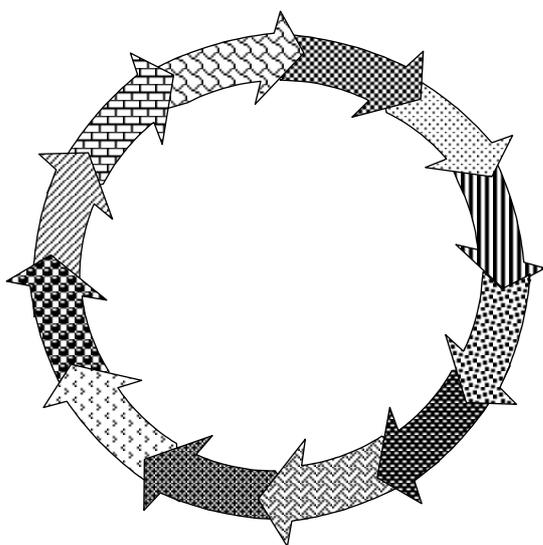


С.В. Мищенко, С.В. Пономарев, Е.С. Пономарева,
Р.Н. Евлахин, Г.В. Мозгова

ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ,
СТАНДАРТИЗАЦИИ,
СЕРТИФИКАЦИИ
И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ



Издательство ТГТУ

УДК 389(075)
ББК Ж10я73
И90

Рецензенты:

Директор Тамбовского ЦСМ кандидат технических наук
Ю.Х. Ахохов

Директор института дистанционного образования
кандидат технических наук *С.Н. Кузьмин*

И90 История метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством: Учебное пособие / С.В. Мищенко, С.В. Пономарев, Е.С. Пономарева, Р.Н. Евлахин, Г.В. Мозгова. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та,

2004. – 112 с.
ISBN 5-8265-0253-3

В пособии изложены основные этапы истории развития метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством, приведен краткий терминологический словарь, а также рассмотрены основы метрологии с примерами решения задач. В приложении приведены варианты заданий для выполнения контрольных работ студентами-заочниками.

Учебное пособие предназначено для студентов дневного и заочного отделений специальности 072000 – "Стандартизация и сертификация".

УДК 389(075)
ББК Ж10я73

ISBN 5-8265-0253-3

- © Тамбовский государственный
технический университет (ТГТУ),
2004
- © Мищенко С.В., Пономарев С.В.,
Пономарева Е.С., Евлахин Р.Н.,
Мозгова Г.В., 2004
- Министерство образования Российской Федерации
Тамбовский государственный технический университет

**С.В. Мищенко, С.В. Пономарев, Е.С. Пономарева,
Р.Н. Евлахин, Г.В. Мозгова**

**ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ,
СТАНДАРТИЗАЦИИ, СЕРТИФИКАЦИИ
И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ**

Допущено Учебно-методическим объединением вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 072000 "Стандартизация и сертификация"

Тамбов
Издательство ТГТУ
2004

Учебное издание

Мищенко Сергей Владимирович
Пономарев Сергей Васильевич
Пономарева Екатерина Сергеевна
Евлахин Роман Николаевич
Мозгова Галина Владимировна

ИСТОРИЯ МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ, СЕРТИФИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ
КАЧЕСТВОМ

Учебное пособие

Редактор З.Г. Чернова
Компьютерное макетирование М.А. Филатовой

Подписано в печать 23.01.04
Формат 60 × 84 / 16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Гарнитура Times New Roman. Объем: 6,51 усл. печ. л.; 6,8 уч.-изд. л.
Тираж 150 экз. С. 11

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета,
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Предмет и задачи курса «История стандартизации и сертификации»

Предметом курса является изучение следующих вопросов.

1 Основные понятия и представления о метрологии и ее истории.

Метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [1].

2 Первоначальные сведения о стандартизации и ее истории.

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 [2].

3 Основные представления об истории сертификации и управлении качеством продукции, процессов и услуг.

Сертификация – это процедура, посредством которой третья сторона дает письменную гарантию, что продукция, процесс или услуга соответствуют заданным требованиям [6].

Под *первой стороной* обычно понимают – изготовителя, поставщика, продавца. *Вторая сторона* – это потребитель, покупатель, заказчик. *Третья сторона* – это организация, являющаяся независимой как от первой, так и от второй сторон. При сертификации продукции, процесса или услуги в качестве третьей стороны обычно выступает орган по сертификации (продукции, процесса или услуги).

Управление качеством – это часть менеджмента качества, направленная на выполнение требований к качеству. *Менеджмент качества* – это координированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству. *Требование* – потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным [3].

Целью и задачами изучения курса "История стандартизации и сертификации" является формирование у студентов первого курса основных представлений об их будущей специальности 072000 – "Стандартизация и сертификация", в том числе формирование у студентов первоначальных знаний, умений и навыков, необходимых для будущей работы по специальности.

Первоначальные сведения о системах сертификации

Согласно руководству ИСО/МЭК 2 "Общие термины и определения в области стандартизации и смежных видов деятельности", *система сертификации* определяется как *система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для проведения сертификации соответствия* [15]. Таким образом, проведение сертификации возможно только в рамках системы сертификации, которая должна быть признана всеми ее участниками и зарегистрирована в установленном порядке.

В Российской Федерации регистрацию систем сертификации осуществляет Госстандарт, являющийся национальным органом по сертификации. В его задачу входит проверка соответствия правил самостоятельных систем сертификации Российскому законодательству и нормативным документам, а также ведение реестра зарегистрированных систем. На 15 апреля 2003 г. в России было зарегистрировано 17 систем обязательной и 172 системы добровольной сертификации, из обязательных наиболее распространена система сертификации ГОСТ Р.

Основной целью систем обязательной сертификации является защита потребителей (физических и юридических лиц) от приобретения (использования) товаров, работ и услуг, которые опасны для их жизни, здоровья и имущества, а также для окружающей среды. Другие цели, для которых создаются системы обязательной и добровольной сертификации – это улучшение качества продукции и услуг, повышение конкурентоспособности на внутреннем рынке и содействие экспорту, если система признана за рубежом.

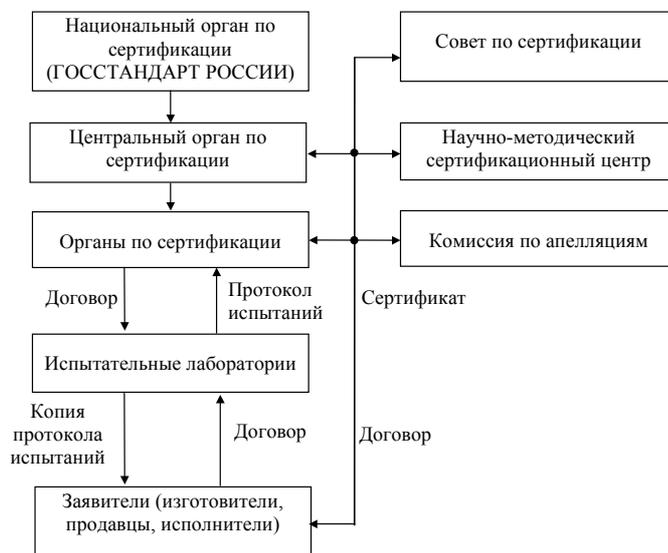


Рис. В.1 Типовая структура взаимодействия участников системы сертификации [15]

Типовая структура системы сертификации, приведенная на рис. В.1, предполагает наличие целого ряда участников.

Национальный орган по сертификации – Госстандарт России осуществляет свою деятельность как национальный орган по сертификации на основе прав, обязанностей и ответственности, предусмотренных действующим законодательством Российской Федерации, и как федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий организацию и проведение работ по обязательной сертификации в соответствии с законодательными актами Российской Федерации [15].

Центральный орган по сертификации осуществляет свою деятельность в соответствии с законами Российской Федерации и правилами Госстандарта России, на основе Правил организует разработку систем (правил, порядков) сертификации однородной продукции

Орган по сертификации – орган, проводящий сертификацию соответствия. Он создается на базе организаций, имеющих статус юридического лица и являющихся третьей стороной, т.е. независимым от производителя и потребителя.

Испытательная лаборатория осуществляет испытания конкретной продукции или конкретные виды испытаний и выдает протоколы испытаний для целей сертификации. Следует отметить, что системы сертификации услуг и систем качества не предполагают участия испытательных лабораторий в процессе сертификации. Всю практическую деятельность по оценке соответствия в них осуществляет орган по сертификации.

Совет по сертификации формируется Центральным органом по сертификации по каждому направлению техники на основе добровольного участия представителей непосредственно Центрального органа по сертификации, Госгортехнадзора России, Госстандарта России, министерств и ведомств, органов по сертификации, испытательных лабораторий (центров), изготовителей сертифицируемой продукции и других заинтересованных надзорных организаций, а также представителей общественных организаций [15].

Научно-методический центр создается, как правило, на базе одного из органов по сертификации, проводит системные исследования и разрабатывает научно обоснованные предложения по составу и структуре объектов сертификации; участвует в работе комиссий по аккредитации органов по сертификации, испытательных лабораторий (центров), аттестации экспертов; проводит научные исследования, обобщает информацию участников работ, ведет реестр Госгортехнадзора России, подготавливает на его основе необходимые данные для Государственного реестра Госстандарта России; принимает участие в разработке программ обучения, подготовке и аттестации экспертов и др.

Функции научно-методического сертификационного центра устанавливаются соответствующим положением и утверждаются Центральным органом по сертификации.

Комиссия по апелляциям формируется Центральным органом по сертификации для рассмотрения жалоб и решения спорных вопросов, возникших при проведении сертификации. Комиссия в установленный конкретными системами (правилами, порядками) срок рассматривает апелляцию и извещает подателя апелляции о принятом решении.

Заявители сертификации – это изготовители, исполнители, продавцы (юридические или физические лица), желающие получить сертификат соответствия на свою продукцию, услугу, систему менеджмента качества или компетентность персонала (электросварщика, эксперта по сертификации, преподавателя и т.п.).

1 ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ТЕРМИНЫ, ОТНОСЯЩИЕСЯ К МЕТРОЛОГИИ, СТАНДАРТИЗАЦИИ, СЕРТИФИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЮ КАЧЕСТВОМ

Многие слова, понятия и термины, используемые в повседневной речи и имеющие отношение к метрологии, стандартизации, сертификации и управлению качеством, являются довольно сложными для их понимания и правильного использования. Поэтому одной из важнейших задач учебной дисциплины "История стандартизации и сертификации" является изучение студентами основных и наиболее часто используемых понятий и терминов.

Основные понятия, определения и термины [1–3, 6], относящиеся к метрологии, стандартизации, сертификации и управлению качеством приведены в прил. 1 – 3. Изучение данного материала позволит студентам грамотно использовать термины и определения, которые являются обязательными для применения во всех видах документации и литературы.

2 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИСТОРИИ МЕТРОЛОГИИ

2.1 Метрология в древнем мире и в средние века [4]

Метрология как наука охватывает круг проблем, связанных с измерениями. В дословном переводе с древнегреческого "метрология" – речь, слово, учение или наука о мерах. Таким образом, метрология – учение о мерах. По РМГ 29–99 *метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности* [1].

Потребность в измерениях возникла в незапамятные времена.

Из глубины веков дошли до нас следующие единицы веса:

- единица веса драгоценных камней – *карат*, что в переводе с языков древнего юго-востока означает "семя боба", "горошина";
- единица аптекарского веса – *гран*, что в переводе с латинского, французского, английского, испанского означает "зерно".

Многие меры имели антропометрическое происхождение или были связаны с конкретной трудовой деятельностью человека. Так, в Киевской Руси применялись в обиходе:

- *вершок* – "верх перста" – длина фаланги указательного пальца;
- *пядь* – от "пять", "пятерня" – расстояние между концами вытянутых большого и указательного пальцев;
- *локоть* – расстояние от локтя до конца среднего пальца;
- *сажень* – от "сягать", "достигать", т.е. можно достать;
- *косая сажень* – предел того, что можно достать – расстояние от подошвы левой ноги до конца среднего пальца вытянутой вверх правой руки;
- *верста* – от "верти", "поворачивай" плуг обратно, длина борозды.

Древнее происхождение имеют и "естественные" меры. Первыми из них, получившими повсеместное распространение, стали меры времени. На основе астрономических наблюдений древние вавилоняне установили *год, месяц, час*. Впоследствии $1/86400$ часть среднего периода обращения Земли вокруг своей оси получила название *секунды*.

Наряду с этим уже на заре цивилизации люди пришли к пониманию ценности так называемых вещественных мер и единиц измерений. Так, в Вавилоне в XI в. до н.э. время измерялось в *минах*. Мина равнялась промежутку времени (равному, примерно, двум астрономическим часам), за который из принятых в Вавилоне водяных часов вытекала "мина" воды, масса которой составляла около 500 г. В дальнейшем мина сократилась и превратилась в привычную для нас *минуту*. Со временем водяные часы уступили место песочным, а затем более сложным маятниковым механизмам.

Гюйгенс, посвятивший созданию и усовершенствованию маятниковых часов почти 40 лет и считавший это главным делом своей жизни, в 1664 г. писал: "... я нашел легкий и удобный способ регулировки часов. К этому, однако, присоединяется то, что я считаю еще более ценным, а именно: благодаря

своему открытию я смог дать абсолютно устойчивое определение для постоянной, верной для всех времен меры длины". Речь идет об использовании свойства изохронности колебаний математического маятника, подмеченного Галилеем еще в 1583 г. При малых отклонениях маятника период его колебаний равен

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}},$$

где L – длина маятника; g – ускорение свободного падения.

Это позволяет выразить меру длины через естественную меру времени. В 1824 г. в Англии был принят закон, установивший единицу длины *ярд* через длину секундного маятника.

2.2 Элементы метрологии, стандартизации и сертификации в X-XVIII вв. на Руси [4]

Ни в древнем мире, ни в средние века не существовало метрологической службы, но имеются сведения о применении образцовых мер и хранении их в церквях и монастырях, а также о ежегодных поверках средств измерений. Так, "золотой пояс" великого князя Святослава Ярославича (1070-е гг.) служил образцовой мерой длины, а в "Уставе новгородского князя Всеволода о церковных судах, людях и мерилах торговых" (примерно XIII в.) записано, что меры надлежит "на всякий год взвешивати".

Важнейшим метрологическим документом является Двинская грамота Ивана Грозного (1550 г.). В ней регламентированы правила хранения и передачи размера новой меры объема сыпучих тел – *осьмины*. Ее медные экземпляры рассылались по городам на хранение выборным людям – старостам, целовальникам. С этих мер надлежало сделать клейменные деревянные копии для городских померщиков, а с тех, в свою очередь, – деревянные копии для использования в обиходе. Образцовые меры, с которых снимались первые копии, хранились централизованно в приказах Московского государства. Таким образом, можно говорить о начале создания при Иване Грозном государственной системы обеспечения единства измерений и государственной метрологической службы.

Развитие торговли и расширение внешних экономических связей требовало не только уточнения мер, но и установления их соотношения с "заморскими", а также унификации мер и более четкой организации контрольно-поверочной деятельности. Еще в договоре Великого Новгорода с немецкими городами и Готландом (1269 г.), наряду с взаимными обязательствами, приведены соотношения между мерами договаривающихся сторон. Статьи Соборного уложения 1649 г., Таможенного устава 1653 г., Новоторгового устава 1667 г. и других документов установили соответствие различных "весов" *фунту* и размер *сажени*.

Московские указы, касавшиеся введения единых мер в стране, отсылались на места вместе с образцами казенных мер. За злоумышленную порчу контрольных мер грозило наказание – вплоть до смертной казни. Работу по надзору за мерами и их поверку проводили два столичных учреждения: Померная изба и Большая таможня. Они же разрешали конфликты, возникавшие при торговых операциях. В провинции надзор был поручен персоналу воеводских и земских изб, а также старостам, целовальникам и другим "верным людям".

2.3 Метрология в период правления Петра I [4]

Метрологической реформой Петра I к обращению в России были допущены английские меры, получившие особенно широкое распространение на флоте и в кораблестроении – *футы*, *дюймы*.

Для облегчения вычислений были изданы таблицы мер и соотношений между русскими и иностранными мерами. Начинают выделяться некоторые метрологические центры.

Коммерц-коллегия занялась вопросами единства мер и метрологического обслуживания в области торговли.

Адмиралтейств-коллегия заботилась о правильном применении угломерных приборов, компасов и соответствующих мер.

Берг-коллегия опекала измерительное хозяйство горных заводов, рудников и монетных дворов.

Основанная в 1725 г. Петербургская академия наук занялась воспроизведением угловых единиц, единиц времени и температуры. Она имела в своем распоряжении образцовые меры и копии эталонов *туазы* и *фунта*. Назревала необходимость создания в стране единого руководящего метрологического центра.

В 1736 г. по решению Сената была образована Комиссия весов и мер под председательством главного директора Монетного двора графа М. Г. Головкина. В состав комиссии входил Л. Эйлер. В качестве исходных мер длины комиссия изготовила *медный аршин* и *деревянную сажень*, за меру жидких тел приняла *ведро* московского Каменноостовского питейного двора. Важнейшим шагом, подытожившим работу комиссии, было создание русского *эталонного фунта*. Работы начались в 1736 г. и завершились в 1747 г. изготовлением бронзовой золоченой гири, узаконенной в качестве первичного образца (государственного эталона) русских мер веса. Этот фунт почти 100 лет оставался единственным эталоном в стране. Сведения о старинных русских мерах приведены в табл. 2.1.

В комиссии рассматривались (но из-за отсутствия денежных средств и специалистов не были осуществлены) проекты создания системы мер, основанной на физических постоянных (определение сажени через длину меридиана Земли, фунта – через вес определенного количества чистой воды), введение десятичной системы образования кратных и дольных единиц и др. Эти прогрессивные идеи получали в Европе в ту пору все большее распространение.

2.1 Старинные русские меры длины, массы и объема

Единицы длины	Единицы массы	Единицы объема
1 точка = 0,254 мм	1 доля = 44,434940 мг	1 чарка = 1/100 ведра
1 линия = 2,54 мм	1 золотник = 4,265542 г	= 0,122994 дм ³
1 сотка = 2,1336 см	1 лот = 12,797262 г	1 бутылка водочная = 1/20 ведра =
1 дюйм = 2,54 см	1 фунт = 0,40951741 кг	0,61497 дм ³
1 вершок = 4,445 см	1 пуд = 16,380496 кг	1 бутылка винная = 1/16 ведра = 0,768712 дм³
1 фут = 30,48 см		1 штоф = 1/10 ведра =
1 аршин = 0,7112 м		= 1,22994 дм ³
1 сажень = 2,1336 м		1 ведро = 12,2994 дм ³
1 верста = 1066,8 м		1 четверть = 0,262387 м ³ (для сыпучих материалов)

2.4 Разработка и внедрение метрической системы измерений [4]

Идея построения системы измерений на десятичной основе принадлежит французскому астроному Г. Мутоу, жившему в XVII в. во Франции, где феодалы имели право пользоваться своими собственными мерами, содержать таможни и собирать пошлину. Вопрос о рациональной системе мер стоял особо остро. Восьмого мая 1790 г. Учредительное собрание Франции приняло декрет о реформе системы мер и поручило Парижской академии наук разработать соответствующие предложения. Комиссия академии, руководимая Лагранжем, рекомендовала десятичное подразделение кратных и дольных единиц, а другая комиссия, в состав которой входил Лаплас, предложила принять в качестве единицы длины одну сорок миллионную часть земного меридиана. На основе этой единственной единицы – *метра* – строилась вся система, получившая название метрической. За единицу площади принимался *квадратный метр*, за единицу объема – *кубический метр*, за единицу массы – *килограмм* – масса кубического дециметра чистой воды при температуре 4 °С. Метрическая система с самого начала была задумана как международная. Ее единицы не совпадали ни с какими национальными единицами, а наименования единиц и десятичных приставок (см. табл. 5.2) были произведены от слов "мертвых" языков (латинского и древнегреческого).

2.4.1 История развития и внедрения метрической системы

26 марта 1791 г. Учредительное собрание Франции утвердило предложения Парижской академии наук. Национальный Конвент признавал, что дело реформы мер и весов "как одно из величайших благодеяний революции, должно быть доведено республикой до конца". Седьмого апреля 1795 г. Конвент принял закон о введении метрической системы во Франции и поручил комиссарам, в число которых входили Кулон, Даламбер, Лагранж, Лаплас и другие ученые, выполнить работы по экспериментальному определению единиц длины и массы. В 1799 г. эта работа, проходившая под наблюдением международной комиссии, была закончена, и утвержденные законом платиновые прототипы метра и килограмма сданы на хранение Архиву Франции. С тех пор они именуются *архивными*.

Несмотря на свои очевидные преимущества, метрическая система внедрялась с большим трудом. Наполеон, например, считал: "Нет ничего более противоречащего складу ума, памяти и соображению, чем то, что предлагают эти ученые. Абстракциям и пустым надеждам принесено в жертву благо теперешних поколений, ибо чтобы заставить старую нацию принять новые единицы мер и весов, надо переделать все административные правила, все расчеты промышленности. Такая работа устрашает разум". В 1812 г. он ввел новую систему, в которую вернул *туаз*, приравненный к двум метрам, и многие другие единицы со старыми наименованиями, но приведенные к метрической системе. Лишь законом от 4 июля 1837 г. очищенная от нововведений Наполеона метрическая система была окончательно введена во Франции
с
1 января 1840 г. как обязательная.

2.5 Развитие отечественной метрологии в XIX-XX вв. [4]

В развитии отечественной метрологии за последние 200 лет можно выделить несколько этапов.

Первый этап стихийной метрологической деятельности – охватывает почти весь XIX в. Этот период характерен централизацией метрологической деятельности и началом широкого участия русских ученых в работе международных метрологических организаций. Так, указом "О системе Российских мер и весов" (1835 г.) были утверждены эталоны длины и массы – *платиновая сажень*, равная семи английским футам, и *платиновый фунт*, практически совпадавший по весу с бронзовым золоченым фунтом 1747 г.

В 1842 г. на территории Петропавловской крепости в специально построенном "несгораемом" здании открывается первое централизованное метрологическое и поверочное учреждение России – *Депо образцовых мер и весов*, куда и помещаются на хранение созданные эталоны, их копии, а также образцы различных иностранных мер. В настоящее время эти образцы хранятся в музее Д.И. Менделеева в С.-Петербурге.

В Депо не только хранились эталоны и их копии, но и изготавливались образцовые меры для местных органов, а также проводилась поверка и сличение образцовых мер с иностранными. Эта деятельность регламентировалась "Положением о мерах и весах" (1842 г.), которая заложила основы государственного подхода к обеспечению единства измерений.

Как и многие другие науки, метрология в своем развитии не избежала описательного периода. Он завершился в нашей стране капитальным трудом Ф.И. Петрушевского "Общая метрология", вышедшим в 1849 г. и удостоенным императорской Академией наук Демидовской премии.

Подписание метрической конвенции 20 мая 1875 г.

Для русских ученых того времени характерно глубокое понимание роли и места метрологии в науке и жизни. В 1869 г. петербургские академики Б.С. Якоби, Г.И. Вильд и О.В. Струве направили в Парижскую академию наук доклад, в котором предлагалось, с целью обеспечения единства измерений в международном масштабе, изготовить новые международные прототипы метра и килограмма и распределить их однотипные копии между заинтересованными государствами. Это предложение было принято. В результате последующей работы ученых разных стран была подготовлена и 20 мая 1875 г. подписана Метрическая конвенция. Она стала основой международного научного сотрудничества, способствовала унификации мер и расширению метрологической деятельности в национальном и международном масштабах. В соответствии с конвенцией Россия получила платино-иридиевые эталоны единицы массы № 12 и № 26 и эталоны единицы длины № 11 и № 28, которые были доставлены в новое здание Депо образцовых мер и весов (ныне это дом 19 на Московском проспекте в С.-Петербурге).

Второй (менделеевский) этап развития отечественной метрологии. В 1892 г. управляющим Де-

по был назначен Д. И. Менделеев (1834–1907 гг.), который так много сделал для отечественной метрологии, что период с 1892 по 1917 гг. называют менделеевским этапом развития метрологии. Для него характерно следующее:

- это этап научного становления метрологии, перевода ее в число точных естественно-научных дисциплин, возвышения до уровня "главного орудия познания" по образному выражению Д.И. Менделеева;
- это этап осознания народно-хозяйственного значения метрологии, начало глубоко продуманного и планомерного включения метрологической деятельности в хозяйственный механизм страны.

В 1893 г. он преобразует Депо образцовых мер и весов в Главную палату мер и весов – одно из первых в мире научно-исследовательских учреждений метрологического профиля. Лишь восемь лет спустя в США организуется Национальное бюро эталонов, а в 1900 г. в Англии – метрологическое отделение Национальной физической лаборатории. Под руководством Д.И. Менделеева была проведена работа по созданию русской системы эталонов и их сличению с английскими и метрическими мерами, начала создаваться государственная метрологическая служба, реализована широкая программа научных исследований в области метрологии. Собственные научные работы Д.И. Менделеева по метрологии не утратили своего значения и по сей день. Его научное кредо – "Наука начинается... с тех пор, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры" – и сейчас определяет роль и место метрологии в системе естественных наук. Основанные им научные направления, сформированный стиль научно-практической работы, на долгие годы определили пути развития отечественной метрологии, обеспечили ей передовые позиции и высокий авторитет на международной арене.

