

В. Ю. ШИШМАРЁВ

МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

УЧЕБНИК

*Рекомендовано
Федеральным государственным учреждением
«Федеральный институт развития образования»
в качестве учебника для студентов,
обучающихся по группе специальностей
«Информатика и вычислительная техника»*

*Регистрационный номер рецензии 451
от 04 октября 2010 г. ФГУ «ФИРО»*

6-е издание, исправленное



Москва
Издательский центр «Академия»
2016

УДК 389(075.32)
ББК 30.10я723
Ш657

Рецензент —

председатель ПКЦ ГОУ СПО «Политехнический колледж № 19» г. Москвы,
преподаватель специальных дисциплин *Н. Р. Пехотник*

Шишмарёв В. Ю.

Ш657 Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В. Ю. Шишмарёв. — 6-е изд., испр. — М. : Издательский центр «Академия», 2016. — 320 с.

ISBN 978-5-4468-3085-5

Учебник создан в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования по группе специальностей «Информатика и вычислительная техника».

Приведены основные нормативные, организационные, научно-методические и юридические положения современных стандартов, касающиеся технического регулирования, метрологии, стандартизации, сертификации и оценки качества в Российской Федерации, включая указанные вопросы при взаимодействии на международном уровне. Рассмотрена специфика технологий измерений и измерительных приборов применительно к указанной группе специальностей. Изложены требования по электромагнитной совместимости технических средств и требования, предъявляемые к качеству электрической энергии в электротехнических сетях общего назначения. Рассмотрены основные вопросы технического документооборота.

Для студентов учреждений среднего профессионального образования.

УДК 389(075.32)
ББК 30.10я723

*Оригинал-макет данного издания является собственностью
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым
способом без согласия правообладателя запрещается*

ISBN 978-5-4468-3085-5

© Шишмарёв В. Ю., 2011
© Шишмарёв В. Ю., 2016, с изменениями
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2016
© Оформление. Издательский центр «Академия», 2016

Уважаемый читатель!

Данный учебник является частью учебно-методического комплекта по группе специальностей «Информатика и вычислительная техника».

Учебник предназначен для изучения общепрофессиональной дисциплины «Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование».

Учебно-методические комплекты нового поколения включают в себя традиционные и инновационные учебные материалы, позволяющие обеспечить изучение общеобразовательных и общепрофессиональных дисциплин и профессиональных модулей. Каждый комплект содержит учебники и учебные пособия, средства обучения и контроля, необходимые для освоения общих и профессиональных компетенций, в том числе и с учетом требований работодателя.

Учебные издания дополняются электронными образовательными ресурсами. Электронные ресурсы содержат теоретические и практические модули с интерактивными упражнениями и тренажерами, мультимедийные объекты, ссылки на дополнительные материалы и ресурсы в Интернете. В них включены терминологический словарь и электронный журнал, в котором фиксируются основные параметры учебного процесса: время работы, результат выполнения контрольных и практических заданий. Электронные ресурсы легко встраиваются в учебный процесс и могут быть адаптированы к различным учебным программам.

Условные обозначения

- АИП — автоматический измерительный прибор
АЦП — аналого-цифровой преобразователь
АЭП — аналоговый электроизмерительный прибор
ВТО — Всемирная торговая организация
ГИС — гибкие измерительные системы
ГКМВ — Генеральная конференция по мерам и весам
ГМС — Государственная метрологическая служба
ГСВЧ — Государственная служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли
ГСИ — Государственная система измерений
ГСКП — Государственная система каталогизации продукции
ГСС — Государственная система стандартизации
ГССО — Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов
ГСССД — Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов
ДТП — дифференциальный трансформаторный преобразователь
ЕВРОМЕТ — Европейская организация по метрологии
ЕСКД — Единая система конструкторской документации
ЕСКК — Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации
ЕСТД — Единая система технологической документации
ҚДТ — компенсационный дифференциальный трансформатор
КИС — компьютерно-измерительная система
МБМВ — Международное бюро мер и весов
МОЗМ — Международная организация законодательной метрологии
МОМВ — Международная организация мер и весов
МПИ — Межповерочный интервал
МХ — метрологическая характеристика
МЭК — Международная электротехническая комиссия

- ОЗУ — оперативное запоминающее устройство
ПЗУ — постоянное запоминающее устройство
ПО — программное обеспечение
РСК — Российская система калибровки
СИ — средство измерений
СО — стандартный образец
ССиФМ — Соглашение по санитарным и фитосанитарным мерам
СТБТ — Соглашение по техническим барьерам в торговле
ТТЛ — транзисторно-транзисторная логика
УВТ — установка высшей точности
ФГОС — федеральный государственный стандарт
ФЗТР — Федеральный закон о техническом регулировании
ЦАП — цифроаналоговый преобразователь
ЭВМ — электронно-вычислительная машина
ЭМС — электромагнитная совместимость
ЭСЛ — эмиттерно-связанная логика

Предисловие

Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование в настоящее время приобретают все более важное значение во всех отраслях науки, техники, промышленности и экономики, особенно в условиях взаимной интеграции ряда производств на региональном и международном уровнях. Решение задач всеобщего управления качеством оказывается первостепенным для наиболее современных отраслей науки и техники: информационных систем, компьютерных сетей, систем и комплексов, программного обеспечения этих систем.

Настоящий учебник по дисциплине «Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование» построен в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) третьего поколения для группы специальностей «Информатика и вычислительная техника».

Совместно с данным учебником в состав учебно-методического комплекта, способствующего лучшему усвоению излагаемого материала, входит учебное пособие «Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование. Вопросы и ответы».

Поскольку учебник такого содержания применительно к указанной группе специальностей публикуется впервые, автор с благодарностью примет от читателей замечания и предложения по его совершенствованию.

Главная задача создания современной техники — выпуск высококачественной конкурентоспособной продукции, отвечающей требованиям потребления. Эта задача в современных условиях решается за счет разработки и внедрения на предприятии систем качества, соответствующих требованиям нормативно-технических документов международной системы стандартизации — ИСО (ISO).

Сегодня все большее признание находит концепция всеобщего управления качеством TQM (Total Quality Management), главным принципом которой является стратегическая ориентация на потребителя. Управление качеством базируется на тройственном союзе метрологии, стандартизации и сертификации (подтверждении соответствия).

Международная система стандартизации ИСО определяет **качество** как совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности. Термином «объект» здесь обозначено все, что может быть индивидуально рассмотрено и описано, т. е. товар (изделие), услуга, процесс, система.

Достижение и обеспечение высокого качества продукции невозможно без разработки и внедрения комплекса взаимосвязанных мероприятий, получивших название системы качества продукции. Эти разработки в существенной степени легли в основу принятых в настоящее время международных документов по управлению качеством продукции.

Система качества TQM в российских нормативных документах получила название «Система менеджмента качества».

В связи с принятием Федерального закона РФ от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании» (далее — ФЗТР, Закон о техническом регулировании) произошли существенные изменения в стандартизации, а сертификация стала частью более широкого понятия «техническое регулирование». Нормирование требований к точности и качеству деталей реализуется в процессе их обработки и измеряется полученными размерами деталей.

Контроль и измерения — неотъемлемая часть технологических процессов, обеспечивающих качество изделий, поэтому необходимо четко представлять причины появления погрешностей изготовления и измерений, знать методы и средства измерений (СИ) и их метрологические характеристики (МХ), а также уметь оценить результаты измерений.

Управление качеством невозможно представить без контроля качества, который основывается на учете многочисленных результатов измерений параметров технологического процесса и самого изделия. Измерения, методы и средства обеспечения их единства, а также способы достижения необходимой точности измерений изучает наука **метрология**. Принципы метрологии реализуются в деятельности по обеспечению требуемого качества измерений, в первую очередь их единства, достоверности и точности.

Одной из ветвей метрологии является **квалиметрия**, предмет которой — количественная оценка качества продукции. Российские предприятия и организации приступили к разработке и внедрению систем качества на основе пакета международных стандартов ИСО серии 9001. В этих стандартах метрология представлена важнейшим звеном, объединяющим методическую и техническую составляющие измерения, контроля и испытания. Федеральный закон РФ от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (далее — Закон об обеспечении единства измерений) относит испытания и контроль качества продукции к сфере государственного метрологического контроля и надзора. Метрология создает информационную и техническую основу для управления качеством.

Нормативную базу систем качества составляют стандарты.

Постоянное усложнение продукции и рост разнообразия услуг, проблемы защиты интересов приобретателей и контроля безопасности продукции, работ и услуг выявили необходимость сертифицировать продукцию, т. е. обеспечить гарантии соответствия их качества заявленным нормам. Федеральный закон РФ «О техническом регулировании» определяет **сертификацию** как подтверждение соответствия. Подтверждение соответствия осуществляется в формах принятия декларации о соответствии, добровольной или обязательной сертификации. Положительным результатом процедуры подтверждения соответствия является документ: декларация о соответствии или сертификат соответствия. Наличие такого документа практически означает допуск товара на рынок. Объектами процедуры подтверждения соответствия служат продукция производственно-технического и потребительского назначения, работы, услуги, системы качества.

Три «кита», на которых базируется управление качеством, тесно взаимосвязаны. Метрология и стандартизация возникли практически одновременно и развивались параллельно.

Реализация требования стандартов неизбежно связана с выполнением измерений. Стандартизованы единицы измерений и правила их применения, методы передачи размеров единиц от государственных эталонов и установок высшей точности парку рабочих СИ.

Деятельность метрологических служб регламентирована стандартами Государственной системы измерений (ГСИ).

Система сертификации также опирается на единство измерений в стране, поскольку в процессе реализации процедуры подтверждения соответствия проверяют выполнение требований стандартов и других нормативных документов, которые, как правило, содержат метрологические нормы. Каждое СИ должно иметь либо сертификат утвержденного типа, либо сертификат соответствия.

Одним из последних вступления в силу ФЗТР является существенная перестройка трех российских государственных систем сертификации. Внесенные изменения сблизили указанные национальные системы с соответствующими международными системами и облегчили вступление России в 2012 г. во Всемирную торговую организацию (ВТО).

Тесные и многогранные взаимосвязи метрологии, стандартизации и сертификации, в том числе в обеспечении качества продукции и услуг, обусловили по крайней мере два результата. Во-первых, формирует и реализует государственную политику во всех трех направлениях единый орган исполнительной власти — Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии в составе Министерства промышленности и торговли Российской Федерации (до 2004 г. эти функции исполнял Государственный комитет Российской Федерации по стандартизации и метрологии — Госстандарт России, в настоящий период — Росстандарт). Во-вторых, в соответствии с действующими образовательными стандартами в учебных планах для большинства специальностей учреждений среднего профессионального образования предусмотрена учебная дисциплина «Метрология, стандартизация, сертификация и техническое регулирование», что позволяет готовить специалистов с современными знаниями в данной области.

В науке, технике и во всех видах деятельности общества важную роль играют информационные процессы: получение информации, ее накопление, хранение, обработка, систематизация, передача и отображение. Все эти процессы осуществляются на базе техниче-

ских средств информатизации и соответствующего программного обеспечения.

Диапазон современных информационных систем и комплексов достаточно широк: от персонального компьютера до сложных систем связи и автоматизированных систем управления (АСУ). Сложные системы, состоящие из многочисленных узлов, блоков и линий связи, должны обеспечивать не только необходимую точность и достоверность получаемой и передаваемой информации, но также обладать совместимостью всех входящих в систему узлов и блоков по целому ряду параметров. Таких, как габаритные и присоединительные размеры, параметры питания и источники питания, экономичность, эргономичность, программное обеспечение, унификация аппаратных средств и др.

Таким образом, вопросы метрологии, стандартизации, сертификации и технического регулирования применительно к данной отрасли науки и техники приобретают одно из первостепенных значений.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

I

РАЗДЕЛ

- Глава 1. Основные понятия технического регулирования
- Глава 2. Технические регламенты
- Глава 3. Государственный контроль (надзор)
за соблюдением технических регламентов

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

1.1. ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН «О ТЕХНИЧЕСКОМ РЕГУЛИРОВАНИИ»

1 июля 2003 г. вступил в силу Федеральный закон Российской Федерации от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании». Закон направлен на создание основ единой политики в области технического регулирования, метрологии, стандартизации и сертификации, отвечающей современным международным требованиям.

Закон о техническом регулировании регулирует отношения, возникающие:

- при разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции или к связанным с ними процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;
- разработке, принятии, применении и исполнении на добровольной основе требований к продукции, процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг;
- оценке соответствия.

Закон также определяет права и обязанности участников регулируемых законом отношений.

Требования к функционированию единой сети связи Российской Федерации и к продукции, связанные с обеспечением целостности, устойчивости функционирования указанной сети связи и ее безопасности, отношения, связанные с обеспечением целостности единой сети связи и использование радиочастотного спектра, соответственно устанавливаются и регулируются законодательством Российской Федерации в области связи.

Действие ФЗТР не распространяется на социально-экономические, организационные, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные меры в области охраны труда, ФГОС, положения (стандарты) о бухгалтерском учете и правила (стандарты) аудиторской деятельности, стандарты эмиссии ценных бумаг и проспектов эмиссии ценных бумаг.

Закон о техническом регулировании не регулирует отношения, связанные:

- с применением мер по предотвращению возникновения и распространения массовых инфекционных заболеваний человека, профилактике заболеваний человека, оказанию медицинской помощи (за исключением случаев разработки, принятия, применения и исполнения обязательных требований к продукции, в том числе лекарственным средствам, медицинской технике, пищевой продукции);
- применением мер по охране почвы, атмосферного воздуха, водных объектов курортов, водных объектов, отнесенных к местам туризма и массового отдыха.

Закон о техническом регулировании устанавливает основные положения по следующим вопросам:

- технические регламенты;
- стандартизация;
- подтверждение соответствия;
- аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов;
- информация о нарушении требований технических регламентов и отзыв продукции;
- информация о технических регламентах и документах по стандартизации;
- финансирование в области технического регулирования.

Законодательство Российской Федерации о техническом регулировании объединяет ФЗТР и принимаемые в соответствии с ним федеральные законы и иные нормативные правовые акты Российской Федерации. Иные нормативные правовые акты Российской Федерации, касающиеся применения ФЗТР в сфере соблюдения требований технических регламентов, применяются только в части, не противоречащей ФЗТР.

Изданные федеральными органами исполнительной власти акты в сфере технического регулирования носят только рекомендательный характер за исключением случаев, установленных ст. 5 ФЗТР, касающейся особенностей технического регулирования в отношении оборонной продукции (работ, услуг) и продукции (работ, услуг), сведения о которой составляют государственную тайну.

Если международным договором установлены иные правила технического регулирования, чем те, которые предусмотрены в ФЗТР, действуют правила международного договора, а в случаях, если из международного договора следует, что для его применения требуется издание внутригосударственного акта, действуют правила международного договора и принятое на его основе законодательство Российской Федерации.

Особенности технического регулирования оборонной продукции и продукции, сведения о которой составляют государственную тайну, состоят в следующем.

1. В случае отсутствия требований технических регламентов в отношении оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой для федеральных государственных нужд по государственному оборонному закону, продукции (работ, услуг), используемой в целях защиты сведений, составляющих государственную тайну или относимых к охраняемой в соответствии с законодательством Российской Федерации информации ограниченного доступа, продукции (работ, услуг), сведения о которой составляют государственную тайну, обязательными являются требования к продукции, ее характеристикам и требования к процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, установленные федеральными органами исполнительной власти, являющимися в пределах своей компетенции государственными заказчиками оборонного заказа, и (или) государственным контрактом.

2. Порядок разработки, принятия и применения документов о стандартизации в отношении продукции (работ, услуг), указанной в п. 1, устанавливается Правительством РФ.

3. Оценка соответствия, в том числе государственный контроль (надзор) за соблюдением обязательных требований к продукции

(работам, услугам), указанным в п. 1, осуществляется в порядке, установленном Правительством РФ.

4. Обязательные требования к продукции (работам, услугам), указанной в п. 1, не должны противоречить требованиям технических регламентов.

1.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Закон о техническом регулировании устанавливает следующие понятия.

Аккредитация — официальное признание органом по аккредитации компетентности физического и юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия.

Безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации — 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 и 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 потребителей о соответствии выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов.

Знак соответствия — обозначение, служащее для информирования потребителей 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 индивидуальном 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 или иных целях.

Риск — вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических и 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 и 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 и многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производства и обращения продукции и повышения 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 Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или Указом Президента РФ, или постановлением Правительства РФ, 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.

Схема подтверждения соответствия — перечень действий участников подтверждения соответствия, результаты которых рассма-

триваются ими в качестве доказательств соответствия продукции и иных объектов установленным требованиям.

Свод правил — документ в области стандартизации, в котором содержатся технические правила и (или) описание процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции и который применяется на добровольной основе в целях соблюдения требований технических регламентов.

Региональная организация по стандартизации — организация, членами (участниками) которой являются национальные органы (организации) по стандартизации государств, входящих в один географический регион мира и (или) группу стран, находящихся в соответствии с международными договорами в процессе экономической интеграции.

Стандарт иностранного государства — стандарт, принятый национальным (компетентным) органом (организацией) по стандартизации иностранного государства.

Региональный стандарт — стандарт, принятый региональной организацией по стандартизации.

Свод правил иностранного государства — свод правил, принятый компетентным органом иностранного государства.

Региональный свод правил — свод правил, принятый региональной организацией по стандартизации.

1.3. ПРИНЦИПЫ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

Техническое регулирование осуществляется в соответствии с принципами, установленными ФЗТР:

- применение единых правил установления требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ и оказанию услуг;
- соответствие технического регулирования уровню развития национальной экономики, развития материально-технической базы, а также уровню научно-технического развития;
- единая система и правила аккредитаций;

- единые правила и методы исследований (испытаний) и измерений при проведении процедур обязательной оценки соответствия;
- применение единых требований технических регламентов независимо от видов сертификации;
- недопустимость ограничения конкуренции при осуществлении аккредитации и сертификации;
- независимость органов по аккредитации, органов по сертификации от изготовителей, продавцов, исполнителей и потребителей;
- недопустимость совмещения полномочий органа государственного контроля (надзора) и органа по сертификации;
- недопустимость совмещения одним органом полномочий на аккредитацию и сертификацию;
- недопустимость внебюджетного финансирования государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов.

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕГЛАМЕНТЫ

2.1. ЦЕЛИ ПРИНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

Потребление или эксплуатация многих видов продукции зачастую сопряжены с риском для здоровья или даже жизни людей, порчи или гибели имущества, вредным воздействием на природу, что чревато негативным влиянием на животный и растительный мир.

Технические регламенты принимаются в целях:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей.

Согласно ФЗТР со дня его вступления в силу до вступления в силу соответствующих технических регламентов требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и нормативными документами федеральных органов исполнительной власти, подлежат обязательному исполнению только в части, соответствующей перечисленным выше целям.

В соответствии с указанным законом технические регламенты должны быть приняты в течение семи лет. Принятие технических регламентов в иных целях не допускается.

2.2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

Технические регламенты с учетом степени риска причинения вреда жизни и здоровью человека, имуществу и природе устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие:

- безопасность излучений;
- биологическую безопасность;
- взрывобезопасность;
- механическую безопасность;
- пожарную безопасность;
- промышленную безопасность;
- термическую безопасность;
- химическую безопасность;
- электрическую безопасность;
- ядерную и радиационную безопасность;
- электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования;
- единство измерений.

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

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

Оценка соответствия проводится в формах государственного контроля (надзора), аккредитации, испытания, регистрации, подтверждения соответствия, приемки и ввода в эксплуатацию объекта, строительство которого закончено, и в иной форме.

Содержащиеся в технических регламентах обязательные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации; правила и форм оценки соответствия; правила идентификации; требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правила их нанесения являются исчерпывающими, имеют прямое действие на всей территории Российской Федерации. Не включенные в технические регламенты требования не могут носить обязательный характер.

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

В технических регламентах с учетом степени риска причинения вреда могут содержаться специальные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения, обеспечивающие защиту отдельных категорий граждан (несовершеннолетних, беременных женщин, кормящих матерей, инвалидов).

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

Технический регламент не может содержать требования к продукции, причиняющей вред жизни или здоровью граждан, накапливаемый при длительном использовании этой продукции и зависящий от других факторов, не позволяющих определить степень допустимого риска. В этих случаях технический регламент может содержать требование, касающееся информирования приобретателя о возможном вреде и о факторах, от которых он зависит.

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

Технический регламент может содержать специальные требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения, применяемые в отдельных местах происхождения продукции, если отсутствие таких требований в силу климатических и географических особенностей приведет к недостижению указанных выше целей.

Технические регламенты устанавливают также минимально необходимые ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры в отношении продукции, происходящей из отдельных стран и (или) мест, в том числе ограничения ввоза, использования, хранения, перевозки, реализации и утилизации, обеспечивающие биологическую безопасность (независимо от способов обеспечения безопасности).

Ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры разрабатываются и применяются на основе научных данных, а также с учетом соответствующих международных стандартов, рекомендаций и других документов международных организаций в целях соблюдения необходимого уровня ветеринарно-санитарной и фитосанитарной защиты, который определяется с учетом степени фактического научно обоснованного риска.

До принятия соответствующих технических регламентов ветеринарно-санитарные и фитосанитарные меры действуют в соответствии с Федеральным законом от 15 июля 2000 г. № 99-ФЗ «О карантине растений» и Законом РФ от 14 мая 1993 г. № 4979-1 «О ветеринарии».

Технический регламент, принимаемый федеральным законом или постановлением Правительства РФ, вступает в силу не ранее чем через шесть месяцев со дня его официального опубликования.

Правила и методы исследований (испытаний) и измерений, а также правила отбора образцов для проведения исследований (испытаний) и измерений, необходимые для применения технических регламентов, разрабатываются федеральными органами исполнительной власти в пределах их компетенции в течение шести месяцев со дня официального опубликования технических регламентов и утверждаются Правительством РФ.

Правительство РФ разрабатывает предложения об обеспечении соответствия технического регулирования интересам национальной

экономики, уровню развития материально-технической базы и уровню научно-технического развития, а также международным нормам и правилам.

Правительством РФ организуются постоянные учет и анализ всех случаев причинения вреда вследствие нарушения требований технических регламентов 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, а также организуется информирование приобретателей, изготовителей и продавцов о ситуации в области соблюдения требований технических регламентов.

В Российской Федерации согласно ФЗТР действуют общие и специальные технические регламенты.

Общие технические регламенты принимаются по вопросам: безопасной эксплуатации и утилизации машин и оборудования; безопасной эксплуатации зданий, строений, сооружений и безопасного использования прилегающих к ним территорий; пожарной безопасности; биологической безопасности; электромагнитной совместимости; экологической безопасности; ядерной и радиационной безопасности.

Согласно ФЗТР до принятия общего технического регламента по ядерной и радиационной безопасности техническое регулирование в области ядерной и радиационной безопасности осуществляется в соответствии с Федеральными законами от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии» и от 9 января 1996 г. № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения».

