8.600-2003.** Государственная система обеспечения единства измерений. Методики выполнения измерений. Общие требования. – Введ. 2004-01-04. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 12 с.
- 11 **ГОСТ Р 51672-2000.** Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения. – Введ. 2001-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 14 с.
- 12 **ГОСТ Р 8.000-2000.** Государственная система обеспечения единства измерений. Основные положения. – Введ. 2001-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2001. – 5 с.
- 13 **ГОСТ 15467-79.** Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 1979-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1979. – 70 с.
- 14 **ГОСТ Р 1.0-2004.** Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения. – Введ. 2005-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 12 с.

15 **ГОСТ Р 1.4-2004.** Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения. – Введ. 2005-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 6 с.

16 **ГОСТ Р 1.5-2004.** Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения. – Введ. 2005-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 2005. – 35 с.

17 **ГОСТ Р 40.003-2008.** Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок сертификации систем менеджмента качества на соответствие ГОСТ Р ИСО 9001-2008 (ИСО 9001:2008). – Введ. 2001-01-12. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 61 с.

18 **Басовский, Л. Е.** Управление качеством : учеб. / Л. Е. Басовский, В. Б. Протасьев. – М. : ИНФРА-М, 2000. – 212 с.

19 **Дымов, Ю. В.** Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. для вузов / Ю. В. Дымов. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2006. – 432 с.

20 **Домке, Э. Р.** Основы метрологии, стандартизации и сертификации : учеб. пособие / Э. Р. Домке, В. В. Виноградов. – Пенза : Изд-во Пензенский ГАСА, 2000. – 253 с.

21 **Крылова, Г. Д.** Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учеб. для вузов / Г. Д. Крылова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 711 с.

22 **Лифиц, И. М.** Стандартизация, метрология и сертификация : учеб. / И. М. Лифиц. – М. : Юрайт-Издат, 2002. – 296 с.

23 **Мазур, И. И.** Управление качеством : учеб. пособие / И. И. Мазур. – 4-е изд. – М. : Омега-М, 2007. – 399 с.

24 **Огвоздин, В. Ю.** Управление качеством. Основы теории и практики : учеб. пособие / В. Ю. Огвоздин. – М. : Дело и сервис, 1999. – 160 с.