Но даже Д.И. Менделееву не удалось внедрить в России метрическую систему. С 1899 г. она применялась в стране факультативно, наряду со старой русской и британской (дюймовой) системами. Такое положение тормозило развитие промышленности, усложняло и затрудняло внешние экономические, технические и научные связи.

Имеются сведения, что в г. Тамбове (центре Тамбовской губернии) первая палатка мер и весов была открыта в 1912 г.

Третий (нормативный) этап развития отечественной метрологии. Заметные изменения в метрологической деятельности произошли после 1917 г. Декрет "О введении Международной метрической системы мер и весов" был принят Советом Народных Комиссаров 14 сентября 1918 г. Введение метрической системы знаменует собой начало третьего этапа в развитии отечественной метрологии. Этот этап охватывает период до Великой Отечественной войны. Главным его содержанием является переход к государственной метрологической деятельности.

В 1917–27 гг. был осуществлен комплекс мероприятий по созданию государственной метрологической службы. Введена обязательная всероссийская поверка мер и весов, утверждены новые положения о Главной палате мер и весов и о мерах и весах, установлены единые таксы сборов за поверку, введена уголовная ответственность за нарушения положения о мерах и весах и т.д.

Для выполнения декрета от 14 сентября 1918 г. в условиях гражданской войны и разрухи нужно было:

- разработать, изготовить и заменить несколько десятков миллионов гирь и линейных мер;
- обеспечить их клеймение и поверку, для чего требовалось создать сеть поверочных учреждений;
- создать исходные образцовые средства для оснащения этих учреждений;
- создать эталоны единиц метрической системы и средства для передачи информации о размерах этих единиц;
- переработать всю техническую документацию, реорганизовать все измерительное хозяйство на промышленных предприятиях, обеспечить производство измерительного инструмента;
- обеспечить пропаганду метрической системы и обучение населения ее использованию, издать десятки брошюр, книг, преодолеть инерцию мышления и старые привычки.

Одной из первых государственных задач, возложенных на Главную палату мер и весов, было практическое осуществление метрической реформы в стране. Эта грандиозная работа заняла девять лет.

Нет ничего удивительного, что дело продвигалось медленно. Сплошь и рядом возникали непреодолимые трудности:

- только для изготовления необходимого количества гирь потребовалось 4,5 млн. пудов дефицитного чугуна;
- по любому вопросу требовалось решение центральных органов власти.

Восьмого января 1919 г. был подписан декрет "О введении нового счета времени по международной системе поясов", в 1921 г. – постановление "О всероссийской поверке мер и весов". Всего

за семь послереволюционных лет правительство пять раз принимало решения по различным метрологическим вопросам. В 1924 г. было утверждено "Положение о мерах и весах", с выходом которого завершилась организация государственной метрологической службы СССР.

В 1925 г. было принято постановление "О признании заключенной в Париже 20 мая 1875 г. Международной метрической конвенции для обеспечения международного единства и усовершенствования метрической системы, имеющей силу для СССР". Тем самым были возобновлены международные связи нашей страны в области метрологии.

К 1927 г. завершилась метрическая реформа в СССР. Палаты мер и весов были созданы во всех союзных республиках, государственной службой мер и весов охвачена вся страна.

В годы первых пятилеток правительством был осуществлен также ряд других крупных мер по дальнейшему совершенствованию метрологической службы и стандартизации. 23 ноября 1929 г. было принято постановление об уголовной ответственности за несоблюдение обязательных стандартов и "Положения о мерах и весах".

Война подтвердила высокий уровень метрологического обеспечения народного хозяйства СССР. Перебазирование многих промышленных предприятий на восток при одновременном изменении всей номенклатуры изделий, связанном с переводом промышленности на военные рельсы, не вызвало нарушений в системе обеспечения единства измерений и взаимозаменяемости.

Четвертый (послевоенный) этап развития отечественной метрологии [4]. Данный этап характеризуется небывалым размахом всей метрологической деятельности в стране. Отличительной его особенностью является повсеместное внедрение стандартизации как главной организационно-правовой формы обеспечения единства измерений. Разработана и внедрена Государственная система стандартизации (ГСС). Организационные принципы построения и основные задачи метрологической службы страны в рамках ГСС регламентируются установленной Госстандартом СССР в 1973 г. структурой метрологической службы и основополагающим ГОСТ 1.25-76 "ГСС. Метрологическое обеспечение. Основные положения". Государственная метрологическая служба к этому времени состояла из почти полутора десятков институтов и около 250 территориальных органов, возглавляемых Госстандартом СССР с 15 республиканскими управлениями.

Повсеместное использование измерений и измерительной техники в промышленном производстве обусловило создание, наряду с государственной метрологической службой, органов ведомственного контроля за мерами и измерительными приборами. В 1970–80-е гг. в большинстве министерств и ведомств, в производственных объединениях и на крупных предприятиях были организованы ведомственные метрологические службы (отделы главного метролога) с широкими полномочиями в области обеспечения единства измерений.

Появление квалитметрии – раздела метрологии, посвященного проблемам измерения качества продукции, стимулировало распространение идей и методов этой науки на область измерения нефизических величин и ознаменовало начало современного этапа развития метрологии. В настоящее время измерения применяются в экономике, психологии, социологии, истории и многих других гуманитарных науках. Практически не осталось областей человеческой деятельности, где применение измерений для получения достоверной количественной информации не оказало бы существенного влияния на их развитие. Метрология и стандартизация применяются не только в науке и технике, на производстве, но и в быту, в искусстве, в общественной и политической жизни. Поэтому знание основ метрологии, стандартизации, измерений и контроля качества необходимо не только специалистам в области техники, но и каждому культурному человеку.

2.6 Метрология в Российской Федерации

После развала в 1991 г. Советского Союза, в течение нескольких лет произошел значительный спад работ в области метрологии в странах СНГ, в том числе и в Российской Федерации. На многих предприятиях были значительно сокращены, а иногда и ликвидированы службы метрологии. Однако вскоре произошло осознание того факта, что без метрологического обеспечения невозможен выпуск качественной продукции. Поэтому службам метрологии в настоящее время уделяется все большее внимание на абсолютном большинстве предприятий.

В настоящее время развитие метрологии в Российской Федерации осуществляется в соответствии с законом "Об обеспечении единства измерений", принятым в 1993 г.

3 ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИСТОРИИ СТАНДАРТИЗАЦИИ

3.1 Стихийный этап развития стандартизации (примерно, до 1850 г.) [5]

Можно предположить, что необходимость в стандартизации одними из первых ощутили охотники, использовавшие лук и стрелы, еще во времена первобытнообщинного строя. Действительно, они довольно быстро обнаружили, что для меткого попадания в цель необходимо использовать стрелы определенной длины с наконечниками определенного размера и веса. Использование жердей одинаковой длины при строительстве жилья также следует считать прообразом стандартизации. После изобретения колеса стала очевидной необходимость использования колес стандартных размеров. Другим примером стандартизации можно считать использование монет одинаковых размеров, формы и веса.

В Древнем Риме применяли стандартные трубы для изготовления водопроводов. Еще в древнем Египте при строительстве пользовались кирпичами постоянного "стандартного" размера, при этом специальные чиновники занимались контролем размеров кирпичей. Замечательные памятники греческой архитектуры – знаменитые храмы, их колонны, портики – собраны из сравнительно небольшого числа "стандартных" деталей. Древние римляне применяли принципы стандартизации при строительстве водопроводов – трубы этих водопроводов были одного постоянного размера.

В средние века с развитием ремесел методы стандартизации стали применяться все чаще и чаще. Так, были установлены единые размеры ширины тканей, единое количество нитей в ее основе, даже единые требования к сырью, используемому в ткацком производстве.

В 1785 г. французский инженер Леблан изготовил партию ружейных замков – 50 штук, причем каждый из этих замков обладал важным качеством – взаимозаменяемостью; его можно было использовать в любом из ружей без предварительной подгонки.

3.2 Этап внутризаводской стандартизации [5]

Во второй половине XIX в. работы по стандартизации проводились почти на всех промышленных предприятиях. Благодаря внутризаводской стандартизации изготавливаемых изделий стала возможной рационализация процессов производства; единственная цель, которую при этом преследовали предприниматели – получение более высоких прибылей. Капиталисты быстро поняли, что машинное производство приносит им большие доходы при изготовлении однотипной продукции. Стандартизация развивалась, прежде всего, внутри отдельных фирм, отдельных предприятий. Владельцам заводов была не нужна, невыгодна стандартизация межзаводская. Однако в дальнейшем, по мере развития общественного разделения труда, все большее значение начинала приобретать стандартизация национальная и даже международная.

Элементы национальной стандартизации появились в различных странах, например:

- в 1846 г. в Германии были унифицированы ширина железнодорожной колеи и сцепные устройства для вагонов;
- в 1869 г. там же был впервые издан справочник, содержащий размеры стандартных профилей катаного железа;
- в 1870 г. в ряде стран Европы были установлены стандартные размеры кирпичей;
- в 1891 г. в Англии, а затем и в других странах была введена стандартная резьба Витворта (с дюймовыми размерами), впоследствии замененная в большинстве стран резьбой метрической.

Эти первые результаты национальной и международной стандартизации имели огромное практическое значение для развития производительных сил. Однако это были лишь первые шаги.

3.3 Этап организованной национальной стандартизации [5]

На исходе XIX и в начале XX вв. были достигнуты большие успехи в развитии техники, промышленности и концентрации производства. В связи с этим в наиболее развитых в экономическом отношении странах появилось стремление к организованной национальной стандартизации, в большинстве случаев завершившееся созданием национальных организаций по стандартизации. Так, в 1901 г. в Англии был создан Комитет стандартов, главной задачей которого было содействие усилению экономиче-

ского могущества Британской империи путем разработки и внедрения стандартов на сырье, промышленные изделия, военную технику.

Усиленная милитаризация многих стран в начале XX столетия требовала производства большого количества вооружений при обязательном соблюдении принципа взаимозаменяемости; эту задачу можно было решить только с помощью стандартизации. Поэтому не удивительно, что во время первой мировой войны и сразу после нее было основано несколько национальных организаций по стандартизации, например в Голландии (1916 г.), в Германии (1917 г.), во Франции, Швейцарии и США (1918 г.).

После первой мировой войны стандартизация все больше воспринималась как объективная экономическая необходимость. В это время организации по стандартизации были созданы в Бельгии и Канаде (1919 г.), Австрии (1920 г.), Италии, Японии и Венгрии (1921 г.), Австралии, Швеции, Чехословакии (1922 г.), Норвегии (1923 г.), Финляндии и Польше (1924 г.), Дании (1926 г.) и в Румынии (1928 г.).

3.4 Этап международной стандартизации [5]

Однако стандарты, разработанные различными национальными организациями по стандартизации, не были, за немногим исключением, обязательными и оставались, да и сейчас остаются, лишь рекомендуемыми. Владельцы предприятий во всех странах стремятся как можно меньше подвергаться "опеке" со стороны обязательных стандартов, утверждаемых государственными органами. Предпринимателям невыгодна жесткая регламентация типов и видов изготавливаемых изделий, она мешает им в конкурентной борьбе.

С развитием промышленного производства стандартизация начала развиваться также и в международном масштабе. Постоянное расширение международного товарообмена и необходимость более тесного сотрудничества в области науки и техники привели к основанию Международной ассоциации по стандартизации (ИСА). В 1939 г. работа ИСА была прервана второй мировой войной.

В 1946 г. в Лондоне была основана Международная организация по стандартизации (ИСО), в состав которой вошли 33 страны. В настоящее время ИСО является крупнейшей международной организацией, объединяющей более 100 стран.

Помимо ИСО имеются и другие международные и региональные организации по стандартизации. Например, в рамках Европейского объединения угля и стали была создана в 1953 г. Координационная комиссия по стали, которая была уполномочена разрабатывать так называемые европейские стандарты для шести стран (ФРГ, Франции, Бельгии, Голландии, Италии, Люксембурга), являющихся членами этого объединения. На совещании в Париже в марте 1961 г. из представителей национальных организаций по стандартизации стран, принадлежащих к Европейскому экономическому сообществу, Европейскому обществу свободной торговли, а также к Комиссии по общему рынку, был создан комитет европейской координации стандартов. В 1990 г. в него входили Австрия, Бельгия, Великобритания, Голландия, Греция, Дания, Италия, Норвегия, Португалия, Финляндия, Франция, ФРГ, Швейцария, Швеция. В задачу Комитета входила разработка общих стандартов для стран, входящих в Европейское экономическое сообщество и в Европейское общество свободной торговли. В составе этого Комитета 26 рабочих групп, главным образом по таким отраслям промышленности, как металлургия, строительство, текстильная промышленность, судостроение, нефтяная промышленность и др.

В рамках Североатлантического союза (НАТО) создана организация по стандартизации, занимающаяся в течение многих лет разработкой стандартов в области военной техники.

3.5 Развитие стандартизации на Руси [5]

Первые сведения о стандартизации в России относятся к 1555 г. При Иване Грозном специальным указом были установлены постоянные размеры пушечных ядер и введены калибры для проверки этих размеров. Но еще ранее русские строители применяли кирпичи "стандартной формы", создавая из ограниченного числа кирпичных профилей множество различных сочетаний.

Период до Петра I характерен только отдельными стандартными решениями. Начало более широкому внедрению стандартизации в производство было положено именно Петром I, со времени правления которого и начинается отсчет русская промышленная стандартизация.

В первом собрании законов Российской империи эпохи Петра I был помещен ряд указов по внедрению стандартизации и взаимозаменяемости.

При построении флота для Азовского похода в качестве образца была использована галера, по которой были изготовлены еще 22 галеры. Это позволило построить флот быстро и качественно.

Особое внимание уделял Петр I стандартизации оружия. Так в указе № 2436 от 15 февраля 1712 г. говорилось: "А ружье драгунское, как и солдатское, также и пистолеты, когда будет повелено, делать одним калибром". Указ определял требования к качеству (оружия), систему контроля качества, государственного надзора за качеством и меры наказания за выпуск дефектной продукции.

В 1761 г., почти за 25 лет до изготовления Лебланом взаимозаменяемых замков ружей, в инструкции, данной графом Шуваловым Тульскому оружейному заводу, было записано, что "на каждую оружейную вещь порознь мастерам иметь меры или лекала с заводским клеймом или печатью оружейной канцелярии, по которым каждый с пропорцией каждую вещь проверить мог".

В собрании законов Российской империи времен Петра I был помещен ряд указов, свидетельствующих о том, что уже в XVII–XVIII вв. предписывалось многие изделия военной техники делать по точным образцам, явившимся своего рода прототипами современных стандартов.

В начале XIX в. методы стандартизации были широко применены при организации массового производства стрелкового оружия на Тульских оружейных заводах.

Развитие судостроения, железнодорожного транспорта, различных отраслей машиностроения привело к появлению первых русских стандартов; это были стандарты предприятий, фирм. В 1904 г. были установлены стандарты на вагоны и другие изделия, применяемые на железнодорожном транспорте.

В царской России не было государственной стандартизации; в промышленности, где много предприятий принадлежало иностранцам, применялись три системы мер – старая русская, британская (дюймовая) и метрическая, что, конечно, препятствовало развитию стандартизации.

3.6 Развитие стандартизации в бывшем Советском Союзе [5]

После революции 1917 г. началось развитие государственной стандартизации. В последующие годы стандартизация в СССР прошла большой путь. Первым государственным актом, положившим, по существу, начало стандартизации в СССР, был подписанный 14 сентября 1918 г. декрет "О введении международной метрической системы мер и весов".

В 1923 г. был создан Комитет эталонов и стандартов (КЭС) при Главной палате мер и весов. Комитет разработал ряд стандартов на меры длины, резьбы, калибры; были разработаны проекты стандартов на систему допусков и посадок.

В одном из решений, принятых в 1924 г., указывалось на необходимость рационализации производства. Под рационализацией понимались тогда специализация производства, механизация и стандартизация. В тот период к однотипным изделиям предъявлялись разные требования, аналогичные изделия изготавливались по различным техническим условиям; часто не обеспечивалось достаточно высокое качество продукции. В этих условиях развитие работ по стандартизации стало настоятельной необходимостью. Началом планомерной работы по стандартизации в Советском Союзе следует считать организацию в 1924 г. *Бюро промышленной стандартизации*. Этому Бюро было поручено руководство деятельностью рабочих комиссий по разработке общепромышленных стандартов. В различных ведомствах было организовано 120 таких комиссий по разработке проектов стандартов.

С дальнейшим развитием работ по стандартизации все больше ощущалась необходимость в создании центрального государственного органа по стандартизации. 15 сентября 1925 г. Совнарком СССР организовал Комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне. Первым председателем Комитета был назначен В.В. Куйбышев. В работе Комитета участвовали такие известные ученые, как А.Н. Бах, И.М. Губкин, Г.М. Кржижановский, Д.М. Прянишников и др. Комитетом были введены первые обязательные общесоюзные стандарты, получившие силу государственного закона. 7 мая 1926 г. был утвержден первый общесоюзный стандарт ОСТ 1 "Пшеница. Селекционные сорта зерна. Номенклатура". К 1928 г. было утверждено свыше 300 общесоюзных стандартов, а за период с 1926 по 1932 гг. Комитет утвердил 4114 общесоюзных стандартов.

В это время специалисты разработали ряд весьма важных для народного хозяйства стандартов. Так, в 1926 г. было утверждено 24 стандарта на сортаменты проката черных металлов, внедрение которых позволило повысить производительность прокатных станков за счет сокращения номенклатуры прокатываемых профилей. В конце 1926 г. были утверждены ОСТ 32 на метрическую и ОСТ 33 на дюймовую резьбы, стандарты на ряд общемашиностроительных деталей, а также стандарты на допуски и посадки, что позволило наладить производство стандартных взаимозаменяемых общемашиностроительных деталей.

В те годы была широко поставлена пропаганда идей стандартизации. К активной работе по стандартизации привлекались специалисты промышленности и сельского хозяйства, рабочие, колхозники.

23 ноября 1929 г. ЦИК и СНК приняли Постановление об уголовной ответственности за выпуск недоброкачественной продукции и за несоблюдение обязательных стандартов. Это постановление еще больше повышало авторитет стандартов.

С развитием народного хозяйства страны все более широкие масштабы принимала работа по стандартизации, росло количество новых государственных стандартов.

В 1930 г. Комитет по стандартизации стал называться Всесоюзным комитетом стандартизации (ВКС) при Совете Труда и Оборона. К этому времени относится первый опыт государственного планирования работ в области стандартизации – впервые был разработан Государственный план стандартизации (на 1930–1931 гг.). Одновременно в ведение ВКС была передана Главная палата мер и весов.

В 1932 г. при наркоматах были созданы ведомственные комитеты по стандартизации; наркоматы получили право утверждать стандарты отраслевого назначения. Таким образом, помимо стандартов ОСТ ВКС получили распространение стандарты наркоматов – ОСТ НК (например, стандарт Наркомата тяжелой промышленности именовался ОСТ НКТП).

В дальнейшем, в 1936 г. ВКС был упразднен, а право утверждать общесоюзные стандарты получили 26 наркоматов и ведомств. Эти мероприятия, хотя и способствовали дальнейшему расширению масштабов стандартизации в стране, в ряде случаев привели к дублированию работ по стандартизации, к несогласованности между отдельными стандартами.

В 1940 г. был организован Всесоюзный комитет стандартов при Совете Народных Комиссаров СССР. С этого времени общесоюзные стандарты стали называться государственными стандартами и обозначаться индексом ГОСТ с добавлением порядкового номера и года утверждения, например ГОСТ 169–40.

3.7 Роль стандартизации в годы Великой Отечественной войны [5]

К началу Великой Отечественной войны в СССР действовало более 6000 стандартов. Более 35 % из них относились к машиностроению и металлургии. Высокий уровень стандартизации в промышленности во многом обусловил ее готовность к работе в условиях войны. Великая Отечественная война потребовала перестройки работы по стандартизации в соответствии с военной обстановкой и задачами максимального удовлетворения нужд фронта и тыла. За годы войны утверждено более 2000 новых стандартов и свыше 1000 стандартов были изменены в связи с условиями военного времени. Изменения вызывались необходимостью экономии материальных ресурсов, замены дефицитных материалов менее дефицитными. Часть стандартов военного времени имела индекс "В" – ГОСТ В (далее порядковый номер и год выпуска стандарта).

3.8 Развитие стандартизации в 1945–1991 гг. [5]

В послевоенный период особое развитие получила стандартизация в области машиностроения, металлургии, химии. Одновременно с государственной развивались отраслевая и заводская стандартизации.

В послевоенные годы система управления государственной стандартизацией подверглась некоторым изменениям. В 1948 г. ВКС был включен в состав Государственного комитета Совета Министров СССР по внедрению передовой техники в народное хозяйство (Гостехника СССР). С 1951 по 1953 гг. руководство работами по стандартизации осуществлялось Управлением по стандартизации при Совете Министров СССР, которое с 1953 г. было в ведении Госплана СССР. В этот период наряду с ГОСТами появились новые виды нормативных документов:

ОСТ – отраслевой стандарт;

СТП – стандарт предприятия;

МН – нормаль машиностроения;

РД – руководящий документ.

В 1954 г. при Совете Министров СССР был создан Комитет стандартов, мер и измерительных приборов. Для разработки научно-теоретических основ стандартизации в 1959 г. в системе этого Ко-

митета был создан Всесоюзный научно-исследовательский институт по нормализации в машиностроении (ВНИИНМАШ); организованы базовые отделы стандартизации в отраслях промышленности, службы стандартизации в научно-исследовательских организациях и на предприятиях.

В 1959–65 гг. разработано более 5000 нормалей машиностроения, внедрение которых способствовало развитию специализированного производства деталей, узлов, технологической оснастки.

После 1965 г. разработаны крупные межотраслевые системы стандартизации общегосударственного и межотраслевого уровня:

ГСС – государственная система стандартизации;

ЕСТД – единая система технологической документации;

ЕСКД – единая система конструкторской документации.

В этот же период были созданы пять крупных научно-исследовательских институтов по стандартизации (например, ВНИИС) и 15 метрологических институтов (например, ВНИИМ им. Д.И. Менделеева).

В 1970 г. Комитет стандартов, мер и измерительных приборов преобразован в Государственный комитет стандартов СМ СССР (Госстандарт СССР).

3.9 Региональная стандартизация в рамках СЭВ

Выше говорилось о том, что многие западные страны внедряли международную региональную стандартизацию, например:

- стандартизация требований к поставкам вооружений для армий стран НАТО;
- разработка общих стандартов для стран, входящих в Европейское экономическое сообщество и в Европейское общество свободной торговли.

Одновременно с этими работами западных стран по внедрению региональных и международных систем стандартизации Советский Союз, доминировавший в Совете экономической взаимопомощи (СЭВ), осуществлял работы по созданию региональной системы стандартизации в рамках СЭВ. Стандарты этой региональной международной системы стандартизации имели обозначения СТ СЭВ. Многие стандарты СТ СЭВ были разработаны и внедрены в ряде бывших социалистических стран. Некоторые стандарты СТ СЭВ действуют в Российской Федерации до сих пор.

3.10 Стандартизация в Российской Федерации

Переход экономики Российской Федерации на рыночные отношения, расширение прав и экономической самостоятельности субъектов хозяйственной деятельности, необходимость интеграции России в мировое экономическое сообщество потребовало соответствующим образом обеспечить создание правовой базы для технического законодательства, которое широко применяется в промышленно развитых странах для государственного регулирования вопросов качества продукции, работ и услуг, для обеспечения единого механизма реализации государственной политики по вопросам стандартизации.

Принятый впервые в 1993 г. закон Российской Федерации "О стандартизации" устанавливал основные положения, принципы, понятия, порядок организации работ в области стандартизации.

С 1 июля 2003 г. действие закона "О стандартизации" отменяется, взамен вводится Федеральный закон № 184-ФЗ "О техническом регулировании" [2].

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.

Стандартизация осуществляется в целях:

- повышения 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;
- повышения уровня безопасности объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
- обеспечения научно-технического прогресса;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг;
- рационального использования ресурсов;

- технической и информационной совместимости;
- сопоставимости результатов исследований (испытаний) и измерений, технических и экономико-статистических данных;
- взаимозаменяемости продукции.

Стандартизация осуществляется в соответствии с принципами:

- добровольного применения стандартов;
- максимального учета при разработке стандартов законных интересов заинтересованных лиц;
- применения 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;
 - недопустимости создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей, указанных в ст. 11 Федерального закона [2];
 - недопустимости установления таких стандартов, которые противоречат техническим регламентам;
 - обеспечения условий для единообразного применения стандартов.

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 классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций.

Цели и принципы стандартизации, установленные Федеральным законом РФ от 27 декабря 2002 г., полностью гармонизированы с аналогичными целями стандартизации, принятыми в развитых зарубежных странах, а также в документах международных организаций по стандартизации.

4 ИСТОРИЯ СЕРТИФИКАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

4.1 Этап стихийной сертификации

Этап стихийной сертификации и управления качеством продолжался примерно до 1912–1960 гг. Прообразом сертификации в это время можно считать:

- чеканку монет с определенной формой и изображениями;
- клеймение изделий фирменными знаками (например, российская ювелирная фирма Фаберже, японская фирма SONY и т.п.);
- подписи знаменитых художников на их картинах можно рассматривать также как прообраз сертификации и знака соответствия;
- выдача одной из Германских фирм во второй половине XIX в. удостоверений (сертификатов) о качественном изготовлении бочек для пива и т.п.