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

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

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ (НАДЗОР) ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

3.1. ОРГАНЫ И ОБЪЕКТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации, подведомственными им государственными учреждениями, уполномоченными на проведение государственного контроля (надзора) в соответствии с законодательством Российской Федерации (далее — органы государственного контроля (надзора)).

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется должностными лицами органов государственного контроля (надзора) в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

Государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется в отношении продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации исключительно в части соблюдения требований соответствующих технических регламентов.

В отношении продукции государственный контроль (надзор) за соблюдением требований технических регламентов осуществляется исключительно на стадии обращения продукции.

При осуществлении мероприятий по государственному контролю (надзору) за соблюдением требований технических регламентов используются правила и методы исследований (испытаний) и из-

мерений, установленные для соответствующих технических регламентов в порядке, предусмотренном ФЗТР.

3.2. ПОЛНОМОЧИЯ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ТРЕБОВАНИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

На основании положений ФЗТР и требований технических регламентов органы государственного контроля (надзора) имеют право:

- требовать от изготовителя (продавца, лица, выполняющего функции иностранного изготовителя) предъявления декларации о соответствии или сертификата соответствия, подтверждающих соответствие продукции требованиям технических регламентов, или их копий, если применение таких документов предусмотрено соответствующим техническим регламентом;
- осуществлять мероприятия по государственному контролю (надзору) за соблюдением требований технических регламентов в порядке, установленном законодательством Российской Федерации;
- выдавать предписания об устранении нарушений требований технических регламентов в срок, установленный с учетом характера нарушения;
- принимать мотивированные решения о запрете передачи продукции, а также о полном или частичном приостановлении процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, если (продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) обязан принять необходимые меры для того, чтобы до завершения проверки, возможный вред, связанный с обращением данной продукции, не увеличился.

При подтверждении достоверности информации о несоответствии продукции требованиям технических регламентов изготовитель (продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) в течение 10 дней с момента подтверждения достоверности такой информации обязан разработать программу мероприятий по предотвращению причинения вреда и согласовать ее с

органом государственного контроля (надзора) в соответствии с его компетенцией.

Устранение недостатков, а также доставка продукции к месту устранения недостатков и возврат ее приобретателям осуществляются изготовителем (продавцом, лицом, выполняющим функции иностранного изготовителя) и за его счет.

В случае если угроза причинения вреда не может быть устранена путем проведения мероприятий, указанных выше, изготовитель (продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) обязан незамедлительно приостановить производство и реализацию продукции, отозвать продукцию и возместить приобретателям убытки, возникшие в связи с отзывом продукции.

На весь период действия программы мероприятий по предотвращению причинения вреда изготовитель (продавец, лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя) за свой счет обязан обеспечить приобретателям возможность получения оперативной информации о необходимых действиях.

3.3. ПРАВА ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ИНФОРМАЦИИ О НЕСООТВЕТСТВИИ ПРОДУКЦИИ ТРЕБОВАНИЯМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТОВ

Органы государственного контроля (надзора) в случае получения информации о несоответствии продукции требованиям технических регламентов в возможно короткие сроки **п р о в о д я т п р о в е р к у** достоверности полученной информации.

В ходе проведения проверки органы государственного контроля (надзора) вправе:

- требовать от изготовителя (продавца, лица, выполняющего функции иностранного изготовителя) материалы проверки достоверности информации о несоответствии продукции требованиям технических регламентов;
- запрашивать у изготовителя (исполнителя, продавца, лица, выполняющего функции иностранного изготовителя) и иных лиц дополнительную информацию о продукции, процессах производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, в том числе результаты исследований (ис-

пытаний) и измерений, проведенных при осуществлении обязательного подтверждения соответствия;

- направлять запросы в другие федеральные органы исполнительной власти;
- при необходимости привлекать специалистов для анализа полученных материалов.

Если информация о несоответствии продукции требованиям технических регламентов признана достоверной, орган государственного контроля (надзора) в соответствии с его компетенцией в течение 10 дней выдает предписание о разработке изготовителем (продавцом, лицом, выполняющим функции иностранного изготовителя) программы мероприятий по предотвращению причинения вреда, содействует в ее реализации и контролирует ее выполнение.

Орган государственного контроля (надзор) осуществляет следующие действия:

- способствует распространению информации о сроках и порядке проведения мероприятий по предотвращению причинения вреда;
- запрашивает у изготовителя (продавца, лица, выполняющего функции иностранного изготовителя) и иных лиц документы, подтверждающие проведение мероприятий, указанных в программе мероприятий по предотвращению причинения вреда;
- проверяет соблюдение сроков, указанных в программе мероприятий по предотвращению причинения вреда;
- принимает решение об обращении в суд с иском о принудительном отзыве продукции.

В случае невыполнения предписания, указанного выше, или невыполнения программы мероприятия по предотвращению причинения вреда орган государственного контроля (надзора) в соответствии с его компетенцией, а также иные лица, которым стало известно о невыполнении изготовителем (продавцом, лицом, выполняющим функции иностранного изготовителя) программы мероприятий по предотвращению причинения вреда, вправе обратиться в суд с иском о принудительном отзыве продукции.

При удовлетворении иска о принудительном отзыве продукции суд обязывает ответчика совершить определенные действия, связанные с отзывом продукции, в установленный судом срок, а также довести решение суда не позже одного месяца со дня его вступления

в законную силу до сведения приобретателей через средства массовой информации или иным способом.

Если ответчик не исполнит решение суда в установленный срок, истец вправе совершить эти действия за счет ответчика с взысканием с него необходимых расходов. За нарушение требований ФЗТР об отзыве продукции могут быть применены меры уголовного и административного воздействия в соответствии с законодательством Российской Федерации.

3.4. ИНФОРМАЦИЯ О ТЕХНИЧЕСКИХ РЕГЛАМЕНТАХ И ДОКУМЕНТАХ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

В соответствии с ФЗТР национальные стандарты и общероссийские классификаторы, а также информация об их разработке должны быть доступны заинтересованным лицам.

Официальное опубликование в установленном порядке национальных стандартов и общероссийских классификаторов осуществляется национальным органом по стандартизации. Порядок опубликования определяется Правительством РФ.

Технические регламенты, документы национальной системы стандартизации, международные стандарты, правила стандартизации, нормы стандартизации и рекомендации по стандартизации, национальные стандарты других государств и информация о международных договорах в области стандартизации и подтверждения соответствия и о правилах их применения составляют Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов (государственный информационный ресурс).

В Российской Федерации создается и функционирует единая информационная система, предназначенная для обеспечения заинтересованных лиц информацией о документах, входящих в состав Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов. Заинтересованным лицам обеспечивается свободный доступ к создаваемым информационным ресурсам, за исключением случаев, если в интересах сохранения государственной, служебной или коммерческой тайны такой доступ должен быть ограничен.

Международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных государств, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований

принятого технического регламента или которые содержат правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения принятого технического регламента и осуществления оценки соответствия, подлежат регистрации в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов. Для осуществления регистрации стандартов и сводов правил заинтересованное лицо представляет в национальный орган по стандартизации заявление о регистрации соответствующего стандарта или свода правил. Вместе с документами, необходимыми для регистрации стандарта или свода правил, в национальный орган по стандартизации также могут быть представлены заключения общероссийских общественных организаций предпринимателей, Торгово-промышленной палаты Российской Федерации. В этих заключениях могут содержаться рекомендации о применении международного стандарта, регионального стандарта, регионального свода правил, стандарта иностранного государства и свода правил иностранного государства для обеспечения соблюдения на добровольной основе требований принятого технического регламента или для проведения исследований (испытаний) и измерений, отбора образцов, необходимых для применения и исполнения принятого технического регламента и осуществления оценки соответствия.

Основанием для отказа в регистрации стандарта или свода правил является несоблюдение требований, предусмотренных процедурой подачи заявления, а также мотивированное заключение технического комитета (технических комитетов) по стандартизации об отклонении стандарта или свода правил. Основанием для отказа во включении зарегистрированного стандарта или свода правил в перечень документов в области стандартизации, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований принятого технического регламента, является также мотивированное заключение технического комитета (технических комитетов) по стандартизации о невозможности его применения для целей оценки соответствия.

В течение 5 дней со дня принятия решения по представленному на регистрацию стандарту или своду правил национальный орган по стандартизации направляет заинтересованному лицу копию решения вместе с заключением технического комитета (технических комитетов) по стандартизации. Отказ национального органа по стандартизации в регистрации и (или) во включении стандарта или свода правил в перечень документов в области стандартизации может быть обжалован в судебном порядке.

МЕТРОЛОГИЯ

II

РАЗДЕЛ

- Глава 4. Государственная метрологическая служба России
- Глава 5. Физические величины и их единицы
- Глава 6. Методы и средства получения измерительной информации
- Глава 7. Метрологические показатели измерений

ГОСУДАРСТВЕННАЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА РОССИИ

4.1. ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Обеспечение единства измерений в Российской Федерации регламентируется положениями Закона об обеспечении единств измерений. Целями Федерального закона являются:

- установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;
- защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- обеспечение потребности граждан, общества и государства в получении объективных, достоверных и сопоставимых результатов измерений, используемых в целях защиты жизни и здоровья граждан, охраны окружающей среды, животного и растительного мира, обеспечения обороны и безопасности государства, в том числе экономической безопасности;
- содействие развитию экономики Российской Федерации и научно-техническому прогрессу.

Закон об обеспечении единства измерений регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применении стандартных образцов, средств измерений, методик (методов) измерений, а также при осуществлении деятельности по

обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

Сфера государственного регулирования обеспечения единства измерений распространяется на измерения, к которым установлены обязательные требования. Их необходимо выполнять при осуществлении различной деятельности, которая включает в себя:

- деятельность в области здравоохранения;
- области ветеринарии;
- области охраны окружающей среды;
- обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях;
- обеспечение безопасных условий и охраны труда;
- производственный контроль за соблюдением установленных законодательством Российской Федерации требований промышленной безопасности к эксплуатации опасного производственного объекта;
- торговлю и товарообменные операции, работы по фасовке товаров;
- государственные учетные операции;
- услуги почтовой связи и учет объема оказанных услуг электросвязи операторами связи;
- деятельность в области обороны и безопасности государства;
- геодезическую и картографическую деятельность;
- деятельность в области гидрометеорологии;
- банковские, налоговые и таможенные операции;
- оценку соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям;
- проведение официальных спортивных соревнований, обеспечение подготовки спортсменов высокого класса;
- выполнение поручений суда, органов прокуратуры, государственных органов исполнительной власти;
- мероприятия государственного контроля (надзора).

К сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений относятся также измерения, предусмотренные законодательством Российской Федерации о техническом регулировании. Сфера государственного регулирования обеспечения единства из-

мерений распространяется на единицы величин, эталоны единиц величин, стандартные образцы и СИ, к которым установлены обязательные требования.

Особенности обеспечения единства измерений при осуществлении деятельности в области обороны и безопасности государства устанавливаются Правительством РФ.

В Законе об обеспечении единства измерений:

- регламентированы основные понятия в области измерений;
- установлены требования к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам и средствам измерений;
- определен порядок государственного регулирования в области обеспечения единства измерений;
- установлен порядок калибровки СИ и аккредитации в области обеспечения единства измерений;
- определены задачи и функции федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений;
- установлены организационные основы обеспечения единства измерений и ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации об обеспечении единства измерений.

4.2. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

В Законе об обеспечении единства измерений применяются следующие основные понятия.

Аттестация методик (методов) измерений — исследование и подтверждение соответствия методик (методов) измерений установленным метрологическим требованиям к измерениям.

Ввод в эксплуатацию средства измерений — документально оформленная в установленном порядке готовность средства измерений к использованию по назначению.

Государственный метрологический надзор — контрольная деятельность в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, осуществляемая уполномоченными федеральными органами исполнительной власти и заключающаяся в систематической проверке соблюдения установленных законодатель-

ством Российской Федерации обязательных требований, а также в применении установленных законодательством Российской Федерации мер за нарушения, выявленные во время надзорных действий.

Государственный первичный эталон единицы величины — государственный эталон единицы величины, обеспечивающий воспроизведение, хранение и передачу единицы величины с наивысшей в Российской Федерации точностью, утверждаемый в этом качестве в установленном порядке и применяемый в качестве исходного на территории Российской Федерации.

Государственный эталон единицы величины — эталон единицы величины, находящийся в федеральной собственности.

Единица величины — фиксированное значение величины, которое принято за единицу данной величины и применяется для количественного выражения однородных с ней величин.

Единство измерений — состояние измерений, при котором их результаты выражены в допущенных к применению в Российской Федерации единицах величин, а показатели точности измерений не выходят за установленные границы.

Измерение — совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

Испытания стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа — работы по определению метрологических и технических характеристик однотипных стандартных образцов или средств измерений.

Калибровка средств измерений — совокупность операций, выполняемых в целях определения действительных значений метрологических характеристик средств измерений.

Методика (метод) измерений — совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности.

Метрологическая служба — организующие и (или) выполняющие работы по обеспечению единства измерений и (или) оказывающие услуги по обеспечению единства измерений структурное подразделение центрального аппарата федерального органа исполнительной власти и (или) его территориального органа, юридическое лицо или структурное подразделение юридического лица либо объединения юридических лиц, работники юридического лица, индивидуальный предприниматель.

Метрологическая экспертиза — анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований приме-

нительно к объекту, подвергаемому экспертизе. Метрологическая экспертиза проводится в обязательном (обязательная метрологическая экспертиза) или добровольном порядке.

Метрологические требования — требования к влияющим на результат и показатели точности измерений характеристикам (параметрам) измерений, эталонов единиц величин, стандартных образцов, средств измерений, а также к условиям, при которых эти характеристики (параметры) должны быть обеспечены.

Обязательные метрологические требования — метрологические требования, установленные нормативными правовыми актами Российской Федерации и обязательные для соблюдения на территории Российской Федерации.

Передача единицы величины — приведение единицы величины, хранимой средством измерений, к единице величины, воспроизводимой эталоном данной единицы величины или стандартным образцом.

Проверка средств измерений (далее — поверка) — совокупность операций, выполняемых в целях подтверждения соответствия средств измерений метрологическим требованиям.

Прослеживаемость — свойство эталона единицы величины или средства измерений, заключающееся в документально подтвержденном установлении их связи с государственным первичным эталоном соответствующей единицы величины посредством сличения эталонов единиц величин, поверки, калибровки средств измерений.

Прямое измерение — измерение, при котором искомое значение величины получают непосредственно от средства измерений.

Сличение эталонов единиц величин — совокупность операций, устанавливающих соотношение между единицами величин, воспроизводимых эталонами единиц величин одного уровня точности и в одинаковых условиях.

Средство измерений — техническое средство, предназначенное для измерений.

Стандартный образец — образец вещества (материала) с установленными по результатам испытаний значениями одной и более величин, характеризующих состав или свойство этого вещества (материала).

Технические системы и устройства с измерительными функциями — технические системы и устройства, которые наряду с их основными функциями выполняют измерительные функции.

Технические требования к средствам измерений — требования, которые определяют особенности конструкции средств из-

мерений (без ограничения их технического совершенствования) в целях сохранения их метрологических характеристик в процессе эксплуатации средств измерений, достижения достоверности результата измерений, предотвращения несанкционированных настройки и вмешательства, а также требования, обеспечивающие безопасность и электромагнитную совместимость средств измерений.

Тип средств измерений — совокупность средств измерений, предназначенных для измерений одних и тех же величин, выраженных в одних и тех же единицах величин, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

Тип стандартных образцов — совокупность стандартных образцов одного и того же назначения, изготавливаемых из одного и того же вещества (материала) по одной и той же технической документации.

Утверждение типа стандартных образцов или типа средств измерений — документально оформленное в установленном порядке решение о признании соответствия типа стандартных образцов или типа средств измерений метрологическим и техническим требованиям (характеристикам) на основании результатов испытаний стандартных образцов или средств измерений в целях утверждения типа.

Фасованные товары в упаковках — товары, которые упаковываются в отсутствие покупателя, при этом содержимое упаковки не может быть изменено без ее вскрытия или деформирования, а масса, объем, длина, площадь или иные величины, определяющие количество содержащегося в упаковке товара, должны быть обозначены на упаковке.

Эталон единицы величины — техническое средство, предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины.

4.3. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Под **метрологическим обеспечением** понимают установление научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

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

Особенностью правового положения ГМС является подчиненность ее по вертикали — Федеральному агентству по техническому регулированию и метрологии. В состав ГМС входят: государственные научные метрологические центры; органы ГМС на территориях субъектов Российской Федерации, в том числе в Москве и Санкт-Петербурге.

Государственные научные метрологические центры представлены такими институтами, как Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС, Москва), Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева (ВНИИМ, Санкт-Петербург), Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ, Московская обл.), Сибирский научно-исследовательский институт метрологии (СНИИМ, Новосибирск), Уральский научно-исследовательский институт метрологии (УНИИМ, Екатеринбург), Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии (ВНИИР, Казань), Восточно-Сибирский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений (ВС ВНИИФТРИ, Иркутск).

Государственные научные метрологические центры являются хранителями государственных эталонов, проводят исследования в области теории измерений, применения принципов и методов высокоточных измерений, разработки научно-методических основ совершенствования российской системы измерений, разрабатывают нормативные документы по обеспечению единства измерений.

Основными функциями **территориальных органов** являются:

- государственный метрологический контроль и надзор за обеспечением единства измерений в регионе;
- метрологическое обеспечение предприятий и организаций;
- поверка и калибровка СИ;
- аккредитация поверочных и калибровочных лабораторий;
- обучение и аттестация поверителей;
- разработка новых СИ;
- техническое обслуживание и ремонт СИ.

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

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

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

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

4.4. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ СЛУЖБЫ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ, НА ПРЕДПРИЯТИЯХ И В ОРГАНИЗАЦИЯХ

Метрологические службы федеральных органов управления создаются в министерствах (агентствах, комитетах) в целях выпол-

нения работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений, проведения метрологического контроля и надзора.

Метрологические службы организованы в таких министерствах, как Минздравсоцразвития России, Минатом России, Минприроды России, Минобороны России и других федеральных органах исполнительной власти. Такие службы функционируют также в составе крупных производственных объединений и других организациях. Метрологические службы федеральных органов управления осуществляют свою деятельность в соответствии с Законом об обеспечении единства измерений. Основные цели, задачи, права и обязанности метрологических служб государственных органов управления определены правилами по метрологии ПР 50.732—93 «Государственная система измерений. Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления и юридических лиц». К основным задачам метрологических служб федеральных органов управления относятся:

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

Метрологические службы юридических лиц относятся к числу основных звеньев метрологической службы федеральных органов управления. На крупных промышленных предприятиях приказом руководства формируется самостоятельное структурное подразделение (отдел, бюро), возглавляемое главным метрологом предприятия, подчиняющимся непосредственно главному инженеру (техническому директору).

Основными задачами **метрологической службы предприятия** являются:

- обеспечение единства измерений, повышение уровня и совершенствование техники измерений, испытаний и контроля на предприятии;

- организация и проведение работ по подготовке и совершенствованию метрологического обеспечения во всех областях деятельности предприятия;
- определение необходимой номенклатуры и планомерное внедрение средств и методик выполнения измерений, испытаний и контроля, отвечающих современным требованиям и обеспечивающих повышение эффективности научных исследований, проектных, конструкторских и экспериментальных работ, поддержание заданных режимов технологических процессов, объективный контроль качества продукции, контроль соблюдения безопасных условий труда.

Метрологическая служба предприятия осуществляет свою работу под методическим руководством метрологической службы государственного органа в тесном взаимодействии со службами стандартизации, надежности и сертификации продукции предприятия.

На метрологическую службу предприятия возлагаются следующие обязанности:

- проведение систематического анализа состояния метрологического обеспечения производства, научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ;
- разработка, согласование и внедрение стандартов и других нормативных документов по вопросам метрологического обеспечения;
- организация и участие в проведении метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации, разрабатываемой на предприятии;
- разработка для нужд предприятия совместно с другими подразделениями СИ, их испытания и контроль;
- участие в проведении испытаний продукции и подготовке ее к сертификации;
- участие в разработке и внедрении локальных поверочных схем, поддержание в надлежащем состоянии эталонных СИ и организация своевременной поверки рабочих СИ;
- организация и проведение ремонта СИ, изучение их эксплуатационных свойств;
- участие в обеспечении подразделений предприятия средствами измерений, стандартными образцами состава и свойств веществ и материалов, ведение учета СИ;

- организация обучения и повышение квалификации работников предприятия, связанных с выполнением измерений;
- предъявление руководителям подразделений предписаний об устранении выявленных нарушений метрологических правил, требований и норм, об изъятии из применения непригодных СИ.

На небольших предприятиях, при малых объемах работ Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии рекомендует вместо организации метрологических служб назначать лиц, ответственных за обеспечение единства измерений.

4.5. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений осуществляется в следующих формах:

- утверждение типа стандартных образцов или типа СИ;
- поверка СИ;
- метрологическая экспертиза;
- государственный метрологический контроль и надзор;
- аттестация методик (методов) измерений и др.

Тип стандартных образцов или тип средств измерений, применяемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, подлежит обязательному утверждению. При утверждении типа средств измерений устанавливаются показатели точности, интервал между поверками СИ, а также методика поверки данного типа СИ.

Решение об утверждении типа стандартных образцов или типа СИ принимается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области обеспечения единства измерений, на основании положительных результатов испытаний стандартных образцов или СИ в целях утверждения типа.

Утверждение типа стандартных образцов или типа СИ удостоверяется свидетельством об утверждении типа стандартных образцов или типа СИ, выдаваемым федеральным органом исполнитель-

ной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области обеспечения единства измерений. В течение срока действия свидетельства об утверждении типа СИ интервал между поверками СИ может быть изменен только федеральным органом исполнительной власти.

Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первоначальной поверке, а в процессе эксплуатации — периодически. Применяющие средства измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели обязаны своевременно представлять эти средства измерений на поверку.

Результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки и (или) свидетельством о поверке. Средства измерений, не предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, могут подвергаться поверке в добровольном порядке.

Содержащиеся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требования к измерениям, стандартным образцам и средствам измерений подлежат обязательной **метрологической экспертизе**. Заключение обязательной метрологической экспертизы в отношении указанных требований рассматриваются принимающими эти акты федеральными органами исполнительной власти.

Обязательная метрологическая экспертиза содержащихся в проектах нормативных правовых актов Российской Федерации требований к измерениям, стандартным образцам и СИ проводится государственными научными метрологическими институтами.

Обязательную метрологическую экспертизу стандартов, продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов проводят аккредитованные в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

В добровольном порядке может проводиться метрологическая экспертиза продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, в отношении которых

законодательством Российской Федерации не предусмотрена обязательная метрологическая экспертиза.