Некоторые специалисты, особенно работающие в Российском морском регистре судоходства, считают, что этап стихийной сертификации закончился в 1912 г., когда, после гибели лайнера "Титаник", английская страховая компания "Ллойд" приступила к регистрации (сертификации) морских судов, подтверждающей безопасность их использования при морских перевозках. Однако, реально сертификация безопасности и качества большинства обычных товаров, продукции и услуг была внедрена значительно позже. Поэтому большинство специалистов считают, что этап стихийной сертификации продолжался примерно до 1960 г.

4.2 Этап организованной национальной сертификации и стандартизации управления качеством

Считается, что этап организованной национальной сертификации и стандартизации управления качеством соответствует периоду времени с 1960 по 1987 гг.

В ряде стран национальные стандарты по управлению качеством и сертификации существуют уже с начала 60 гг. XX в. В первую очередь они разрабатывались и применялись в целях обеспечения качества на этапах проектирования и производства в важнейших областях промышленности: производство военной техники, ядерная энергетика, авиация, судоходство, космонавтика и т.п.

Практический опыт работ по управлению качеством продукции привел к необходимости использования так называемых систем качества. В Великобритании, например, начиная с середины 70-х гг. XX в. требования по обеспечению качества (для всех, в том числе и для гражданских отраслей государственного сектора экономики) были изложены в стандарте BS 5750.

Аналогичные стандарты были приняты и во многих других развитых странах.

4.3 Государственные испытания в бывшем СССР – прообраз сертификации

Сертификация в бывшем СССР существовала в 80-е гг. XX столетия в виде государственных испытаний, являющихся одним из видов контроля качества продукции. Контроль качества продукции осуществлялся в соответствии с ГОСТ 16504–81.

На заводах существовали отделы технического контроля (ОТК). Качество продукции подтверждалось клеймом ОТК заводов, клеймом военной приемки. На оборонных заводах работали представители заказчика, следившие не только за качеством готовой продукции, но и за качеством закупуемых сырья, материалов, комплектующих, а также за выполнением требований к выполнению технологических процессов производства, за качеством работы ОТК, за соблюдением правил хранения продукции на складе и т.п. В этот период на товарах высокого качества ставился, так называемый, знак качества – знаменитый пятиугольник.

4.4 Этап международной сертификации и управления качеством (после 1987 г.)

С целью разработки единообразного подхода к решению вопросов управления качеством, устранения различий и гармонизации требований на международном уровне в составе ИСО был создан технический комитет ТК 176 "Управление качеством и обеспечение качества", в задачу которого входила стандартизация и гармонизация основополагающих принципов систем качества.

Опираясь на национальный опыт в области стандартизации и применения систем обеспечения качества, технический комитет ИСО/ТК 176 разработал и в 1987 г. опубликовал первые пять международных стандартов ИСО серии 9000. Кроме того, был разработан трехязычный словарь терминов и их определений в области обеспечения качества – ИСО 8402:86.

4.5 Краткий обзор этапов развития всеобщего управления качеством

Рассмотрим основные этапы истории развития всеобщего управления качеством.

1 Этап контроля качества. В компаниях создавали бригады контролеров для испытания продукции, сравнения ее характеристик с установленными требованиями (техническими условиями) и забраковки [9]. Хорошая продукция, естественно, поступала на склад и далее к потребителю. Плохая продукция либо признавалась окончательным браком и уничтожалась, либо признавалась не окончательным браком и ее переделывали (ремонтировали), если надо снижали класс качества, а затем реализовывали по более низкой цене. Если была возможность, то продукцию, признанную окончательным браком, старались хотя бы частично использовать. Например, если готовые поршневые кольца не прошли приемочный (выходной) контроль, а они уже прошли процесс хромирования, то с них можно снять слой хрома гальваническим путем (если это экономически целесообразно, то это надо делать).

Недостатки контроля качества:

а) контролеры не всегда обнаруживали дефектную продукцию и часть ее неизбежно попадала к потребителю;

б) создавалось неправильное представление, что ответственными за качество являлись контролеры (хотя на самом деле качество создавали рабочие основного производства, а контролеры занимались только лишь выявлением брака и разбраковкой).

2 Этап технического управления качеством. Довольно скоро нашлись толковые контролеры, которые при увеличении процента брака, сразу же обращались к руководителям основного производства, – "Что вы делаете, к нам поступает слишком много брака", – после чего руководители останавливали производство до устранения причин брака [9].

На этапе технического управления качеством основное внимание было уделено сбору информации, техническим системам с обратной связью и промежуточным этапам контроля. Однако окончательный контроль все еще рассматривался как основная защита интересов потребителя. Контролеры не только разбраковывали продукцию, они приобрели функцию источника обратной связи (при проявлении неудач немедленно сообщали информацию об этом в основные производственные цеха). Кроме того, стало логичным, что если уж служба контроля информировала основное производство о состоянии дел, то, может быть, надо и рабочему поручить осуществлять промежуточный производственный контроль с тем, чтобы он у себя на месте постоянно оценивал ситуацию с качеством.

Появились так называемые контрольные карты [9, 11 – 14], представляющие собой средство обратной связи при управлении процессом.

Для этого этапа характерны технические системы управления качеством с обратной связью, вопрос об административном управлении качеством почти не поднимался.

3 Этап обеспечения качества. На этом этапе центр внимания с выявления дефектов был перенесен на их предупреждение, в дополнение к техническому управлению широко стало внедряться административное управление качеством [9].

На первом и втором этапах работа, в основном, шла по выявленным дефектам, при появлении которых принимались корректирующие действия, но мер к тому, чтобы не допустить появления дефектов почти не было. Следует сказать, что любой талантливый рабочий не только работает по выявленным дефектам, он работает так, чтобы предупредить дефекты. В этом смысле утверждать, что раньше (до начала третьего этапа) полностью отсутствовали предупреждающие действия – было бы неправильно. Но в плане административного управления качеством на предыдущих этапах предупреждению дефектов не уделялось достаточно внимания, а на третьем этапе это стало уже главным. Не зря в старой редакции 1994 г. в модели ИСО 9001:94 элемент 4.14 системы качества назывался "Корректирующие и предупреждающие действия".

Типичным для этого этапа является выпуск руководств по качеству, программ качества, технологических и рабочих инструкций. Таким образом, третий этап соответствует уровню предприятия, имеющего сертифицированную систему качества.

На первом и втором этапах главное внимание было обращено на качество продукции. Для третьего этапа характерно, что, с одной стороны, упор перенесен с выявления на предупреждение дефектов, а с другой – внимание с качества продукции перенесено на качество процессов и систем.

Для того чтобы произвести качественную продукцию, надо обеспечить протекание качественного процесса. Что это означает? Рабочему необходимо выдать хорошую заготовку, обеспечить его хорошим станком (неразболтанным), хорошими инструментами и ресурсами (чтобы во время работы станка, скажем, электроэнергия не отключалась, чтобы рабочий был обучен, имел соответствующую квалификацию и т.д.).

На этом этапе еще не все подразделения предприятия вовлекаются в работу по управлению качеством. При подготовке систем качества к сертификации по требованиям модели ИСО 9001 (эта модель была преобразована в российский стандарт ГОСТ Р ИСО 9001–96, а в настоящее время заменяется на новую версию ГОСТ Р ИСО 9001–2001) организация имеет право некоторые подразделения не включать в перечень подразделений, вовлеченных в эту работу.

4 Этап всеобщего управления качеством (TQM). Сегодня, если бы термин "Total Quality Management" (TQM) переводили с английского языка на русский, то, скорее всего, получили бы перевод в виде "Всеобщий менеджмент качества" или "Тотальный менеджмент качества" [9]. Когда 16 – 18 лет назад делали перевод, слова "менеджмент" в русском языке еще не было, поэтому перевод получилось "Всеобщее управление качеством" и в настоящее время, как и сокращение TQM, является общепринятым в русскоязычной литературе. Если вы возьмете книгу под редакцией О.П. Глудкина [8], то вы обратите внимание, что уже на обложке используется сокращение TQM.

Международный стандарт ИСО 8402:1994 определял термин "всеобщее управление качеством" следующим образом: всеобщее управление качеством – подход к руководству организацией, нацелен-

ный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения требований потребителя и выгоды для членов организации и общества [10].

Примечания.

- 1 "Все члены" означает персонал во всех подразделениях и на всех уровнях организационной структуры.
- 2 Сильное и настойчивое руководство со стороны высшей администрации, обучение и подготовка всех членов организации являются существенными моментами для успешной реализации приведенного подхода.
- 3 При всеобщем управлении качеством концепция качества имеет отношение к достижению всех целей управления.
- 4 **"Выгоды для общества" подразумевают выполнение требований общества.**
- 5 Total quality management (TQM) (всеобщее управление качеством) или его составные части иногда называют "total quality" ("всеобщее качество"), "CWQC" (company wide quality control) ("управление качеством в масштабах компании"), "TQC" (total quality control) ("всеобщее управление качеством") и т.д.

Из приведенного выше определения видно, что при "всеобщем управлении качеством" всем должно быть хорошо: и потребителям, и организации, и ее поставщикам, и ее владельцам, и членам организации, и обществу.

При TQM концепция качества имеет отношение к достижению всех целей управления, т.е. в рамках TQM используется самое широкое толкование качества. При этом выгода для общества подразумевает выполнение требований общества.

На сегодняшний день в нашей стране, наверное, если и есть такие организации, которые могут себя считать находящимися на этапе "всеобщего управления качеством", то их чрезвычайно мало.

Характеристики компании, имеющей систему менеджмента качества

Для компаний, имеющих сертифицированную систему менеджмента качества или находящихся на четвертом этапе "всеобщего управления качеством" характерно следующее [9]:

- руководители, сотрудники и рабочие работают спокойно;
- проблемы с материалами согласованы с поставщиками;
- в результате проведения планово-предупредительных работ, время простоя оборудования сокращено до минимума (сегодня это не так актуально для российских заводов, когда часть оборудования весьма часто простаивает, но для западных предприятий тот факт, что простои сокращены до минимума – является очень важным);
- сотрудники имеют необходимую подготовку, их смена происходит гладко.

Характеристики компании, не имеющей систему менеджмента качества

В компании, не имеющей систему менеджмента качества и TQM, каждый занят "тушением пожара", разрешая только что возникшую ситуацию (в условиях TQM все работают спокойно и таких ситуаций "тушения пожара" практически не должно быть; если же они будут, то они должны проявляться в минимальном количестве) [9].

По этому поводу Филипп Кросби говорил: "Обеспечение качества – это балет, а не хоккей".

Что он понимал под словами "балет" и "хоккей"?

"Балет" означает – хореография продумана, репетиции проведены, кажущаяся легкость исполнения (когда вы приходите на балет, то видите, что все балерины и танцоры исполняют свои партии с кажущейся легкостью).

"Хоккей" означает – максимальные нагрузки (хоккеист играет на поле две-три минуты с максимальной отдачей), но все происходит внезапно в результате импровизации.

4.6 Структура, состав и содержание основополагающих стандартов ИСО серии 9000

Шесть основополагающих стандартов ИСО 9000:87, ИСО 9001:87, ИСО 9002:87, ИСО 9003:87, ИСО 9004:87 и ИСО 8402:86 стали ядром большого комплекса стандартов, разрабатываемого ТК 176 и получившего общее название "семейство международных стандартов ИСО серии 9000". Структура этого семейства стандартов представлена на рис. 4.1.

Стратегия дальнейшего развития этих стандартов предусматривает, что каждый новый стандарт этого семейства готовится как дополнение по одному из следующих четырех направлений:

- общие руководства (развитие ИСО 9000 и 9004);
- требования к системам качества (ИСО 9001, 9002, 9003);
- вспомогательные технологии обеспечения качества (стандарты этого направления образуют новый индекс ИСО 10000, который был зарезервирован для ТК 176);
- терминология в области общего руководства качеством и обеспечения качества (развитие ИСО 8402).



Рис. 4.1 Структура семейства стандартов ИСО серии 9000 [7]

Следует отметить, что появление большого количества производных стандартов данного семейства создает определенные неудобства при пользовании всем его комплексом. Поэтому ТК 176 предпринимает шаги для предупреждения резкого увеличения числа стандартов с целью сохранения целостности и компактности "семейства".

4.7 Петля (спираль) качества

Система качества, как правило, применяется ко всем видам деятельности, влияющим на качество продукции, и взаимодействует с ними. Ее воздействие распространяется на все этапы срока службы продукции и процессов – от первоначального определения требований рынка и до конечного удовлетворения требований. Эти этапы графически представлены на рис. 4.2 в виде так называемой петли (спирали) качества [7, 8].

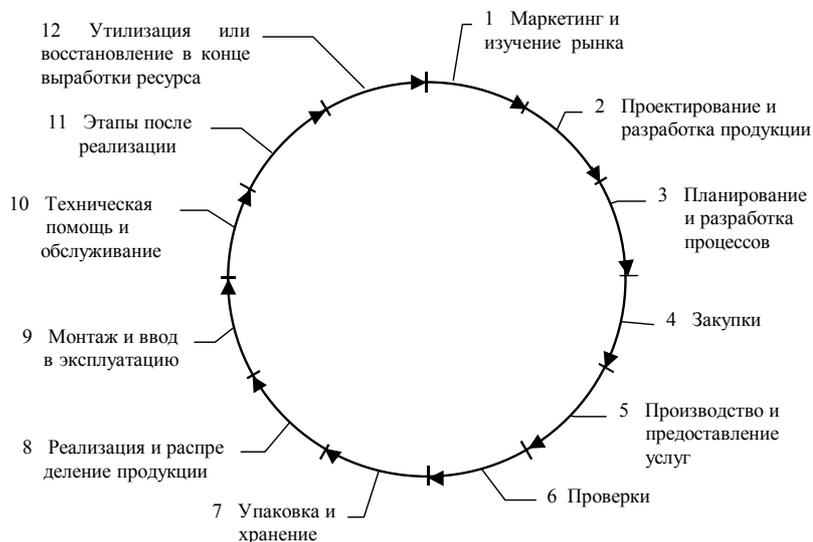


Рис. 4.2 Типичные виды деятельности, влияющие на качество
(основные этапы петли качества)

1 *Маркетинг и изучение рынка* предполагает выявление требований потребителей к продукции, в том числе выкристаллизовывание предполагаемых потребностей. Результатом выполнения этого этапа является выдача задания отделу проектирования в виде возможно более точных технических условий на продукцию, которую предлагается модернизировать или спроектировать заново.

2 *Проектирование и разработка продукции* – это перевод требований технических условий на язык чертежей и инструкций для изготовления продукции.

3 *Планирование и разработка процессов* предусматривает разработку технологических процессов производства продукции, всевозможных вспомогательных процессов, в том числе процессов измерения и контроля как в промежуточных точках, так и готовой продукции.

4 Этап *"закупки"* предполагает, что, прежде чем начать производство новой продукции, необходимо приобрести исходное сырье, материалы, комплектующие изделия, требующиеся средства измерения и контроля, расходные материалы и т.п.

5 Производство и предоставление услуг можно начать после того, когда разработаны технологические процессы и закуплены необходимые материалы и комплектующие. Как результат этого этапа появляется серийная продукция и/или услуга.

6 *Проверки* требуют, что организация должна осуществлять проверки и контроль качества выполнения технологических процессов и продукции как после завершения производства, так и в промежуточных точках.

7 *Упаковка и хранение* предусматривает, что организация обязана управлять качеством продукции после завершения производственных процессов, в том числе в ходе процессов консервации, упаковки и хранения.

8 *Реализация и распределение продукции* требуют от организации соответствующего управления качеством продукции в ходе погрузочно-разгрузочных работ и при ее транспортировке. Если продукция забирается на условиях самовывоза, то потребитель должен быть обеспечен четкими инструкциями об условиях транспортировки и о требованиях к погрузочно-разгрузочным работам.

9 *Монтаж и ввод в эксплуатацию* предусматривает, что организация, если это необходимо, должна предоставить помощь потребителям при проведении монтажных работ и при вводе сложной продукции в эксплуатацию или снабдить потребителя инструкциями по проведению таких работ.

10 *Техническая помощь и обслуживание* – потребитель должен иметь возможность получить от изготовителя необходимую помощь после ввода продукции в эксплуатацию, например, в период гарантийного срока эксплуатации.

11 *Этапы после реализации* – потребитель должен иметь возможность получить от изготовителя необходимую помощь и после окончания гарантийного срока, например, в виде четких инструкций обо всех видах и периодичности планово-предупредительных работ; при необходимости, организация может оказывать помощь, например, на условиях абонентного обслуживания. Одна из целей этого этапа – получение предприятием-изготовителем информации о поведении продукции в процессе ее использования, чтобы внести в нее улучшения.

12 *Утилизация или восстановление в конце выработки ресурса* является очень важным этапом жизненного цикла продукции. Вспомним атомные подводные лодки, которые сегодня сняты с вооружения и находятся на стоянках в ожидании утилизации. Утилизация их корпусов не вызывает особых затруднений – их можно продать в Индию, где их разрежут, а затем переплавят. Однако эти лодки никто не покупает на металлолом, так как при их проектировании не были разработаны процессы утилизации атомных реакторов. Этот пример убедительно доказывает, что еще на этапах маркетинга и проектирования надо планировать процессы утилизации продукции.

Рассмотренная петля (спираль) качества используется для понимания задач управления качеством через руководство всеми этапами жизненного цикла продукции, в том числе, для понимания того, что каждый этап оказывает существенное влияние на качество продукции (услуги).

* * *

Высокое качество продукции не там, где установлены высокие требования к контролю и испытанию готовой продукции, а там, где такие же высокие требования предъявляются:

- к определению требований и ожиданий потребителей;
- к качеству проектирования конструкций и технологий;
- к качеству исходного сырья, материалов, комплектующих;
- к качеству осуществления технологических процессов;
- к качеству работы каждого рабочего, мастера, инженера, начальника цеха, генерального директора и т.д.

При управлении качеством необходимо исключить даже непреднамеренное использование некачественных деталей и узлов. Применяемые методы управления качеством должны быть зафиксированы и подробно описаны в рабочих инструкциях.

В настоящее время более 70 стран имеют национальные стандарты, эквивалентные международным стандартам ИСО серии 9000. Более 500 тысяч компаний сертифицировали свои системы качества.

Международные стандарты ИСО серии 9000 впервые появились в 1987 г. В 1994 г. они были пересмотрены ИСО/ТК 176. В результате появилась новая версия (1994 г.) этих стандартов. В 2000 г. вступила в действие третья по счету версия стандартов ИСО серии 9000. В настоящее время вместо термина "система качества" в стандартах ИСО серии 9000 в редакции 2000 г. введено понятие "система менеджмента качества".

5 ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИИ

5.1 Метрология – наука об измерениях

В практической жизни человек всюду имеет дело с измерениями. На каждом шагу встречаются и известны с незапамятных времен измерения таких величин, как длина, объем, вес, время и др.

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. Менделеев Д.И. выразил значение измерений для науки следующим образом: "Наука начинается ... с тех пор, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры".

Все отрасли техники – от строительной механики и машиностроения до ядерной энергетики – не могли бы существовать без развернутой системы измерений, определяющих как все технологические процессы, контроль и управление ими, так и свойства и качество выпускаемой продукции.

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.

Большое разнообразие явлений, с которыми приходится сталкиваться, определяет широкий круг величин, подлежащих измерению. Если в конце XVIII в. при установлении метрической системы мер существовала необходимость лишь в измерении длины, площади, объема и веса, то в настоящее время круг величин, подлежащих измерению, значительно расширился, включив механические, тепловые,

электрические, световые и другие величины.

Во всех случаях проведения измерений, независимо от измеряемой величины, метода и средства измерений, есть общее, что составляет основу измерений, – это сравнение опытным путем данной величины с другой подобной ей, принятой за единицу. При всяком измерении мы с помощью эксперимента оцениваем физическую величину в виде некоторого числа принятых для нее единиц, т.е. находим ее значение.

В настоящее время установлено следующее определение измерения [1]: *измерение* есть совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.

Отраслью науки, изучающей измерения, является метрология. Слово "метрология" образовано из двух греческих слов: метрон – мера и логос – учение. Дословный перевод слова "метрология" – учение о мерах.

Долгое время метрология оставалась в основном описательной наукой о различных мерах и соотношениях между ними. С конца XIX в., благодаря прогрессу физических наук, метрология получила существенное развитие. Большую роль в становлении современной метрологии как одной из наук физического цикла сыграл Д.И. Менделеев, руководивший отечественной метрологией в период 1892–1907 гг.

Метрология в ее современном понимании – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности [1].

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.

5.2 Физические величины, единицы физических величин, система единиц физических величин

Согласно [1], *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.

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

С древних времен люди пользовались различными единицами для количественного оценивания расстояния, массы тел, продолжительности дня и т.д.

Самые древние из единиц относятся к антропометрическим, т.е. тем, которые отождествлялись с названиями частей человеческого тела. Например, ладонь (ширина четырех пальцев без большого), пядь (расстояние между расставленными большим и средним пальцами руки), фут (длина ступни), шаг и др.

С развитием человеческого общества антропометрические единицы заменялись другими. Так, в Англии в XIV в. были узаконены дюйм (равный длине трех приставленных друг к другу ячменных зерен), фут (ширина 64 ячменных зерен, положенных бок о бок) и др. В России была установлена точная величина аршина и полусажени.

Начали появляться так называемые сопряженные единицы, т.е. единицы, находящиеся во взаимной связи

–	верста,	сажень,	аршин
---	---------	---------	-------

(1 верста = 500 сажениам = 1500 аршинам).

Различные меры применялись не только в различных государствах, но и внутри отдельного государства, что к началу XVII в. привело к хаосу мер и единиц. Достаточно сказать, что для измерения длины в Европе использовалось около 50 различных по размеру миль.

Развитие науки, техники, торговли потребовало ликвидации многочисленности единиц. Решение этой проблемы позволило создать метрическую систему мер, в основу которой были положены единицы длины, площади, объема и массы. Впервые это произошло во Франции в конце XVIII в. Основанная на единице длины – метре, она и получила название метрической. Метр был получен путем геодезиче-

ских измерений и равнялся одной десятиллионной части четверти дуги парижского меридиана.

В 1875 г. после подписания Метрической конвенции метрическая система мер получила международное признание.

Метрическая конвенция создала условия для расширения и укрепления сотрудничества в деле унификации единиц метрической системы мер. После подписания Метрической конвенции было разработано множество систем единиц для различных областей измерений: СГС, СГСЭ, СГСМ, МКС, МКГСС. Поэтому вновь возникла необходимость унификации единиц. В этих условиях XI Генеральная конференция по мерам и весам в 1960 г. приняла Международную систему единиц физических величин, получившую у нас в стране сокращенное название СИ (от начальных букв System Internationale d'Unites – Международная система единиц). В нашей стране Международная система мер является обязательной с 1 января 1980 г.

В настоящее время каждую единицу оценивают по ее отношению к СИ. В связи с этим в измерительной технике используют понятия "система единиц", "системная единица", "внесистемная единица", "основная единица", "производная единица", "дополнительная единица", "кратная единица", "дольная единица". Таким образом, *система единиц физических величин* (система единиц) – совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с принципами, положенными в основу данной системы физических величин.

5.3 Основные, дополнительные и производные единицы системы СИ

Основные единицы Международной системы единиц были выбраны в 1954 г. X Генеральной конференцией по мерам и весам. При этом исходили из того, чтобы: 1) охватить системой все области науки и техники; 2) создать основу образования производных единиц для различных физических величин; 3) принять удобные для практики размеры основных единиц, уже получившие широкое распространение; 4) выбрать единицы таких величин, воспроизведение которых с помощью эталонов возможно с наибольшей точностью.

В 1971 г. XIV Генеральная конференция по мерам и весам приняла седьмую основную единицу СИ – единицу количества вещества – моль.

Международная система единиц включает в себя две дополнительные единицы – для измерения плоского и телесного углов.

Основные и дополнительные единицы СИ приведены в табл. 5.1.

5.1 Основные и дополнительные единицы СИ

Величина	Единица измерения	Сокращенное обозначение единицы	
		русское	международное
Основные			
Длина	метр	м	m
Масса	килограмм	кг	kg
Время	секунда	с	s
Сила электрического тока	ампер	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	К	K
Сила света	кандела	кд	cd
Количество вещества	моль	моль	mol
Дополнительные			
Плоский угол	радиан	рад	rad

Телесный угол	стерадиан	ср	сг
---------------	-----------	----	----

Производные единицы Международной системы единиц образуются с помощью простейших уравнений между величинами, в которых числовые коэффициенты равны единице.

Например, для линейной скорости в качестве определяющего уравнения можно воспользоваться выражением для скорости равномерного прямолинейного движения $v = l/t$. Тогда при длине пройденного пути l (в метрах) и времени t (в секундах), скорость выражается в метрах в секунду (м/с). Поэтому единица скорости СИ – метр в секунду – это скорость прямолинейно и равномерно движущейся точки, при которой она за время одну секунду (1 с) перемещается на расстояние одного метра (1 м).