Государственный метрологический контроль и надзор осуществляется ГМС в целях проверки соблюдения пользователями СИ Закона об обеспечении единства измерений, требований технических регламентов и других нормативных документов в области метрологии и включает в себя надзор:

- за соблюдением обязательных требований в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений к измерениям, единицам величин, а также к эталонам единиц величин, стандартным образцам, СИ при их выпуске из производства, ввозе на территорию Российской Федерации, продаже и применении на территории Российской Федерации;
- наличием и соблюдением аттестованных методик (методов) измерений;
- соблюдением обязательных требований к отклонениям количества фасованных товаров в упаковках от заявленного значения.

Государственный метрологический надзор распространяется на деятельность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих:

- измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;
- выпуск из производства предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений эталонов единиц величин, стандартных образцов и СИ, а также их ввоз на территорию Российской Федерации, продажу и применение на территории Российской Федерации;
- расфасовку товаров.

Государственный метрологический надзор осуществляется федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по государственному метрологическому надзору, а также другими федеральными органами исполнительной власти, уполномоченными Президентом РФ или Правительством РФ на осуществление данного вида в пределах их компетенции. При распределении полномочий не допускается одновременное возложение полномочий по проверке соблюдения одних и тех же требований у одного субъекта проверки на два и более федеральных органа исполнительной власти.

Должностные лица, проводящие предусмотренную проверку, при предъявлении служебного удостоверения и распоряжения федерального органа исполнительной власти, осуществляющего государственный метрологический надзор, о проведении проверки в п р а в е:

- посещать объекты (территории и помещения) юридических лиц и индивидуальных предпринимателей в целях осуществления государственного метрологического надзора во время исполнения служебных обязанностей;
- получать документы и сведения, необходимые для проведения проверки.

Должностные лица, осуществляющие государственный метрологический надзор, о б я з а н ы:

- проверять соответствие используемых единиц величин единицам величин, допущенным к применению в Российской Федерации;
- проверять состояние и применение эталонов единиц величин, стандартных образцов и СИ в целях установления их соответствия обязательным требованиям;
- проверять наличие и соблюдение аттестованных методик (методов) измерений;
- проверять соблюдение обязательных требований к измерениям и обязательных требований к отклонениям количества фасованных товаров в упаковках от заявленного значения;
- соблюдать государственную, коммерческую, служебную и иную охраняемую законом тайну.

При выявлении нарушений должностное лицо, осуществляющее государственный метрологический надзор, о б я з а н о:

- запрещать выпуск из производства, ввоз на территорию Российской Федерации и продажу предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений стандартных образцов и СИ неутвержденных типов или не соответствующих обязательным требованиям;
- запрещать применение стандартных образцов и СИ неутвержденных типов или стандартных образцов и СИ, не соответствующих обязательным требованиям, а также неуполномоченных СИ при выполнении измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;

- давать обязательные к исполнению предписания и устанавливать сроки устранения нарушений установленных законодательством Российской Федерации обязательных требований.

4.6. МЕЖДУНАРОДНЫЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗАЦИИ

Международное сотрудничество в области метрологии является важным фактором в решении таких крупных международных проблем, как торговля, научно-техническое сотрудничество, проблемы сырья, топлива и энергетики, продовольствия, охраны окружающей среды, использования ресурсов Мирового океана и т. д.

Метрология обеспечивает решение перечисленных проблем при соблюдении единства измерений как необходимого условия сопоставимости результатов испытаний и сертификации продукции. Именно эта задача является важнейшей в деятельности международных метрологических организаций, благодаря усилиям которых принята Международная система единиц физических величин (система СИ), действует сопоставимая терминология, приняты рекомендации по испытаниям средств измерений перед выпуском серийной продукции и т. д.

Россия принимает активное участие в международных организациях по метрологии. Среди них наиболее известными являются Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ), Международная организация мер и весов (МОМВ), Европейская организация по метрологии (ЕВРОМЕТ) и ряд других.

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

Главные цели МОЗМ — разработка общих вопросов законодательной метрологии, в том числе установления классов точности СИ, обеспечения единообразия определения типов и образцов систем СИ, рекомендаций по испытаниям в целях установления единообразия метрологических характеристик СИ независимо от страны-изготовителя, определение порядка поверки и калибровки СИ.

Международная организация законодательной метрологии издает международные рекомендации, которые охватывают: терминологию в области метрологии, требования к метрологическим

характеристикам СИ, способы выражения погрешностей СИ и результатов измерений, требования к метрологической деятельности, которые касаются испытаний, поверки, сертификации, калибровки СИ, метрологического контроля и надзора за обеспечением единства измерений и т. п. Документы МОЗМ носят рекомендательный характер.

Россию в МОЗМ представляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, а также ряд министерств и ведомств. Участие России в работе МОЗМ позволяет активно влиять на содержание принимаемых рекомендаций, что дает возможность совершенствовать метрологическую деятельность в стране, гармонизовать ее с международными организациями — МОМВ, Международной электротехнической комиссией (МЭК), Международной организацией по стандартизации (ISO) и др.

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

Цель МОМВ — унификация национальных систем единиц измерений, физических величин и установление единых фактических эталонов длины и массы (метра и килограмма). В соответствии с упомянутой Конвенцией было создано Международное бюро мер и весов (МБМВ) — международная научно-исследовательская лаборатория, которая хранит и поддерживает международные эталоны. В практическом плане главной задачей МБМВ является сличение национальных эталонов с международными. Научное направление работы МБМВ — совершенствование метрической системы измерений и международных эталонов, разработка и применение новых методов и средств точных измерений, координация научно-исследовательских работ стран-членов в области метрологии.

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

Результаты научных работ МОМВ значительны. Достаточно назвать принятие в Международной системе единиц новых определений секунды, метра, электрических единиц и др. Важным результатом участия в работе МОМВ является переход стран на единые единицы и эталоны. Это обеспечивает основу для взаимного признания результатов измерений и испытаний, позволяет устранить технические барьеры в международной торговле.

Среди региональных международных организаций по метрологии, которые появились в последние годы, следует упомянуть **Европейскую организацию по метрологии**. Она работает в области исследования и разработки национальных эталонов, содействует развитию поверочных служб стран-членов на высшем метрологическом уровне, разрабатывает методы измерения наивысшей точности.

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

Между государствами — бывшими республиками СССР, членами СНГ подписано Межправительственное соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации. В соответствии с этим документом сохраняется единство измерений на основе государственных стандартов СССР (теперь национальных стандартов России), использование единых эталонов, стандартных справочных данных, стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов. Соглашение содержит положение о взаимном признании результатов испытаний СИ и их проверки.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ЕДИНИЦЫ

5.1. ВИДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЕДИНИЦ

В науке, технике и повседневной жизни человек имеет дело с разнообразными свойствами окружающих тел. Эти свойства отражают процессы взаимодействия тел между собой и их воздействие на органы чувств. Для описания свойств вводятся физические величины, каждая из которых является качественно общей для многих объектов (физических тел, их состояния, процессов, в которых они участвуют), но в количественном отношении различной для разных объектов.

Единица физической величины — это значение данной величины, которое по определению считается равным 1.

Операция, с помощью которой становится известным числовое значение той или иной величины для определенного объекта, представляет собой **измерение этой величины**.

Чтобы измерение физической величины имело однозначный характер, следует обеспечить выполнение следующего условия: отношение двух однородных (одноименных) величин не должно зависеть от того, с помощью какой единицы они измерены. Большинство физических величин удовлетворяет этому условию, которое обычно называют **условием абсолютного значения относительного количества**. Это условие может быть соблюдено при наличии по крайней мере принципиальной возможности такого количественного сравнения двух однородных величин, в результате которого получается число, выражающее отношение этих вели-

чин. Однако иногда требуется измерить свойства, которые не могут быть охарактеризованы величиной, отвечающей данному требованию. В этом случае вводят некоторые условные величины и шкалы. Существовало и существует большое число разнообразных единиц величин, что создает серьезные трудности прежде всего в международных торговых отношениях и обмене результатами научных исследований. Выделяют основные и производные единицы.

Основные единицы независимы друг от друга. С их помощью устанавливаются связи с другими физическими величинами на основе закономерностей между ними. Таким образом, из нескольких условно выбираемых основных единиц строятся производные единицы.

В метрологии существует два вида уравнений, связывающих между собой различные физические величины:

- уравнения связи между величинами;
- уравнения связи между числовыми значениями.

Первые представляют соотношения между величинами в общем виде, независимо от единиц; вторые могут иметь различный вид в зависимости от выбранных единиц и входящих в уравнение величин.

При этом в уравнениях связи между числовыми значениями часто имеются коэффициенты пропорциональности. Именно для установления единиц физических величин используются уравнения связи между числовыми значениями.

Первый вид уравнений имеет вид

$$X = f(X_1, X_2, \dots, X_m), \quad (5.1)$$

где X_1, X_2, \dots, X_m — величины, связанные с измеряемой величиной X некоторым уравнением связи.

Уравнение (5.1), если X_1, X_2, \dots, X_m представляют собой основные величины, служит для образования производных величин. Например, сила F определяется уравнением $F = ma = mlT^{-2}$, где m — масса тела, к которому приложена сила; a — ускорение, приобретаемое телом при приложении к нему данной силы; l — длина. Поскольку длина, масса и время во всех системах представляют собой основные величины, то сила является производной величиной.

Второй вид уравнений — уравнения связи между числовыми значениями, которые используются для установления единиц измерений. Входящие в уравнение (5.1) величины можно представить в соответствии с основным уравнением измерений в следующем виде:

$$X = q[X]; X_1 = q_1[X_1]; X_2 = q_2[X_2]; X_m = q_m[X_m],$$

где q, q_1, q_2, \dots, q_m — числовые значения; $[X], [X_1], [X_2], [X_m]$ — единицы величин.

5.2. СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Система единиц — это совокупность основных и производных единиц, относящихся к некоторой системе величин, построенная в соответствии с принятыми принципами.

Исторически первой системой единиц физических величин была принятая в 1791 г. Национальным собранием Франции метрическая система мер. Она не являлась еще системой единиц в современном понимании, а включала в себя единицы длин, площадей, объемов, вместимостей и веса, в основу которых были положены две единицы: метр и килограмм.

В 1832 г. немецкий математик К.Гаусс предложил методику построения системы единиц как совокупности основных и производных. За основу были приняты три независимые друг от друга единицы: миллиметр — единица длины; миллиграмм — единица массы; секунда — единица времени. Все остальные единицы можно было определить с помощью этих трех. Такую систему единиц, связанных определенным образом с тремя основными единицами длины, массы и времени, Гаусс назвал **абсолютной системой**.

В дальнейшем с развитием науки и техники появился ряд систем единиц физических величин, построенных по принципу, предложенному Гауссом, базирующихся на метрической системе мер, но отличающихся друг от друга основными единицами.

Система СГС. Система единиц физических величин СГС, в которой основными единицами являются **сантиметр** как единица длины, **грамм** как единица массы и **секунда** как единица времени, была принята в 1881 г. Первым международным конгрессом электриков. Конгресс основывался на принципах, предложенных Гауссом, и ввел наименование для двух важнейших производных единиц: **дина** — для измерения силы и **эрг** — работы. Для измерения мощности в системе СГС применяется эрг в секунду, кинетической вязкости — стокс, динамической — пуаз.

Давление в системе СГС измеряют в динах на квадратный сантиметр. Эта единица в прошлом называлась бар, однако в связи

с переименованием в бар единицы давления, равной 10^5 Н/м^2 , для единиц давления СГС иногда применяют наименование барий и одновременно микробар (так как она равна одной миллионной нового бара).

В области механических измерений система СГС опирается на три основные единицы, из которых остальные образуются как производные.

Сложнее обстоит дело с применением системы СГС для электрических и магнитных измерений. Исторически сложилось так, что для них к настоящему времени существует семь видов системы СГС для электрических и магнитных величин, из которых наиболее распространены три:

1) система СГСЭ, построенная на трех основных единицах — сантиметре, грамме, секунде; диэлектрическая проницаемость вакуума принята равной безразмерной единице. Эта система называется также абсолютной электростатической системой единиц;

2) система СГСМ, основные единицы которой такие же, как и системы СГСЭ — сантиметр, грамм, секунда, а магнитная проницаемость вакуума принята равной безразмерной единице. Эта система называется также абсолютной электромагнитной системой единиц;

3) система СГС, называемая также симметричной или системой Гаусса. В ней электрические единицы совпадают с электрическими единицами СГСЭ, а магнитные — с магнитными.

Система МКГСС. В период установления метрической системы мер, в конце XVIII в., килограмм был принят как единица веса.

Применение килограмма как единицы веса, а в последующем как единицы силы вообще, привело в конце XIX в. к формированию системы единиц физических величин с тремя основными единицами: метр — единица длины, килограмм-сила — единица силы и секунда — единица времени (система МКГС). Килограмм-сила (кгс) — это сила, которая сообщает массе, равной массе международного прототипа килограмма, ускорение $9,80665 \text{ м/с}^2$ (нормальное ускорение свободного падения).

Эта система единиц широко распространилась в механике и технике, получив неофициальное наименование «техническая». Одной из причин распространения системы МКГСС явилось удобство выражения сил в единицах веса и удобный размер основной единицы силы — килограмм-силы.

За единицу массы в системе МКГСС принята масса тела, получающего ускорение 1 м/с^2 под действием приложенной силы

1 кгс. Эта единица (килограмм-сила-секунда в квадрате на метр) иногда называется технической единицей массы или инертной, хотя оба эти наименования не установлены ни в одной из рекомендаций на единицы физических величин. Единица массы МКГСС — $1 \text{ кгс} \cdot \text{с}^2/\text{м} \approx 9,81 \text{ кг}$ — единицы массы системы СИ. Широко применялись в технике единицы работы и энергии МКГСС — килограмм-сила-метр (кгс-м) и единица мощности — килограмм-сила-метр в секунду (кгс · м/с).

Система МТС. В системе единиц МТС основными единицами являются: единица длины — метр, единица массы — тонна и единица времени — секунда.

Эта система единиц впервые была установлена в 1919 г. во Франции, где была принята в законоположении о единицах измерений. В 1927—1933 гг. система МТС была рекомендована советскими стандартами на механические единицы. Выбор тонны в качестве основной единицы массы казался удачным, так как достигалось соответствие между единицами длины и объема, с одной стороны, и единицей массы — с другой (с точностью, достаточной для большинства технических расчетов, 1 т соответствует массе 1 м^3 воды). Кроме того, единица работы и энергии в этой системе (килоджоуль) и единица мощности (киловатт) совпадали с соответствующими кратными практическими электрическими единицами.

В системе МТС единицей силы служит **стен** (сн), равный силе, сообщающей массе 1 т ускорение $1 \text{ м}/\text{с}^2$, единицей давления — **пье́за** — $1 \text{ сн}/\text{м}^2$.

Абсолютная практическая система электрических единиц. Эта система была установлена в 1881 г. первым Международным конгрессом электриков в качестве производной от системы СГСМ и предназначалась для практических измерений в связи с тем, что электрические и магнитные единицы системы СГСМ оказались неудобными для практики (одни слишком велики, другие слишком малы). В числе первых практических электрических единиц были приняты:

- практическая единица электрического сопротивления, равная 10^9 единицам сопротивления СГСМ, которая получила впоследствии наименование «ом»;
- практическая единица электродвижущей силы, равная 10^8 единицам электродвижущей силы СГСМ, названная «вольт»;
- практическая единица силы электрического тока, равная 10^{-1} электромагнитным единицам силы тока СГСМ, названная «ампер»;

- практическая единица электрической емкости, равная 10^{-9} единицам электрической емкости СГСМ, названная «фарад».

Второй Международный конгресс электриков в 1889 г. включил в список практических электрических единиц еще три:

- 1) джоуль как единицу энергии, равную 10^7 единицам энергии СГСМ;
- 2) ватт, равный 10^7 единицам мощности СГСМ;
- 3) квадрант (впоследствии это наименование заменено на «генри») как единицу индуктивности, равную 10^9 единицам индуктивности СГСМ.

В дальнейшем решениями МЭК и ГКМВ были установлены другие практические электрические и магнитные единицы (например, вебер, сименс, тесла).

Международные электрические единицы, отличавшиеся от единиц абсолютной практической системы электрических единиц тем, что они базировались не на теоретическом определении единиц, а на их эталонах, были приняты в 1893 г. в Чикаго Третьим международным конгрессом электриков.

Конгресс установил три основные международные электрические единицы: м е ж д у н а р о д н ы й о м, для определения которого использовали ртутный эталон, м е ж д у н а р о д н ы й а м п е р, определяемый с помощью серебряного вольтметра, и м е ж д у н а р о д н ы й в о л ь т, определяемый по элементу Кларка. Остальные электрические единицы (международный кулон, фарад и др.) были определены как производные от них.

Завершением работы по установлению международных электрических единиц и четкому разграничению абсолютных практических единиц и международных явились решения Международной Лондонской конференции электриков в 1908 г. В качестве единиц, которые с достаточным приближением при практических измерениях и для законодательных целей воспроизводят электрические единицы, конференция рекомендовала принять международный ом, международный ампер, международный вольт и международный ватт.

Система МКСА. Основы этой системы были предположены в 1901 г. итальянским ученым Дж.Джорджи, поэтому система имеет и второе наименование, принятое в 1958 г. МЭК — «система Джорджи», но не получившая, однако, распространения. Основными единицами системы МКСА являются метр, килограмм, секунда и ампер. В системе МКСА сила измеряется в ньютонах, работа и энергия — джоулях, мощность — ваттах.

В системе МКСА механические единицы полностью согласованы с единицами абсолютной практической системы электрических и магнитных единиц — ампером, вольт, ом, кулоном и др. Система МКСА является частью Международной системы единиц СИ.

Внесистемные единицы. Несмотря на определенные преимущества, которые дает применение единиц, определяемых той или иной системой, до настоящего времени широко распространены различные единицы, не укладывающиеся ни в одну из систем. Число так называемых внесистемных единиц довольно велико, и от многих из них нельзя отказаться ввиду удобства их применения в определенных областях, другие из них сохранились в силу исторических традиций.

Так, исторически возникла единица давления — атмосфера, равная давлению, производимому силой 1 кгс на площадь 1 см², ибо атмосфера близка по размеру к среднему давлению атмосферного воздуха на уровне моря.

В *первую группу* важнейших внесистемных единиц, имеющих широкое применение, входят: единицы длины — ангстрем, световой год, парсек; площади — ар, гектар; объема — литр; массы — карат; давления — атмосфера, бар, миллиметр ртутного столба, миллиметр водяного столба; количества теплоты — калория; электрической энергии — электронвольт, киловатт-час; акустических величин — децибел, октава; ионизирующих излучений — рентген, рад, кюри.

Вторую группу внесистемных единиц образуют единицы, построенные из основных единиц системы не по десятичному принципу. К ним в первую очередь относятся такие распространенные единицы времени, как минута и час.

Наконец, *третью группу* образуют единицы, не связанные с какой-либо системой. Сюда входят все устаревшие национальные единицы, такие как старые русские, английские и т. п.

Относительные и логарифмические величины и единицы. В науке и технике широко распространены относительные и логарифмические величины и их единицы, которыми характеризуют состав и свойства материалов, отношения энергетических и силовых величин, например, относительное удлинение, относительная плотность, относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости, усиление и ослабление мощностей и т. п.

Относительная величина представляет собой безразмерное отношение физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную. В число относительных величин входят и относительные атомные или молекулярные массы хими-

ческих элементов, выражаемых по отношению к одной двенадцатой ($1/12$) массы атома углерода-12.

Относительные величины могут выражаться в безразмерных единицах (когда отношение двух одноименных величин равно 1), в процентах (когда отношение равно 10^{-2}), промилле (отношение равно 10^{-3}) или в миллионных долях (отношение равно 10^{-6}).

Логарифмическая величина представляет собой логарифм (десятичный, натуральный или при основании 2) безразмерного отношения двух одноименных физических величин. Такие величины применяют для выражения уровня звукового давления, усиления, ослабления, выражения частотного интервала и т. п.

Единицей логарифмической величины является бел (Б), определяемый соотношением $1 \text{ Б} = \lg P_2/P_1$ при $P_2 = 10P_1$, где P_2 и P_1 — одноименные энергетические величины (мощности, энергии, плотности энергии и т. п.). Дольной единицей от бела является децибел (дБ), равный 0,1 Б.

Так, в случае характеристики усиления электрических мощностей при отношении полученной мощности P_2 к исходной P_1 , равной 10, логарифмическая величина усиления будет составлять 1 Б или 10 дБ, при увеличении или уменьшении мощности в 1 000 раз логарифмическая величина усиления составит 3 Б или 30 дБ и т. д.

5.3. МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

В 1950—1960-е гг. все чаще проявлялось стремление многих стран к созданию единой универсальной системы единиц, которая могла бы стать международной. В числе общих требований к основным и производным единицам выдвигалось требование когерентности такой системы единиц.

Дело в том, что одновременное применение разных систем единиц в отдельных областях привело по сути дела к засорению многих расчетных формул числовыми коэффициентами, не равными единице, что сильно усложнило расчеты. Например, в технике стало обычным применение для измерения массы единицы системы МКС — килограмма, а для измерения силы — единицы системы МКГСС — килограмм-силы. Это представлялось удобным с той точки зрения, что числовые значения массы (в кг) и веса (в кгс), т. е. силы притяжения к Земле, оказались равными (с точностью, достаточной для большинства практических случаев). Однако след-

ствием приравнивания значений разнородных по существу величин было появление во многих формулах числового коэффициента 9,81 и к смещению понятий массы и веса, которое породило много недоразумений и ошибок.

Такое многообразие единиц и связанные с этим неудобства породили идею создания универсальной системы физических величин всех отраслей науки и техники, которая могла бы заменить все существующие системы и отдельные внесистемные единицы. Такой системой стала Международная система единиц СИ.

В 1954 г. Х ГКМВ установила шесть основных единиц для международных сношений: метр, килограмм, секунда, ампер, градус Кельвина, свеча.

В 1960 г. XI ГКМВ утвердила Международную систему единиц, обозначаемую сокращенно SI (начальные буквы французского наименования System International d'Unites), в русской транскрипции — СИ.

В результате некоторых видоизменений, принятых ГКМВ в 1967, 1971, 1979 гг., в настоящее время система включает в себя семь основных единиц (табл. 5.1).

Универсальность СИ обеспечивается тем, что семь основных единиц, положенных в ее основу, являются единицами физических

Таблица 5.1. Основные единицы системы СИ

Величина	Единица измерений	Обозначение	
		международное	русское
Длина	метр	m	м
Масса	килограмм	kg	кг
Время	секунда	s	с
Сила электрического тока	ампер	A	А
Термодинамическая температура	кельвин	K	К
Количество вещества	моль	mol	моль
Сила света	кандела	cd	кд

величин, отражающих основные свойства материального мира, и дают возможность образовывать производные единицы для любых физических величин во всех отраслях науки и техники. Этой же цели служат и дополнительные единицы, необходимые для образования производных единиц, зависящих от плоского и телесного углов.

Преимущества системы СИ перед другими системами единиц состоят в том, что:

- она является универсальной, охватывая все области науки, техники, производства;
- построена для некоторой системы величин, позволяющих представить явления в форме математических уравнений; некоторые из физических величин приняты основными и через них выражены все остальные — производные физические величины. Для основных величин установлены единицы, размер которых согласован на международном уровне, а для остальных величин образуются производные единицы;
- коэффициенты пропорциональности в физических уравнениях, определяющих единицы производных величин, равны безразмерной единице. Построенная таким образом система единиц и входящие в нее единицы называются когерентными (связанными, согласованными);
- в ней устранена множественность единиц (унификация единиц для всех видов измерений) для выражения величин одного и того же ряда. Например, вместо большого числа единиц давления, применявшихся на практике, единицей давления в системе СИ принята только одна единица — паскаль. В области тепловых измерений произведен переход от отдельного измерения работы и количества теплоты в джоулях и калориях к единому измерению в джоулях;
- установление для каждой физической величины своей единицы позволило разграничить понятие массы (кг) и веса (Н). Понятие массы следует использовать во всех случаях, когда имеется в виду свойство тела или вещества, характеризующие его инертность и способность создавать гравитационные поля, а понятие веса необходимо использовать в случаях, когда имеется в виду сила, возникающая вследствие взаимодействия с гравитационным полем;
- определение основных единиц СИ возможно с высокой степенью точности, что в конечном счете не только позволяет повысить точность измерений, но и обеспечить их единство.

Это достигается путем «материализации» единиц в виде эталонов и передачи от них измерений с помощью комплекса образцовых средств измерений.

Международная система единиц благодаря своим преимуществам получила широкое распространение в мире. Так, все страны перешли на единицы системы СИ. Страны, где ранее применялась английская система мер (Великобритания, Австралия, Канада, США и др.), также внедряют единицы системы СИ.

5.4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЕДИНИЦ СИСТЕМЫ СИ

Основные единицы. В соответствии с решениями ГКМВ, принятыми в разные годы, действуют следующие определения основных единиц системы СИ.

Единица длины — **метр** — длина пути, проходимого светом в вакууме за $1/299792458$ доли секунды (решение XVII ГКМВ, 1983 г.).

Единица массы — **килограмм** — масса, равная массе международного прототипа килограмма (решение I ГКМВ, 1889 г.).

Единица времени — **секунда** — продолжительность 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133, не возмущенного внешними полями (решение XIII ГКМВ, 1967 г.).

Единица силы электрического тока — **ампер** — сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малого кругового сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, создал бы между этими проводниками силу, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на каждый метр длины (одобрено IX ГКМВ в 1948 г.).

Единица термодинамической температуры — **кельвин** (до 1967 г. имел наименование «градус Кельвина») — $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды. Допускается выражение термодинамической температуры в градусах Цельсия (резолюция XIII ГКМВ, 1967 г.).

Единица количества вещества — **моль** — количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько атомов содержится в нуклиде углерода-12 массой 0,012 кг (резолюция XIV ГКМВ, 1971 г.).

Единица силы света — **кандела** — сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/283$ Вт/ср (резолюция XVI ГКМВ, 1979 г.).

Дополнительные единицы. Такие единицы имеют специфическое применение и необходимы для образования производных единиц, связанных с угловыми величинами. Поэтому эти единицы не могут быть отнесены ни к основным, ни к производным, так как они не зависят от выбора основных единиц (за исключением единицы силы света).

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

Единица плоского угла — **радиан** (рад, rad) — угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу. В градусном исчислении угол $\alpha = 57^{\circ}17'44,8''$.

Единица телесного угла — **стерадиан** (ср, sr) — телесный угол, вершина которого расположена в центре сферы и который «вырезает» на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, равной по длине радиусу сферы.

Как радиан, так и стерадиан размерности не имеют. Безразмерность этих единиц означает то, что при определяющем уравнении $\alpha = l/r$, принятая, например, единица плоского угла оказывается одной и той же независимо от размера основных единиц (длины).

На практике измерения плоских углов допускается производить в угловых градусах (минутах, секундах). Именно в этих единицах проградуированы шкалы большинства угломерных СИ.

Производные единицы. Такие единицы образуются на основании законов, устанавливающих связь между физическими величинами, или принятых определений физических величин.

Рассмотрим примеры нескольких физических величин, широко применяемых в технике.

С и л а. Определяющее уравнение силы:

$$F = ma,$$

где m — масса тела, кг; a — ускорение, м/с².

Единица силы — **ньютон** (Н, N) — сила, сообщающая телу массой 1 кг ускорение 1 м/с² в направлении действия силы.

Размерность единицы силы:

$$F = [m] \cdot [a] = LMT^{-2}.$$

В системе СГС единицей силы является дина: 1 дина = $1 \text{ г} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^{-2}$,
1 Н = 10^5 дин.

С понятием силы и ее единицы измерения связаны понятия силы тяжести и веса. **Сила тяжести** представляет собой равнодействующую силы тяготения тела к Земле и центробежной силы инерции, обусловленной вращением Земли. **Вес тела** — сила, с которой тело вследствие тяготения к Земле действует на опору или подвес, удерживающих его от свободного падения. Если тело и опора неподвижны относительно Земли, то вес тела равен его силе тяжести.

Определяющее уравнение для силы тяжести (веса):

$$G = mg, \quad (5.2)$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2 .

Отсюда следует, что единицей силы тяжести (веса) является ньютон.

Вместе с тем уравнение (5.2) позволяет пояснить разницу между понятиями «масса» и «вес тела», что накладывает соответствующие условия на измерение этих величин. Если масса тела измеряется с помощью весов, то вес — с помощью динамометра.

Ускорение свободного падения в первом приближении зависит от географической широты места и его высоты над уровнем моря. Нормальное ускорение свободного падения над широтой 45° (на уровне моря) $g = 9,80665 \text{ м/с}^2$, на экваторе $g = 9,780 \text{ м/с}^2$, а на полюсе $g = 9,8324 \text{ м/с}^2$. Таким образом, на экваторе тело массой m весит меньше, а на полюсе оно тяжелее. Например, человек массой в 80 кг на экваторе имеет вес, равный $782,4 \text{ Н}$, а переместившись на один из полюсов Земли, — около $786,5 \text{ Н}$.

Заметим попутно, что в геофизике ускорение свободного падения обычно выражают внесистемной единицей — миллигалом (мГал), в честь Г. Галилея. При этом $1 \text{ Гал} = 1 \text{ см/с}^2 = 10^3 \text{ мГал}$.

Д а в л е н и е. Определяющее уравнение для действия силы F , направленной перпендикулярно к поверхности площадью S :

$$p = F/S,$$

где p — давление в паскалях (Па, Pa), если сила F выражена в ньютонах; S — площадь, м^2 .

В этих же единицах измеряется нормальное напряжение $\sigma = F/S$, вызываемое силой 1 Н , равномерно распределенной по поверхности площадью 1 м^2 , нормальной к ней.

Размерность давления (нормального напряжения):

$$p = L^{-1}MT^{-2}.$$

При измерении давления в свое время применялось большое число единиц. В настоящее время применяются (временно) такие

внесистемные единицы, как миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.), бар (bar). Паскаль имеет следующее соотношение с этими единицами: 1 мм рт. ст. = 133,322 Па; 1 бар равен силе 10^6 дин, действующей на площадь в 1 см^2 , что эквивалентно давлению ртутного столба высотой в 750,08 мм на уровне моря для широты 45° (при этом 1 бар = 10^5 Па). В метрологии применяется дольная единица — миллибар (1 мбар = 100 Па). Устаревшими единицами, не рекомендуемыми к применению, но встречающимися в научно-технической литературе, являются:

- атмосфера нормальная, или физическая (атм, Atm), равная давлению ртутного столба высотой 750 мм при температуре 0°C и при нормальном ускорении свободного падения $9,80665 \text{ м/с}^2$. В 1954 г. эта единица была рекомендована Х ГКМВ к применению в физике и метеорологии (1 атм = $1,01325 \cdot 10^5$ Па);
- атмосфера техническая (ат, at), или килограмм-сила на квадратный сантиметр (кгс/см^2). Равна давлению, вызываемому силой в 1 кгс, равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью 1 см^2 (1 ат = $9,80665 \cdot 10^4$ Па). При приближенных измерениях одну атмосферу (1 атм) можно заменить одним баром (1 бар = 0,98692 атм).

В зарубежной литературе иногда при измерениях малых давлений используется единица, размер которой совпадает с 1 мм рт. ст., а именуется она «торр» (torr) по имени итальянского ученого Э. Торричели.

Работа, энергия. Для работы A силы, перемещающей некоторое тело в направлении действия силы на длину l , определяющее уравнение имеет следующий вид:

$$A = Fl.$$

Единица работы — джоуль (Дж, J) — работа силы, равной 1 Н, при перемещении ею точки приложения на расстояние 1 м в направлении действия силы.

Размерность работы:

$$A = [F] \cdot [l] = L^2MT^{-2}.$$

Энергия является общей мерой различных процессов и видов взаимодействия. При этом все формы движения превращаются друг в друга в строго определенных количествах. Энергия может быть механической, тепловой, химической, электромагнитной, ядерной,

гравитационной и др. В теории относительности установлена связь между энергией E и массой m :

$$E = mc^2,$$

где c — скорость света в вакууме, м/с.

Размерность энергии:

$$E = [m] \cdot [c]^2 = L^2MT^{-2}.$$

Таким образом, работа и энергия имеют одинаковую размерность и измеряются в джоулях.

В физике и атомной энергетике до последних лет применялись единицы энергии: эрг, равный 10^{-7} Дж; электронвольт ($1 \text{ эВ} = 1,60219 \cdot 10^{-19}$ Дж). Иногда работа и энергия выражаются с помощью внесистемной единицы количества теплоты. Одна международная калория равна 4,1868 Дж. Применяется термохимическая калория, равная 4,1840 Дж.

Мощность. Она представляет собой выполненную работу в единицах времени:

$$P = A/t.$$

Единица мощности — ватт (Вт, W) — мощность, при которой за время 1 с выполняется работа 1 Дж. Размерность мощности:

$$P = [A]/[t] = L^2MT^{-3}.$$

В ряде случаев еще пользуются нерекомендуемой единицей мощности «лошадиная сила» (л. с.), причем 1 л. с. = 735,499 Вт.

Кратные и дольные единицы. Для образования десятичных кратных (больших) единиц и дольных (меньших) единиц применяют единицы физических величин, приведенные в табл. 5.2.

Таблица 5.2. Кратные и дольные единицы системы СИ

Единицы	Приставка	Множитель	Наименование	
			русское	международное
Кратные	экса	10^{18}	Э	E
	пета	10^{15}	П	P
	тера	10^{12}	Т	T
	гига	10^9	Г	G
	мега	10^6	М	M
	кило	10^3	к	k
	гекто	10^2	г	h
дека	10^1	да	da	

Единицы	Приставка	Множитель	Наименование	
			русское	международное
Дольные	деци	10^{-1}	д	d
	санти	10^{-2}	с	s
	милли	10^{-3}	м	m
	микро	10^{-6}	мк	μ
	нано	10^{-9}	н	n
	пико	10^{-12}	п	p
	фемто	10^{-15}	ф	f
	атто	10^{-18}	а	a

Например, в радиоэлектронике широко распространены следующие кратные и дольные единицы:

- частота — 10^6 Гц = 1 МГц; 10^9 Гц = 1 ГГц;
- напряжение — 10^3 В = 1 кВ; 10^{-3} В = 1 мВ; 10^{-6} В = 1 мкВ;
- длительность импульса — 10^{-3} с = 1 мс; 10^{-6} с = 1 мкс; 10^{-9} с = 1 нс; 10^{-12} с = 1 пс;
- емкость — 10^{-12} Ф = 1 пФ [3]; 10^{-9} Ф = 1 нФ; 10^{-6} Ф = 1 мкФ.

5.5. ЭТАЛОННАЯ БАЗА РОССИИ

С середины 1970-х гг. в обиход метрологов вошло и укрепилось (почти как шаблон) выражение: «Эталонная база страны по своим метрологическим и техническим характеристикам не уступает, а во многих случаях и превосходит лучшие зарубежные аналоги». Несмотря на некую напыщенность, эта фраза абсолютно достоверно соответствовала реальной ситуации. К концу 1975 г. эталонная база насчитывала ровно 100 государственных эталонов. А если быть точным, то именно 31 декабря 1975 г. на заседании Коллегии Госстандарта СССР были утверждены 97, 98, 99 и 100-й государственные эталоны в области антенных измерений («Разработать и утвердить 100 государственных эталонов» — таким был первый пункт плана Госстандарта СССР на IX пятилетку).

Создание официальной эталонной базы страны имело огромное значение. По сути оно явилось крупным научным прорывом, открывшим широкие возможности для коренного перелома во

всех отраслях народного хозяйства, в повышении эффективности общественного производства, интенсификации экономики, укреплении международного престижа, усилении обороноспособности страны.

Разумеется, исходные (т. е. наивысшие по точности) СИ (или меры) в нашей стране существовали и ранее. Так, еще 11 октября 1835 г. именным указом, данным Сенату, утверждена система Российских мер и весов, в которой за основные меры были приняты сажень, фунт, ведро, четверик и аптекарский фунт ($7/8$ российского фунта). Однако эта система практически не была взаимоувязана с системами других государств, и только в 1889 г. Россия стала обладателем международных, идентичных для 30 ведущих государств прототипов метра и килограмма. Этим прототипам в последующем был присвоен статус Государственных эталонов СССР.

В 1971 г. Госстандарт СССР официально утвердил 21 государственный эталон с государственными стандартами на государственные поверочные схемы, в которых устанавливались характеристики эталонов и порядок передачи размеров единиц рабочим измерительным приборам. В числе первых государственных эталонов были эталоны, возглавляющие наиболее широко распространенные в стране области измерений: длины, массы, силы, давления, температуры, плоского угла, силы электрического тока, силы света и т. д. Все они в основном находились во Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии им. Д. И. Менделеева, директором которого в то время был профессор В. О. Арутюнов.

К концу 1980-х гг. эталонную базу страны составляли 146 государственных эталонов, обеспечивавших хранение, воспроизведение и передачу размера единиц 70 физических величин. Не следует забывать о втором элементе эталонной базы — комплексе установок высшей точности (УВТ), предназначенных для воспроизведения единиц величин в тех областях измерений, в которых создание государственных эталонов было определено технически и экономически нецелесообразным, но было признано необходимым иметь исходную меру для страны. К упомянутому выше сроку число таких установок составляло 66, и все они были созданы в метрологических институтах Госстандарта СССР.

После раскола СССР ряд государственных эталонов и УВТ остался за рубежом (в Украине, Грузии и Армении), а состав эталонной базы России сократился до 115 из 146 государственных эталонов и до 56 из 66 УВТ.

Однако в кратчайшие сроки «прорехи» в эталонной базе были восполнены Госстандартом России, и сегодня практически ни одна

из областей измерений не осталась без высшего измерительного звена.

Эталонная база России сегодня, как и ранее, является центральным элементом метрологического обеспечения экономики. Уровень эталонной базы в конечном итоге определяет уровень всех технических измерений, так как именно государственные эталоны и УВТ создают объективную основу для получения достоверной и точной измерительной информации (в том числе о количестве и качестве продукции, сырья, материалов, энергоресурсов), т. е. для решения главной практической задачи метрологии — обеспечения единства измерений. Следует особо отметить, что у эталонной базы ярко выражен и чисто экономический аспект: по расчетам, основанным на реальных цифрах, экономическая эффективность от внедрения и функционирования эталонной базы составляет в среднем 10:1, т. е. 10 руб. эффекта на 1 руб. затрат. Необходимо сказать также, что фундаментальные физические исследования, тщательный и всесторонний анализ современных достижений науки, техники и технологии, выполняемые при создании эталонов, как правило, находят применение и в других научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработках.

Эталонная база (сегодня ее составляют 122 государственных эталона и 80 УВТ) была создана с достаточным «запасом прочности», так как основывалась на концепции опережающего развития эталонной базы страны. Но следует учитывать, что многие государственные эталоны эксплуатируются уже не один десяток лет. За это время повысился уровень технических измерений, освоены новые виды продукции и технологических процессов, повышены требования к качеству продукции. Не следует забывать и о физическом износе эталонов.

Госстандартом России (ныне — Федеральной службы по техническому регулированию и метрологии) и его главными научными метрологическими центрами подготовлена Программа развития эталонной базы России (далее — Программа), предусматривающая совершенствование существующих эталонов, создание новых эталонов и систем взаимосвязанных эталонов в области электрических, магнитных, температурных и теплофизических измерений, измерений массы, расхода, параметров оптических излучений и др., а также расширение областей применения эталонов для обеспечения единства измерений в экстремальных условиях, особых средах и т. д.

Одной из ведущих тенденций, заложенных в основы Программы, является традиционная тенденция **постоянного повышения точ-**

ности государственных эталонов. Устойчивость этой тенденции объясняется прежде всего тем, что именно на уровне предельной точности измерений физических величин, обеспечиваемой государственными эталонами, происходит наиболее эффективный прогресс научных исследований в области естественных наук, который дает, в конечном счете, наиболее ощутимые сдвиги в технологии общественного производства.

Как правило, это требует «научного прорыва», т. е. создания принципиально новых методов, технологий и конструкций аппаратуры на основе использования современных достижений естественных наук, научного приборостроения, техники и промышленности. Примерами могут служить государственный эталон вольты на основе использования эффекта Джозефсона, государственный эталон ома на эффекте квантования холловского сопротивления, перспективный эталон килограмма с использованием постоянной Авогадро.

Другой преобладающей тенденцией развития эталонной базы является **переход от единичных эталонов и их совокупности к системе взаимосвязанных естественных эталонов** на основе использования фундаментальных физических констант и стабильных физических явлений. Так, в частности, объединение эталонов времени, частоты и длины на основе лазерной технологии позволило повысить точность измерений длины в 250 раз (с $5 \cdot 10^{-9}$ до $2 \cdot 10^{-11}$).

К числу эффективных направлений развития эталонной базы следует отнести также **сокращение числа ступеней систем переноса размера единиц величин.** Собственно говоря, точность государственного эталона при этом останется той же, но снижение потерь точности за счет меньшего числа разрядных рабочих эталонов позволит улучшить главное качество государственного эталона — обеспечение необходимой точности технических измерений. Однако повышение нагрузки на эталон (увеличится число аттестуемых на нем рабочих эталонов) потребует его конструктивного совершенствования, повышения уровня автоматизации работ на эталоне, других работ, обеспечивающих его достаточный технический ресурс. В этом плане крайне перспективной представляется децентрализация воспроизведения единиц величин.

Сказанное выше свидетельствует о том, что метрологи уже определили, по каким направлениям и с какими приоритетами должно осуществляться совершенствование эталонной базы России. Однако явно недостаточное бюджетное финансирование не позволяет полноценно развернуть хотя бы первоочередные работы.

Кроме бюджетного, рассматриваются и другие источники финансирования развития эталонной базы страны.

Так, в частности, вполне реальным представляется создание централизованного фонда за счет отчислений от доходов, получаемых аккредитованными организациями при поверке, калибровке, аттестации рабочих эталонов и рабочих СИ. Юридическая легитимность такого подхода обусловлена тем, что такие организации используют для получения доходов исходные рабочие эталоны, метрологическая исправность которых может быть обеспечена только государственными эталонами — интеллектуальной собственностью Федеральной службы по техническому регулированию и метрологии.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что эталонная база России, в некотором смысле, является таким же национальным богатством нашей страны, как, например, Алмазный фонд или природные ресурсы. В эталонах воплощается все новое, передовое, все достижения науки, техники, технологии, концентрируется научно-технический потенциал страны. Нарастивая мощь эталонной базы, создавая «запас точности и прочности», метрологи работают для завтрашнего дня, для открытий, которые еще не сделаны, для продукции и технологий, которые еще не освоены. Именно поэтому совершенствование эталонной базы страны следует считать одной из важнейших, приоритетнейших задач научно-технического прогресса и международной интеграции.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОЛУЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

6.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Рассмотрим общепринятые в метрологии определения, которые соответствуют понятиям «измерения», «средства», «принципы», «методы» и «объекты измерений», «алгоритмы измерений», «шкалы измерений» и др.

Согласно Закону об обеспечении единства измерений понятие «измерение» сформулировано следующим образом.

Измерение — совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины. Получаемая при этом информация называется *измерительной*.

Определенная информация об объекте измерения должна быть известна до проведения исследований, что является важным фактором, обуславливающим эффективность измерения. Такую информацию об объекте измерения называют *априорной*. При полном отсутствии этой информации измерение в принципе невозможно, так как неизвестно, что же необходимо измерить, а следовательно, нельзя выбрать нужные методы и средства измерений.

Информация, получаемая в результате измерения, может сохраняться в объекте измерения в двух формах: пассивной и активной.

Пассивная информация представляет собой совокупность сведений, характеризующих объект. К такой информации, например, относится информация о величине напряжения источника питания.

Информация является **активной**, если она имеет форму энергетической характеристики какого-либо явления. Подобные энергетические явления называются с и г н а л а м и. Их примерами являются электрические, оптические и акустические сигналы, используемые для передачи информации.

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

$$A = kA_0,$$

где A — значение измеряемой физической величины; k — отношение измеряемой величины к образцу; A_0 — значение величины, принятой за образец.

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

Метод измерений — это совокупность конкретно описанных операций, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с установленными показателями точности. Это определение на практике часто конкретизируют, относя его только к применяемым средствам измерений, например метод измерения частоты частотомером, напряжения — вольтметром, силы тока — амперметром и т. д.

Понятие «метод измерений» следует отличать от понятия «методика измерений», которое представляет собой общий или поэтапный план проведения измерений, т. е. намеченного распорядка измерений, определяющего состав применяемых приборов, последовательность и правила проведения операций.

Объект измерений — это реальный физический объект, свойства которого характеризуются одной или несколькими измеряемыми физическими величинами.

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

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

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

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

Воспроизводимость результатов измерений — это характеристика качества измерений, отражающая близкие результаты измерений одной и той же величины, полученные в разных местах, разными методами и средствами измерений, разными операторами, но приведенные к одним и тем же условиям.

Измерения как экспериментальные процедуры определения значений измеряемых величин весьма разнообразны. Это объясняется множеством измеряемых величин, характером их изменения во времени, разными требованиями к точности измерений и т. д. Итак, измерения классифицируют по определенным признакам. Одним из таких признаков является способ получения результата измерения. Измерения подразделяются на прямые и косвенные.

Прямое измерение — искомое значение физической величины находится непосредственно из опытных данных. Следует отметить, что часто под прямыми понимаются такие измерения, при которых не производится промежуточных преобразований. Это, например, измерение напряжения и силы тока электроизмерительными приборами, например вольтметром и амперметром. Прямые измерения очень распространены в практике измерений. Математически прямые измерения можно охарактеризовать элементарной формулой

$$A = x,$$

где A — измеряемая величина; x — значение величины, найденное путем ее измерения и называемое результатом измерения.