5.4 Кратные и дольные единицы СИ

Различают кратные и дольные единицы физической величины. *Кратная единица* – единица физической величины, в целое число раз большая системной или внесистемной единицы. *Дольная единица* – единица физической величины, в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы.

Наиболее прогрессивным способом образования кратных и дольных единиц является принятая в метрической системе мер десятичная кратность между большими и меньшими единицами. В соответствии с резолюцией XI Генеральной конференции по мерам и весам десятичные кратные и дольные единицы от единиц СИ образуются путем присоединения приставок.

Например, единица длины километр равна 10^3 м, т.е. кратна метру, а единица длины миллиметр равна 10^{-3} м, т.е. является дольной. Множители и приставки для образования кратных и дольных единиц СИ приведены в табл. 5.2.

5.2 Множители и приставки для образования кратных и дольных единиц и их наименований

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

5.5 Измерение физических величин

Измерение физических величин заключается в сопоставлении какой-либо величины с однородной величиной, принятой за единицу. В метрологии используется термин "измерение", под которым понимается совокупность операций по

применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины. Следует отметить, что термин "измерение" в таком понятии значительно сокращает область его применения, так как широко применяются измерения (органолептические), основанные на использовании органов чувств человека (например, оценка спортивных выступлений в фигурном катании, гимнастике). Другими словами, термин "измерение" не ограничен нахождением значения физической величины, так как часто измеряют и нефизические величины.

Измерения могут быть классифицированы по ряду признаков. Наибольшее распространение получила классификация по общим приемам получения результатов измерений. Согласно этому признаку, измерения делятся на прямые, косвенные, совместные и совокупные.

Прямые измерения – измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных (измерения массы на весах, температуры термометром, длины с помощью линейных мер).

Косвенные измерения – измерения, при которых искомое значение находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, полученными прямыми измерениями (определение плотности однородного тела по его массе и объему, удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения).

Совокупные измерения – измерения нескольких однородных величин, при которых искомое значение величин находят решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин (измерения, при которых масса отдельных гирь набора находится по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь).

Совместные измерения – одновременные измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимости между ними (проводимые одновременно измерения приращения длины образца в зависимости от изменений его температуры и определение коэффициента линейного расширения по формуле $k = \Delta l / (l \Delta t)$).

В результате измерения должны быть определены три величины:

1) число, выражающее отношение измеряемой физической величины к общепринятой единице измерения,

$$A = \frac{X}{x},$$

где A – числовое значение измеряемой величины; X – измеряемая величина; x – единица измерения;

2) погрешность результата измерения;

3) доверительная вероятность допущенной погрешности (при обычных технических измерениях погрешность определяется с вероятностью 95 %).

Пример, иллюстрирующий значение доверительной вероятности. Вероятность того, что спектакль в театре состоится, составляет 95 %. Люди, купившие билеты на спектакль, обычно не задумываются о небольшой вероятности (5 %), что спектакль может быть отменен или не состоится по какой-либо причине. Ввиду того, что в этой ситуации вероятность отмены спектакля, равная 5 % (по статистике отменяется только один из двадцати спектаклей), является достаточно маленькой, большинству зрителей даже не приходит в голову мысль о том, чтобы позвонить в театр и узнать – состоится ли спектакль. Очевидно, что при посещении театра доверительная вероятность 95 % (того, что спектакль состоится) является достаточно большой, а доверительная вероятность 5 % (того, что спектакль будет отменен) – является настолько маленькой, что большинство зрителей не учитывают (пренебрегают) возможности отмены спектакля.

С другой стороны, вероятность того, что (когда вы выходите на улицу), с Вами ничего плохого не случится (на голову не упадет кирпич, вы не провалитесь в люк и т.п.), составляет 99,9999 %. Вероятность того, что с вами что-то может случиться, по статистике составляет 0,0001 %, что ничтожно мало. Поэтому нормальный человек, выходя из дома, не задумывается о том, что с ним что-то может случиться. Но если предположить, что и в этом случае, как и в случае со спектаклем, вероятность благополучного похода на улицу составит 95 %, то многие начнут сомневаться, а стоит ли выходить на улицу.

Можно сказать, что доверительная вероятность допущенной погрешности зависит от важности производимых измерений (чем более важны и ответственны измерения, тем более высокая доверительная вероятность допущенной погрешности должна быть задана).

5.6 Средства измерений

Средства измерений представляют собой совокупность технических средств, используемых при различных измерениях и имеющих нормированные метрологические свойства, т.е. отвечающих требованиям метрологии в части единиц и точности измерений, надежности и воспроизводимости получаемых результатов, а также требованиям к их размерам и конструкции.

Согласно [1], *средство измерений* – техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

К средствам измерений относят: меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки и измерительные системы.

Мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью (гиря – мера массы, точный кварцевый генератор – мера частоты электрических колебаний). Меры бывают однозначные и многозначные. Однозначные меры (например, гирия, образцовая катушка сопротивлений) воспроизводят одно значение физической величины. Многозначные меры (например, магазин сопротивлений) служат для воспроизведения ряда значений одной и той же физической величины.

Измерительный прибор – средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. По способу индикации значений измеряемой величины измерительные приборы подразделяют на показывающие и регистрирующие. Различают также приборы прямого действия и приборы сравнения, аналоговые и цифровые приборы, самопишущие и печатающие приборы.

Измерительный преобразователь – техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. По характеру преобразования различают аналоговые, цифро-аналоговые, аналого-цифровые преобразователи. По месту в измерительной цепи различают первичные и промежуточные преобразователи. Выделяют также масштабные и передающие преобразователи. В практике электрических измерений наибольшее распространение получили масштабные преобразователи, т.е. такие, у которых выходная величина в заданное число раз отличается от входной. К ним относятся измерительные трансформаторы тока и напряжения, делители напряжения, шунты, добавочные сопротивления, измерительные усилители и т.п. Эти преобразователи позволяют расширить пределы измерений приборов, дают возможность создать многодиапазонные приборы, позволяющие измерять различные электрические величины, повышают безопасность работы с приборами.

Измерительная установка – совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте. Измерительную установку, применяемую для поверки, называют поверочной установкой. Измерительную установку, входящую в состав эталона, называют эталонной установкой. Некоторые большие измерительные установки называют измерительными машинами.

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

5.7 Воспроизведение единиц физических величин и передача их размеров

При проведении измерений необходимо обеспечить их единство. Под единством измерений понимается характеристика качества измерений, заключающаяся в том, что их результаты выражаются в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам воспроизведенных величин, а погрешности результатов измерений известны с заданной доверительной вероятностью и не выходят за установленные пределы. Понятие "единство измерений" довольно емкое. Оно охватывает важнейшие задачи метрологии: унификацию единиц физических величин, разработку систем воспроизведения величин и передачи их размеров рабочим средствам измерений с установленной точно-

стью и ряд других вопросов. Единство должно обеспечиваться при любой точности, необходимой науке и технике.

Согласно Закону РФ "Об обеспечении единства измерений" *единство измерений* – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

На достижение и поддержание на должном уровне единства измерений направлена деятельность государственных и ведомственных метрологических служб, проводимая в соответствии с установленными правилами, требованиями и нормами. На государственном уровне деятельность по обеспечению единства измерений регламентируется стандартами Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ) или нормативными документами органов метрологической службы.

Для обеспечения единства измерений необходима тождественность единиц, в которых градуированы все существующие средства измерений одной и той же величины. Это достигается путем точного воспроизведения и хранения в специализированных учреждениях установленных единиц физических величин и передачи их размеров применяемым средствам измерений.

Средства измерений можно разделить на эталоны и рабочие средства измерений.

Воспроизведение, хранение и передача размеров единиц осуществляются с помощью первичных, вторичных и рабочих эталонов. Рабочие эталоны раньше назывались образцовыми средствами измерений. Высшим звеном в метрологической цепи передачи размеров единиц измерений являются эталоны.

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

Различают *первичные эталоны*, обеспечивающие воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью; *вторичные эталоны*, получающие размер единицы путем сличения с первичными эталонами рассматриваемой единицы; *рабочие эталоны*, предназначенные для передачи размера единицы рабочим средствам измерений. (Термин *рабочий эталон* заменил собой термин *образцовое средство измерений*). Рабочие эталоны подразделяют на разряды (1-й, 2-й, 3-й, ...).

Эталоны в обычных измерениях не используются.

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

Рабочие средства измерений используются при выполнении измерений в производственных условиях, лабораторных условиях, в научно-исследовательской работе. Рабочие средства измерений подразделяются на рабочие средства измерений высшей точности, высокой точности, повышенной точности, нормальной точности и технические средства измерений.

5.8 Поверочные схемы

Обеспечение правильной передачи размера единиц физических величин (и, как следствие, обеспечение единства измерений) во всех звеньях метрологической цепи осуществляется посредством поверочных схем.

Поверочная схема – это нормативный документ, который устанавливает соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от эталона к рабочим средствам измерений (с указанием методов и погрешности при передаче). Различают государственные и локальные поверочные схемы.

Государственная поверочная схема передачи единиц измерения физических величин от эталонов к образцовым и рабочим средствам измерений представлена на рис. 5.1.



РИС. 5.1 ГОСУДАРСТВЕННАЯ СХЕМА ПЕРЕДАЧИ ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН ОТ ЭТАЛОНОВ К ОБРАЗЦОВЫМ И РАБОЧИМ СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЙ

Согласно представленной схеме (рис. 5.1) между разрядами рабочих эталонов существует соподчиненность: рабочие эталоны 1 разряда поверяются, как правило, непосредственно по вторичным эталонам, рабочие эталоны 2-го и последующего разрядов подлежат поверке по рабочим эталонам непосредственно предшествующих разрядов.

Как видно из данной схемы, рабочие средства измерений высшей точности могут поверяться по рабочим эталонам 1 разряда; рабочие средства измерений высокой точности – по рабочим эталонам 2 разряда; средней точности – по рабочим эталонам 3 разряда; нормальной точности – по рабочим эталонам 4 разряда; технические средства измерений – по рабочим эталонам 5 разряда.

Иногда при ответе на вопрос, чем отличаются рабочие эталоны от рабочих средств измерений, можно услышать от студента, что рабочие средства измерений обладают меньшей точностью по сравнению с рабочими эталонами. Данное утверждение неверно, так как главное отличие рабочих эталонов от рабочих средств измерений заключается в том, что рабочие эталоны используются для передачи размера единиц измерений (т. е. для поверки или калибровки приборов), а рабочие средства измерений используются непосредственно в обычных измерениях. Что же касается соотношения точности этих средств измерений, то из рис. 5.1 видно, что рабочие средства измерений высшей точности и рабочие эталоны второго разряда обладают примерно одинаковой точностью, а рабочие средства измерений высокой точности обладают большей точностью, чем, например, рабочие эталоны пятого или четвертого разрядов.

При передаче единиц измерений следует строго придерживаться связей, указанных на рис. 5.1, в противном случае последствия могут быть очень серьезными.

5.9 Характеристики средств измерений

5.9.1 Статическая

Статической называется зависимость величины x в установившемся режиме от входной величины x в установившемся режиме: $x = \text{const}$, графически или аналитически.

Статическую характеристику получают следующим образом (см. рис. 5.3, табл. 5.3):



Рис. 5.2 Условное изображение прибора

характеристика прибора

характеристикой прибора (см. рис. 5.2) выходной величины y от входной величины x в установившемся режиме работы (т.е. когда x и y не являются функциями времени), выраженная таблично,

характеристику получают следующим образом:

5.3 Статическая характеристика прибора в табличной форме

x	x_0	x_1	x_2	x_3	...	x_n
y	y_0	y_1	y_2	y_3	...	y_n

1) подают на вход прибора постоянное значение входного сигнала $x = x_0 = \text{const}$ (см. рис. 5.3, а);

2) дожидаются установившегося режима работы прибора, когда его выходной сигнал y станет постоянным (см. рис. 5.3, б), т.е. когда $x = \text{const}$, $y = \text{const}$;

3) измеряют значение входного сигнала $x = x_0$ и выходного сигнала $y = y_0$, а результаты измерения записывают в таблицу (см. табл. 5.3);

4) повторяют необходимое количество раз пункты 1–3, подавая на вход различные значения входного сигнала $x = x_i = \text{const}$, $i = \overline{1, n}$.

В результате получают таблицу значений x и y (табличное выражение статической характеристики прибора). Используя данные таблицы, строят статическую характеристику в виде графической зависимости (см. рис. 5.3, в) $y = f(x)$ (графическое выражение статической характеристики прибора). Функция $f(x)$ представляет собой аналитическое выражение статической характеристики.

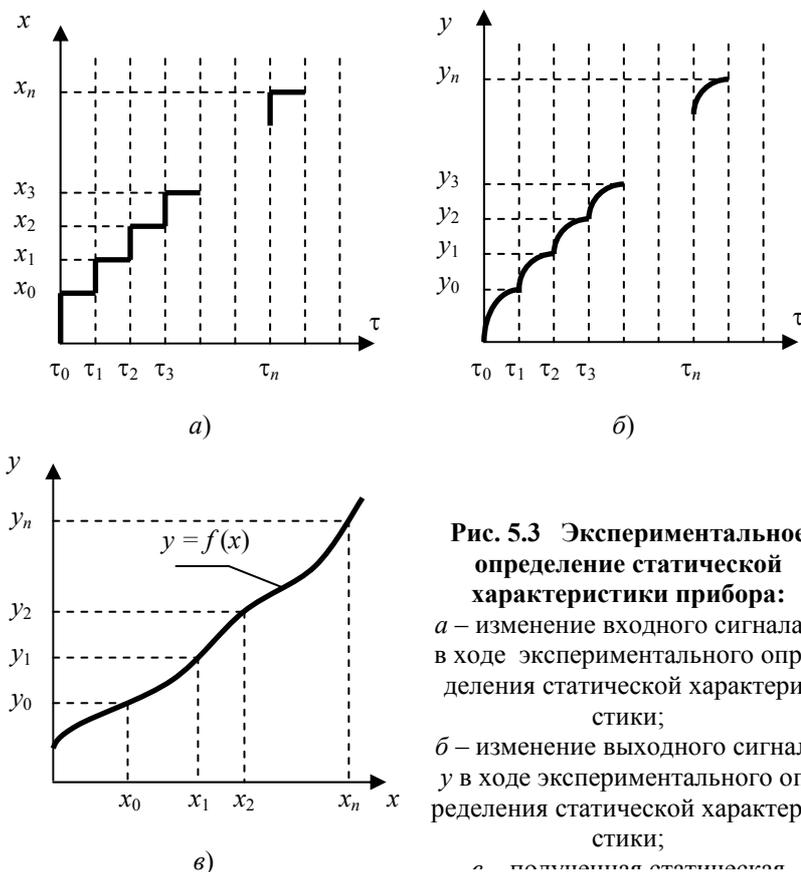


Рис. 5.3 Экспериментальное определение статической характеристики прибора:
 а – изменение входного сигнала x в ходе экспериментального определения статической характеристики;
 б – изменение выходного сигнала y в ходе экспериментального определения статической характеристики;
 в – полученная статическая характеристика

Для приборов наилучшей является линейная статическая характеристика $y = kx + a$, где a – постоянная; k – передаточный коэффициент, причем среди линейных статических характеристик более предпочтительны характеристики, для которых $a = 0$, т.е. $y = kx$. Самой желательной статической характеристикой прибора является $y=x$, получаемая при коэффициенте передачи $k = 1$. В этом случае искомое значение физической величины отсчитывают непосредственно по шкале прибора.

Примеры линейных и нелинейных статических характеристик приборов представлены на рис. 5.4.

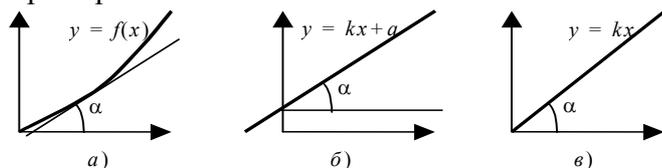


Рис. 5.4 Примеры статических характеристик приборов:
 а – нелинейная статическая характеристика; б – линейная статическая характеристика $y = kx + a$; в – линейная статическая характеристика $y = kx$

Чувствительность S прибора представляет собой предел отношения приращения выходного сигнала к приращению входного сигнала, т.е.

$$S = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{|\Delta y|}{|\Delta x|} = \frac{dy}{dx} = \frac{d f(x)}{dx} = f'(x).$$

Чувствительность прибора численно равна тангенсу угла наклона касательной к графику, представляющему статическую характеристику, т.е.: $S = \operatorname{tg} \alpha$ (рис. 5.4). В случае линейной статической характеристики чувствительность прибора постоянна и численно равна передаточному коэффициенту k :

$$S = \frac{d(kx + a)}{dx} = k = \operatorname{const}.$$

Чувствительность является мерой, при помощи которой сравнивают приборы для измерения одинаковых физических величин (чем выше чувствительность, тем прибор лучше).

5.9.3 Порог чувствительности прибора

Порог минимальное изменение зарегистрировано прибором без применения

Для приборов часто электрический, сигнала y при одних и тех совпадают при прямом и характеристика прибора *гистерезиса* (см. рис. 5.5).

Причинами трения в деталях прибора; деталями прибора.

Гистерезис является причиной существования порога чувствительности прибора и, как следствие, возникновения вариации показаний прибора. Гистерезис понижает точность измерений, поэтому желательно свести его к минимуму.

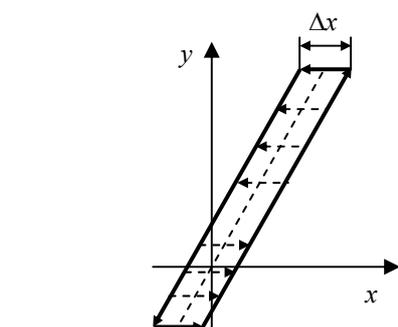


РИС. 5.5 СТАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИБОРА С ГИСТЕРЕЗИСОМ

чувствительности прибора Δx – это есть входного сигнала, которое может быть (обнаружено, замечено) с помощью дополнительных технических средств.

характерен *гистерезис* – (магнитный, механический), когда значения выходного же значения входного сигнала x не обратном ходе. В этом случае статическая имеет вид так называемой *петли гистерезиса*

обычно являются: наличие люфтов (зазоров) между

5.10 Основные понятия теории погрешностей

5.10.1 Классификация погрешностей

Качество средств и результатов измерений принято характеризовать, указывая их погрешности. Введение понятия "погрешность" требует определения и четкого разграничения трех понятий: истинного и действительного значений измеряемой физической величины и результата измерения.

Истинное значение $x_{и}$ физической величины – это значение, идеальным образом отражающее свойство данного объекта как в количественном, так и в качественном отношении. Оно не зависит от средств нашего познания и является той абсолютной истиной, к которой мы стремимся, пытаясь выразить ее в виде числовых значений. На практике истинное значение практически всегда неизвестно (в редких случаях оно может быть определено с применением первичных или вторичных эталонов), поэтому его приходится заменять понятием "действительное значение".

Действительное значение $x_{д}$ физической величины – значение, найденное экспериментально и настолько приближающееся к истинному, что для данной цели оно может быть использовано вместо него. Действительное значение может быть получено при помощи рабочих эталонов.

Результат измерения (измеренное значение) x представляет собой приближенную оценку истинного значения величины, найденную путем измерения (результат, полученный с помощью рабочего средства измерения).

Понятие "погрешность" – одно из центральных в метрологии, где используются понятия "погрешность результата измерения" и "погрешность средства измерения".

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

Погрешность средства измерения – отклонение показания средства измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины. Оно характеризует точность результатов измерений, проводимых данным средством.

Эти два понятия во многом близки друг к другу и классифицируются по одинаковым признакам.

По способу выражения различают абсолютные, относительные и приведенные погрешности.

Абсолютная погрешность Δx выражается в единицах измеряемой величины x и равна разности между измеренным и истинным значениями (так как истинное значение практически всегда бывает неизвестно, то вместо него может использоваться действительное значение)

$$\Delta x = x - x_{и} \approx x - x_{д}.$$

Абсолютная погрешность не может в полной мере служить показателем точности измерений, так как одно и то же ее значение, например, $\Delta x = 0,5$ мм при $x = 100$ мм соответствует достаточно высокой точности измерений, а при $x = 1$ мм – низкой. Поэтому и вводится понятие относительной погрешности.

Относительная погрешность δx представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к истинному (действительному, измеренному) значению и часто выражается в процентах

$$\delta x = \frac{\Delta x}{x_{и}} 100 \% \approx \frac{\Delta x}{x_{д}} 100 \% \approx \frac{\Delta x}{x} 100 \% .$$

Приведенные формулы справедливы при условии, что $\Delta x \ll x, x_{д}, x_{и}$.

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

Приведенная погрешность γx представляет собой отношение абсолютной погрешности средства измерения к так называемому нормирующему значению x_N (постоянному во всем диапазоне измерений или его части), обычно выражается в процентах

$$\gamma x = \frac{\Delta x}{x_N} 100 \% .$$

Нормирующее значение x_N определяется различным образом в зависимости от шкалы прибора.

Для приборов, шкала которых содержит нулевую отметку, в качестве нормирующего значения принимают размах шкалы прибора.

$$x_N = |x_{\max} - x_{\min}|.$$

Например, если прибор имеет шкалу от 0 до 1000 единиц, то $x_N = |1000 - 0| = 1000$ ед.; если прибор имеет шкалу от -30 до 70 единиц, то $x_N = |70 - (-30)| = 100$ ед.

Для приборов, шкала которых не имеет нулевой отметки, в качестве нормирующего значения принимают максимальное по абсолютной величине значение шкалы.

$$x_N = |x|_{\max}.$$

Например, если прибор имеет шкалу от 900 до 1000 единиц, то $x_N = 1000$ ед.; если прибор имеет шкалу от -300 до -200 единиц, то $x_N = 300$ ед.

5.10.2 Понятие о вариации показаний приборов

Абсолютная вариация показаний прибора ε – разность между показаниями прибора при многократных повторных измерениях одной и той же физической величины.

На практике вариацию показаний прибора определяют как разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к ней сначала со стороны меньших, а затем со стороны больших значений измеряемой величины $\varepsilon = |x_{пр.х} - x_{обр.х}|$.

Значения $x_{пр.х}$ получают при увеличении измеряемого параметра (при прямом ходе), значения $x_{обр.х}$ – при уменьшении измеряемого параметра (при обратном ходе).

Абсолютная вариация показаний прибора обусловлена наличием эффектов гистерезиса, является частью абсолютной погрешности прибора.

Относительная вариация показаний прибора $\delta \varepsilon$ – отношение абсолютной вариации к истинному (действительному, измеренному) значению измеряемой величины, обычно выражается в процентах

$$\delta\varepsilon = \frac{\varepsilon}{x_{\text{н}}} 100 \% \approx \frac{\varepsilon}{x_{\text{д}}} 100 \% \approx \frac{\varepsilon}{x} 100 \% .$$

Приведенная вариация показания прибора $\gamma\varepsilon$ – отношение абсолютной вариации к нормирующему значению, обычно выражается в процентах

$$\gamma\varepsilon = \frac{\varepsilon}{x_N} 100 \% .$$

Пример решения задачи

Задача 5.1. Вольтметром со шкалой (0...100) В, имеющим абсолютную погрешность $\Delta V = 1$ В, измерены значения напряжения 0, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100 В. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Решение

Для записи результатов формируем таблицу (см. табл. 5.4), в столбцы которой будем записывать измеренные значения V , абсолютные ΔV , относительные δV и приведенные γV погрешности.

В первый столбец записываем заданные в условии задачи измеренные значения напряжения: 0, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100 В.

Значение абсолютной погрешности известно из условий задачи ($\Delta V = 1$ В) и считается одинаковым для всех измеренных значений напряжения; это значение заносим во все ячейки второго столбца.

Значения относительной погрешности будем рассчитывать по формуле

$$\delta V = \frac{\Delta V}{V} 100 \% .$$

При $V = 0$ В получаем $\delta V = \frac{1B}{0B} 100 \% \rightarrow \infty$.

При $V = 10$ В получаем $\delta V = \frac{1B}{10B} 100 \% = 10 \%$.

Значения относительной погрешности для остальных измеренных значений напряжения рассчитываются аналогично. Полученные таким образом значения относительной погрешности заносим в третий столбец.

Для расчета значений приведенной погрешности будем использовать формулу $\gamma V = \frac{\Delta V}{V_N} 100 \%$. Предварительно определим нормирующее значение V_N . Так как диапазон измерений вольтметра – (0...100) В, то шкала вольтметра содержит нулевую отметку, следовательно, за нормирующее значение принимаем размах шкалы прибора, т.е.

$$V_N = |100\text{В} - 0\text{В}| = 100\text{В} .$$

Так как величины ΔV и V_N постоянны при любых измеренных значениях напряжения, то величина приведенной погрешности также постоянна и составляет $\gamma V = \frac{1B}{100B} 100 \% = 1 \%$. Это значение заносим во все ячейки четвертого столбца.

По данным табл. 5.4 строим графики зависимостей абсолютной ΔV , относительной δV и приведенной γV погрешностей от результата измерений V (рис. 5.6).