Косвенное измерение — искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям. Косвенные измерения можно охарактеризовать следующей формулой:

$$A = (x_1, x_2, \dots, x_m),$$

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

Косвенные измерения также характерны для практики электро-радиоизмерений, например измерение мощности методом амперметра — вольтметра, определение резонансной частоты колебательного контура по результатам прямых измерений емкости и индуктивности контура и т. д.

6.2. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Классификация методов измерений

Измерение любого вида электрических величин может быть осуществлено различными методами в зависимости от условий измерения, требуемой точности и т. д.

В практике электрических измерений используются в основном два метода: метод непосредственной оценки и метод сравнения в равновесном и неравновесном режимах.

Метод непосредственной оценки. Этот метод позволяет получать результат измерения непосредственно по показанию прибора, шкала которого градуирована в единицах измеряемой величины. При этом образцовая мера как вещественное воспроизведение единицы измерения в самом измерении прямого участия не принимает. Однако при градуировке приборов, работающих по методу непосредственной оценки, используются образцовые меры.

Таким образом, метод непосредственной оценки предполагает лишь косвенное использование образцовых мер. Поэтому точность измерения этим методом относительно невелика.

Метод сравнения. Данный метод заключается в том, что в процессе измерения измеряемая величина сравнивается с образцовой мерой либо с той же физической величиной, либо косвенно с мерой другой величины.

Чаще всего используется **метод сравнения в равновесном режиме**, когда разность между измеряемой величиной и мерой или разность между эффектами, вызываемыми измеряемой величиной и мерой, сводится к нулю. В этом случае метод сравнения обычно называют нулевым методом. Типичным примером нулевого метода является измерение массы на весах. Примером нулевого метода в электрических измерениях являются равновесные мостовые и компенсационные методы, когда о равновесии судят по от-

сутствию тока или напряжения в определенном участке цепи. Так как отсутствие тока или напряжения может быть отмечено с большой точностью с помощью весьма чувствительных нулевых приборов, то метод сравнения в равновесном режиме обеспечивает значительно большую точность измерения, чем метод непосредственной оценки.

Метод сравнения в неравновесном режиме сводится к получению результата измерения путем измерения разности между измеряемой величиной и заведомо известной величиной (мерой) методом непосредственной оценки. Если эта разность значительно меньше, чем измеряемая величина, то результат измерения может быть получен с большей точностью, чем точность непосредственного измерения величины.

Так, если разность

$$a = X - A$$

в 10 раз меньше, чем измеряемая величина X (A — известная величина), то погрешность в измерении a вызовет в 10 раз меньшую погрешность измерения X . Таким образом, в отношении точности измерения метод сравнения в неравновесном режиме занимает промежуточное положение между методом непосредственной оценки и нулевым методом. Метод сравнения в неравновесном режиме также называют **дифференциальным методом**.

Основные структурные схемы электрических измерительных приборов

Любой электрический измерительный прибор можно рассматривать как цепочку преобразователей, в которых происходит последовательное преобразование измеряемой величины в показание отсчетного устройства.

Поэтому под прибором следует понимать всю совокупность этих преобразователей, независимо от того, объединены они конструктивно в единое целое или выполнены в виде нескольких отдельных блоков.

Структурные схемы современных электрических измерительных приборов весьма разнообразны и иногда являются сложными. Эти структурные схемы можно подразделить по двум признакам: роду измеряемой величины (электрическая или неэлектрическая); используемому методу измерения в соответствии с классификацией, приведенной на рис. 6.1, $a-g$.

Структурные схемы электрических приборов для измерения электрических величин

Простейшей структурной схемой электрического прибора для измерения электрической величины является схема, изображенная на рис. 6.1, а. Этот прибор состоит только из преобразователя измеряемой электрической величины $X_э$ в показание отсчетного устройства измерительного механизма ИМ.

Угол поворота измерительного механизма α , являющийся функцией $X_э$, чаще всего отсчитывается по положению стрелки, укрепленной на оси подвижной части и перемещающейся над шкалой. Шкала измерительного механизма обычно проградуирована непосредственно в единицах измеряемой электрической величины.

Однако в большинстве случаев возможности измерительного механизма не могут удовлетворить всем условиям измерения, например в отношении предела измерения, требуемой мощности, защиты персонала от цепи высокого напряжения и т. д. В этом случае измеряемая электрическая величина $X_э$ предварительно подвергается преобразованию в преобразователе $П_{ээ}$ (рис. 6.1, б) в электрическую величину $Y_э$, которая соответствует параметрам измерительного механизма.

К таким преобразователям электрической величины в электрическую относятся: измерительные трансформаторы, шунты, делители напряжения и добавочные резисторы, устройства, преобразующие переменный ток в постоянный. Приборы со структурными схемами (см. рис. 6.1, а и б) работают только по методу непосредственной оценки и называются приборами непосредственной оценки.

Структурная схема прибора, работающего по методу сравнения в неравновесном режиме, представлена на рис. 6.1, в. Измеряемая электрическая величина $X_э$ или эффект, ею вызываемый, компенсируется на некотором участке цепи, однородной с $X_э$ величиной $X_{э,к}$ постоянного значения, получаемой от вспомогательного источника питания $U_{всп}$ через преобразователь, который обычно именуется измерительной цепью ИЦ.

Если величина $X_{э,к}$ компенсирует измеряемую величину $X_э$ не полностью, то разность $\Delta X_э = X_э - X_{э,к}$ поступает в измерительный прибор непосредственной оценки Γ и отсчет по этому прибору будет функцией $\Delta X_э$. Измерительный прибор непосредственной оценки в случаях использования его на выходе приборов сложной структуры будем в дальнейшем называть измерителем.

Если же прибор работает по методу сравнения в равновесном режиме, т. е. по нулевому методу, то его структурную схему можно изобразить согласно рис. 6.1, г. В этом случае величина $X_{э,к}$ изменится до тех пор, пока она не уравнивает измеряемую величину $X_э$, о чем будут свидетельствовать отсутствие тока и показание нулевого указателя НУ.

Если равновесия нет, то разность $\Delta X_э = X_э - X_{э,к}$ будет обнаружена по показанию нулевого указателя. Тогда производят изменение того или иного параметра измерительной цепи до тех пор, пока не наступит равновесие, т. е. равенство $X_э = X_{э,к}$.

Отсчетным устройством, градуированным в единицах измеряемой величины, в этих приборах является та часть измерительной цепи, параметр которой регулировался для получения равновесия. В данной схеме уравнивание производится вручную путем изменения $U_{всп}$.

В приборе, работающем по схеме, показанной на рис. 6.1, г, уравнивание производится автоматически. Разность сигналов $\Delta X_э = X_э - X_{э,к}$, возникающая при отсутствии равновесия, поступает в усилитель Ус, на выходе которого включен реверсивный двигатель РД, механически связанный с движком потенциометра, являющегося частью измерительной цепи. Двигатель перемещает движок

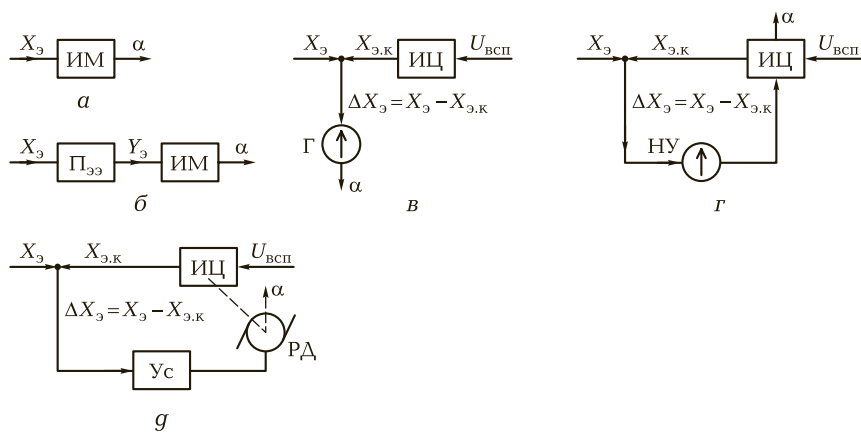


Рис. 6.1. Структурные схемы приборов для измерения электрических величин:

а — только с измерительным механизмом; *б* — с преобразованием электрической величины в электрическую; *в* — по методу сравнения в неравновесном режиме; *г* — по методу сравнения в равновесном режиме; *д* — с автоматическим уравниванием

потенциометра в таком направлении и до тех пор, пока не наступит равновесие, т. е. равенство $X_э = X_{э,к}$. При этом $\Delta X_э$ станет равным нулю и реверсивный двигатель остановится.

Одновременно реверсивный двигатель перемещает стрелку по шкале. Таким образом, каждому значению измеряемой величины соответствует определенное положение движка потенциометра и стрелки на шкале. Основными измерительными цепями приборов сравнения являются компенсационные и мостовые цепи.

Структурные схемы электрических приборов для измерения неэлектрических величин

Эти схемы аналогичны схемам, рассмотренным выше, и от них отличаются лишь наличием преобразователя для преобразования измеряемой неэлектрической величины в электрическую.

Структурная схема, изображенная на рис. 6.1, б, при измерении неэлектрической величины превращается в схему, представленную на рис. 6.2, а, где измеритель Г объединяет преобразователь $\Pi_э$ и измерительный механизм ИМ.

Схема рис. 6.1, в превращается в схему рис. 6.2, б, а схема рис. 6.1, г — в схему рис. 6.2, в.

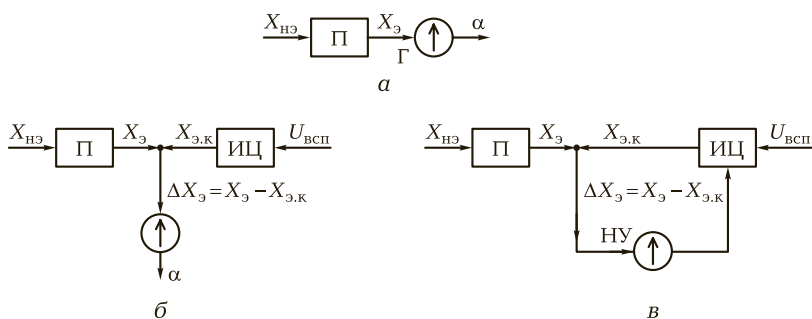


Рис. 6.2. Структурные схемы электрических приборов для измерения неэлектрических величин:

а — с преобразованием неэлектрической величины в электрическую и с измерительным механизмом; б — с преобразованием неэлектрической величины в электрическую и сравнением в неравновесном режиме; в — с преобразованием неэлектрической величины в электрическую и сравнением в равновесном режиме

Мостовые схемы

Мостовые схемы широко используются в приборах для измерения параметров электрических цепей (R, C, M, L, f) и разнообразных неэлектрических величин, преобразуемых в параметры R, C, M, L, f .

Основные свойства мостовых схем рассмотрим на примере простейшей мостовой схемы, работающей на постоянном токе (рис. 6.3, а). Резисторы $R1—R4$ образуют так называемые плечи моста. Один из них, например $R1$, является измеряемым сопротивлением ($R_1 = R_x$). В диагональ ab моста включается измеритель тока I_Γ — гальванометр, сопротивление которого равно R_Γ . Источник питания напряжением U подключен ко второй диагонали, т. е. к точкам c и d .

Условием равновесия моста, т. е. равенства нулю тока гальванометра I_Γ , является равенство

$$R_1 R_4 = R_2 R_3.$$

Откуда измеряемое сопротивление

$$R_x = R_1 = R_2 (R_3 / R_4).$$

Мостовые схемы работают как в неравновесном, так и в равновесном режимах. В первом случае мост уравнивается при начальном значении сопротивления $R_1 = R_{x0}$ при изменении R_x , т. е. при $R_x \neq R_{x0}$ мост выходит из равновесия и в измерителе появляется ток I_Γ . Шкала измерителя градуируется непосредственно в единицах R_x . При этом ток I_Γ зависит не только от соотношения сопро-

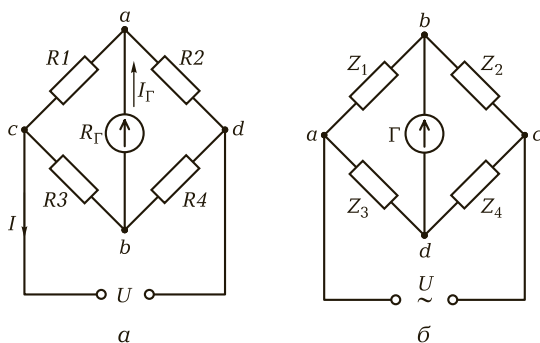


Рис. 6.3. Мостовые схемы:

а — постоянного тока; б — переменного тока

тивлений плеч моста, но и от значений питающего напряжения U или тока I . Поэтому при колебаниях питающего напряжения U возникает дополнительная погрешность.

При работе в равновесном режиме мост уравнивается при любом значении R_x путем изменения сопротивления любого из остальных плеч. В настоящее время широко применяются автоматические мосты, в которых процесс уравнивания осуществляется устройством, следящим за возникновением неравновесия.

Чаще всего мостовые цепи на переменном токе применяются в равновесном режиме.

На рис. 6.3, б представлена мостовая цепь переменного тока. На схеме a и b — точки моста; c и d — диагональ моста; Γ — измеритель.

Предположим, что все четыре плеча моста содержат как активные, так и реактивные сопротивления. Условие равновесия моста в этом случае будет выражаться равенством

$$Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3,$$

где Z_1 — Z_4 — комплексы полных сопротивлений плеч моста.

Оценка точности измерительных приборов методом непосредственной оценки

Оценивать точность измерительного прибора, работающего по методу непосредственной оценки, абсолютной или относительной погрешностью измерения не представляется возможным.

Предположим, например, что вследствие трения оси в опорах амперметра на 100 А со шкалой в 100 делений возникает погрешность на одно деление, т. е. на 1 А. Так как погрешность от трения относится к случайным погрешностям и ее величина и знак не зависят от отклонения подвижной части, то при измерении этим прибором тока, равного 90 А, относительная погрешность измерения составит, %:

$$\frac{\pm 1 \text{ А}}{90 \text{ А}} 100 = 1,1.$$

Если этим прибором измеряется ток, равный 20 А, то относительная погрешность, %,

$$\frac{\pm 1 \text{ А}}{20 \text{ А}} 100 = 5.$$

Таким образом, относительная погрешность измерения для данного прибора может иметь разное значение в зависимости от отклонения подвижной части. Поэтому качество (точность) прибора оценивают так называемой приведенной погрешностью $\gamma_{\text{п}}$, под которой понимают отношение абсолютной погрешности прибора ΔX к пределу измерения прибора $X_{\text{п}}$:

$$\gamma_{\text{п}} = \frac{\Delta X}{X_{\text{п}}}.$$

В рассмотренном выше примере приведенная погрешность прибора на 100 А составит, %:

$$\frac{1 \text{ А}}{100 \text{ А}} 100 = 1.$$

Отсюда необходимо сделать важный вывод о том, что любой прибор непосредственной оценки должен использоваться лишь при отсчете показаний в последней трети (лучше четверти) шкалы. Итак, в случае работы в начале шкалы даже у лучшего прибора относительная погрешность измерения может быть высокой.

С точки зрения оценки качества прибора в различных условиях его эксплуатации погрешности прибора делятся на две категории, которые рассматриваются ниже.

Основная погрешность, обусловленная несовершенством конструкции и изготовления прибора. Она определяется как приведенная погрешность, имеющая место при градуировке прибора, т. е. при так называемых нормальных условиях работы. Под **н о р м а л ь н ы м и у с л о в и я м и** (т. е. условиями, имевшими место при градуировке приборов) работы обычно понимают: температуру окружающей среды 20 °С (или ту температуру, которая указана на шкале прибора); частоту 50 Гц (или ту частоту, которая отмечена на шкале прибора); нормальное положение прибора, обозначенное определенным знаком на шкале; отсутствие внешних магнитных и электрических полей и т. д.

Погрешности, в сумме составляющие основную погрешность прибора, по своей природе являются случайными. К главной составляющей основной погрешности относится погрешность от трения.

В зависимости от допустимой основной (приведенной) погрешности приборы подразделяются на следующие классы: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Каждый класс прибора характеризуется наибольшей допустимой основной погрешностью, величина которой

равна номеру класса. Класс прибора обозначается на шкале соответствующей цифрой в кружке.

Дополнительные погрешности, вызванные отступлением от нормальных условий. Они также зависят от параметров, совершенства конструкции и выполнения приборов. Дополнительные погрешности по своей природе, как правило, являются систематическими. Они также нормируются стандартом. Так, допустимая дополнительная погрешность (приведенная) от колебания окружающей температуры на каждые 10°C не должна превосходить по величине номера класса.

Влияние внешнего магнитного поля нормируется следующим образом: действие внешнего поля напряженностью 400 А/м (5 эрстед) не должно вызывать изменение показаний прибора, превышающее $\pm(0,5\dots 5,0)\%$, в зависимости от категории защищенности, т. е. от конструктивных мер защиты от влияния внешних полей.

Дополнительная погрешность от колебания частоты на $\pm 10\%$ от 50 Гц или от частоты, указанной на шкале, не должна превышать величины, соответствующей номеру класса.

Оценка точности измерительных приборов, работающих по методу сравнения

Рассмотрим вопрос о точности измерительных приборов, работающих по методу сравнения в равновесном режиме (нулевых приборов).

Точность измерения компенсационным методом ЭДС и падений напряжения определяется:

- точностью подгонки сопротивлений рабочей цепи под их номинальные значения;
- точностью установки рабочего тока;
- чувствительностью гальванометра;
- плавностью регулировки равновесия, т. е. точностью отсчета (числом отсчитываемых знаков).

Подгонка сопротивлений рабочей цепи под их номинальные значения может быть выполнена с погрешностью, не превышающей $\pm 0,01\%$.

Точность установки рабочего тока определяется погрешностью нормального элемента, погрешностью подгонки сопротивлений между рабочей цепью и чувствительностью гальванометра. Если нормальный элемент не перегружать током, превышающим 1 мкА ,

и хранить при комнатных температурах, то погрешность ЭДС, развиваемая им, не будет превышать $\pm 0,01\%$.

Чем выше чувствительность гальванометра, тем лучше он будет обнаруживать отсутствие равновесия и точнее осуществится измерение E_x . Чувствительность гальванометра не должна вызывать погрешность больше, чем $0,01\%$. Для этого необходимо, чтобы падение напряжения в гальванометре при минимальном отклонении, которое можно заметить глазом, было на четыре порядка меньше (в 10 000 раз), чем измеряемое напряжение.

Точность измерения различных величин компенсационным методом можно охарактеризовать погрешностью, не превышающей $\pm(0,02... 0,05)\%$.

Приборы, использующие мостовую цепь в равновесном режиме, характеризуются погрешностью измерения R_x , которая определяется точностью подгонки сопротивлений остальных трех плеч моста, чувствительностью нулевого указателя и точностью отсчета. Повторяя приведенные выше рассуждения применительно к компенсационным цепям, можно прийти к выводу, что погрешность измерения равновесным мостом может быть снижена до $\pm(0,01... 0,02)\%$.

При использовании мостовой цепи, работающей в неравновесном режиме, погрешность измерения R_x в основном определяется погрешностью измерителя. Это обстоятельство ограничивает точность неравновесных мостов погрешностью, практически не меньшей, чем $\pm(0,2... 0,5)\%$.

Однако в ряде случаев использование мостовой цепи в неравновесном режиме дает возможность уменьшить дополнительные погрешности преобразователей неэлектрических величин в электрические. В подобных случаях применение приборов сравнения в неравновесном режиме более выгодно, чем использование приборов непосредственной оценки.

6.3. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Средство измерений — это техническое средство (или их комплекс), используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики. В отличие от таких технических средств, как индикаторы, предназначенных для обнаружения физических свойств (компас, лакмусовая бумага, осветительная элек-

трическая лампочка), СИ позволяют не только обнаружить физическую величину, но и измерить ее, т.е. сопоставить неизвестный размер с известным. Если физическая величина известного размера есть в наличии, то она непосредственно используется для сравнения (измерение плоского угла транспортиром, массы — с помощью весов с гирями). Если же физической величины известного размера в наличии нет, то сравнивается реакция (отклик) прибора на воздействие измеряемой величины с проявившейся ранее реакцией на воздействие той же величины, но известного размера (измерение силы тока амперметром). Для облегчения сравнения еще на стадии изготовления прибора отклик на известное воздействие фиксируют на шкале отсчетного устройства, после чего наносят на шкалу деления в кратном и дольном отношении. Описанная процедура называется *градировкой шкалы*. При измерении она позволяет по положению указателя получать результат сравнением непосредственно по шкале отношений. Итак, СИ (за исключением некоторых мер — гирь, линеек) в простейшем случае производят две операции: обнаружение физической величины; сравнение неизвестного размера с известным или сравнение откликов на воздействие известного и неизвестного размеров.

Другими отличительными признаками СИ являются, во-первых, «умение» хранить (или воспроизводить) единицу физической величины; во-вторых, неизменность размера хранимой единицы. Если же размер единицы в процессе измерений изменяется более, чем установлено нормами, то с помощью такого средства невозможно получить результат с требуемой точностью. Отсюда следует, что измерять можно только тогда, когда техническое средство, предназначенное для этой цели, может хранить единицу, достаточно неизменную по размеру (во времени).

Средства измерений можно классифицировать по двум признакам: конструктивное исполнение; метрологическое назначение.

По конструктивному исполнению СИ подразделяют на меры физической величины, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки, измерительные системы (рис. 6.4).

Меры физической величины — это средства измерений, предназначенные для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров. Различают меры: однозначные (гиря 1 кг, калибр, конденсатор постоянной емкости); многозначные (масштабная линейка, конденсатор переменной емкости); наборы мер (набор гирь, набор, калибров). Набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором



Рис. 6.4. Классификации средств измерений

имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях, называется магазином мер. Примером такого набора может быть магазин электрических сопротивлений, магазин индуктивностей. Сравнение с мерой выполняют с помощью специальных технических средств — компараторов (рычажные весы, измерительный мост и т.д.).

К однозначным мерам можно отнести стандартные образцы (СО). Существуют стандартные образцы состава и стандартные образцы свойств вещества (материала).

Стандартный образец состава — это стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих содержание определенных компонентов в веществе (материале).

Стандартный образец свойств — это стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих физические, химические, биологические и другие свойства.

Новые СО допускаются к использованию при условии прохождения ими метрологической аттестации. Указанная процедура — это признание этой меры, узаконенной для применения на основании исследования СО. Метрологическая аттестация проводится органами метрологической службы.

Примером СО состава является СО состава углеродистой стали определенной марки, а примером СО свойств — шкала твердости Мооса, которая представляет собой набор 10 эталонных минералов для определения числа твердости по условной шкале. Каждый по-

следующий минерал этой шкалы является более твердым, чем предыдущий. Эту шкалу используют для оценки относительной твердости стекла и керамики.

Одна из главных функций СО состава и свойств — контроль методики выполнения измерений в порядке внутреннего контроля испытательных лабораторий и внешнего контроля. Например, если аналитическая лаборатория металлургического предприятия располагает аттестованным СО углеродистой стали конкретной марки, то она на указанном СО может проверить надежность методики качественного и количественного химического анализа.