5.4 Результаты расчета значений погрешностей

V , В	ΔV , В	δV , %	γV , %
1	2	∞	1
10	1	10,00	1
20	1	5,00	1
40	1	2,50	1
50	1	2,00	1
60	1	1,67	1
80	1	1,25	1
100	1	1,00	1

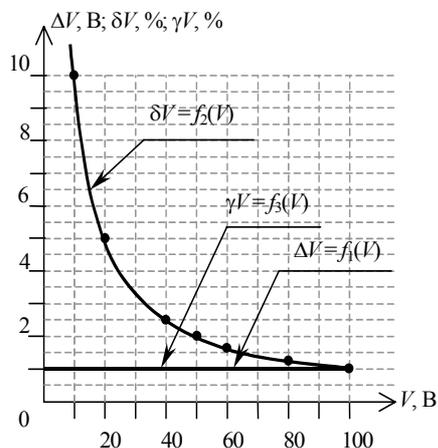


Рис. 5.6 Графики зависимостей абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений

В данном случае графики зависимостей абсолютной и приведенной погрешностей сливаются друг с другом и представляют собой горизонтальные прямые линии. График зависимости относительной погрешности представляет собой гиперболу.

Внимание: так как диапазон измерений прибора – (0...100) В, то за пределы этого диапазона построенные графики не должны выходить.

5.10.3 Классификация погрешностей по характеру и причинам их проявления

По характеру проявления погрешности делятся на случайные, систематические и грубые (промахи).

Систематическая погрешность – составляющая погрешности измерения, остающаяся постоянной или закономерно изменяющаяся при повторных измерениях одной и той же физической величины. Систематические погрешности могут быть предсказаны, обнаружены и, благодаря этому, почти полностью устранены введением соответствующей поправки или регулировкой средства измерения.

Случайная погрешность – составляющая погрешности измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в серии повторных измерений одного и того же размера физической величины,

проведенных с одинаковой тщательностью в одних и тех же условиях. В появлении таких погрешностей не наблюдается какой-либо закономерности, они обнаруживаются при повторных измерениях одной и той же величины в виде некоторого разброса получаемых результатов. Случайные погрешности неизбежны, неустранимы и всегда присутствуют в результате измерения. Описание случайных погрешностей возможно только на основе теории случайных процессов и математической статистики. В отличие от систематических, случайные погрешности нельзя исключить из результатов измерений путем введения поправки, однако их можно существенно уменьшить путем увеличения числа наблюдений и их статистической обработки. Поэтому для получения результата, минимально отличающегося от истинного значения измеряемой величины, проводят многократные измерения физической величины с последующей математической обработкой экспериментальных данных.

Грубая погрешность (промах) – это случайная погрешность результата отдельного наблюдения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко отличается от остальных результатов этого ряда. Они, как правило, возникают из-за ошибок или неправильных действий оператора (его психофизиологического состояния, неверного отсчета, считывания показаний с соседней шкалы прибора, ошибок в записях или вычислениях, неправильного включения приборов или сбоя в их работе и др.).

Возможной причиной возникновения промахов также могут быть кратковременные резкие изменения условий проведения измерений. Если промахи обнаруживаются в процессе измерений, то результаты, их содержащие, отбрасывают. Однако чаще всего промахи выявляют только при окончательной обработке результатов измерений с помощью специальных статистических критериев.

В зависимости от причин возникновения различают инструментальные, методические и субъективные погрешности.

Инструментальная погрешность – погрешность, присущая самому средству измерений, т.е. тому прибору или преобразователю, при помощи которого выполняется измерение. Причинами инструментальной погрешности могут быть несовершенство конструкции средства измерений, влияние окружающей среды на его характеристики, деформация или износ деталей прибора и т.п.

Методическая погрешность появляется вследствие несовершенства метода измерения; несоответствия измеряемой величины и ее модели, принятой при разработке средства измерения; влияния средства измерений на объект измерения и процессы, происходящие в нем. Отличительной особенностью методических погрешностей является то, что они не могут быть указаны в нормативно-технической документации на средство измерения, поскольку от него не зависят, а должны определяться оператором в каждом конкретном случае.

Субъективная (личная) погрешность измерения обусловлена погрешностью отсчета оператором показания по шкалам средства измерений, диаграммам регистрирующих приборов. Они вызваны состоянием оператора, его положением во время работы, несовершенством органов чувств, эргономическими свойствами средства измерений. Характеристики субъективной погрешности определяют на основе нормированной номинальной цены деления шкалы измерительного прибора (или диаграммной бумаги регистрирующего прибора) с учетом способностей "среднего оператора" к интерполяции в пределах деления шкалы. Эти погрешности уменьшаются по мере совершенствования приборов, например: применение светового указателя в аналоговых приборах устраняет погрешность вследствие параллакса, применение цифрового отсчета исключает субъективную погрешность.

Объективная погрешность измерения – погрешность, не зависящая от личных качеств человека, производящего измерение.

5.10.4 Основные и дополнительные погрешности приборов

По влиянию внешних условий различают основную и дополнительную погрешности средства измерений.

Основной называется погрешность средства измерений, определяемая в нормальных условиях его применения. Для каждого средства измерений в нормативно-технических документах оговариваются условия эксплуатации – совокупность влияющих величин (температура окружающей среды, влажность, давление, напряжение, частота питающей сети и др.), при которых нормируется его погрешность (влияющая величина – это физическая величина, не измеряемая данным средством измерений, но оказывающая влияние на его результаты).

Пример задания основной погрешности в нормативно-технической документации.

Для вискозиметра автоматического ротационного типа ВАР-5Ж пределы допускаемой основной приведенной погрешности канала измерения вязкости по показаниям и выходному непрерывному сигналу равны $\pm 2,5\%$ от диапазона измерения при следующих нормальных условиях:

- а) температура окружающего воздуха 20 ± 5 °С;
- б) относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- в) атмосферное давление 84 ... 106,7 кПа;
- г) температура анализируемой среды 20 ... 30 °С;
- д) давление анализируемой среды отсутствует;
- е) отклонение напряжения питания не более $\pm 2\%$ от номинального;
- ж) отсутствие вибрации и ударов;
- з) длина линии связи между первичным преобразователем и измерительным блоком не более 10 м;
- и) движение анализируемой среды относительно первичного преобразователя отсутствует.

Дополнительной называется погрешность средства измерений, возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин, т.е. дополнительная погрешность, увеличивающая общую погрешность прибора, возникает, если прибор работает в условиях, отличных от нормальных.

Пример задания дополнительной погрешности в нормативно-технической документации.

Для вискозиметра автоматического ротационного типа ВАР-5Ж дополнительные погрешности в долях предела основной допускаемой погрешности (ОДП) канала измерения вязкости не превышают:

- а) 0,5 предела ОДП, вызванной отклонением напряжения питания измерительного блока на $+ 10 \dots - 15\%$ от номинального;
- б) 0,5 предела ОДП, вызванной отклонением температуры окружающего воздуха от нормальной на каждые 10 °С в пределах 5 ... 50 °С;

- в) 0,25 предела ОДП, вызванной отклонением температуры анализируемой среды от нормальной в пределах рабочих температур на каждые 25 °С;
- г) 0,25 предела ОДП, вызванной отклонением давления анализируемой среды 0 ... 5 МПа;
- д) 0,5 предела ОДП, вызванной движением анализируемой среды относительно первичного преобразователя со скоростью до 0,1 м/с;
- е) 0,5 предела ОДП, вызванной отклонением положения первичного преобразователя от вертикального на 90°;
- ж) 0,5 предела ОДП, вызванной увеличением длины линии связи между первичным преобразователем и измерительным блоком до 200 м;
- з) 0,5 предела ОДП, вызванной наличием вибрации с частотой $5 \pm 0,25$ Гц амплитудой до 0,1 мм.

5.10.5 Аддитивные и мультипликативные погрешности

В зависимости от характера изменения величины погрешности при изменении измеряемой величины погрешности делятся на *аддитивные* и *мультипликативные*.

Аддитивные погрешности обусловлены смещением статической характеристики прибора вверх или вниз (вправо или влево), например, за счет смещения шкалы.

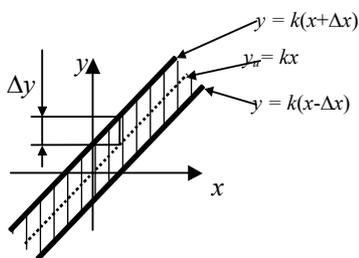


Рис. 5.7 Влияние аддитивных погрешностей на статическую характеристику прибора:
 y_i – идеальная статическая характеристика, y – фактическая статическая характеристика

Влияние аддитивных погрешностей на статическую характеристику прибора показано на рис. 5.7.

Аддитивная погрешность (при выражении ее в виде абсолютной погрешности) имеет постоянную величину, не зависящую от значения измеряемой величины x :

$$\Delta y = y - y_i = k(x + \Delta x) - kx = k\Delta x = \text{const}, \text{ так как } k = \text{const}, \Delta x = \text{const}.$$

При выражении аддитивной погрешности в виде относительной погрешности получаем

$$\delta y = \Delta y / y_i = k\Delta x / kx = \Delta x / x = \text{var}, \text{ так как } \Delta x = \text{const}, x = \text{var}.$$

Аддитивные погрешности преобладают у большинства стрелочных приборов.

Мультипликативные погрешности возникают из-за погрешностей задания передаточного коэффициента k статической характеристики $y = kx$.

Влияние мультипликативных погрешностей на статическую характеристику прибора показано на рис. 5.8.

Мультипликативная погрешность (при выражении ее в виде абсолютной погрешности) пропорциональна значению измеряемой величины:

$$\Delta y = y - y_i = (k + \Delta k)x - kx = \Delta kx = \text{var}, \text{ так как } \Delta k = \text{const}, x = \text{var}.$$

При выражении мультипликативной погрешности в виде относительной погрешности получим:

$$\delta y = \Delta y / y_i = \Delta kx / kx = \Delta k / k = \text{const}, \text{ так как } \Delta k = \text{const},$$

const , т.е. у приборов с преобладающими мультипликативными погрешностями постоянной остается

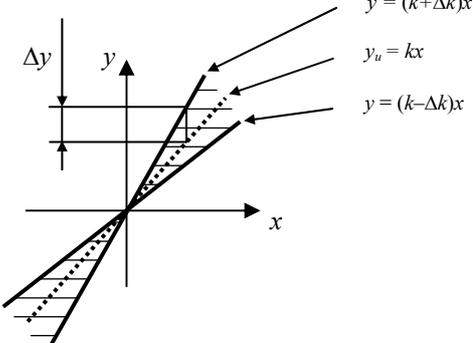


Рис. 5.8
 относительная погрешность.

Мультипликативные погрешности преобладают у прибо-

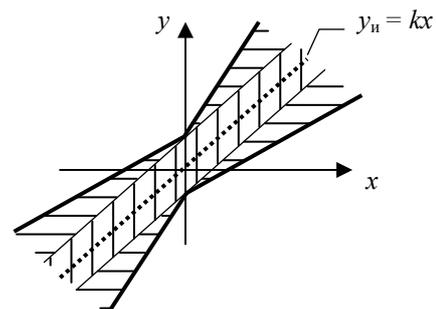


Рис. 5.9

Влияние со-

приборов, относящихся к масштабирующим преобразователям (шунты, добавочные сопротивления, усилители, делители, трансформаторы и т.п.).

Существуют приборы, у которых аддитивные и мультипликативные погрешности соизмеримы. К этому классу приборов относятся цифровые приборы. Влияние соизмеримых аддитивных и мультипликативных погрешностей на статическую характеристику прибора показано на рис. 5.9.

5.11 Классы точности средств измерений

Класс точности – это обобщенная характеристика средства измерений, выражаемая пределами допускаемых значений его основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Класс точности не является непосредственной оценкой точности измерений, выполняемых этим средством измерений, поскольку погрешность зависит еще от ряда факторов: метода измерений, условий измерений и т.д. Класс точности лишь позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность средства измерений данного типа.

Государственными стандартами для разных приборов установлены различные классы точности, которые обычно указывают на шкале или корпусе прибора. Средство измерений может иметь два и более класса точности. Например, при наличии у него двух или более диапазонов измерений одной и той же физической величины ему можно присваивать два или более класса точности. Приборы, предназначенные для измерений нескольких физических величин, также могут иметь различные классы точности для каждой измеряемой величины.

5.11.1 Основные способы задания класса точности средств измерений

Существует несколько способов задания классов точности приборов.

1 *способ* используется для так называемых *мер* (мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения физической величины заданного размера; например, гиря – мера массы, температурная лампа – мера яркости, нормальный элемент – мера электродвижущей силы и напряжения). При этом способе указывается порядковый номер класса точности меры. Например, нормальный элемент 1 класса точности, набор разновесов (гирь) 2 класса точности и т.п. Порядок вычисления погрешностей в этом случае определяют по технической документации, прилагаемой к мере.

2 *способ* предусматривает задание класса точности для приборов с преобладающими аддитивными погрешностями. В этом случае класс точности задается в виде числа K (без кружочка). При этом нормируется основная приведенная погрешность γx прибора, выраженная в процентах, которая во всех точках шкалы не должна превышать по модулю числа K , т.е. $|\gamma x| \leq K, \%$.

Число K выбирается из ряда значений $(1,0; 1,5; 2; 2,5; 4,0; 5,0; 6,0) \cdot 10^n$, где $n = 1, 0, -1, -2 \dots$

3 *способ* предусматривает задание класса точности для приборов с преобладающими мультипликативными погрешностями. В этом случае нормируется основная относительная погрешность, выраженная в процентах, так что $|\delta X| \leq K, \%$. Класс точности задается в виде числа K в кружочке (K) . Число K выбирается из приведенного выше ряда.

4 *способ* предусматривает задание класса точности для приборов с соизмеримыми аддитивными и мультипликативными погрешностями. В этом случае класс точности задается двумя числами a/b , разделенными косой чертой, причем $a > b$. При этом нормируется основная относительная погрешность, вычисляемая по формуле

$$|\delta X| \leq [a + b(|X_k/X| - 1)], \%$$

где X_k – максимальное конечное значение пределов измерений. Число a отвечает за мультипликативную составляющую погрешности, а число b – за аддитивную составляющую погрешности. Значения a и b выбираются из вышеприведенного ряда.

5 *способ* задания класса точности используется для приборов с резко неравномерной шкалой. Класс точности задается числом K , подчеркнутым галочкой $\overset{\curvearrowright}{K}$. В этом случае нормируется основная приведенная погрешность в процентах от длины шкалы.

Примечание. Порядок вычисления дополнительных погрешностей измерений обычно приводится в технической документации средств измерений.

5.11.2 Примеры решения задач

Задача 5.2. Амперметром класса точности 2,0 со шкалой 0...50 А измерены значения тока 0, 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50 А. Рассчитать зависимости абсолютной, относительной и приведенной основных погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Решение

Для записи результатов формируем таблицу (табл. 5.5), в столбцы которой будем записывать измеренные значения I , абсолютные ΔI , относительные δI и приведенные γI погрешности.

В первый столбец измеренные значения тока:

Класс точности следовательно, приведенная всех точках шкалы не точности, т.е. $|\gamma I| \leq 2\%$.

При решении задачи приведенная погрешность величине значение, что

Данные значения четвертый столбец табл. 5.5.

Рассчитаем значения

Из формулы $\gamma I = \frac{\Delta I}{I_N} \cdot 100\%$ выражаем абсолютную погрешность

$$\Delta I = \frac{\gamma I I_N}{100\%}.$$

За нормирующее значение I_N принимаем размах шкалы, так как шкала амперметра содержит нулевую отметку, т.е. $I_N = |50 \text{ А} - 0 \text{ А}| = 50 \text{ А}$.

Абсолютная погрешность равна $\Delta I = \frac{\pm 2\% \cdot 50 \text{ А}}{100\%} = \pm 1 \text{ А}$ во всех точках шкалы прибора. Заносим данное значение во второй столбец таблицы.

Значения относительной погрешности будем рассчитывать по формуле $\delta I = \frac{\Delta I}{I} 100\%$;

- при $I = 0 \text{ А}$ $\delta I = \frac{\pm 1 \text{ А}}{0 \text{ А}} 100\% \rightarrow \pm \infty$;
- при $I = 5 \text{ А}$ $\delta I = \frac{\pm 1 \text{ А}}{5 \text{ А}} 100\% = \pm 20\%$.

5.5 Результаты расчета значений погрешностей

$I, \text{ А}$	$\Delta I, \text{ А}$	$\delta I, \%$	$\gamma I, \%$
1	2	3	4
0	± 1	$\pm \infty$	± 2
5	± 1	± 20	± 2
10	± 1	± 10	± 2
20	± 1	± 5	± 2
25	± 1	± 4	± 2
30	± 1	$\pm 3,33$	± 2
40	± 1	$\pm 2,5$	± 2
50	± 1	± 2	± 2

записываем заданные в условии задачи 0, 5, 10, 20, 25, 30, 40, 50 А.

амперметра задан числом без кружка, погрешность, выраженная в процентах, во должна превышать по модулю класса

рассмотрим худший случай $|\gamma I| = 2\%$, когда принимает максимальное по абсолютной соответствует $\gamma I = +2\%$ и $\gamma I = -2\%$.

приведенной погрешности заносим в

абсолютной погрешности.

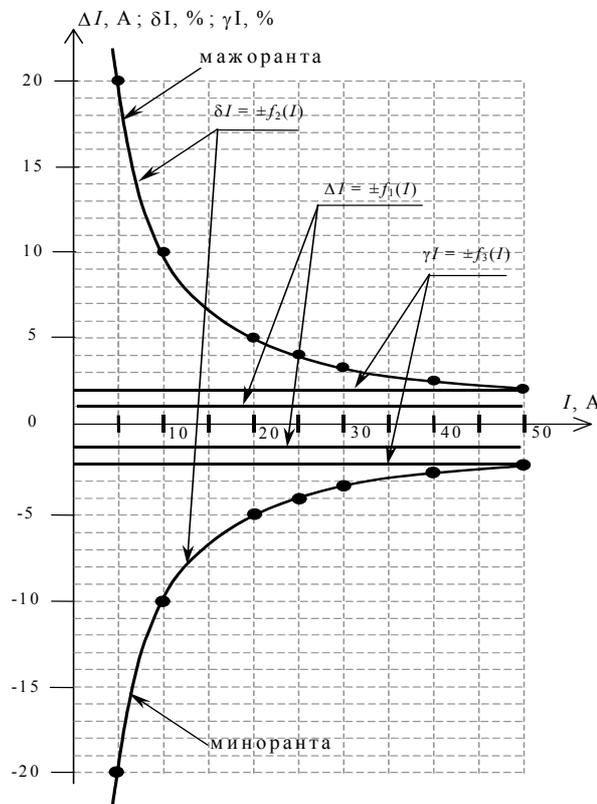


Рис. 5.10 Графики зависимостей абсолютной, относительной и приведенной погрешностей от результата измерений для прибора с преобладающими аддитивными погрешностями

Значения относительной погрешности для остальных измеренных значений тока рассчитываются аналогично.

Полученные таким образом значения относительной погрешности заносим в третий столбец.

По данным табл. 5.5 учитывая что погрешности могут быть как положительными, так и отрицательными, строим графики зависимостей абсолютной ΔI , относительной δI и приведенной γI погрешностей от результата измерений I (рис. 5.10).

Задача 5.3. Вольтметром класса точности (0,5) со шкалой (0...100) В измерены значения напряжения 0, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100 В. Рассчитать зависимости абсолютной и относительной погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Решение

Для записи результатов формируем таблицу (табл. 5.6), в столбцы которой будем записывать измеренные значения V , абсолютные ΔV и относительные δV погрешности.

В первый столбец записываем заданные в условии задачи измеренные значения тока: 0, 10, 20, 40, 50, 60, 80, 100 В.

Класс точности вольтметра задан числом в кружке, следовательно, относительная погрешность, выраженная в процентах, во всех точках шкалы не должна превышать по модулю класса точности, т.е. $|\delta V| \leq 0,5\%$.

При решении задачи рассмотрим худший случай, т.е. $|\delta V| = 0,5\%$, что соответствует значениям $\delta V = +0,5\%$ и $\delta V = -0,5\%$.

Примем во внимание опыт результаты вычисления, вы- отрицательных значений другом и отличаются только вычисления будем производить относительной погрешности что все значения второго и принимать и отрицательные

5.6 Результаты расчета значений погрешностей

$V, \text{В}$	$\Delta V, \text{В}$	$\delta V, \%$
1	2	3
0	0	0,5
10	0,05	0,5
20	0,1	0,5
40	0,2	0,5
50	0,25	0,5
60	0,3	0,5
80	0,4	0,5
100	0,5	0,5

решения задачи 5.2, из которого видно, что полненные для положительных и погрешностей, численно совпадают друг с знаками "+" или "-". Поэтому дальнейшие только для положительных значений $\delta V = 0,5\%$, но при этом будем помнить, третьего столбцов табл. 5.6 могут значения.

Значение относительной погрешности $\delta V = 0,5\%$ заносим в третий столбец таблицы. Рассчитаем значения абсолютной погрешности.

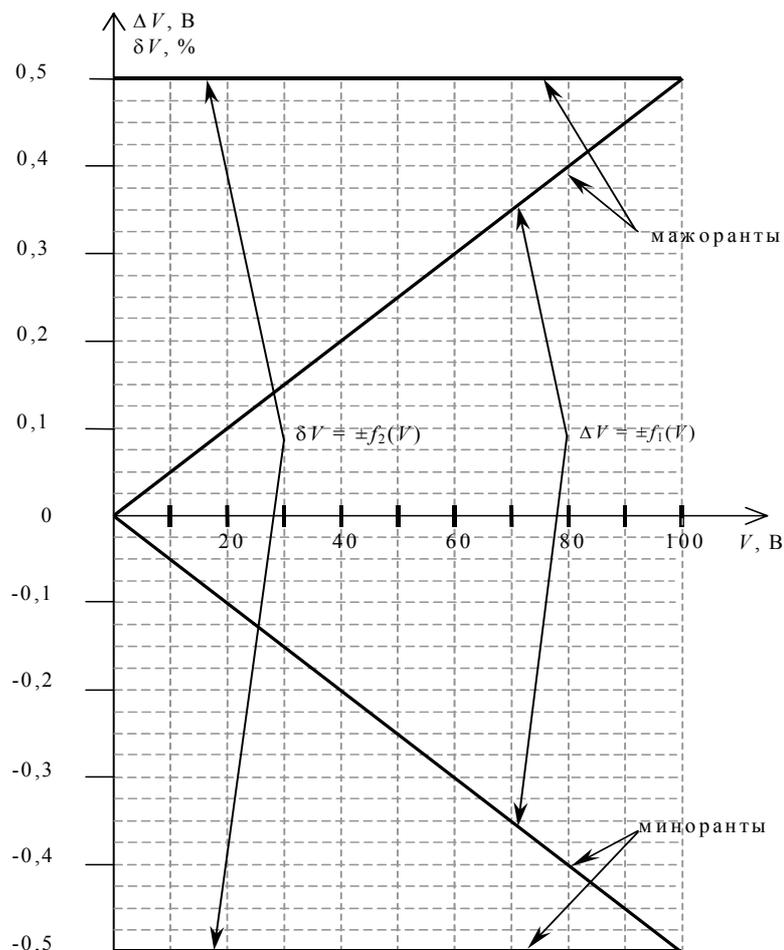


Рис. 5.11 Графики зависимостей абсолютной и относительной погрешностей от результата измерений для прибора с преобладающими мультипликативными погрешностями

Из формулы $\delta V = \frac{\Delta V}{V} 100\%$ выражаем абсолютную погрешность:

$$\Delta V = \frac{\delta V V}{100\%};$$

- при $V = 0 \text{ В}$ $\Delta V = \frac{0,5\% \cdot 0 \text{ В}}{100\%} = 0 \text{ В};$
- при $V = 10 \text{ В}$ $\Delta V = \frac{0,5\% \cdot 10 \text{ В}}{100\%} = 0,05 \text{ В}.$

Значения абсолютной погрешности для остальных измеренных значений напряжения рассчитываются аналогично.

Полученные таким образом значения абсолютной погрешности заносим во второй столбец.

По данным табл. 5.6, учитывая, что погрешности могут быть как положительными, так и отрицательными, строим графики зависимостей абсолютной ΔV и относительной δV погрешностей от результата измерений V (см. рис. 5.11).

Задача 5.4. Цифровым омметром класса точности 1,0/0,5 со шкалой 0...1000 Ом измерены значения сопротивления 0, 100, 200, 400, 500, 600, 800, 1000 Ом. Рассчитать зависимости абсолютной и относительной основных погрешностей от результата измерений. Результаты представить в виде таблицы и графиков.

Решение

Для записи результатов формируем таблицу (см. табл. 5.7), в столбцы которой будем записывать измеренные значения R , абсолютные ΔR и относительные δR погрешности.

В первый столбец измеренные значения 800, 1000 Ом.

Класс точности вольтметра косой чертой. Следовательно, в процентах, во всех точках шкалы соотношению:

$$|\delta R| \leq [a + b(|R_k/R| - 1)], \%$$

В данном случае, $a = 1,0$; $b =$ формулы a и b ответственны, аддитивную составляющую суммарной погрешности.

Таким образом, получаем

$$|\delta R| \leq [1,0 + 0,5(|1000/R| - 1)].$$

При решении задачи рассмотрим худший случай

$$|\delta R| = [1,0 + 0,5(|1000/R| - 1)],$$

что соответствует значениям $\delta R = \pm[1,0 + 0,5(|1000/R| - 1)]$.

Примем во внимание опыт решения задачи 5.2, из которого видно, что результаты вычисления, выполненные для положительных и отрицательных значений погрешностей, численно совпадают друг с другом и отличаются только знаками "+" или "-", поэтому дальнейшие вычисления будем производить только для положительных значений относительной погрешности $\delta R = [1,0 + 0,5(|1000/R| - 1)]$, но при этом будем помнить, что все значения второго и третьего столбцов табл. 5.7 могут принимать и отрицательные значения.

Рассчитаем значения относительной погрешности.

При $R = 0$ Ом $\delta R = [1,0 + 0,5(|1000/0| - 1)] \rightarrow \infty$; при $R = 100$ Ом $\delta R = [1,0 + 0,5(|1000/100| - 1)] = 5,5 \%$.

Значения относительной погрешности для остальных измеренных значений сопротивления рассчитываются аналогично.

Полученные значения относительной погрешности заносим в третий столбец табл. 5.7.

Рассчитаем значения абсолютной погрешности.

Из формулы $\delta R = \frac{\Delta R}{R} 100 \%$ выражаем абсолютную погрешность $\Delta R = \frac{\delta R R}{100 \%}$. При $R = 0$ Ом получаем

$$\Delta R = \frac{\infty 0}{100 \%} - \text{неопределенность.}$$

Искомое значение ΔR можно определить следующим образом. Так как класс точности прибора задан в виде двух чисел, то у данного прибора аддитивные и мультипликативные погрешности соизмеримы. При $R = 0$ Ом мультипликативная составляющая погрешности равна нулю, значит, общая погрешность в этой точке обусловлена только аддитивной составляющей. Аддитивную составляющую представляет второе из чисел, задающих класс точности, т.е. в данном случае число $b = 0,5$. Это означает, что аддитивная погрешность составляет 0,5 % от верхнего предела измерений прибора, т.е. от $R_k = 1000$ Ом.

Таким образом, при $R = 0$ имеем

$$\Delta R = \frac{b R_k}{100 \%} = \frac{0,5 \% 1000 \text{ Ом}}{100 \%} = 5 \text{ Ом.}$$

При $R = 100$ Ом получаем $\Delta R = \frac{\delta R R}{100 \%} = \frac{5,5 \% 100 \text{ Ом}}{100 \%} = 5,5 \text{ Ом}$; при $R = 200$ Ом $\Delta R = \frac{3 \% 200 \text{ Ом}}{100 \%} = 6 \text{ Ом}$.

Значения абсолютной погрешности для остальных измеренных значений сопротивления рассчитываются аналогично. Полученные таким образом значения абсолютной погрешности заносим во второй столбец табл. 5.7.

5.7 Результаты расчета

значений погрешностей

$R, \text{ Ом}$	$\Delta R, \text{ Ом}$	$\delta R, \%$
1	2	3
0	5,0	∞
100	5,5	5,500
200	6,0	3,000
400	7,0	1,750
500	7,5	1,500
600	8,0	1,333
800	9,0	1,125
1000	10,0	1,000

записываем заданные в условии задачи сопротивления: 0, 100, 200, 400, 500, 600,

задан в виде двух чисел, разделенных относительная погрешность, выраженная в должна удовлетворять следующему

0,5; $R_k = 1000$ Ом, причем параметры этой соответственно, за мультипликативную и

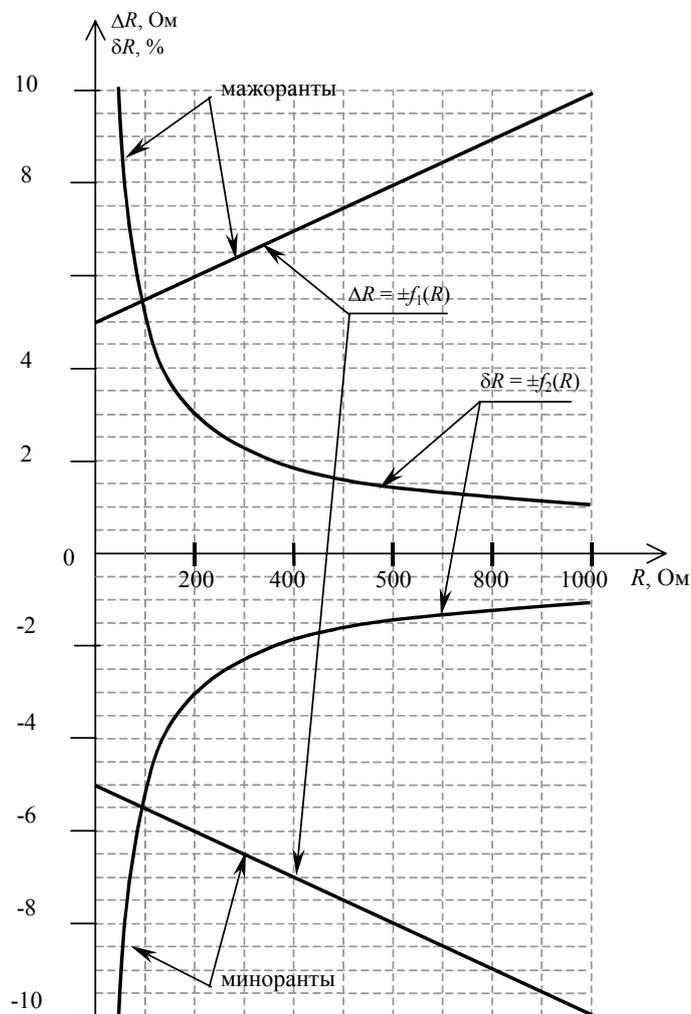


Рис. 5.12 Графики зависимостей абсолютной и относительной погрешностей от результата измерений для прибора с соизмеримыми аддитивными и мультипликативными погрешностями

По данным табл. 5.7, учитывая, что погрешности могут быть как положительными, так и отрицательными, строим графики зависимостей абсолютной ΔR и относительной δR погрешностей от результата измерений R (см. рис. 5.12).

5.12 Основные сведения о поверке средств измерений

Поверка средств измерений (поверка) – установление органом государственной метрологической службы (или другим официально уполномоченным органом, организацией) пригодности средства измерений к применению на основании экспериментально определяемых метрологических характеристик и подтверждения их соответствия установленным обязательным требованиям.

Поверке подвергают средства измерений, подлежащие государственному метрологическому контролю и надзору.

При поверке используют рабочий эталон. Поверку проводят в соответствии с обязательными требованиями, установленными нормативными документами по поверке. Поверку проводят специально обученные специалисты, аттестованные в качестве поверителей органами Государственной метрологической службы.

Поверка средств измерений (приборов) включает в себя следующие операции:

I *Определение исправности прибора и наличия комплектующих.* Для этого проводят внешний осмотр прибора, проверяют наличие паспорта, технической документации, комплектующих изделий, проверяют наличие маркировки и табличек (шильдиков) с указанием марки прибора, года изготовления, завода-изготовителя, заводского номера прибора и т.д. Проверяют отсутствие внешних повреждений и

отсутствие "затирания" стрелки, отсутствие подтеков масла и т.п. При наличии хотя бы одного из перечисленных недостатков прибор считается не прошедшим поверку.

II *Поверка приборов.* После предварительного осмотра прибор подвергают собственно поверке, целью которой является проверка соответствия прибора его классу точности.

1 При поверке сличают показания поверяемого прибора с показаниями рабочего эталона по утвержденной схеме. Например, при поверке вольтметра эта схема может иметь вид, представленный на рис. 5.13.

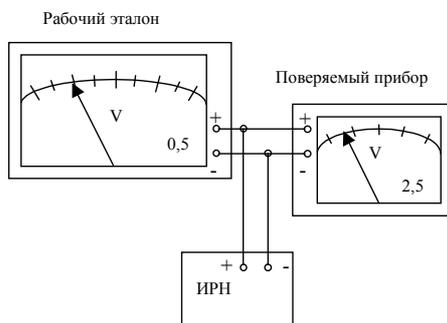


Рис. 5.13 Схема поверки вольтметра:
ИРН – источник регулируемого напряжения;
0,5 – класс точности рабочего эталона;
2,5 – класс точности поверяемого прибора

2 Класс точности рабочего эталона должен быть выше класса точности поверяемого прибора не менее чем в пять раз. Допускается использовать рабочий эталон с классом точности в три раза выше класса точности поверяемого прибора при условии введения поправок в показания рабочего эталона.

3 Поверяют все оцифрованные отметки шкалы поверяемого прибора.

4 С целью выявления вариации показаний поверяемого прибора поверку ведут при прямом ходе стрелки (при возрастании показаний) и при обратном ходе стрелки (при уменьшении показаний). Если при прямом ходе стрелка заскочила за поверяемую отметку, то ее надо вернуть обратно и вновь плавно подвести к поверяемой отметке.

5 Обычно на поверяемую отметку шкалы устанавливают стрелку поверяемого прибора, а отсчет показаний производят по более точной шкале рабочего эталона. Результат заносят в таблицу протокола поверки прибора (см. рис. 5.14). Такие отсчеты производят на всех оцифрованных отметках шкалы поверяемого прибора как при прямом ходе, так и при обратном ходе стрелки.

Примечание: с целью ускорения поверки к одному рабочему эталону допускается подключать несколько поверяемых приборов. В этом случае допускается устанавливать точное значение сигналов на шкале рабочего эталона, а отсчет показаний вести по шкалам поверяемых приборов, однако этот вариант является менее точным и его лучше не использовать.

III *Оформление результатов поверки.* В протокол после поверки заносят рассчитанные значения погрешностей измерений и вариации показаний (в качестве абсолютной погрешности принимают максимальное из двух значений абсолютной погрешности, полученных при прямом и обратном ходе). В нижней части протокола (под таблицей) делается запись о соответствии прибора классу точности. Протокол подписывается лицом, выполнившим поверку. В паспорте прибора делается отметка, что прибор прошел поверку, и ставится клеймо поверителя. Это же клеймо ставится на корпусе прибора.

ПРОТОКОЛ

поверки вольтметра Э-30 класса точности 1,5 заводской номер 123456
по образцовому прибору Ф-30 класса точности 0,1/0,05
заводской номер 789012

№ п/п	Поверяемая отметка шкалы, В	Точное значение, В	Показания образцового прибора		Погрешности		Вариация		Примечание
			прямой ход, В	обратный ход, В	абсолютные, В	приведенные, %	абсолютная, %	приведенная, %	
1	0	0	0,2	0,3	0,3	0,6	0,1	0,2	
2	10	10	9,6	9,5	0,5	1,0	0,1	0,2	
3	20	20	19,6	19,7	0,4	0,8	0,1	0,2	
4	30	30	30,5	30,7	0,7	1,4	0,2	0,4	
5	40	40	40,4	40,6	0,6	1,2	0,2	0,4	
6	50	50	50,5	50,7	0,7	1,4	0,2	0,4	

Прибор соответствует классу точности
Дата _____ Поверитель _____

Рис. 5.14 Пример протокола поверки вольтметра

5.13 Погрешности косвенных измерений

В отличие от прямых измерений, когда значение измеряемой величины получают, непосредственно считывая показания со шкалы или отсчетного устройства прибора (измерение температуры термометром, измерение длины линейкой и т.п.), при косвенных измерениях измеряемую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, получаемыми при прямых измерениях.

В общем случае измеряемая величина Y может зависеть от величин X₁, X₂, ..., X_n, получаемых при прямых измерениях. Тогда при косвенных измерениях эта искомая физическая величина может быть вычислена по некоторой формуле Y = F(X₁, X₂, ..., X_n).

Примеры косвенных измерений: определение плотности однородного тела по его массе и объему ρ = m/V ; измерение мощности электрического тока с помощью амперметра и вольтметра W = IU .

5.13.1 Предварительные сведения из математики

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

Пример: y = x².
Δy = (x + Δx)² - x² = x² + 2xΔx + Δx² - x² = 2xΔx + Δx².
В данном случае dy = 2xΔx.
Графически приращение ординаты представляет собой свойства дифференциала:
1) постоянный множитель можно вынести за знак дифференциала:
d[af(x)] = a d[f(x)], где a = const;

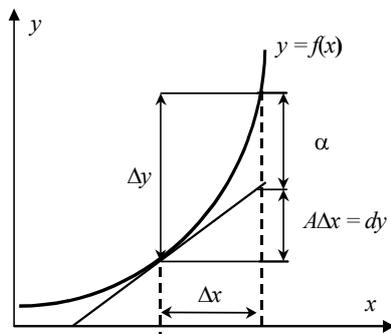


Рис. 5.15 Геометрический смысл дифференциала

Δx - дифференциал, а α = Δx².
дифференциал представляет собой касательной (см. рис. 5.15).
дифференциала.
множитель можно вынести за знак const;

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

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

5.13.2 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:

$$\Delta Y_{\text{ск}} = \sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2 + (\Delta c)^2} ;$$

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

Получение формул для вычисления погрешностей косвенных измерений в случае зависимости вида $Y = \frac{ab}{c}$ (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 $d(\ln x) = \frac{d \ln x}{dx} dx = \frac{dx}{x}$, получаем

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

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 "+":

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

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

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

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

5.13.3 Примеры решения задач

Задача 5.5. Расчетная зависимость косвенного метода измерений имеет вид $P = U I$.

Решение

$$\ln P = \ln U + \ln I; \quad d \ln P = d \ln U + d \ln I; \quad \frac{dP}{P} = \frac{dU}{U} + \frac{dI}{I};$$

$$\left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{\text{np}} = \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta I}{I}; \quad (\delta P)_{\text{np}} = \delta U + \delta I; \quad (\delta P)_{\text{ck}} = \sqrt{(\delta U)^2 + (\delta I)^2}.$$

Задача 5.6. Расчетная зависимость $P = \frac{U^2}{R}$.

Решение

$$\ln P = \ln U^2 - \ln R; \quad \ln P = 2 \ln U - \ln R \quad \text{или} \quad d \ln P = 2d \ln U - d \ln R;$$

$$\frac{dP}{P} = 2 \frac{dU}{U} - \frac{dR}{R}; \quad \left(\frac{\Delta P}{P}\right)_{\text{np}} = 2 \frac{\Delta U}{U} + \frac{\Delta R}{R}; \quad (\delta P)_{\text{np}} = 2\delta U + \delta R;$$

$$(\delta P)_{\text{ck}} = \sqrt{4 \cdot (\delta U)^2 + (\delta R)^2}.$$

Задача 5.7. Расчетная зависимость $Y = \frac{(a+b)c}{f}$.

Решение

Введем обозначение $A = a + b$. Тогда $Y = \frac{A c}{f}$;

$$\ln Y = \ln A + \ln c - \ln f; \quad d \ln Y = d \ln A + d \ln c - d \ln f; \quad \frac{dY}{Y} = \frac{dA}{A} + \frac{dc}{c} - \frac{df}{f};$$

$$\left(\frac{\Delta Y}{Y}\right)_{\text{np}} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta f}{f}; \quad \delta Y_{\text{np}} = \delta A_{\text{np}} + \delta c + \delta f;$$

$$\delta Y_{\text{ck}} = \sqrt{(\delta A_{\text{ck}})^2 + (\delta c)^2 + (\delta f)^2};$$

$$\delta A_{\text{np}} = \frac{\Delta A}{A} = \frac{\Delta a + \Delta b}{a + b}; \quad \delta A_{\text{ck}} = \frac{\sqrt{(\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}}{a + b}.$$

Задача 5.8. Расчетная зависимость $y = f(x)$.

Решение

$$\ln y = \ln f(x); \quad d \ln y = d \ln f(x); \quad \frac{dy}{y} = \frac{df(x)}{f(x)} = \frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} dx;$$

$$\frac{\Delta y}{y} = \frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} \Delta x; \quad \delta y = \frac{f'(x)}{f(x)} \Delta x.$$

Задача 5.9. Расчетная зависимость $y = \frac{2g}{\pi l} f(x)$.

Решение

$$\ln y = \ln \frac{2}{\pi} + \ln g - \ln l + \ln f(x); \quad d \ln y = d \ln \frac{2}{\pi} + d \ln g - d \ln l + d \ln f(x);$$

$$\frac{dy}{y} = \frac{d(2/\pi)}{2/\pi} + \frac{dg}{g} - \frac{dl}{l} + \frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} dx;$$

$$\left(\frac{\Delta y}{y}\right)_{\text{np}} = \frac{\Delta(2/\pi)}{2/\pi} + \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} \Delta x.$$

Принимая во внимание, что величина $\frac{\Delta(2/\pi)}{2/\pi} \rightarrow 0$, то $\left(\frac{\Delta y}{y}\right)_{\text{пр}} = \frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} \Delta x = \delta g + \delta l + \frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} \Delta x$;

$$\left(\frac{\Delta y}{y}\right)_{\text{ск}} = \sqrt{(\delta g)^2 + (\delta l)^2 + \left[\frac{1}{f(x)} \frac{df(x)}{dx} \Delta x\right]^2}$$

6 КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Требования к оформлению и содержанию контрольной работы

1. Контрольная работа выполняется в отдельной тетради в клетку с полями 25 мм.
2. Обложка должна содержать следующую информацию:

Контрольная работа по дисциплине
"История стандартизации и сертификации"

Выполнил студент группы _____ фамилия, инициалы

Вариант _____

3. Контрольная работа должна быть оформлена аккуратно, разборчивым почерком.
4. Каждое задание должно начинаться с новой страницы.
5. Порядок следования заданий – произвольный.
6. Каждое задание должно включать в себя: условия задачи (полностью), исходные данные в соответствии с вариантом, решение задачи с приведением необходимых формул и вычислений.
7. При построении графиков должны соблюдаться масштабы, надписи около каждой из осей должны содержать обозначение величин, откладываемых по осям, с указанием их единиц измерения.

Задание 1

ДЛЯ ПРИБОРА С ПРЕОБЛАДАЮЩИМИ АДДИТИВНЫМИ ПОГРЕШНОСТЯМИ РАССЧИТАТЬ ЗНАЧЕНИЯ АБСОЛЮТНЫХ, ОТНОСИТЕЛЬНЫХ И ПРИВЕДЕННЫХ ОСНОВНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДСТАВИТЬ В ВИДЕ ТАБЛИЦЫ И ГРАФИКОВ. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В ТАБЛ. 6.1.

6.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

<i>№</i> <i>ВАРИ-</i> <i>АНТА</i>	<i>ДИАПАЗОН</i> <i>ИЗМЕРЕНИЙ</i>	<i>КЛАСС</i> <i>ТОЧ-</i> <i>НОСТИ</i>	<i>РЕЗУЛЬТАТЫ</i> <i>ИЗМЕРЕНИЙ</i>
1	(0...10) В	0,1	0; 1; 2; 4; 5; 6; 8; 10 В
2	(0...10) В	0,15	
3	(0...10) В	0,25	
4	(0...10) В	0,4	
5	(0...10) В	0,5	

Продолжение табл. 6.1

<i>№</i> <i>ВАРИ-</i> <i>АНТА</i>	<i>ДИАПАЗОН</i> <i>ИЗМЕРЕНИЙ</i>	<i>КЛАСС</i> <i>ТОЧ-</i> <i>НОСТИ</i>	<i>РЕЗУЛЬТАТЫ</i> <i>ИЗМЕРЕНИЙ</i>
6	(0...100) МВ	0,6	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 МВ
7	(0...100) МВ	1,0	
8	(0...100) МВ	1,5	
9	(0...100) МВ	2,5	

10	(0...100) МВ	4,0	0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А
11	(0...5) А	0,1	
12	(0...5) А	0,15	
13	(0...5) А	0,25	
14	(0...5) А	0,4	
15	(0...5) А	0,5	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 МА
16	(0...100) МА	0,6	
17	(0...100) МА	1,0	
18	(0...100) МА	1,5	
19	(0...100) МА	2,5	
20	(0...100) МА	4,0	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 °С
21	(0...100) °С	0,1	
22	(0...100) °С	0,15	
23	(0...100) °С	0,25	
24	(0...100) °С	0,4	
25	(0...100) °С	0,5	0; 25; 50; 100; 125; 150; 200; 250 °С
26	(0...250) °С	0,6	
27	(0...250) °С	1,0	
28	(0...250) °С	1,5	
29	(0...250) °С	2,5	
30	(0...250) °С	4,0	0; 100; 200; 400; 500; 600; 800; 1000 ОМ
31	(0...1000) ОМ	0,5	
32	(0...1000) ОМ	1,0	
33	(0...1000) ОМ	1,5	
34	(0...1000) ОМ	2,5	
35	(0...1000) ОМ	4,0	

Задание 2

ДЛЯ ПРИБОРА С ПРЕОБЛАДАЮЩИМИ МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫМИ ПОГРЕШНОСТЯМИ РАССЧИТАТЬ ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНЫХ И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ОСНОВНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОТ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЙ. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДСТАВИТЬ В ВИДЕ ТАБЛИЦЫ И ГРАФИКОВ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В ТАБЛ. 6.2.

6.2 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

№ ВАРИ- АНТА	КЛАС С ТОЧ- НОС- ТИ	РЕЗУЛЬ- ТАТЫ ИЗМЕ- РЕНИЙ	№ ВАРИ- АНТА	КЛАСС ТОЧ- НОСТИ	РЕЗУЛЬТ АТЫ ИЗМЕ- РЕНИЙ
1	0,1	0; 100; 200; 400; 500; 600; 800; 1000 ОМ	21	0,5	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 °С
2	0,4		22	0,6	
3	0,5		23	1,0	
4	0,6		24	1,5	
5	1,0		25	2,5	
6	1,5	0; 25; 50; 100; 125; 150; 200; 250 °С	26	4,0	0; 1; 2; 4; 5; 6; 8; 10 В
7	2,5		27	0,1	
8	4,0		28	0,4	
9	0,1		29	0,5	
10	0,4		30	0,6	

11	⊙ _{0,1}	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 МВ	31	⊙ _{2,5}	0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А
12	⊙ _{1,5}		32	⊙ _{4,0}	
13	⊙ _{2,5}		33	⊙ _{0,1}	
14	⊙ _{4,0}		34	⊙ _{0,4}	
15	⊙ _{0,1}		35	⊙ _{0,5}	
16	⊙ _{0,4}	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 МА			
17	⊙ _{0,5}				
18	⊙ _{0,6}				
19	⊙ _{1,0}				
20	⊙ _{1,5}				

Задание 3

ДЛЯ ЦИФРОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРИБОРА РАССЧИТАТЬ ЗАВИСИМОСТЬ АБСОЛЮТНЫХ И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ОСНОВНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ ОТ РЕЗУЛЬТАТА ИЗМЕРЕНИЙ. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДСТАВИТЬ В ВИДЕ ТАБЛИЦЫ И ГРАФИКОВ. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНЫ В ТАБЛ. 6.3.

6.3 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

№ ВАРИ- АНТА	ДИАПАЗОН ИЗМЕРЕНИЙ	КЛАСС ТОЧНО- СТИ	РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ
1	(-100...+100) МА	0,1/0,05	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 МА
2	(-100...+100) МА	0,25/0,1	
3	(-100...+100) МА	0,5/0,25	
4	(-100...+100) МА	1,0/0,5	
5	(-100...+100) МА	1,5/1,0	
6	(-5...+5) А	2,5/1,5	0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0 А
7	(-5...+5) А	4,0/2,5	
8	(-5...+5) А	0,1/0,05	
9	(-5...+5) А	0,25/0,1	
10	(-5...+5) А	0,5/0,25	
11	(-10...+10) В	1,0/0,5	0; 1; 2; 4; 5;6; 8; 10 В
12	(-10...+10) В	1,5/1,0	
13	(-10...+10) В	2,5/1,5	
14	(-10...+10) В	4,0/2,5	
15	(-10...+10) В	0,1/0,05	
16	(0...100) °С	0,25/0,1	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 °С
17	(0...100) °С	0,5/0,25	
18	(0...100) °С	1,0/0,5	
19	(0...100) °С	1,5/1,0	
20	(0...100) °С	2,5/1,5	
21	(0...1000) Ом	4,0/2,5	0; 100; 200; 400; 500; 600; 800; 1000 Ом
22	(0...1000) Ом	0,1/0,05	
23	(0...1000) Ом	0,25/0,1	
24	(0...1000) Ом	0,5/0,25	

25	(0...1000) OM	1,0/0,5	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 OM
26	(0...100) OM	1,5/1,0	
27	(0...100) OM	2,5/1,5	
28	(0...100) OM	4,0/2,5	
29	(0...100) OM	0,1/0,05	
30	(0...100) OM	0,25/0,1	
31	(-100...+100) MB	0,5/0,25	0; 10; 20; 40; 50; 60; 80; 100 MB
32	(-100...+100) MB	1,0/0,5	
33	(-100...+100) MB	1,5/1,0	
34	(-100...+100) MB	2,5/1,5	
35	(-100...+100) MB	4,0/2,5	

Задание 4

ПО ИЗВЕСТНОЙ РАСЧЕТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ КОСВЕННОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ И ПО ИЗВЕСТНЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ И ПОГРЕШНОСТЯМ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ПОЛУЧИТЬ ФОРМУЛЫ И РАССЧИТАТЬ ПРЕДЕЛЬНУЮ $\delta Y_{\text{пр}}$ И СРЕДНЕКВАДРАТИЧНУЮ $\delta Y_{\text{ск}}$ ОЦЕНКИ ПОГРЕШНОСТИ КОСВЕННОГО ИЗМЕРЕНИЯ. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ПРИВЕДЕНЫ В ТАБЛ. 6.4.