В зависимости от уровня признания (утверждения) и сферы применения различают категории СО — межгосударственные, государственные, отраслевые и СО предприятия (организации).

Так, государственные и отраслевые образцы состава почв аттестованы на содержание макро- и микроэлементов (марганца, кобальта, цинка, меди, молибдена, бора) и другие характеристики (рН и т. д.). Эти СО были аттестованы в межлабораторном эксперименте и предназначены для градуировки приборов, поверки СИ, контроля правильности анализов почв по аттестованным в СО показателям, аттестации СО предприятий методом сличения.

Измерительные преобразователи — это средства измерений, служащие для преобразования измеряемой величины в другую величину или сигнал измерительной информации, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований.

По характеру преобразования различают аналоговые, цифроаналоговые (ЦАП) и аналого-цифровые (АЦП) преобразователи. По месту в измерительной цепи выделяют преобразователи первичные (прибор, на который непосредственно воздействует измеряемая физическая величина) и промежуточные (прибор, занимающий место в измерительной цепи после первичного преобразователя).

Конструктивно обособленный первичный измерительный преобразователь, от которого поступают сигналы измерительной информации, является датчиком. Датчик может быть вынесен на значительное расстояние от СИ, принимающего его сигналы. Например, датчики запущенного метеорологического радиозонда передают информацию о температуре, давлении, влажности и других параметрах атмосферы.

Если преобразователи не входят в измерительную цепь и их метрологические свойства не нормированы, то они не относятся к измерительным. Таковы, например, силовой трансформатор в радиоаппаратуре, термopара в термоэлектрическом холодильнике.

Измерительный прибор — это средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины и ее индикации в форме, наиболее доступной для восприятия. Во многих случаях устройство для индикации имеет шкалу со стрелкой, диаграмму с пером или цифрууказатель, с помощью которых могут быть произведены отсчет или регистрация значений физической величины. В случае сопряжения прибора с мини-ЭВМ отсчет может производиться с помощью дисплея.

По виду индикации значений измеряемой величины измерительные приборы подразделяют на показывающие и регистрирующие. Показывающий прибор допускает только отсчитывание показаний измеряемой величины (микрометр, аналоговый или цифровой вольтметр). В регистрирующем приборе предусмотрена регистрация показаний — в форме диаграммы, путем печатания показаний (термограф; разрывная машина с пишущим элементом; измерительный прибор, сопряженный с ЭВМ, дисплеем и устройством для печатания показаний).

Измерительная установка — это совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенных для измерений одной или нескольких физических величин и расположенных в одном месте. Примером являются установка для измерения удельного сопротивления электротехнических материалов, установка для испытаний магнитных материалов. Измерительную установку, предназначенную для испытаний каких-либо изделий, иногда называют испытательным стендом.

Измерительная система — это совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, электронно-вычислительных машин (ЭВМ) и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого пространства в целях измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому пространству. Примером может служить радионавигационная система для определения местоположения судов, состоящая из ряда измерительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительном расстоянии друг от друга.

«Лицо» современной измерительной техники определяется автоматизированными измерительными системами, информационно-измерительными системами, измерительно-вычислительными комплексами. Типичная информационно-измерительная система

содержит в своем составе ЭВМ и обеспечивает сбор, обработку и хранение информации, поступающей от многочисленных датчиков, характеризующих состояние объекта или процесса. При этом результаты измерений выдаются как по заранее заданной программе, так и по запросу.

Применение новейших измерительных систем позволяет не только ускорить процесс измерения (что немаловажно для скоропортящихся товаров), но и дать более объективную характеристику качества конкретной партии товара.

По метрологическому назначению все СИ подразделяются на два вида — рабочие СИ и эталоны.

Рабочие средства измерений предназначены для проведения технических измерений. По условиям применения они могут быть:

- лабораторными, используемыми при научных исследованиях, проектировании технических устройств, медицинских измерениях;
- производственными, используемыми для контроля характеристик технологических процессов, контроля качества готовой продукции, контроля отпусков товаров;
- полевыми, используемыми непосредственно при эксплуатации таких технических устройств, как самолеты, автомобили, речные и морские суда и др.

К каждому виду рабочих СИ предъявляются специфические требования: к лабораторным — повышенная точность и чувствительность; к производственным — повышенная стойкость к ударно-вибрационным нагрузкам, высоким и низким температурам; к полевым — повышенная стабильность в условиях резкого перепада температур, высокой влажности.

Эталоны являются высокоточными СИ, а потому используются для проведения метрологических измерений в качестве средств передачи информации о размере единицы. Размер единицы передается «сверху вниз», от более точных СИ к менее точным «по цепочке»: первичный эталон — вторичный эталон — рабочий эталон 0-го разряда — рабочий эталон 1-го разряда — ... — рабочее СИ.

Передача размера осуществляется в процессе поверки СИ. Целью поверки является установление пригодности СИ к применению. Соподчинение СИ, участвующих в передаче размера единицы от эталона к рабочим СИ, устанавливается в поверочных схемах СИ.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии располагает самой современной эталонной базой. Она

входит в тройку самых совершенных наряду с базами США и Японии. Эталонная база в дальнейшем будет развиваться в количественном и главным образом в качественном отношении. Перспективно создание многофункциональных эталонов, т. е. эталонов, воспроизводящих на единой конструктивной и метрологической основе не одну, а несколько единиц физических величин или одну единицу, но в широком диапазоне измерений. Так, метрологические институты страны создают единый эталон времени, частоты и длины, который позволит, кстати, уменьшить погрешность воспроизведения единицы длины до $1 \cdot 10^{-11}$.

Если технический уровень первичных эталонов в России благодаря успехам науки и энтузиазму ученых можно оценить как вполне удовлетворительный, то состояние парка СИ, находящихся в практическом обращении, прежде всего рабочих эталонов и СИ, внушает тревогу. Если в 1980-х гг. срок обновления измерительной техники, как правило, составлял 5...6 лет (для сравнения в США и Японии — не более трех лет), то наблюдаемый сейчас регресс в области национального приборостроения еще больше увеличил сроки обновления рабочих эталонов и рабочих СИ, что ведет к значительному старению измерительной техники.

Другой проблемой национальных производителей СИ является высокая стоимость их разработок в сравнении с зарубежными фирмами. Для преодоления традиционного отставания необходимо также в отечественных приборах предусматривать: высокую степень автоматизации на базе микропроцессорной технологии, быстрое действие, высокую надежность, пониженные массу, габаритные размеры и энергопотребление, высокий уровень эстетики и эргономики.

Многообразие СИ обуславливает необходимость применения специальных мер по обеспечению единства измерений. Одно из условий соблюдения единства измерений — установление для СИ определенных (нормированных) метрологических характеристик.

6.4. ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Центральная задача в организации измерительных работ — достижение сопоставимых результатов измерений одних и тех же объектов, выполненных в разное время, в разных местах, с помощью разных методов и средств. Эта задача решается путем обе-

спечения единства измерений. В свою очередь это единство достигается в результате деятельности метрологических служб, направленной на достижение и поддержание единства измерений в соответствии с государственными актами, правилами, требованиями, нормами, установленными стандартами и другими нормативными документами в области метрологии.

В организационном плане это единство обеспечивается субъектами метрологии — государственной метрологической службой страны, увязывающей свою деятельность с международными метрологическими организациями, метрологическими службами федеральных органов исполнительной власти России и метрологическими службами юридических лиц.

Важнейшей формой обеспечения единства измерений со стороны государства является государственный метрологический контроль и надзор.

Нормативной базой обеспечения единства измерений служит законодательная метрология, а технической базой — система воспроизведения единиц физических величин и передачи информации об их размерах всем без исключения СИ в стране.

Калибровка средств измерений — это совокупность операций, выполняемых в целях определения и поддержания действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору.

Из определения можно сделать два вывода:

1) калибровка проводится для тех СИ, которые не используются в сферах государственного метрологического контроля и надзора (установленных Законом об обеспечении единства измерений), а значит, не подлежат поверке;

2) калибровка выполняет следующие функции:

- определение и подтверждение действительных значений метрологических характеристик СИ;
- определение и подтверждение пригодности СИ к применению.

В первом случае лаборатория, калибрующая по заявке (договору) заказчика СИ, не делает вывода о пригодности прибора. Установленные характеристики могут отличаться от паспортных, и только в компетенции заказчика определять, в каких условиях и для каких целей можно и нужно использовать данные СИ.

Во втором случае СИ признается пригодным, если действительное значение его МХ соответствует техническим требованиям,

установленным в нормативных документах или заказчиком. Вывод о пригодности СИ в этом случае делает калибровочная лаборатория.

В решаемых на практике измерительных задачах калибровка может сводиться только к проверке пригодности СИ, т. е. его работоспособности. В частности, требуется знать не действительные значения измеряемой величины, а лишь констатировать наличие величины измеряемого сигнала определенного уровня. Примером может служить калибровка устройств — сигнализаторов предельного значения температуры. В сигнализаторах, имеющих одну или несколько сигнальных лампочек, включение или выключение последних свидетельствует о достижении предельных значений величины. В устройствах, имеющих шкалу в виде нескольких цветовых секторов (подобных посуде фирмы «Цептер»), положение указательной стрелки в пределах конкретного сектора означает определенное состояние объекта измерений.

В Законе об обеспечении единства измерений указывается на добровольный характер и область применения калибровки: «Средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже». Добровольный характер калибровки не освобождает метрологическую службу от необходимости использования при калибровочных работах эталонов, соподчиненных с государственными эталонами единиц величин.

Калибровка может быть возложена как на метрологические службы юридического лица, так и на любую другую организацию, способную выполнить калибровочные работы. Результаты калибровки СИ удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на СИ, записью в эксплуатационных документах или сертификатом о калибровке.

На основе договоров, заключаемых с государственными научными метрологическими центрами или органами ГМС, заинтересованные метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ. В этих случаях последним предоставляется право выдавать сертификаты о калибровке от имени органов и организаций, которые их аккредитовали.

Аккредитация — процедура добровольная. Она необходима прежде всего тогда, когда предприятие поставяет продукцию на зарубежные рынки. В этом случае торговый партнер (покупатель) может потребовать от продавца подтверждения того, что характе-

ристики продукции измерялись приборами, проверенными аккредитованной метрологической службой. В 1994—1995 гг. в России сформировалась Российская система калибровки (РСК). В Положении о Российской системе калибровки регламентированы следующие вопросы: 1) организация, структура и функции РСК; 2) права и обязанности входящих в нее юридических лиц независимо от форм собственности и пр.

В создании РСК соблюден ряд принципов. Во-первых, система создается на добровольной основе. Никто не вправе навязывать аккредитацию метрологической службе. Добровольность вступления в РСК предусматривает процедуру признания, а следовательно, и выполнения всех действующих в системе нормативных документов. Во-вторых, в качестве аккредитующих органов могут выступать государственные научные метрологические центры и органы ГМС. В-третьих, аккредитованная метрологическая служба выдает сертификаты и ставит оттиски калибровочных клейм от имени аккредитующего органа. В-четвертых, РСК строится на принципе компетентности, в соответствии с которым аккредитацию метрологической службы проводят аккредитующие органы, компетентные в заявленной области аккредитации. В-пятых, это принцип самоокупаемости. Он означает, что аккредитация метрологической службы является платной услугой.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

С 1 января 2001 г. постановлением Госстандарта России от 17 мая 2000 г. № 139 введены в действие Рекомендации РМГ 29—99 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения». Рекомендации разработаны взамен ранее действующего ГОСТ 16863—70 и являются фактически межгосударственным стандартом, принятым во всех странах СНГ. В указанных Рекомендациях, в частности, узаконены основные термины и определения, касающиеся погрешностей измерений и средств измерений.

Далее приводятся наиболее часто используемые термины и определения погрешностей, установленные в Рекомендациях.

Погрешность результата измерений — это отклонение результата измерений от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Истинное значение величины неизвестно, его применяют только в теоретических исследованиях. На практике используют действительное значение величины x_A . Погрешность измерения $\Delta x_{\text{изм}}$ определяют по формуле

$$\Delta x_{\text{изм}} = x_{\text{изм}} - x_A,$$

где $x_{\text{изм}}$ — измеренное значение величины.

Синонимом термина «погрешность измерения» является термин «ошибка измерения», применять который не рекомендуется.

Систематическая погрешность измерений — это составляющая погрешности результата измерений, которая остается постоянной или закономерно изменяется при повторных измерениях одной и той же физической величины. В зависимости от характера изменения систематические погрешности подразделяют на постоянные; прогрессивные; периодические; погрешности, изменяющиеся по сложному закону.

К **постоянным** относятся погрешности, которые длительное время сохраняют свое значение, например в течение времени выполнения всего ряда измерений. Они встречаются наиболее часто.

Прогрессивными являются непрерывно возрастающие или убывающие погрешности. К ним относятся, например, погрешности вследствие износа измерительных наконечников, контактирующих с деталью при контроле ее прибором активного контроля.

Периодические погрешности представляют собой погрешности, значение которых является периодической функцией времени или перемещения указателя измерительного прибора.

Погрешности, изменяющиеся по сложному закону, возникают вследствие совместного действия нескольких систематических погрешностей.

Инструментальная погрешность измерений — это составляющая погрешности измерений, обусловленная погрешностью применяемого средства измерений.

Погрешность метода измерений — это составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная несовершенством принятого метода измерений. Вследствие упрощений, принятых в уравнениях для измерений, нередко возникают существенные погрешности, для компенсации действия которых следует вводить поправки. Погрешность метода иногда называют теоретической погрешностью. Иногда погрешность метода может проявляться как случайная.

Субъективная погрешность измерений — это составляющая систематической погрешности измерений, обусловленная индивидуальными особенностями оператора. Встречаются операторы, которые систематически опаздывают снимать отсчеты показаний СИ или опережают сроки снятия показателей. Иногда субъективную погрешность называют личной погрешностью или личной разностью.

Случайная погрешность измерений — это составляющая погрешности результата измерений, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) при повторных измерениях, прове-

денных с одинаковой тщательностью, одной и той же физической величины.

Абсолютная погрешность измерений — это погрешность измерений, выраженная в единицах измеряемой величины.

Относительная погрешность измерений — это погрешность измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности измерения к действительному или измеренному значению измеряемой величины. Относительную погрешность δ в долях или процентах находят из отношений

$$\delta = \frac{\Delta x}{x} \text{ или } \delta = \frac{\Delta x}{x} 100,$$

где Δx — абсолютная погрешность измерений; x — действительное, или измеренное значение величины.

Рассеяние результатов в ряду измерений — это несовпадение результатов измерений одной и той же величины в ряду равноточных измерений, как правило, обусловленное действием случайных погрешностей.

Количественную оценку рассеяния результатов в ряду измерений вследствие действия случайных погрешностей обычно получают после введения поправок на действие систематических погрешностей. Оценками рассеяния результатов в ряду измерений могут быть: размах, средняя арифметическая погрешность (по модулю), средняя квадратичная погрешность или стандартное отклонение (среднее квадратичное отклонение, экспериментальное среднее квадратичное отклонение), доверительные границы погрешности (доверительная граница или доверительная погрешность).

Размах результатов измерений представляет собой оценку R_n рассеяния результатов единичных измерений физической величины, образующих ряд (или выборку из n измерений), вычисляемую по формуле

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

где x_{\max} , x_{\min} — наибольшее и наименьшее значения физической величины в данном ряду измерений.

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

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

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (7.1)$$

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

На практике широко распространен термин «среднее квадратичное отклонение». Под отклонением в соответствии с формулой (7.1) понимают отклонение единичных результатов в ряду измерений от их среднего значения. В метрологии это отклонение называется погрешностью измерений.

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

Доверительные границы погрешности в случае нормального закона распределения находятся в пределах $(\pm tS, \pm tS_x)$. Показатели S , S_x являются средними квадратичными погрешностями соответственно единичного и среднего арифметического результатов измерений; t — коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P и числа измерений n .

Поправка — это значение величины, вводимое в неисправленный результат измерений в целях исключения составляющих систематической погрешности. Знак поправки противоположен знаку погрешности. Поправку, прибавляемую к номинальному значению меры, называют поправкой к значению меры. Поправку, вводимую в показание измерительного прибора, называют поправкой к показанию прибора.

Точность результата измерений — это одна из характеристик качества измерений, отражающая близость к нулю погрешности результата измерений. Считают, что чем меньше погрешность измерений, тем больше их точность.

Статическая погрешность измерений — это погрешность результата измерений, свойственная условиям статического измерения.

Динамическая погрешность измерений — это погрешность результата измерений, свойственная условиям динамического измерения.

Промех — это погрешность результата отдельного измерения, входящего в ряд измерений, которая для данных условий резко от-

личается от остальных результатов этого ряда. Иногда вместо термина «промах» применяют термин «грубая погрешность измерений».

7.2. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И СПОСОБЫ ИСКЛЮЧЕНИЯ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Природа и происхождение систематических погрешностей обычно обусловлены спецификой конкретного эксперимента. Поэтому обнаружение и исключение систематических погрешностей во многом зависят от экспериментатора, от того, насколько он изучил условия проведения измерений и особенности применяемых им средств и методов. Вместе с тем существуют некоторые общие причины возникновения систематических погрешностей, в соответствии с которыми их подразделяют на методические, инструментальные и субъективные.

Методические погрешности происходят от несовершенства метода измерений, использования упрощающих предположений и допущений при выводе применяемых формул, влияния измерительного прибора на объект измерения. Например, измерение температуры с помощью термомпары может содержать методическую погрешность, вызванную нарушением температурного режима исследуемого объекта вследствие внесения термомпары.

Инструментальные погрешности зависят от погрешностей применяемых СИ. Неточность градуировки, конструктивные несовершенства, изменения характеристик прибора в процессе эксплуатации являются причинами возникновения инструментальных погрешностей.

Погрешности измерений также возникают из-за неправильной установки СИ, влияния на них магнитных или электрических полей, наличия дополнительных и динамических погрешностей. **Дополнительные погрешности** обусловлены отклонением от нормальных условий, в которых работает прибор. **Динамические погрешности** возникают из-за инерционности применяемых технических средств при быстрых изменениях измеряемой величины. Все эти погрешности отличаются от инструментальных (ГОСТ 8.009—84), поскольку они связаны не столько с самими СИ, сколько с условиями, при которых они работают. Их устранение производится иными способами, нежели устранение инструментальных погрешностей.

Субъективные погрешности вызываются неправильными отсчетами показаний прибора человеком (оператором). Это может случиться, например, из-за неправильного направления взгляда при наблюдении за показаниями стрелочного прибора (погрешность от параллакса). Использование цифровых приборов и автоматических методов измерения позволяет исключить такие погрешности.

Систематические погрешности могут оставаться постоянными либо закономерно изменяться. В последнем случае их подразделяют на прогрессирующие (возрастающие или убывающие), периодические и изменяющиеся по сложному закону. Обнаружение причин и источников систематических погрешностей позволяет принять меры к их устранению или исключению посредством введения поправки.

В некоторых случаях используют **поправочный множитель** — число, на которое умножают результат измерений для исключения систематической погрешности.

Поправка или поправочный множитель определяется с помощью калибровки технического средства, составления и использования соответствующих таблиц и графиков. Применяются также расчетные способы нахождения поправочных значений.

Существуют специальные методы организации измерений, устраняющие систематические погрешности. К ним относятся, например, метод замещения и метод компенсации погрешности по знаку.

Метод замещения заключается в том, что измеряемая величина замещается известной величиной, получаемой с помощью регулируемой меры. Если такое замещение производится без каких-либо других изменений в экспериментальной установке и после замещения установлены те же показания приборов, то измеряемая величина равняется известной величине, значение которой отсчитывается по указателю регулируемой меры. Этот прием позволяет исключить постоянные систематические погрешности. Погрешность измерений при использовании метода замещения определяется погрешностью меры и погрешностью, возникающей при отсчете значения величины, замещающей неизвестную.

Метод компенсации погрешности по знаку применяется для исключения систематических погрешностей, которые в зависимости от условий измерений могут входить в результат измерений с тем или иным знаком (погрешность от термоЭДС, от влияния напряженности постоянного электрического или магнитного полей и др.). В этом случае можно провести измерения дважды так, чтобы погрешность входила в результаты измерений один раз с одним

знаком, а при повторном измерении — с обратным знаком. Среднее значение из двух полученных результатов будет являться окончательным результатом измерений, свободным от указанных выше систематических погрешностей.

При проведении автоматических измерений широко используются схемные методы коррекции систематических погрешностей. Компенсационное включение преобразователей, различные цепи температурной и частотной коррекции являются примерами их реализации.

В последнее время в измерительной технике широко применяются средства, содержащие микропроцессорные системы. С помощью последних удастся производить исключение или коррекцию многих видов систематических погрешностей. Автоматическое введение поправок, связанных с неточностями градуировки, расчет и исключение дополнительных и динамических погрешностей, исключение погрешностей, обусловленных смещением нуля, — эти и другие корректировки позволяют существенно повысить точность измерений.

Следует, однако, заметить, что часть систематической погрешности, несмотря на все усилия специалистов, остается неисключенной. Эта часть погрешности входит в результат измерений и искажает его. Она может быть оценена, исходя из сведений о метрологических характеристиках использованных технических средств. Если таких сведений недостаточно, то можно использовать результаты сравнения измеренных значений с аналогичными результатами, полученными в других лабораториях.

7.3. ОЦЕНКА СЛУЧАЙНЫХ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Адекватным математическим аппаратом описания случайных погрешностей является теория вероятностей. Согласно последней случайная величина наиболее полно характеризуется законом распределения (или плотностью распределения) вероятностей. Измерителям чаще всего приходится принимать нормальную и равномерную плотности распределения. Возможны и другие законы распределения, которые обычно аппроксимируются стандартными функциями.

Если выполняются предположения о том, что погрешности измерений могут принимать непрерывный ряд значений и при большом числе измерений частота появления погрешностей, равных по

абсолютной величине, но имеющих различный знак, одинакова и малые погрешности встречаются чаще, чем большие, то для описания случайных погрешностей следует применять нормальный закон распределения вероятностей, для которого

$$y(\Delta) = \left(\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \right) \exp \left(-\frac{(\Delta)^2}{2\sigma^2} \right), \quad (7.2)$$

где $y(\Delta)$ — плотность вероятностей случайной погрешности Δ ; σ — среднее квадратичное значение случайной погрешности.

Кривые, соответствующие выражению (7.2) для разных значений σ , приведены на рис. 7.1, на котором видно, что при малых значениях σ вероятней получить малую погрешность измерений, нежели при больших значениях σ .

Вероятность P того, что погрешность результата измерений находится между заданными предельными значениями Δ_1 и Δ_2 , вычисляется по формуле

$$P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2) = \int_{\Delta_1}^{\Delta_2} y(\Delta) d\Delta = \int_{\Delta_1}^{\Delta_2} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{(\Delta)^2}{2\sigma^2} \right) d\Delta. \quad (7.3)$$

Интеграл в формуле (7.3) можно вычислить, используя таблицы функции Лапласа $\Phi(z) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}} \int_0^z e^{-t^2/2} dt$, приводимые в книгах по тео-

рии вероятностей и статической обработке экспериментальных результатов.