6.4 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА

№ ВАР ИАН- ТА	РАСЧЕТНАЯ ЗАВИСИ- МОСТЬ	ПОГРЕШНОСТИ И РЕЗУЛЬТА- ТЫ 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	$Y = 2 \cdot (A+B-C) / [D^3 \cdot E]$	$\Delta A = 3$	$\Delta B = 1$	$\Delta C = 2$ $C = 80$	$\Delta D = 1$	$\Delta E = 2$
7	$Y = A \cdot B^2 / [2 \cdot (C-D+E)]$	$A = 100$	$B = 70$		$D = 60$	$E = 90$
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	$Y = 3 \cdot A \cdot B^2/(C-D+E)$					
12	$Y = A^3 \cdot B/[3 \cdot (C-D) \cdot E]$					
13	$Y = 2 \cdot A \cdot B^3/[(C+D-E)]$	$\Delta A = 1$ $A = 100$	$\Delta B = 2$ $B = 80$	$\Delta C = 1$ $C = 60$	$\Delta D = 2$ $D = 40$	$\Delta E = 1$ $E = 20$
14	$Y = 3(A-B) \cdot C^2/[2 \cdot (D+E)]$					
15	$Y = 1/[A \cdot (B-C) \cdot D^2 \cdot E]$					
16	$Y = (A-B-C) \cdot D^2/[2 \cdot E]$					
17	$Y = 0,4 \cdot A/B^2 \cdot (C-D) \cdot E^3]$					
18	$Y = A^2 \cdot (B+C)/[0,5(D-E)]$	$\Delta A = 5$ $A = 200$	$\Delta B = 3$ $B = 90$	$\Delta C = 2$ $C = 70$	$\Delta D = 2$ $D = 60$	$\Delta E = 1$ $E = 30$
19	$Y = A^3 \cdot (B-C) \cdot (D+E)/2$					
20	$Y = (A+B) \cdot C^2 \cdot (D-E)/3$					
21	$Y = 4 \cdot A \cdot B^2 \cdot C^3/(D-E)$					
22	$Y = 2/[(A+B) \cdot C^3(D-E)]$					
23	$Y = (A-B)/[3(C+D) \cdot E^2]$	$\Delta A = 0,5$ $A = 40$	$\Delta B = 1$ $B = 30$	$\Delta C = 0,5$ $C = 50$	$\Delta D = 1,4$ $D = 70$	$\Delta E = 2$ $E = 60$
24	$Y = 0,1 \cdot (A-B+C)/[D^3 \cdot E]$					
25	$Y = 2 \cdot A/[3 \cdot B \cdot C^2 \cdot (D-E)]$					

Продолжение табл. 6.4

№ ВАР ИАНТА	РАСЧЕТНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ	ПОГРЕШНОСТИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЯМЫХ ИЗМЕРЕНИЙ				
		A	B	C	D	E
26	$Y = 3 \cdot A^2/[(B-C) \cdot (D+E)]$	$\Delta A = 3$	$\Delta B = 2$	$\Delta C = 1$ $C = 60$	$\Delta D = 2$	$\Delta E = 1$

27	$Y = \frac{A \cdot B^3}{2 \cdot (C+D-E)}$	A = 80	B = 70		D = 50	E = 40
28	$Y = \frac{(A-B) \cdot (C+D) \cdot E^2}{7}$					
29	$Y = \frac{(A-B) \cdot C^2}{5 \cdot D \cdot E}$					
30	$Y = \frac{A^3 \cdot B \cdot C^2 \cdot (D-E)}{4}$					
31	$Y = \frac{A}{3 \cdot B^2 \cdot (C+D-E)}$					
32	$Y = \frac{(A+B) \cdot (C-D)}{2 \cdot E^3}$					
33	$Y = \frac{3 \cdot (A-B+C) \cdot D}{E^2}$	$\Delta A = 2$ A = 90	$\Delta B = 2$ B = 80	$\Delta C = 2$ C = 70	$\Delta D = 1$ D = 60	$\Delta E = 1$ E = 50
34	$Y = \frac{A^2 \cdot 0,5 \cdot B}{(C-D) \cdot E}$					
35	$Y = \frac{(A-B)^2}{10 \cdot C^3 \cdot (D+E)}$					

Задание 5

ДАТЬ ОТВЕТЫ НА КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ПРИВЕДЕННЫЕ В РАЗДЕЛЕ 7 (НОМЕРА ВОПРОСОВ ДЛЯ КАЖДОГО ВАРИАНТА ПРИВЕДЕНЫ В ТАБЛ. 6.5).

6.5 НОМЕРА КОНТРОЛЬНЫХ ВОПРОСОВ В СООТВЕТСТВИИ С НОМЕРАМИ ВАРИАНТОВ

№ ВАРИАНТА	№№ ВОПРОСОВ	№ варианта	№№ вопросов
1	1, 36, 71, 106, 141	19	19, 54, 89, 124, 159
2	2, 37, 72, 107, 142	20	20, 55, 90, 125, 160
3	3, 38, 73, 108, 143	21	21, 56, 91, 126, 161
4	4, 39, 74, 109, 144	22	22, 57, 92, 127, 162
5	5, 40, 75, 110, 145	23	23, 58, 93, 128, 163
6	6, 41, 76, 111, 146	24	24, 59, 94, 129, 164
7	7, 42, 77, 112, 147	25	25, 60, 95, 130, 165
8	8, 43, 78, 113, 148	26	26, 61, 96, 131, 1
9	9, 44, 79, 114, 149	27	27, 62, 97, 132, 2
10	10, 45, 80, 115, 150	28	28, 63, 98, 133, 3
11	11, 46, 81, 116,	29	29, 64, 99, 134, 4

	<i>151</i>		
<i>12</i>	<i>12, 47, 82, 117, 152</i>	<i>30</i>	<i>30, 65, 100, 135, 5</i>
<i>13</i>	<i>13, 48, 83, 118, 153</i>	<i>31</i>	<i>31, 66, 101, 136, 6</i>
<i>14</i>	<i>14, 49, 84, 119, 154</i>	<i>32</i>	<i>32, 67, 102, 137, 7</i>
<i>15</i>	<i>15, 50, 85, 120, 155</i>	<i>33</i>	<i>33, 68, 103, 138, 8</i>
<i>16</i>	<i>16, 51, 86, 121, 156</i>	<i>34</i>	<i>34, 69, 104, 139, 9</i>
<i>17</i>	<i>17, 52, 87, 122, 157</i>	<i>35</i>	<i>35, 70, 105, 140, 10</i>
<i>18</i>	<i>18, 53, 88, 123, 158</i>		

7 КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ*

1 ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ КУРСА "ИСТОРИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ И СЕРТИФИКАЦИИ".

- 2 Метрология.
- 3 Стандартизация.
- 4 Сертификация.
- 5 Первая, вторая и третья сторона.
- 6 Управление качеством.
- 7 Менеджмент качества.
- 8 Требование.
- 9 Международный стандарт ГОСТ Р ИСО 9000–2001.
- 10 Процесс.
- 11 Качество.
- 12 Градация.
- 13 Система.
- 14 Система менеджмента.
- 15 Система менеджмента качества.
- 16 Высшее руководство.
- 17 Менеджмент.
- 18 Обеспечение качества.
- 19 Улучшение качества.
- 20 Результативность.
- 21 Эффективность.
- 22 Организация.
- 23 Организационная структура.
- 24 Потребитель.
- 25 Поставщик.
- 26 Продукция.
- 27 Проектирование и разработка.
- 28 Процедура.
- 29 Характеристика.
- 30 Характеристика качества.
- 31 Соответствие и несоответствие.
- 32 Дефект.
- 33 Предупреждающее действие.
- 34 Корректирующее действие.
- 35 Коррекция.

*Рекомендуем пользоваться:

- Приложением 1 при ответе на вопросы 10–46;
- Приложением 2 при ответе на вопросы 47–57;
- Приложением 3 при ответе на вопросы 58–81.

- 36 Переделка.
- 37 Снижение градации.
- 38 Ремонт.
- 39 Утилизация несоответствующей продукции.
- 40 Информация.
- 41 Документ.
- 42 Запись.
- 43 Объективное свидетельство.
- 44 Контроль.
- 45 Метрологическое подтверждение пригодности.
- 46 Метрологическая служба.
- 47 Испытание.
- 48 Метод испытания.
- 49 Протокол испытания.
- 50 Испытательная лаборатория.
- 51 Аккредитация (лаборатории).
- 52 Лицо с правом подписи.
- 53 Система аккредитации (лаборатории).
- 54 Орган по аккредитации (лаборатории).
- 55 Сертификат соответствия.
- 56 Владелец лицензии.
- 57 Аттестация лаборатории.
- 58 Аккредитация.
- 59 Безопасность продукции.
- 60 Декларирование соответствия.
- 61 Декларация о соответствии.
- 62 Заявитель.
- 63 Знак обращения на рынке.
- 64 Знак соответствия.
- 65 Идентификация продукции.
- 66 Контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов.
- 67 Международный стандарт.
- 68 Национальный стандарт.
- 69 Орган по сертификации.
- 70 Оценка соответствия.
- 71 Подтверждение соответствия.
- 72 Продукция.
- 73 Риск.
- 74 Сертификация.
- 75 Сертификат соответствия.
- 76 Система сертификации.
- 77 Стандарт.
- 78 Стандартизация.
- 79 Техническое регулирование.
- 80 Технический регламент.
- 81 Форма подтверждения соответствия.
- 82 Элементы метрологии, стандартизации и сертификации в Древнем мире.
- 83 Элементы метрологии, стандартизации и сертификации в X-XVII вв на Руси.
- 84 Стандартизация и метрология в период правления Петра I в XVIII в.
- 85 Метрологическая реформа Петра I.
- 86 Старинные русские меры длины, веса и объема.
- 87 История развития и внедрения метрической системы во Франции.
- 88 Этапы развития отечественной метрологии в XIX-XX вв.
- 89 Этап стихийной метрологической деятельности.
- 90 Подписание метрической конвенции 20 мая 1875 г.
- 91 Менделеевский этап развития отечественной метрологии.

- 92 Нормативный этап развития отечественной метрологии.
- 93 Метрология в Российской Федерации.
- 94 Основные этапы истории стандартизации.
- 95 Стихийный этап стандартизации.
- 96 Этап внутривзаводской стандартизации.
- 97 Этап организованной национальной стандартизации.
- 98 Этап международной стандартизации.
- 99 Развитие стандартизации в СССР.
- 100 Роль стандартизации в годы Великой Отечественной войны.
- 101 Развитие стандартизации в 1945–1990 гг.
- 102 Региональная международная стандартизация в рамках СЭВ.
- 103 Стандартизация в Российской Федерации.
- 104 История сертификации продукции, процессов и услуг.
- 105 Этап стихийной сертификации.
- 106 Этап организационной национальной сертификации и стандартизации систем качества.
- 107 Государственные испытания в бывшем СССР – прообраз сертификации.
- 108 Этап международной сертификации и управления качеством.
- 109 Этап контроля качества.
- 110 Этап технического управления качеством.
- 111 Этап обеспечения качеством.
- 112 Этап всеобщего управления качеством (TQM).
- 113 Характеристики кампании, имеющей систему менеджмента качества.
- 114 Характеристики кампании, не имеющей систему менеджмента качества.
- 115 Стандарты серии ИСО 9000.
- 116 Петля (спираль) качества.
- 117 Маркетинг и изучение рынка.
- 118 Проектирование и разработка продукции.
- 119 Планирование и разработка процессов.
- 120 Этап "закупки".
- 121 Производство и предоставление услуг.
- 122 Этап "проверки".
- 123 Упаковка и хранение.
- 124 Реализация и распределение продукции.
- 125 Монтаж и ввод в эксплуатацию.
- 126 Техническая помощь и обслуживание.
- 127 Этапы после реализации.
- 128 Утилизация или восстановление в конце выработки ресурса.
- 129 Что такое управление качеством?
- 130 Измерение. Какие величины должны быть найдены в процессе измерения.
- 131 Истинное и действительное значение физической величины.
- 132 Измеренное значение физической величины.
- 133 Абсолютная и относительная погрешности.
- 134 Абсолютная и относительная вариации показаний прибора.
- 135 Нормирующее значение.
- 136 Приведенная погрешность. Приведенная вариация показаний прибора.
- 137 Схема передачи размера единиц измерения от эталонов к рабочим средствам измерения.
- 138 Статическая характеристика прибора.
- 139 Коэффициент передачи (чувствительность) прибора.
- 140 Порог чувствительности прибора.
- 141 Аддитивная погрешность.
- 142 Мультипликативная погрешность.
- 143 Основная и дополнительная погрешность прибора.
- 144 Понятие о классе точности прибора.
- 145 Задание класса точности мер.
- 146 Задание класса точности приборов с преобладающими аддитивными погрешностями.

- 147 Задание класса точности приборов с преобладающими мультипликативными погрешностями.
- 148 Задание класса точности приборов с соизмеримыми аддитивными и мультипликативными погрешностями.
- 149 Для чего проводится поверка приборов?
- 150 Порядок поверки приборов.
- 151 Предварительный осмотр приборов перед поверкой.
- 152 Поверка методом сличения.
- 153 Примерная форма протокола для оформления результатов поверки прибора.
- 154 Требования к классу точности образцового прибора.
- 155 Основными и допустимыми вариантами установки стрелок поверяемого и образцового приборов на оцифрованные отметки шкалы.
- 156 Кто имеет право проводить поверку приборов?
- 157 Понятие о косвенных измерениях.
- 158 Вычисление погрешностей косвенных измерений в случае зависимостей вида $y = a + b - c + d - e \dots$
- 159 Методика получения формул для вычисления погрешностей косвенных измерений в случае зависимостей вида $y = a b c / (d e)$.
- 160 Методические погрешности.
- 161 Инструментальные погрешности.
- 162 Систематические погрешности.
- 163 Случайные погрешности.
- 164 Грубые погрешности (промахи). Выявление промахов.
- 165 Объективные и субъективные погрешности.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 РМГ 29–99 "Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Термины и определения". – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2000. – 50 с.
- 2 О техническом регулировании: Федеральный закон от 27 декабря 2002 г. № 184–ФЗ (вступает в силу с 1 июля 2003 г.).
- 3 ГОСТ Р ИСО 9000–2001 Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2001. – 30 с.
- 4 Шишкин И.Ф.. Метрология, стандартизация и управление качеством. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 342 с.
- 5 Основы стандартизации / Под ред. В.В. Ткаченко – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 328 с.
- 6 Окрепилов В.В.. Всеобщее управление качеством: В 4-х кн. Кн. 2. Термины и определения. – СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1996.– 170 с.
- 7 Окрепилов В.В.. Всеобщее управление качеством: Учебник: В 4-х кн. Кн. I.– СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1996. – 454 с.
- 8 Всеобщее управление качеством: Учебник для вузов / О.П. Глудкин, Н.М. Горбунов, А.И. Гуров, Ю.В. Зорин; Под ред. О.П. Глудкина. – М.: Радио и связь, 1999. – 600 с.
- 9 Фокс М. Дж. Введение в обеспечение качества: Модуль RRC № 415а / Пер. с англ. языка под общ. ред. В.Н. Азарова. – М.: Фонд "Европейский центр по качеству", 1999. – 118 с.
- 10 ИСО 8402:1994. Управление качеством и обеспечение качества: Словарь // Системы качества. Международные стандарты ИСО серии 9000: В 3 т. – М., 1997. – Т. 2. – С. 2-8-1 – 2-8-22.
- 11 ГОСТ Р 50779.40–96 (ИСО 7870–93). Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение.
- 12 ГОСТ Р 50779.42–99 (ИСО 8258–91). Статистические методы. Контрольные карты Шухарта.
- 13 Шиндовский Э., Шюрц О. Статистические методы управления качеством: Контрольные карты и планы контроля. – М.: Мир, 1976. – 478 с.
- 14 Р 50.1.018–98 Обеспечение стабильности технологических процессов в системах качества по моделям ИСО серии 9000. Контрольные карты Шухарта.
- 15 Сергеев А.Г., Латышев М.В. Сертификация: Учебное пособие для студентов вузов. – М.: Издательская корпорация "Логос", 1999. – 248 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ*

(выдержки из третьего раздела ГОСТ Р ИСО 9000-2001.

Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь)

3 Термины и определения

Термин, определяемый в каком-либо другом месте настоящего раздела, выделен жирным шрифтом. За ним в скобках следует его порядковый номер. Такой выделенный жирным шрифтом термин может быть заменен в определении его собственным определением. Например:

– **продукция** (3.4.2) определена как "результат **процесса** (3.4.1)";

– **процесс** определен как "совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы".

Если термин "**процесс**" заменить его определением, то тогда:

– **продукция** становится "результатом совокупности взаимосвязанных или взаимодействующих видов деятельности, преобразующих входы в выходы".

Если понятие имеет специальное значение в конкретном контексте, то область использования обозначается заключением в угловые скобки ⟨ ⟩ перед определением. Например, технический эксперт ⟨аудит⟩ (3.9.11).

3.1 Термины, относящиеся к качеству

3.1.1 **качество**: Степень соответствия присущих **характеристик** (3.5.1) **требованиям** (3.1.2).

Примечания^{**}

1 Термин "качество" может применяться с такими прилагательными, как плохое, хорошее или отличное.

2 Термин "присущий" в отличие от термина "присвоенный" означает имеющийся в чем-то. Прежде всего, это относится к постоянным характеристикам.

3.1.2 **требование**: Потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным.

Примечания

1 "Обычно предполагается" означает, что это общепринятая практика **организации** (3.3.1), ее **потребителей** (3.3.5) и других **заинтересованных сторон** (3.3.7), когда предполагаются рассматриваемые потребности или ожидания.

2 Для обозначения конкретного вида требования могут применяться определяющие слова, например требование к продукции, требование к системе качества, требование потребителя.

3 Установленным является такое требование, которое определено, например в **документе** (3.7.2).

4 Требования могут выдвигаться различными заинтересованными сторонами.

3.1.3 **градация**: Класс, сорт, категория или разряд, присвоенные различным **требованиям** (3.1.2) к качеству **продукция** (3.4.2), **процессов** (3.4.1) или **систем** (3.2.1), имеющих то же самое функциональное применение.

Пример: класс авиабилета или категория гостиницы в справочнике гостиниц.

Примечание – При определении требования к качеству градация обычно устанавливается.

3.1.4 **удовлетворенность потребителей**: Восприятие потребителями степени выполнения их **требований** (3.1.2).

Примечания

1 Жалобы потребителей являются показателем низкой удовлетворенности потребителей, однако их отсутствие не обязательно предполагает высокую удовлетворенность потребителей.

2 Даже если требования потребителей были с ними согласованы и выполнены, это не обязательно обеспечивает высокую удовлетворенность потребителей.

3.1.5 **возможности**: **Способность** организации (3.3.1), системы (3.2.1) или процесса (3.4.1) **производить** продукцию (3.4.2), которая будет соответствовать требованиям (3.1.2) к этой продукции.

Примечание – Термины, относящиеся к возможностям процесса в области статистики, определены в ГОСТ Р 50779.11.

3.2 Термины, относящиеся к менеджменту

3.2.1 **система**: Совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов.

3.2.2 **система менеджмента**: Система (3.2.1) для разработки политики и целей и достижения этих целей.

Примечание – Система менеджмента **организации** (3.3.1) может включать различные системы менеджмента, такие как **система менеджмента качества** (3.2.3), система менеджмента финансовой деятельности или система менеджмента охраны окружающей среды.

3.2.3 **система менеджмента качества**: Система менеджмента (3.2.2) для руководства и управления **организацией** (3.3.1) применительно к **качеству** (3.1.1).

3.2.4 **политика в области качества**: Общие намерения и направление деятельности **организации** (3.3.1) в области **качества** (3.1.1), официально сформулированные **высшим руководством** (3.2.7).

Примечания

* При практической работе рекомендуется использовать учтенный экземпляр ГОСТ Р ИСО 9000–2001 со всеми возможными изменениями и дополнениями.

** Примечания приведены в редакции, отличной от ИСО 9000.

1 Как правило, политика в области качества согласуется с общей политикой организации и обеспечивает основу для постановки **целей в области качества** (3.2.5).

2 Принципы менеджмента качества, изложенные в настоящем стандарте, могут служить основой для разработки политики в области качества.

3.2.5 цели в области качества: Цели, которых добиваются или к которым стремятся в области качества (3.1.1).

Примечания

1 Цели в области качества обычно базируются на **политике организации в области качества** (3.2.4).

2 Цели в области качества обычно устанавливаются для соответствующих функций и уровней **организации** (3.3.1).

3.2.6 менеджмент: Скоординированная деятельность по руководству и управлению **организацией** (3.3.1).

Примечание – В английском языке термин "management" иногда относится к людям, т.е. к лицу или группе работников, наделенных полномочиями и ответственностью для руководства и управления организацией. Когда "management" используется в этом смысле, его следует всегда применять с определяющими словами с целью избежания путаницы с понятием "management", определенным выше. Например не одобряется выражение "руководство должно ...", в то время как "**высшее руководство** (3.2.7) должно ..." – приемлемо.

3.2.7 высшее руководство: Лицо или группа работников, осуществляющих направление деятельности и управление **организацией** (3.3.1) на высшем уровне.

3.2.8 менеджмент качества: Скоординированная деятельность по руководству и управлению **организацией** (3.3.1) применительно к **качеству** (3.1.1).

Примечание – Руководство и управление применительно к качеству обычно включает разработку **политики в области качества** (3.2.4) и **целей в области качества** (3.2.5), **планирование качества** (3.2.9), **управление качеством** (3.2.10), **обеспечение качества** (3.2.11) и **улучшение качества** (3.2.12).

3.2.9 планирование качества: Часть **менеджмента качества** (3.2.8), направленная на установление **целей в области качества** (3.2.5) и определяющая необходимые операционные **процессы** (3.4.1) жизненного цикла продукции и соответствующие ресурсы для достижения целей в области качества.

Примечание – Разработка **планов качества** (3.7.5) может быть частью планирования качества.

3.2.10 управление качеством: Часть **менеджмента качества** (3.2.8), направленная на выполнение **требований** (3.1.2) к качеству.

3.2.11 обеспечение качества: Часть **менеджмента качества** (3.2.8), направленная на создание уверенности, что **требования** (3.1.2) к качеству будут выполнены.

3.2.12 улучшение качества: Часть **менеджмента качества** (3.2.8), направленная на увеличение способности выполнить **требования** (3.1.2) к качеству.

Примечание – Требования могут относиться к любым аспектам, таким как **результативность** (3.2.14), **эффективность** (3.2.15) или **прослеживаемость** (3.5.4).

3.2.13 постоянное улучшение: Повторяющаяся деятельность по увеличению способности выполнить **требования** (3.1.2).

Примечание – **Процесс** (3.4.1) установления целей и поиска возможностей улучшения является постоянным процессом, использующим **наблюдения аудита (проверки)** (3.9.6) и **заклучения по результатам аудита (проверки)** (3.9.7), анализ данных, **анализ** (3.8.7) со стороны руководства или другие средства и обычно ведущим к **корректирующим действиям** (3.6.5) или **предупреждающим действиям** (3.6.4).

3.2.14 результативность: Степень реализации запланированной деятельности и достижения запланированных результатов.

3.2.15 эффективность: Связь между достигнутым результатом и использованными ресурсами.

3.3 Термины, относящиеся к организации

3.3.1 организация: Группа работников и необходимых средств с распределением ответственности, полномочий и взаимоотношений.

Примеры: компания, корпорация, фирма, предприятие, учреждение, благотворительная организация, предприятие розничной торговли, ассоциация, а также их подразделения или комбинация из них.

Примечания

- 1 Распределение обычно бывает упорядоченным.
- 2 Организация может быть государственной или частной.
- 3 Настоящее определение действительно применительно к стандартам на **системы менеджмента качества** (3.2.3). Термин "организация" определен иначе в руководстве ИСО/МЭК 2.

3.3.2 организационная структура: Распределение ответственности, полномочий и взаимоотношений между работниками.

Примечания

- 1 Распределение обычно бывает упорядоченным.
- 2 Официально оформленная организационная структура часто содержится в **руководстве по качеству** (3.7.4) или в **плане качества** (3.7.5) **проекта** (3.4.3).
- 3 Область применения организационной структуры может включать соответствующие взаимодействия с внешними **организациями** (3.3.1).

3.3.3 инфраструктура: (организация) Совокупность зданий, оборудования и служб обеспечения, необходимых для функционирования **организации** (3.3.1).

3.3.4 производственная среда: Совокупность условий, в которых выполняется работа.

Примечание – Условия включают физические, социальные, психологические и экологические факторы (такие как температура, системы признания и поощрения, эргономика и состав атмосферы).

3.3.5 потребитель: **Организация** (3.3.1) или лицо, получающие **продукцию** (3.4.2). Примеры: клиент, заказчик, конечный пользователь, розничный торговец, бенефициар и покупатель.

Примечание – Потребитель может быть внутренним или внешним по отношению к организации.

3.3.6 поставщик: **Организация** (3.3.1) или лицо, предоставляющие **продукцию** (3.4.2). Примеры: производитель, оптовик, предприятие розничной торговли или продавец продукции, исполнитель услуги, поставщик информации.

Примечания

- 1 Поставщик может быть внутренним или внешним по отношению к организации.
- 2 В контрактной ситуации поставщика иногда называют "подрядчиком".

3.3.7 заинтересованная сторона: Лицо или группа, заинтересованные в деятельности или успехе **организации** (3.3.1).

Примеры: **потребители** (3.3.5), владельцы, работники организации, **поставщики** (3.3.6), банкиры, ассоциации, партнеры или общество.

Примечание – Группа может состоять из организации, ее части или из нескольких организаций.

3.4 Термины, относящиеся к процессам и продукции

3.4.1 процесс: Совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих видов деятельности, преобразующая входы в выходы.

Примечания

- 1 Входами к процессу обычно являются выходы других процессов.
- 2 Процессы в **организации** (3.3.1), как правило, планируются и осуществляются в управляемых условиях с целью добавления ценности.
- 3 Процесс, в котором подтверждение **соответствия** (3.6.1) конечной **продукции** (3.4.2) затруднено или экономически нецелесообразно, часто относят к "специальному процессу".

3.4.2 продукция: Результат **процесса** (3.4.1).

Примечания

- 1 Имеются четыре общие категории продукции:
 - услуги (например, перевозки);
 - программные средства (например, компьютерная программа, словарь);
 - технические средства (например, узел двигателя);
 - перерабатываемые материалы (например, смазка).

Многие виды продукции содержат элементы, относящиеся к различным общим категориям продукции. Отнесение продукции к услугам, программным или техническим средствам или перерабатываемым материалам зависит от преобладающего элемента.

Например, поставляемая продукция "автомобиль" состоит из технических средств (например, шин), перерабатываемых материалов (горючее, охлаждающая жидкость), программных средств (программное управление двигателем, инструкция водителю) и услуги (разъяснения по эксплуатации, даваемые продавцом).

2 Услуга является результатом, по меньшей мере, одного действия, обязательно осуществленного при взаимодействии **поставщика** (3.3.6) и **потребителя** (3.3.5), она, как правило, нематериальна. Предоставление услуги может включать, к примеру, следующее:

- деятельность, осуществленную на поставленной потребителем материальной продукции (например, автомобиль, нуждающийся в ремонте);
- деятельность, осуществленную на поставленной потребителем нематериальной продукции (например, заявление о доходах, необходимое для определения размера налога);
- предоставление нематериальной продукции (например, информации в смысле передачи знаний);
- создание благоприятных условий для потребителей (например, в гостиницах и ресторанах).

Программное средство содержит информацию и обычно является нематериальным, может также быть в форме подходов, операций или **процедуры** (3.4.5).

Техническое средство, как правило, является материальным и его количество выражается исчисляемой **характеристикой** (3.5.1). Перерабатываемые материалы обычно являются материальными и их количество выражается непрерывной характеристикой. Технические средства и перерабатываемые материалы часто называются товарами.

3.3.3 **Обеспечение качества** (3.2.11) направлено главным образом на предполагаемую продукцию.

3.4.3 **проект**: Уникальный **процесс** (3.4.1), состоящий из совокупности скоординированной и управляемой деятельности с начальной и конечной датами, предпринятый для достижения цели, соответствующей конкретным **требованиям** (3.1.2), включающий ограничения сроков, стоимости и ресурсов.

Примечания

- 1 Отдельный проект может быть частью структуры более крупного проекта.
- 2 В некоторых проектах цели совершенствуются, а **характеристики** (3.5.1) продукции определяются соответственно по мере развития проекта.
- 3 Выходом проекта может быть одно изделие или несколько единиц **продукции** (3.4.2).
- 4 Адаптировано из ИСО 10006.

3.4.4 **проектирование и разработка**: Совокупность **процессов** (3.4.1), переводящих **требования** (3.1.2) в установленные **характеристики** (3.5.1) или **нормативную и техническую документацию** (3.7.3) на **продукцию** (3.4.2), **процесс** (3.4.1) или **систему** (3.2.1).

Примечания

- 1 Термины "проектирование" и "разработка" иногда используют как синонимы, а иногда — для определения различных стадий процесса проектирования и разработки в целом.
- 2 Для обозначения объекта проектирования и разработки могут применяться определяющие слова (например проектирование и разработка продукции или проектирование и разработка процесса).

3.4.5 **процедура**: Установленный способ осуществления деятельности или **процесса** (3.4.1).

Примечания

- 1 Процедуры могут быть документированными или недокументированными.
- 2 Если процедура документирована, часто используется термин "письменная процедура" или "документированная процедура". **Документ** (3.7.2), содержащий процедуру, может называться "документированная процедура".

3.5 Термины, относящиеся к характеристикам

3.5.1 **характеристика**: Отличительное свойство.

Примечания

- 1 Характеристика может быть собственной или присвоенной.
- 2 Характеристика может быть качественной или количественной.

- 3 Существуют различные классы характеристик, такие как:
- физические (например механические, электрические, химические или биологические характеристики);
 - органолептические (например связанные с запахом, осязанием, вкусом, зрением, слухом);
 - этические (например вежливость, честность, правдивость);
 - временные (например пунктуальность, безотказность, доступность);
 - эргономические (например физиологические характеристики или связанные с безопасностью человека);
 - функциональные (например максимальная скорость самолета).

3.5.2 характеристика качества: Присущая характеристика (3.5.1) продукции (3.4.2), процесса (3.4.1) или системы (3.2.1), вытекающая из требования (3.1.2).

Примечания

1 "Присущая" означает имеющаяся в чем-то. Прежде всего, это относится к постоянной характеристике.

2 Присвоенные характеристики продукции, процесса или системы (например, цена продукции, владелец продукции) не являются характеристиками качества этой продукции, процесса или системы.

3.5.3 надежность: Собирательный термин, применяемый для описания свойства готовности и влияющих на него свойств безотказности, ремонтпригодности и обеспеченности технического обслуживания и ремонта.

Примечание – Надежность применяется только для общего неколичественного описания свойства. [МЭК 60050 –191:1990].

3.5.4 прослеживаемость: Возможность проследить историю, применение или местонахождение того, что рассматривается.

Примечания

1 При рассмотрении продукции (3.4.2) прослеживаемость может относиться к:

- происхождению материалов и комплектующих;
- истории обработки;
- распределению и местонахождению продукции после поставки.

2 В области метрологии определение, приведенное в VIM–1993, 6.10, является принятым.

3.6 Термины, относящиеся к соответствию

3.6.1 соответствие: Выполнение требования (3.1.2).

Примечания

1 Настоящее определение согласуется с приведенным в Руководстве ИСО/МЭК 2, но отличается от него формулировкой, чтобы соответствовать концепции ИСО 9000.

2 В английском языке термин "conformance" является синонимом, но он вызывает возражения.

3.6.2 несоответствие: Невыполнение требования (3.1.2).

3.6.3 дефект: Невыполнение требования (3.1.2), связанного с предполагаемым или установленным использованием.

Примечания

1 Различие между понятиями дефект и несоответствие (3.6.2) является важным, так как имеет подтекст юридического характера, связанный с вопросами ответственности за качество продукции. Следовательно, термин "дефект" надо использовать чрезвычайно осторожно.

2 Использование, предполагаемое потребителем (3.3.5), может зависеть от характера информации, такой как инструкции по использованию и техническому обслуживанию, предоставляемые поставщиком (3.3.6).

3.6.4 предупреждающее действие: Действие, предпринятое для устранения причины потенциального несоответствия (3.6.2) или другой потенциально нежелательной ситуации.

Примечания

1 У потенциального несоответствия может быть несколько причин.

2 Предупреждающее действие предпринимается для предотвращения возникновения события, тогда как **корректирующее действие** (3.6.5) – для предотвращения повторного возникновения события.

3.6.5 корректирующее действие: Действие, предпринятое для устранения причины обнаруженного **несоответствия** (3.6.2) или другой нежелательной ситуации.

Примечания

- 1 У несоответствия может быть несколько причин.
- 2 Корректирующее действие предпринимается для предотвращения повторного возникновения события, тогда как **предупреждающее действие** (3.6.4) – для предотвращения возникновения события.
- 3 Существует различие между **коррекцией** (3.6.6) и корректирующим действием.

3.6.6 коррекция: Действие, предпринятое для устранения обнаруженного **несоответствия** (3.6.2).

Примечания

- 1 Коррекция может осуществляться в сочетании с **корректирующим действием** (3.6.5).
- 2 Коррекция может включать, например **перedelку** (3.6.7) или **снижение градации** (3.6.8).

3.6.7 перedelка: Действие, предпринятое в отношении несоответствующей **продукции** (3.4.2), с тем чтобы она соответствовала **требованиям** (3.1.2).

Примечание – В отличие от перedelки **ремонт** (3.6.9) может воздействовать на части несоответствующей продукции или изменять их.

3.6.8 снижение градации: Изменение **градации** (3.1.3) несоответствующей **продукции** (3.4.2), чтобы она соответствовала **требованиям** (3.1.2), отличным от исходных.

3.6.9 ремонт: Действие, предпринятое в отношении несоответствующей **продукции** (3.4.2), чтобы сделать ее приемлемой для предполагаемого использования.

Примечания

1 Ремонт включает действие по исправлению, предпринятое в отношении ранее соответствовавшей продукции для ее восстановления с целью использования, например как часть технического обслуживания.

2 В отличие от **перedelки** (3.6.7) ремонт может воздействовать на части несоответствующей продукции или изменять их.

3.6.10 утилизация несоответствующей продукции: Действие в отношении несоответствующей **продукции** (3.4.2), предпринятое для предотвращения ее первоначального предполагаемого использования.

Примеры: переработка, уничтожение.

Примечание – В ситуации с несоответствующей услугой применение предотвращается посредством прекращения услуги.

3.6.11 разрешение на отклонение: Разрешение на использование или **выпуск** (3.6.13) **продукции** (3.4.2), которая не соответствует установленным **требованиям** (3.1.2).

Примечание – Разрешение на отклонение обычно распространяется на поставку продукции с несоответствующими **характеристиками** (3.5.1) для установленных согласованных ограничений по времени или количеству данной продукции.

3.6.12 разрешение на отступление: Разрешение на отступление от исходных установленных **требований** (3.1.2) к **продукции** (3.4.2) до ее производства.

Примечание – Разрешение на отступление, как правило, дается на ограниченное количество продукции или период времени, а также для конкретного использования.

3.6.13 выпуск: Разрешение на переход к следующей стадии **процесса** (3.4.1).

Примечание – В английском языке, в контексте компьютерных программных средств, термином "release" часто называют версию самих программных средств.

3.7 Термины, относящиеся к документации

3.7.1 информация: Значимые данные.

3.7.2 **документ: Информация** (3.7.1) и соответствующий носитель.

Примеры: **записи** (3.7.6), **нормативная и техническая документация** (3.7.3), процедурный документ, чертеж, отчет, стандарт.

Примечания

1 Носитель может быть бумажным, магнитным, электронным или оптическим компьютерным диском, фотографией или эталонным образцом, или комбинацией из них.

2 Комплект документов, например технических условий и записей, часто называется "документацией".

3 Некоторые **требования** (3.1.2) (например требование к разборчивости) относятся ко всем видам документов, однако могут быть иные требования к техническим условиям (например, требование к управлению пересмотрами) и записям (например, требование к восстановлению).

3.7.3 **нормативная и техническая документация: Документы** (3.7.2), устанавливающие **требования** (3.1.2).

Примечания

1 Нормативные документы могут относиться к деятельности (например, документированная процедура, технологическая документация на процесс или методику испытаний) или **продукции** (3.4.2) (например технические условия на продукцию, эксплуатационная документация и чертежи).

2 Термин дан в редакции, отличной от приведенной в ИСО 9000, в соответствии с терминологией, принятой в Российской Федерации.

3.7.4 **руководство по качеству: Документ** (3.7.2), определяющий **систему менеджмента качества** (3.2.3) **организации** (3.3.1).

Примечание – Руководства по качеству могут различаться по форме и детальности изложения, исходя из соответствия размеру и сложности организации.

3.7.5 **план качества: Документ** (3.7.2), определяющий, какие **процедуры** (3.4.5) и соответствующие ресурсы, кем и когда должны применяться к конкретному **проекту** (3.4.3), **продукции** (3.4.2), **процессу** (3.4.1) или контракту.

Примечания

1 Эти процедуры обычно включают те процедуры, которые имеют ссылки на процессы менеджмента качества и процессы производства продукции.

2 План качества часто содержит ссылки на разделы **руководства по качеству** (3.7.4) или документированные процедуры.

3 План качества, как правило, является одним из результатов **планирования качества** (3.2.9).

3.7.6 **запись: Документ** (3.7.2), содержащий достигнутые результаты или свидетельства осуществленной деятельности.

Примечания

1 Записи могут использоваться, например для документирования **прослеживаемости** (3.5.4), свидетельства проведения **верификации** (3.8.4), и **предупреждающих действий** (6.4) и **корректирующих действий** (3.6.5).

2 Обычно пересмотры записей не нужны в управлении.

3.8 Термины, относящиеся к оценке

3.8.1 **объективное свидетельство: Данные**, подтверждающие наличие или истинность чего-либо.

Примечание – Объективное свидетельство может быть получено путем наблюдения, измерения, **испытания** (3.8.3) или другими способами.

3.8.2 **контроль: Процедура** оценивания соответствия путем наблюдения и суждений, сопровождаемых соответствующими измерениями, испытаниями или калибровкой. [Руководство ИСО/МЭК 2].

3.8.3 **испытание: Определение** одной или нескольких **характеристик** (3.5.1) согласно установленной **процедуре** (3.4.5).

3.8.4 **верификация: Подтверждение** на основе представления **объективных свидетельств** (3.8.1) того, что установленные **требования** (3.1.2) были выполнены.

Примечания

- 1 Термин "верифицировано" используется для обозначения соответствующего статуса.
- 2 Деятельность по подтверждению может включать:
 - осуществление альтернативных расчетов;
 - сравнение **научной** и **технической документации** (3.7.3) по новому проекту с аналогичной документацией по апробированному проекту;
 - проведение **испытаний** (3.8.3) и демонстраций;
 - анализ документов до их выпуска.

3.8.5 **валидация:** Подтверждение на основе представления **объективных свидетельств** (3.8.1) того, что **требования** (3.1.2), предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены.

Примечания

- 1 Термин "подтверждено" используется для обозначения соответствующего статуса.
- 2 Условия применения могут быть реальными или смоделированными.

3.8.6 **процесс квалификации: Процесс** (3.4.1) демонстрации способности выполнить установленные **требования** (3.1.2).

Примечания

- 1 Термин "квалифицирован" используется для обозначения соответствующего статуса.
- 2 Квалификация может распространяться на работников, **продукцию** (3.4.2), процессы или **системы** (3.2.1).

Пример: квалификация аудиторов (экспертов по сертификации систем качества), квалификация материала.

3.8.7 **анализ:** Деятельность, предпринимаемая для установления пригодности, адекватности, **результативности** (3.2.14) рассматриваемого объекта для достижения установленных целей.

Примечание – Анализ может также включать определение **эффективности** (3.2.15).

Примеры: анализ со стороны руководства, анализ проектирования и разработки, анализ требований потребителей и анализ несоответствий.

3.9 Термины, относящиеся к аудиту (проверке)

Примечание – Термины и определения, данные в подразделе 9, были разработаны в ожидании публикации ИСО 19011. Возможно, они будут модифицированы в настоящем стандарте.

3.9.1 **аудит (проверка):** Систематический, независимый и документированный **процесс** (3.4.1) получения **свидетельств аудита (проверки)** (3.9.4) и объективного их оценивания с целью установления степени выполнения согласованных **критериев аудита (проверки)** (3.9.3).

Примечание – Внутренние аудиты (проверки), иногда называемые "аудиты (проверки) первой стороной", проводятся обычно самой **организацией** (3.3.1) или от ее имени для внутренних целей могут служить основанием для декларации о **соответствии** (3.6.1).

Внешние аудиты (проверки) включают аудиты, обычно называемые "аудиты (проверки) второй стороной" или "аудиты (проверки) третьей стороной".

Аудиты (проверки) второй стороной проводятся сторонами, заинтересованными в деятельности организации, например потребителями или другими лицами от их имени.

Аудиты (проверки) третьей стороной проводятся внешними независимыми организациями. Эти организации осуществляют сертификацию или регистрацию на соответствие требованиям например требованиям ГОСТ Р ИСО 9001 и ГОСТ Р ИСО 14001.

Если **системы менеджмента** (3.2.2) качества и охраны окружающей среды вместе подвергаются аудиту (проверке), это называется "комплексным аудитом".

Если две или несколько организаций проводят совместно аудит (проверку) **проверяемой организации** (3.9.8), это называется "совместным аудитом".

3.9.2 **программа аудита (проверки):** Совокупность одного или нескольких **аудитов (проверок)** (3.9.1), запланированных на конкретный период времени и направленных на достижение конкретной цели.

3.9.3 **критерии аудита (проверки):** Совокупность политики, **процедур** (3.4.5) или **требований** (3.1.2), которые применяются в виде ссылок.

3.9.4 **свидетельство аудита (проверки):** **Записи** (3.7.6), изложение фактов или другой **информации** (3.7.1), связанной с **критериями аудита (проверки)** (3.9.3), которая может быть перепроверена.

Примечание – Свидетельство аудита (проверки) может быть качественным или количественным.

3.9.5 **наблюдения аудита (проверки):** Результат оценки **свидетельства аудита (проверки)** (3.9.4) в зависимости от **критериев аудита (проверки)** (3.9.3).

Примечание – Наблюдения аудита (проверки) могут указывать на соответствие или несоответствие критериям аудита (проверки) или на возможности улучшения.

3.9.6 **заключения по результатам аудита (проверки):** Выходные данные **аудита** (3.9.1), предоставленные **группой по аудиту (проверке)** (3.9.10) после рассмотрения целей аудита и всех наблюдений **аудита** (3.9.5).

3.9.7 **заказчик аудита (проверки):** **Организация** (3.3.1) или лицо, заказавшие **аудит (проверку)** (3.9.1).

3.9.8 **проверяемая организация:** **Организация** (3.3.1), подвергающаяся **аудиту (проверке)** (3.9.1).

3.9.9* **аудитор:** Лицо, обладающее **компетентностью** (3.9.12) для проведения **аудита (проверки)** (3.9.1).

3.9.10* **группа по аудиту (проверке):** Один или несколько **аудиторов** (3.9.9), проводящих **аудит (проверку)** (3.9.1).

Примечания

1 Один из аудиторов в группе по аудиту (проверке), как правило, назначается руководителем группы по аудиту.

2 Группа по аудиту может включать стажеров и, в случае необходимости, **технических экспертов** (3.9.11).

3 В работе группы могут принимать участие наблюдатели без полномочий членов группы по аудиту.

3.9.11* **технический эксперт:** <аудит> Лицо, обладающее специальными знаниями или опытом применительно к объекту, подвергаемому аудиту.

Примечания

1 Специальные знания или опыт включают знания или опыт применительно к **организации** (3.3.1), **процессу** (3.4.1) или деятельности, подвергаемым аудиту, а также знание языка и культуры страны, где проводится аудит.

2 Технический эксперт не имеет полномочий **аудитора** (3.9.9) в **группе по аудиту (проверке)** (3.9.10).

3.9.12 **компетентность:** Выраженная способность применять свои знания и умение.

3.10 Термины, относящиеся к обеспечению качества процессов измерения

Примечание – Термины и определения, данные в подразделе 10, были разработаны в ожидании публикации ИСО 10012. Возможно, они будут модифицированы в этом стандарте.

3.10.1 **система управления измерениями:** Совокупность взаимосвязанных или взаимодействующих элементов, необходимых для достижения **метрологического подтверждения пригодности** (3.10.3) и постоянного управления **процессами измерения** (3.10.2).

3.10.2 **процесс измерения:** Совокупность операций для установления значения величины.

3.10.3 **метрологическое подтверждение пригодности:** Совокупность операций, необходимая для обеспечения соответствия **измерительного оборудования** (3.10.4) **требованиям** (3.1.2), отвечающим его назначению.

Примечания

* Пункт приведен в редакции, отличной от ИСО 9000.

* Пункт приведен в редакции, отличной от ИСО 9000.

1 Метрологическое подтверждение пригодности обычно включает калибровку или **верификацию** (3.8.4), любую необходимую юстировку или **ремонт** (3.6.9) и последующую перекалибровку, сравнение с метрологическими требованиями для предполагаемого использования оборудования, а также требуемое пломбирование и маркировку.

2 Метрологическое подтверждение пригодности не выполнено до тех пор, пока пригодность измерительного оборудования для использования по назначению не будет продемонстрирована и задокументирована.

3 Требования к использованию по назначению включают такие характеристики, как диапазон, разрешающая способность, максимально допустимые погрешности и т.д.

4 Требования к метрологическому подтверждению пригодности обычно отличаются от требований на продукцию и в них не регламентируются.

3.10.4 измерительное оборудование: Средства измерения, программные средства, эталоны, стандартные образцы, вспомогательная аппаратура или комбинация из них, необходимые для выполнения **процесса измерения** (3.10.2).

3.10.5 метрологическая характеристика: Отличительная особенность, которая может повлиять на результаты измерения.

Примечания

1 **Измерительное оборудование** (3.10.4) обычно имеет несколько метрологических характеристик.

2 Метрологические характеристики могут быть предметом калибровки.

3.10.6 метрологическая служба: Организационная структура, несущая ответственность за определение и внедрение **системы управления измерениями** (3.10.1).

Приложение 2

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ [6]

Термины, относящиеся к сертификации продукции и услуг

Испытание – техническая операция, заключающаяся в установлении одной или нескольких характеристик данной продукции, процесса или услуги в соответствии с установленной процедурой.

Метод испытания – установленные технические правила проведения испытаний.

Протокол испытаний – документ, содержащий результаты испытаний и другую информацию, относящуюся к испытаниям.

Испытательная лаборатория – лаборатория, которая проводит испытания.

Межлабораторные сравнительные испытания – организация, проведение и оценка испытаний одних и тех же или подобных изделий или материалов двумя или несколькими лабораториями в соответствии с заранее установленными условиями.

Проверка (лаборатории) на качество проведения испытаний – установление способности данной лаборатории проводить испытания посредством межлабораторных сравнительных испытаний.

Аккредитация (лаборатории) – официальное признание того, что испытательная лаборатория правомочна осуществлять конкретные испытания или конкретные типы испытаний.

Система аккредитации (лабораторий) – система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для осуществления аккредитации лабораторий.

Орган по аккредитации (лабораторий) – орган, который управляет системой аккредитации лабораторий и проводит аккредитацию.

Аккредитованная лаборатория – испытательная лаборатория, прошедшая аккредитацию.

Критерии аккредитации лабораторий – совокупность требований, используемых органом по аккредитации, которым должна отвечать испытательная лаборатория, чтобы быть аккредитованной.

Аттестация лабораторий – проверка испытательной лаборатории с целью определения ее соответствия установленным критериям.

Эксперт по аттестации лабораторий – лицо, которое осуществляет все или некоторые функции, относящиеся к аттестации лабораторий.

Лицо с правом подписи (от имени аккредитованной лаборатории) – лицо признаваемое органом по аккредитации компетентным, чтобы подписывать протоколы испытаний аккредитованной лаборатории.

Сертификация соответствия – действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Система сертификации – система, располагающая собственными правилами процедуры и управления для проведения сертификации соответствия.

Орган по сертификации – орган, проводящий сертификацию соответствия.

Контролирующий орган (для сертификации) – орган, осуществляющий по поручению органа по сертификации инспектирующую деятельность.

Лицензия (для сертификации) (сертификационная лицензия) – документ, изданный в соответствии с правилами системы сертификации, посредством которого орган по сертификации наделяет лицо или орган правом использовать сертификаты или знаки соответствия для своей продукции, процессов или услуг согласно правилам соответствующей системы сертификации.

Соискатель (для сертификации) – лицо или орган, добывающийся получения лицензии от органа по сертификации.

Обладатель лицензии (лицензиат) – лицо или орган, которому органом по сертификации выдана лицензия.

Сертификат соответствия – документ, изданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Знак соответствия (для сертификации) – защищенный в установленном порядке знак, применяемый или выданный в соответствии с правилами системы сертификации, указывающий, что данная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу.

Стандарт – документ, разработанный на основе консенсуса и утвержденный признанным органом, в котором устанавливаются для всеобщего и многократного использования правила, руководящие принципы и характеристики различных видов деятельности или их результатов и который направлен на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области.

Примечание. Стандарты должны быть основаны на обобщенных результатах науки, техники и практического опыта и направлены на достижение оптимальной пользы для общества.

Приложение 3

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ТЕРМИНЫ

Федерального закона от 27 декабря 2002 г.

"О техническом регулировании" [2]

Статья 2. Основные понятия

Для целей настоящего Федерального закона используются следующие основные понятия:

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;

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, представленный в материально-вещественной форме и предназначенный для дальнейшего использования в хозяйственных и иных целях;

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

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

сертификат 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;

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;

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 оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия;

технический регламент – документ, который принят международным договором Российской Фе-

дерации, 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, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации);

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.