Нетрудно заметить, что вероятность

$$P(\Delta_1 \leq \Delta \leq \Delta_2) = (1/2) \left[\Phi(\Delta_2/\sigma) - \Phi(\Delta_1/\sigma) \right].$$

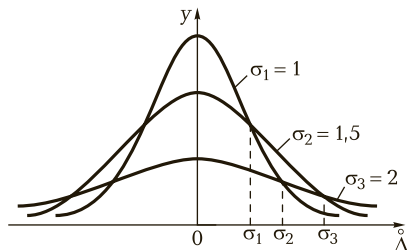


Рис. 7.1. Нормальный закон распределения случайных погрешностей

Таблица 7.1. Значения вероятностей для некоторых интервалов $\left[\overset{0}{\Delta_1}, \overset{0}{\Delta_2} \right]$, заданных в единицах σ		
Интервал $\left[\overset{0}{\Delta_1}, \overset{0}{\Delta_2} \right]$	Вероятность P попадания в интервал $\left[\overset{0}{\Delta_1}, \overset{0}{\Delta_2} \right]$	$1 - P$
$[-2/3\sigma, 2/3\sigma]$	0,5	0,5
$[-\sigma, \sigma]$	0,68	0,32
$[-2\sigma, 2\sigma]$	0,95	0,05
$[-3\sigma, 3\sigma]$	0,997	0,003
$[-4\sigma, 4\sigma]$	0,99993	0,00007

В табл. 7.1 приведены значения вероятностей для некоторых интервалов $\left[\overset{0}{\Delta_1}, \overset{0}{\Delta_2} \right]$, заданных в единицах σ . В первой графе табл. 7.1 указываются интервалы, которые характеризуются нижними и верхними границами $\overset{0}{\Delta_1}$ и $\overset{0}{\Delta_2}$ соответственно. Во второй графе показаны вероятности P того, что случайная погрешность результата измерений не выходит за границы соответствующих интервалов. В третьей графе рассматриваются вероятности выхода случайной погрешности за пределы интервалов.

Согласно табл. 7.1 вероятности получения значения случайных погрешностей в интервале $[-(2/3)\sigma, +(2/3)\sigma]$ и за его пределами одинаковы, в то время как в среднем только 0,3 % измерений имеют погрешности, абсолютное значение которых превышает 3σ . Значение погрешности $(2/3)\sigma$ называется **вероятной погрешностью**, а значение 3σ часто считают практически **наибольшей возможной погрешностью**. Однако при большом числе измерений (20—30) максимальная погрешность нередко может превышать 3σ .

Суммирование погрешностей. При измерениях может быть несколько источников как систематических, так и случайных погрешностей. Поэтому практически важным является вопрос о правилах нахождения суммарной погрешности измерений по известным значениям погрешностей составляющих ее частей. При суммировании составляющих неисключенной систематической погрешности их конкретные реализации можно рассматривать как реализации случайной величины.

Если известны границы составляющих неисключенной систематической погрешности Θ_i , а распределение этих составляющих в пределах границ равномерно, то граница неисключенной система-

тической погрешности результата измерения Θ вычисляется по формуле

$$\Theta = k \sqrt{\sum_{i=1}^m \Theta_i^2},$$

где k — коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью. При доверительной вероятности 0,95 он принимается равным 1,1 (см. ГОСТ 8.207—76); m — количество неисключенных систематических погрешностей.

При суммировании случайных погрешностей необходимо учитывать их корреляционные связи. Суммарная средняя квадратичная погрешность σ_Σ при двух составляющих может быть вычислена по формуле

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + 2\rho\sigma_1\sigma_2}, \quad (7.4)$$

где σ_1, σ_2 — средние квадратичные погрешности отдельных составляющих; ρ — коэффициент корреляции.

Поскольку на практике трудно получить удовлетворительную оценку коэффициента корреляции ρ , приходится ограничиваться крайними случаями, т. е. считать, что либо $\rho = 0$, либо $\rho = \pm 1$. Тогда формула (7.4) примет вид

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}, \text{ если } \rho = 0 \text{ или } \sigma_\Sigma = |\sigma_1 \pm \sigma_2|, \text{ если } \rho = \pm 1.$$

Таким образом, при отсутствии корреляционной связи средние квадратичные погрешности складываются геометрически, а в случае жесткой корреляционной зависимости — алгебраически. Этот вывод справедлив и для случая нескольких источников погрешностей.

Исключение грубых погрешностей. Выделение грубых погрешностей (промахов) — не простая задача, она требует глубокого понимания особенностей поведения измеряемой величины. Наиболее часто для обнаружения промаха используют так называемый критерий Райта. Согласно этому критерию, если случайное отклонение какого-либо измерения от среднего арифметического значения превышает 3σ , то считают, что данное измерение содержит промах. Критерий Райта в таком виде целесообразно применять при не очень большом числе измерений ($\sigma < n < 20$). Если же число измерений $20 < n < 100$, то рекомендуется вместо значения 3σ использовать значение 4σ .

Необходимое число измерений. Вопрос о необходимом числе измерений весьма важен, так как от его решения зависит весь последующий ход эксперимента.

Надо понимать, что с увеличением числа измерений можно уменьшить только случайную составляющую погрешности, т. е. уменьшить средние квадратичные погрешности σ и $\sigma_{\text{ср}}$, которые зависят от числа измерений n . В то же время систематическая погрешность не уменьшается при увеличении n .

Поэтому если остаточная систематическая погрешность является преобладающей, то увеличение числа измерений практически не дает уменьшения погрешности. В этом случае чаще всего ограничиваются одним измерением. Например, при измерении напряжения сети неточным переносным стрелочным прибором нерационально производить многократные измерения и статистическую обработку результатов измерений. Поскольку систематические погрешности заведомо превышают случайные, то достаточно провести всего одно измерение.

При более точных измерениях основными могут являться случайные погрешности. Тогда проведение многократных измерений будет оправданным. Число измерений нужно выбирать таким образом, чтобы средняя квадратичная случайная погрешность $\sigma_{\text{ср}}$ не превышала максимального допустимого значения $\sigma_{\text{ср, доп}}$. Однако уменьшения $\sigma_{\text{ср}}$ за счет многократных измерений следует добиваться только до тех пор, пока вклад случайных погрешностей в общую погрешность измерения не будет сравним с вкладом остаточных систематических погрешностей.

7.4. ПОГРЕШНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Основные термины и определения

В Рекомендациях «Метрология. Основные термины и определения» узаконены термины и определения, которые выражают погрешности СИ. Приведем наиболее часто употребляемые термины и определения погрешностей средств измерений в соответствии с указанными Рекомендациями.

Погрешность средства измерений представляет собой разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины. Для меры показанием является ее номинальное значение. Поскольку истинное значение физической величины неизвестно, то на практике пользуются ее действительным значением. Приведенное определение понятия «погрешность средства измерений» не противоречит фор-

мулировкам, принятым в литературе по метрологии. Однако по своей сущности это определение не отличается от определения понятия «погрешность измерений», поэтому оно не является достоверным и требует дополнительного уточнения.

Систематическая погрешность средства измерений — составляющая погрешности средства измерений, принимаемая за постоянную или закономерную изменяющуюся величину. Систематическая погрешность данного СИ, как правило, будет отличаться от систематической погрешности другого экземпляра СИ этого же типа, поэтому для группы однотипных измерений систематическая погрешность иногда может рассматриваться как случайная погрешность.

Случайная погрешность средства измерений является составляющей погрешности измерений, изменяющейся случайным образом.

Абсолютная погрешность средства измерений представляет собой погрешность средства измерений, выраженную в единицах измеряемой физической величины.

Относительная погрешность средства измерений — погрешность средства измерений, выраженная путем отношения абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Приведенная погрешность средства измерений показывает относительную погрешность, выраженную отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины, постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона. Условно принятое значение величины называют *нормирующим значением*. Часто за нормирующее значение принимают верхний предел измерений. Приведенную погрешность обычно выражают в процентах.

Основная погрешность средства измерений — погрешность средства измерений, применяемого в нормальных условиях.

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

Статическая погрешность средства измерений представляет собой погрешность средства измерений, применяемого при измерении физической величины, принимаемой за неизменную.

Динамическая погрешность средства измерений — погрешность средства измерений, возникающая при измерении изменяющейся в процессе измерений физической величины.

Класс точности средства измерений — обобщенная характеристика данного типа средств измерений, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допустимых основной и дополнительных погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность. Класс точности дает возможность судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений одного типа, но он не является непосредственным показателем точности измерений, выполняемых с помощью каждого из этих средств. Это важно при выборе СИ в зависимости от заданной точности измерений. Класс точности СИ конкретного типа устанавливают в стандартах технических требований (условий) или других нормативных документах.

Точностные характеристики средства измерений показывают совокупность метрологических характеристик средства измерений, влияющих на погрешность измерения. К точностным характеристикам относят погрешность СИ, нестабильность, порог чувствительности, дрейф нуля и др.

Нормируемые метрологические характеристики средств измерений

Законодательство Российской Федерации об обеспечении единства измерений помимо основного закона включает в себя и другие нормативные правовые акты и разрабатываемые в соответствии с ними государственные стандарты. В частности, существует стандарт, устанавливающий нормируемые метрологические характеристики СИ. Основная направленность стандарта заключается в стремлении приблизить оценку погрешностей СИ, и в частности аналоговых электроизмерительных приборов (АЭП), к ее действительному значению. Принципиальным отличием стандарта является то, что некоторые МХ АЭП при необходимости должны отображать свойства не одного экземпляра СИ, а всей совокупности СИ данного типа.

В отличие от использования старых ГОСТов при нормировании МХ АЭП применение новых документов позволяет решать важнейшие задачи теории и практики измерений, например задачу подбора комплекта аналоговых измерительных преобразователей, обеспечивающих получение заданной погрешности АЭП и минимизации общей погрешности АЭП, т. е. перейти к решению задач проектирования оптимальных АЭП.

В стандарте предусмотрена регламентация четырех составляющих погрешности, обусловленных:

- отличием реальной характеристики преобразования средств измерений в нормальных условиях эксплуатации от номинальной характеристики преобразования. Эта составляющая погрешности называется основной погрешностью СИ;
- изменением характеристик аналоговых СИ при изменении влияющих факторов окружающей среды и неинформативных параметров входного сигнала. Данная составляющая погрешности именуется дополнительной погрешностью АЭП;
- неидеальностью динамических характеристик АЭП и преобразователей. Эта составляющая погрешности называется динамической погрешностью. Величина динамической погрешности зависит как от свойств аналоговых средств измерений, так и от характеристик входных сигналов;
- мощностью, потребляемой СИ. Погрешность зависит от свойств СИ и источника измерительных сигналов, а также от характеристик этих сигналов. Она называется погрешностью взаимодействия.

Стандартами для аналоговых СИ нормируются следующие метрологические характеристики:

- номинальная статическая характеристика преобразования в нормальных условиях эксплуатации $f_{ном(x)}$;
- характеристики систематической составляющей Δ_c^0 погрешности СИ;
- характеристики случайной составляющей Δ^0 погрешности СИ;
- характеристики погрешности Δ СИ;
- вариация показаний (B);
- дрейф показаний (d);
- входное ($Z_{вх}$) и выходное ($Z_{вых}$) полные сопротивления электрической цепи;
- динамические характеристики СИ;
- неинформативные параметры входного сигнала;
- функция влияния на систематическую погрешность СИ ($\Psi(\xi)$);
- наибольшее допустимое изменение МХ, вызываемое изменением внешних влияющих факторов и неинформативных параметров входного сигнала ($\Delta_1(\xi)$);

- диапазон измерений;
- классы точности.

Основная погрешность

Основная погрешность отражает свойства СИ и нормируется для нормальных или рабочих условий эксплуатации, если дополнительные погрешности малы. Для аналоговых СИ, применяемых в качестве самостоятельных приборов, может нормироваться только основная погрешность для указанной области значений влияющих факторов, если изменение погрешности во всей рабочей области значений влияющих факторов составляет менее половины основной погрешности. Для аналоговых СИ, предназначенных для информационной связи с другими СИ, основная погрешность нормируется для нормальных условий эксплуатации в случае, если наибольшее изменение погрешности СИ во всей рабочей области значений влияющих факторов составляет более 20 % основной погрешности. Иначе основная погрешность нормируется для рабочих условий применения СИ, которые указываются в стандартах или технических условиях на конкретные СИ.

Характеристики основной погрешности в общем случае должны отражать свойства всей совокупности СИ данного типа. Для каждого конкретного СИ ее можно определить, если задаться моделью погрешности. В качестве модели основной погрешности $\Delta_0(t)$ можно принять модель вида

$$\Delta_0(t) = \Delta_{o,c}(t) + \overset{0}{\Delta}_0(t) + \Delta_{o,b},$$

где $\Delta_{o,c}(t)$ — систематическая погрешность СИ; $\overset{0}{\Delta}_0(t)$ — погрешность при стационарном (эргодическом) центрическом случайном процессе; $\Delta_{o,b}$ — случайная величина, учитывающая явления типа гистерезиса.

В общем случае возникновение систематической погрешности СИ — нестационарный процесс, который изменяется настолько медленно, что на практике величину $\Delta_{o,c}(t)$ считают постоянной или закономерно изменяющейся.

Составляющая $\overset{0}{\Delta}_0(t)$ погрешности СИ может иметь широкий спектр частот, поэтому удобно полагать, что

$$\overset{0}{\Delta}_0(t) = \overset{0}{\Delta}_{o,вч}(t) + \overset{0}{\Delta}_{o,нч}(t),$$

где $\overset{0}{\Delta}_{o,вч}(t)$, $\overset{0}{\Delta}_{o,нч}(t)$ — соответственно высокочастотная и низкочастотная составляющие погрешности СИ.

Соседние значения $\Delta_{0,вч}^0(t)$ некоррелированы, а соседние значения $\Delta_{0,нч}^0(t)$ коррелированы.

В ряде случаев для применения СИ бывают необходимы знания автокорреляционной функции. Некоррелированные составляющие $\Delta^0(t)$ нормируются заданием среднего квадратичного отклонения $\sigma[\Delta_0^0]$. Разбросом характеристик случайной составляющей погрешности СИ данного типа пренебрегают, а для получения оценки сверху нормируют предел допустимого значения среднего квадратичного отклонения, т. е. $\sigma_{\Delta}[\Delta_0^0]$. Разброс систематической погрешности средств измерений данного типа велик, и поэтому в стандартах нормируется значение математического ожидания $M[\Delta_c] \approx \bar{\Delta}_c$ и среднего квадратичного отклонения $\sigma[\Delta_c]$ этой погрешности.

Естественно, что значения погрешностей могут изменяться вдоль шкалы АЭП. Поэтому возникает задача определения числа точек, в которых необходимо найти погрешности СИ так, чтобы по их значениям можно было бы оценить с известной погрешностью точность СИ. Точки выбирают соответствующими 5, 25, 50, 75, 95 % диапазона измерений, если в АЭП имеется существенная вариация показаний, и соответствующими 0, 25, 50, 75, 100 % диапазона изменений, когда вариация отсутствует.

Дополнительная погрешность

Дополнительная погрешность отражает влияние изменения внешних факторов и неинформативных параметров сигнала на работу АЭП. Весь диапазон возможных значений внешних факторов, влияющих на работу АЭП, делится на условные зоны, одну из которых принимают за нормальные условия работы АЭП.

При отклонении каждого фактора за пределы, соответствующие этой зоне, на некоторое, заранее определенное число единиц измерения этого фактора $\Delta\xi$, оговаривается, что появляется дополнительная погрешность $\Delta_{\Delta}(x, \xi)$ или изменение МХ (например, частотной характеристики). Если изменение погрешности во всей рабочей области значений влияющих факторов невелико, то может нормироваться только основная погрешность для указанной области значений влияющих факторов. Рабочие области значений влияющих факторов указываются в стандартах или технических условиях на СИ конкретного типа. Погрешность $\Delta_{\Delta}(x, \xi)$ должна нормиро-

ваться теми же числовыми характеристиками, что и основная погрешность АЭП.

Наибольшее возможное значение дополнительной погрешности $\Delta_A(x, \xi)$, вызываемое изменением какого-либо одного влияющего фактора ξ_i , определяют, вычисляя максимальное значение погрешности в диапазоне возможных значений измеряемой величины.

Динамическая погрешность

В АЭП динамические погрешности возникают из-за отличия их характеристик от идеальных. Поэтому при вычислении погрешностей полагаем, что известна идеальная характеристика АЭП. В аналоговых электроизмерительных приборах с идеальной характеристикой динамическая погрешность будет отсутствовать. Естественно, что значения динамических погрешностей зависят от свойств входного сигнала и влияющих факторов.

Для определения динамических погрешностей необходимо знать одну из динамических характеристик АЭП, описывающую связь между входным и выходным сигналами, изменяющимися во времени. К таким характеристикам относятся полные и неполные динамические характеристики АЭП.

Полная динамическая характеристика определяет изменение выходного сигнала прибора или преобразователя при любом изменении во времени информативного или неинформативного параметров входного сигнала или влияющей величины. К таким характеристикам относятся:

- дифференциальное уравнение $F[x(t), y(t), y^{(1)}(t), \dots, y^{(i)}(t)] = 0$, где $x(t)$, $y(t)$ — входной и выходной сигналы СИ, а верхние индексы (1) и (i) означают операцию дифференцирования во времени;
- импульсная (весовая) характеристика $h(t)$;
- переходная характеристика $g(t)$;
- передаточная функция $K(S)$;
- совокупность амплитудно- и фазочастотной характеристик $K(\omega)$ и $\varphi(\omega)$.

Неполная динамическая характеристика представляет собой параметр или функционал полной динамической характеристики АЭП. Например, параметры переходной характеристики электронно-лучевого осциллографа: время нарастания, выброс, неравномер-

ность вершины; время установления показаний показывающих приборов; полоса частот, пропускаемая измерительным преобразователем, и прочие характеристики, знание которых позволяет выполнить измерение с требуемой точностью.

Выбор конкретного набора динамических характеристик определенных групп АЭП и аналоговых измерительных преобразователей оговаривается соответствующими стандартами, а также техническими условиями на конкретные АЭП. Например, в соответствии со стандартами для показывающих приборов в нормальных условиях следует нормировать время установления показаний. Допускается указывать и другие сведения о динамических свойствах приборов, например, величину степени успокоения, характер переходного процесса и т. д.

7.5. КЛАССЫ ТОЧНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Характеристики, введенные стандартами, наиболее полно описывают метрологические свойства СИ. Однако в настоящее время в эксплуатации находится достаточно большое число СИ, метрологические характеристики которых нормированы несколько по-другому, а именно, на основе классов точности.

Класс точности — это обобщенная характеристика СИ, выражаемая пределами допускаемых значений его основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Класс точности не является непосредственной оценкой точности измерений, выполняемых этим СИ, поскольку погрешность зависит еще от ряда факторов: метода измерений, условий измерений и т. д. Класс точности лишь позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность СИ данного типа.

Предел допускаемой основной погрешности $\Delta_{СИ}$, определяемый классом точности, — это интервал, в котором находится значение основной погрешности СИ. Если СИ имеет незначительную случайную составляющую, то определение $\Delta_{СИ}$ относится к нахождению систематической погрешности и случайной погрешности, обусловленной гистерезисом, и является достаточно строгим. При этом предел $\Delta_{СИ} = \Delta_{OSP} + 0,5H_{OP}$.

Если СИ имеет существенную случайную погрешность, то для него определение предела допускаемой основной погрешности является нечетким. Его следует понимать как интервал, в котором

находится значение основной погрешности с неизвестной вероятностью, близкой к единице:

$$\Delta_{СИ} = \pm[\Delta_{OSP} + K\sigma(\Delta_0) + 0,5H_{Op}],$$

где K — коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P .

Классы точности СИ устанавливаются в стандартах или технических условиях. 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 измерения нескольких физических величин, также могут иметь различные классы точности для каждой измеряемой величины.

Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей выражают в форме приведенных, относительных или абсолютных погрешностей. Выбор формы представления зависит от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений, а также от условий применения и назначения СИ.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности устанавливаются по одной из формул:

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

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

Первая формула описывает чисто аддитивную погрешность (рис. 7.2, а), а вторая — сумму аддитивной и мультипликативной погрешностей (рис. 7.2, в). В технической документации классы точности, установленные в виде абсолютных погрешностей, обозначают, например, «Класс точности М», а на приборе — буквой «М». Для обозначения используются прописные буквы латинского алфавита или римские цифры, причем меньшие пределы погрешностей должны соответствовать буквам, находящимся ближе к началу алфавита, или меньшим цифрам.

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности определяются по формуле

$$\gamma = \Delta/x_N = \pm p,$$

где x_N — нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ ; p — отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда значений: (1; 1,5; 2; 2,5; 4; 5; 6)·10ⁿ; $n = 1; 0; -1; -2; \dots$

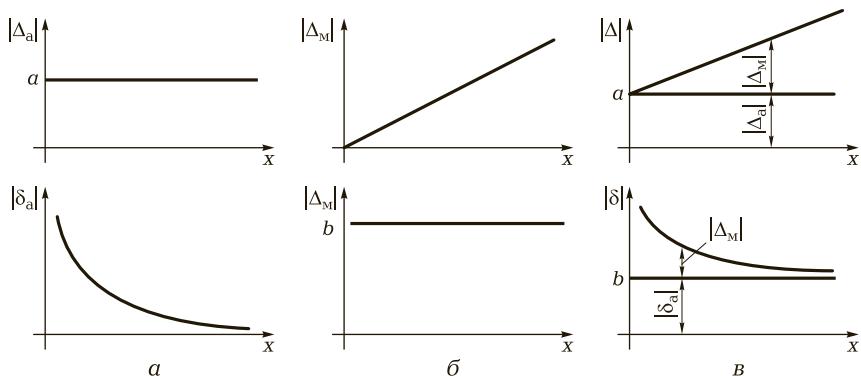


Рис. 7.2. Абсолютные погрешности:
a — аддитивная; *б* — мультипликативная; *в* — суммарная

Нормирующее значение x_N устанавливается равным наибольшему из всех имеющихся пределов измерений для СИ с равномерной, практически равномерной или степенной шкалами, а также для тех измерительных преобразователей, у которых нулевое значение выходного сигнала находится на краю или вне диапазона измерений.

Для СИ, шкала которых имеет условный нуль, x_N равно модулю разности пределов измерений. Например, для вольтметра термоэлектрического термометра с пределами измерений от 100 до 600 °С нормирующее значение равно 500 °С. Для СИ с заданным номинальным значением x_N принимают равным всей длине шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений. В этом случае пределы абсолютной погрешности выражают, как и длину шкалы, в единицах длины, а на СИ класс точности условно обозначают, например, в виде значка $\backslash^{0,5}/$, где 0,5 — значение числа p . В остальных рассмотренных случаях класс точности обозначают конкретным числом p , например 1,5. Обозначение наносится на циферблат прибора.

7.6. МЕТОДЫ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ

Допускается применение четырех методов поверки и калибровки СИ: непосредственное сличение с эталоном; сличение с помощью компаратора; прямые измерения величины; косвенные измерения величины.

Метод непосредственного сличения с эталоном соответствующего разряда поверяемого СИ широко применяется для различных СИ в таких областях, как электрические и магнитные измерения, для определения электрического напряжения, частоты и силы электрического тока.

В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины поверяемым и эталонным приборами. При этом определяют погрешность как разницу показаний поверяемого и эталонного СИ, принимая показания эталона за действительное значение величины. Достоинства этого метода заключаются в его простоте, наглядности, возможности применения автоматической поверки, отсутствии потребности в сложном оборудовании.

Метод сличения с помощью компаратора основан на применении прибора сравнения, который позволяет сличать поверяемое и эталонное СИ. Компаратор используется в случае, если невозможно сравнить показания приборов, измеряющих одну и ту же величину, например двух вольтметров, один из которых пригоден для измерения постоянного тока, а другой — переменного. В подобных ситуациях в схему поверки вводится промежуточное звено — компаратор. Для приведенного примера потребуется потенциометр, который и будет компаратором. На практике компаратором может служить любое СИ, если оно одинаково реагирует на сигналы как поверяемого, так и эталонного измерительного прибора. Достоинством данного метода специалисты считают последовательное во времени сравнение двух величин.

Метод прямых измерений величины применяется, когда имеется возможность сличить испытуемый прибор с эталонным в определенных пределах измерений. В целом принцип работы этого метода аналогичен принципу работы метода непосредственного сличения, однако методом прямых измерений производится сличение на всех числовых отметках каждого диапазона (и поддиапазонов, если они имеются в приборе). Метод прямых измерений величины применяют, например, для поверки или калибровки вольтметров постоянного электрического тока.

Метод косвенных измерений величины используется, когда действительные значения измеряемых величин невозможно определить прямыми измерениями, либо если косвенные измерения оказываются более точными, чем прямые. Вначале этим методом находят не искомую характеристику, а другие характеристики, связанные с искомой определенной зависимостью. Искомая характеристика определяется расчетным путем. Например, при поверке

и калибровке вольтметра постоянного тока эталонным амперметром устанавливают силу тока, одновременно измеряя сопротивление. Затем расчетное значение напряжения сравнивают с показателями калибруемого или поверяемого вольтметра. Метод косвенных измерений обычно применяют в установках автоматизированной поверки и калибровки.

Для обеспечения правильной передачи размеров единиц измерений от эталона к рабочим СИ составляют **поверочные схемы**, устанавливающие метрологические соподчинения государственного эталона, разрядных эталонов и рабочих средств измерений.

Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные. **Государственные поверочные схемы** распространяются на все СИ данного вида, применяемые в стране. **Локальные поверочные схемы** предназначены для метрологических органов министерств. Они также распространяются и на СИ подчиненных предприятий. Все локальные поверочные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой (рис. 7.3). Государственные поверочные схемы разрабатываются научно-исследовательскими институтами Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, держателями государственных эталонов.

Рассмотрим общий вид государственной поверочной схемы.

Наименования эталонов и рабочих СИ обычно располагают в прямоугольниках (для государственного эталона прямоугольник является двухконтурным). Здесь же указывают метрологические характеристики для данной ступени схемы. В нижней части схемы расположены рабочие СИ, которые в зависимости от их степени точности (т. е. погрешности измерений) подразделяют на пять категорий: наивысшую точность, высшую точность, высокую точность, среднюю точность, низшую точность. Наивысшая точность обычно соизмерима со степенью погрешности СИ государственного эталона. Эталоны 1—4-го разрядов соответствуют методам передачи высшей, высокой, средней и низшей точностей.

В каждой ступени поверочной схемы регламентируется порядок (метод) передачи размера единицы. Наименования методов поверки и калибровки располагаются в овалах, в которых также указывается допустимая погрешность метода поверки и калибровки. Основным показателем достоверности передачи размера единицы величины является соотношение погрешностей СИ между вышестоящей и нижестоящей ступенями поверочной схемы. В идеальном случае это соотношение должно быть 1:10, однако на практике достичь его не удастся, и минимально допустимым соотношением

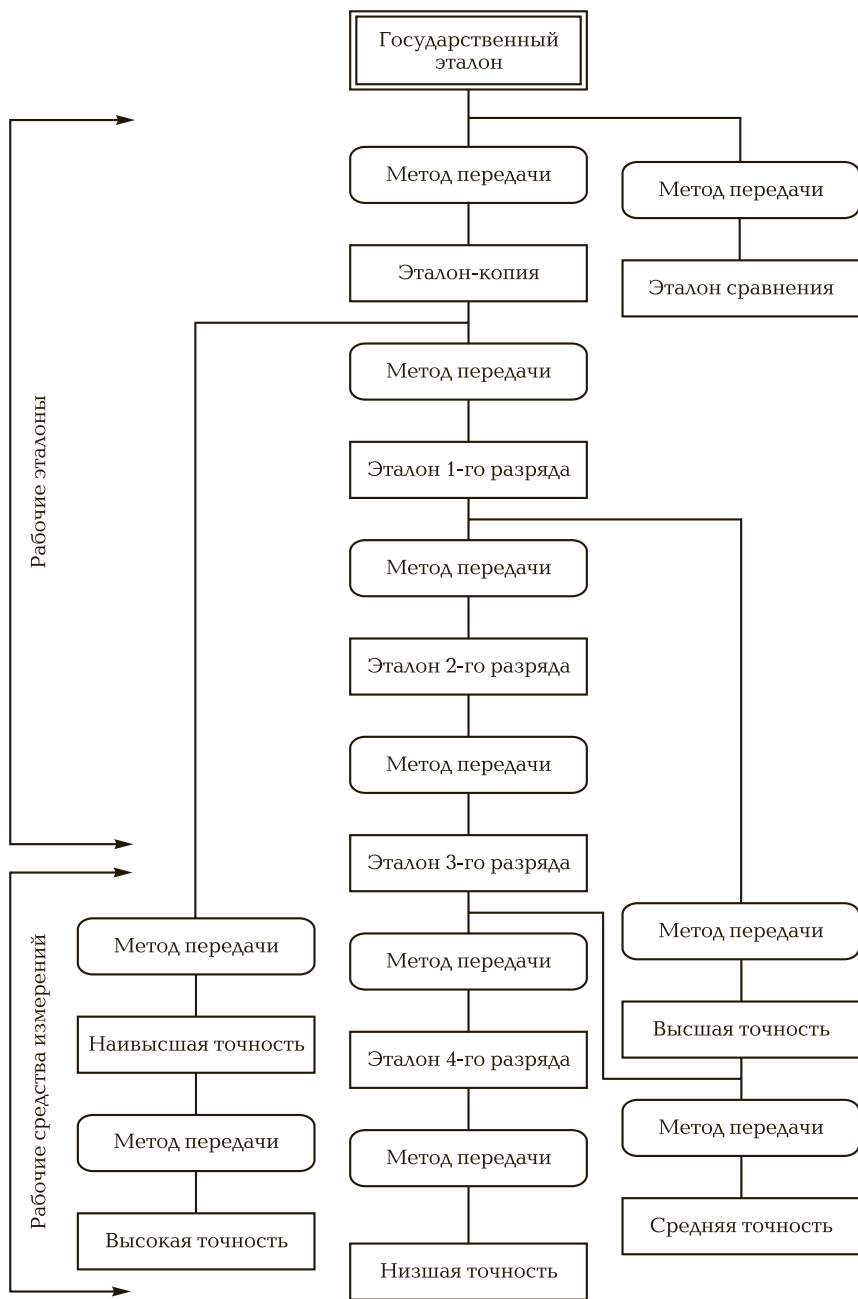


Рис. 7.3. Общий вид государственной поверочной схемы

принято считать 1:3. Чем больше величина этого соотношения, тем меньше уверенность в достоверности показаний измерительного прибора.

7.7. МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕОРИИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ

В процессе эксплуатации метрологические характеристики и параметры СИ претерпевают изменения. Эти изменения носят случайный монотонный или флуктуирующий характер и приводят к отказам, т. е. к невозможности СИ выполнять свои функции. Отказы делятся на неметрологические и метрологические.

Неметрологические отказы обусловлены причинами, не связанными с изменением МХ СИ. Они носят главным образом явный характер, проявляются внезапно и могут быть обнаружены без проведения поверки.

Метрологические отказы вызваны выходом МХ из установленных допустимых границ. Как показывают исследования, метрологические отказы происходят значительно чаще, чем неметрологические. Это обуславливает необходимость разработки специальных методов их прогнозирования и обнаружения. Метрологические отказы подразделяются на внезапные и постепенные.

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением одной или нескольких МХ. Эти отказы в силу их случайности невозможно прогнозировать. Их последствия (сбой показаний, потеря чувствительности и т. п.) легко обнаруживаются в ходе эксплуатации прибора, т. е. по характеру проявления они являются явными. Особенность внезапных отказов — постоянство во времени их интенсивности. Это дает возможность применять для анализа этих отказов классическую теорию надежности. В связи с этим в дальнейшем отказы такого рода не рассматриваются.

Постепенный отказ характеризуется монотонным изменением одной или нескольких МХ. По характеру проявления постепенные отказы являются скрытыми и могут быть выявлены только по результатам периодического контроля СИ. В дальнейшем рассматриваются именно такие отказы.

С понятием «метрологический отказ» тесно связано понятие метрологической исправности СИ. Под ней понимается

состояние СИ, при котором все нормируемые МХ соответствуют установленным требованиям. Способность СИ сохранять его метрологическую исправность в течение заданного времени при определенных режимах и условиях эксплуатации называется метрологической надежностью. Специфика проблемы метрологической надежности состоит в том, что для нее основное положение классической теории надежности о постоянстве во времени интенсивности отказов оказывается неправомерным. Современная теория надежности ориентирована на изделия, обладающие двумя характерными состояниями: работоспособное и неработоспособное. Постепенное изменение погрешности СИ позволяет ввести сколь угодно много работоспособных состояний с различным уровнем эффективности функционирования, определяемым степенью приближения погрешности к допустимым граничным значениям.

Понятие метрологического отказа является в известной степени условным, поскольку определяется допуском на МХ, который в общем случае может меняться в зависимости от конкретных условий. Важно и то, что зафиксировать точное время наступления метрологического отказа ввиду скрытого характера его проявления невозможно, в то время как явные отказы, с которыми оперирует классическая теория надежности, могут быть обнаружены в момент их возникновения. Все это потребовало разработки специальных методов анализа метрологической надежности СИ.

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

Стабильность является качественной характеристикой, отражающей неизменность во времени его МХ. Она описывается временными зависимостями параметров закона распределения погрешности. Метрологическая надежность и стабильность являются различными свойствами одного и того же процесса старения СИ. Стабильность несет больше информации о постоянстве метрологических свойств СИ. Это как бы его «внутреннее» свойство. Надежность, наоборот, является «внешним» свойством, поскольку зависит как от стабильности, так и от точности измерений и значений используемых допусков.

РМГ 29—99 вводит еще понятие нестабильности СИ, отражающей изменение его МХ за установленный интервал времени. Например, нестабильность нормального элемента характеризуется изменением его ЭДС за год (2 мкВ/год).

Безотказностью называется свойство СИ непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени. Она характеризуется двумя состояниями: работоспособным и неработоспособным. Однако для сложных измерительных систем может иметь место и большее число состояний, поскольку не всякий отказ приводит к полному прекращению их функционирования. Отказ является случайным событием, связанным с нарушением или прекращением работоспособности СИ. Это обуславливает случайную природу показателей безотказности, главным из которых является распределение времени безотказной работы СИ.

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

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

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

Процесс изменения МХ идет непрерывно и независимо от того, используется ли СИ или оно хранится на складе. Свойство СИ сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортирования называется его **сохраняемостью**.

Прежде чем перейти к рассмотрению показателей, характеризующих метрологическую надежность СИ, необходимо выяснить характер изменения во времени его МХ. Одной из основных форм поддержания СИ в метрологически исправном состоянии является его периодическая поверка. Она проводится метрологическими службами согласно правилам, изложенным в специальной нормативно-технической документации. Периодичность поверки должна быть согласована с требованиями к надежности СИ. Поверку не-

обходимо проводить через оптимально выбранные интервалы времени, называемые меж поверочными интервалами (МПИ).

Момент наступления метрологического отказа может выявить только поверка СИ, результаты которой позволят утверждать, что отказ произошел в период времени между двумя последними поверками. Величина МПИ должна быть оптимальной, поскольку частые поверки приводят к материальным и трудовым затратам на их организацию и проведение, а редкие — могут привести к повышению погрешности измерений из-за метрологических отказов.

Межповерочные интервалы устанавливаются в календарном времени для СИ, изменение метрологических характеристик которых обусловлено старением и не зависит от интенсивности эксплуатации. Значения МПИ рекомендуется выбирать из следующего ряда: 0,25; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 9; 12; $6K$ месяцев, где K — целое положительное число. Для СИ, у которых изменение МХ является следствием износа его элементов, зависящего от интенсивности эксплуатации, МПИ назначаются в значениях наработки.

При нахождении МПИ выбирается МХ, определяющая состояние метрологической исправности СИ. В качестве таких характеристик, как правило, используются основная погрешность, среднее квадратичное отклонение случайной составляющей погрешности и некоторые другие. Если состояние метрологической исправности определяют несколько МХ, то из них выбирается та, по которой обеспечивается наибольший процент брака при поверках.

Вопросу обоснованного выбора продолжительности МПИ посвящено большое число работ. В настоящее время существуют три основных пути их определения:

- на основе статистики отказов;
- на основе экономического критерия;
- произвольное назначение первоначального МПИ с последующей корректировкой в течение всего срока службы СИ.

Выбор конкретного метода определения продолжительности МПИ зависит от наличия исходной информации о надежности и стабильности СИ. Первый способ является эффективным при условии, что известны показатели метрологической надежности. Наиболее полная информация такого рода содержится в моделях, описывающих изменение во времени МХ средств измерений. При известных параметрах моделей МПИ определяется моментом выхода погрешности за нормируемый для данного СИ допуск. Однако большой разброс

параметров и характеристик процессов старения СИ приводит к большой погрешности расчета МПИ с помощью таких моделей.

Применение методов расчета МПИ, основанных на статистике скрытых и явных отказов, требует наличия большого количества экспериментальных данных по процессам изменения во времени МХ СИ различных типов. Такого рода исследования весьма трудоемки и занимают значительное время. Этим объясняется тот факт, что опубликованных статистических данных о процессах старения приборов различных типов крайне мало. В технических описаниях СИ, как правило, приводится средняя наработка до отказа, средний или гамма-процентный ресурс и срок службы. Этого явно недостаточно для расчета МПИ.

Определение межповерочного интервала по экономическому критерию состоит в решении задачи по выбору такого интервала, при котором можно минимизировать расходы на эксплуатацию СИ и устранять последствия от возможных ошибок, вызванных погрешностями измерения. Исходной информацией для определения МПИ служат данные о стоимости поверки и ремонта СИ, а также об ущербе от изъятия его из эксплуатации и от использования метрологически неисправного прибора. Основная сложность применения этого метода состоит в следующем. Затраты на ремонт и поверку СИ достаточно легко определяются по нормативным документам. В отличие от них потери из-за использования приборов со скрытым метрологическим отказом на практике, как правило, неизвестны. Приходится прибегать к приближенным моделям, описывающим затраты на эксплуатацию СИ со скрытыми метрологическими отказами в виде функции потерь того или иного вида.

Существуют также рекомендации для определения МПИ по экономическому критерию. Наиболее простым является метод, состоящий в произвольном назначении МПИ с последующей корректировкой его величины. В этом случае при минимальной исходной информации назначается первоначальный интервал, а результаты последующих проверок являются исходными данными для его корректировки.

Первый МПИ выбирается в соответствии с рекомендациями нормативных документов государственных и ведомственных метрологических служб. Последующие значения МПИ определяются путем корректировки первого интервала с учетом результатов проведенных проверок большого числа однотипных СИ. Данный метод рассмотрен в международном стандарте ИСО 10012—1, содержащем требования, гарантирующие качество измерительного оборудования.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ

III

РАЗДЕЛ

Глава 8. Измерение токов и напряжений

Глава 9. Измерение параметров электрических цепей

Глава 10. Измерение электрических параметров диодов, транзисторов и интегральных схем

Глава 11. Автоматические и компьютерные измерительные приборы и системы

ИЗМЕРЕНИЕ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ

8.1. ЕДИНСТВО И РАЗЛИЧИЕ АМПЕРМЕТРОВ И ВОЛЬТМЕТРОВ

Всякий измерительный прибор при его использовании не должен изменять параметры и режим работы объекта измерения. Это основное требование, предъявляемое к любому измерительному прибору. Поэтому амперметр должен обладать возможно меньшим сопротивлением, так как ток в цепи до включения амперметра (рис. 8.1, а):

$$I_x = \frac{U}{R},$$

а после его включения

$$I'_x = \frac{U}{R + R_A},$$

где U — напряжение цепи; R — сопротивление цепи; R_A — сопротивление амперметра.

Лишь при $R_A \ll R$ имеем $I_x = I'_x$.

Вольтметр, наоборот, должен обладать возможно большим сопротивлением. Действительно, положим, что необходимо измерить падение напряжения на сопротивлении R с помощью вольтметра сопротивлением R_V (рис. 8.1, б). До включения вольтметра падение напряжения на R было

$$U_x = IR = \frac{UR}{R + R_0},$$

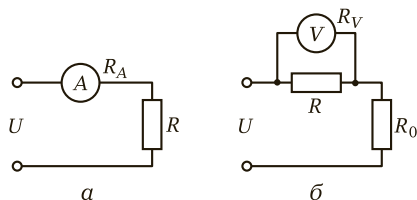


Рис. 8.1. Включение в электрическую цепь:

а — амперметра; *б* — вольтметра

где I — ток в цепи; U — напряжение источника тока; R_0 — сопротивление всей цепи без сопротивления R .

После включения вольтметра получим:

$$U'_x = U \left(\frac{RR_V}{R + RV} / R_0 + \frac{RR_V}{R + R_V} \right).$$

Если $R_V \gg R$, то $U'_x = U$.

Вместе с тем измерительный механизм может быть использован в качестве амперметра и вольтметра. Отклонение подвижной части измерительного механизма является непосредственной функцией тока, протекающего через измерительный механизм:

$$\alpha = f(I_v).$$

При включении измерительного механизма в качестве вольтметра ток

$$I_V = \frac{U_x}{R_V},$$

где U_x — измеряемое напряжение; R_V — сопротивление цепи измерительного механизма.

Если $R_V = \text{const}$, то

$$\alpha = f \left(\frac{U_x}{R_V} \right) = f_1(U_x).$$

Таким образом, принципиального или конструктивного различия между амперметром и вольтметром нет. Их различия состоят лишь в требованиях, предъявляемых к их сопротивлению, что, естественно, вызывает различия в параметрах измерительного механизма и в структуре измерительной цепи прибора.

8.2. ИЗМЕРЕНИЕ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ

В большинстве случаев измерение постоянных токов и напряжений осуществляется с помощью магнитоэлектрических приборов. **Магнитоэлектрические амперметры** являются сочетанием милливольтметра с шунтом, а **вольтметры** — миллиамперметра с добавочным сопротивлением. Магнитоэлектрические приборы принадлежат к наиболее точным приборам непосредственной оценки. Они выпускаются в качестве лабораторных приборов классов 0,1; 0,2 и 0,5, а также как щитовые приборы классов 1,0 и 1,5.

Магнитоэлектрические лабораторные приборы, как правило, выпускаются универсальными и многопредельными. На рис. 8.2 приведена схема измерительной цепи комбинированного вольтметра — амперметра. При включении прибора на зажимы «+» и «I» он работает в качестве амперметра с внутренними шунтами на 0,15; 0,3; 1,5 и 3 А. При включении на зажимы «+» и «U» прибор является вольтметром с добавочными сопротивлениями на 3; 15; 30 и 150 В. К зажимам «+» и «45 мВ» можно включать отдельные (наружные) шунты, рассчитанные на падение напряжения в 45 мВ при номинальном токе. К зажимам «+» и «3 мА» (1 000 Ом) можно подключать отдельные (наружные) добавочные резисторы, рассчитанные на номинальный ток вольтметра 3 мА. Остальные

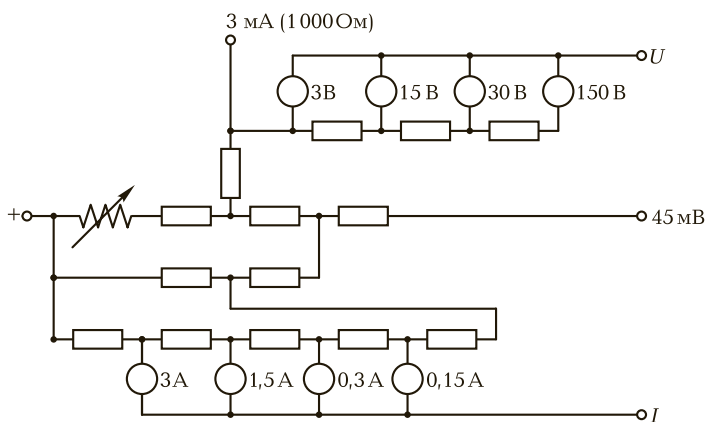


Рис. 8.2. Схема измерительной цепи комбинированного вольтметра — амперметра

резисторы измерительной цепи необходимы для компенсации температурной погрешности прибора.

8.3. ИЗМЕРЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЗНАЧЕНИЙ ПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ

Электромагнитные, электродинамические, ферродинамические и электростатические измерительные механизмы могут быть использованы для измерений действующих значений переменного тока и напряжения.

Расширение пределов измерений по току перечисленных измерительных механизмов осуществляется с помощью измерительных трансформаторов тока, так как падение напряжения в этих механизмах в несколько раз больше, чем в магнитоэлектрических, поэтому шунты получились громоздкими и дорогими.

Расширение пределов измерения по напряжению может быть достигнуто как с помощью добавочных сопротивлений, так и путем использования измерительных трансформаторов напряжения. Последние главным образом применяются при необходимости изоляции прибора от сети высокого напряжения. Расширение пределов измерения электростатических измерительных механизмов производится с помощью добавочных конденсаторов. Электромагнитные приборы в основном применяются в качестве щитовых приборов класса 1,5, а также лабораторных многопредельных приборов класса 0,5.

Электродинамические амперметры и вольтметры являются наиболее точными приборами на переменном токе. Они выпускаются только в качестве лабораторных приборов классов 0,1; 0,2 и 0,5.

Электромагнитные, электродинамические и ферродинамические приборы обычно градуируются (и поверяются) либо на переменном токе промышленной частоты, либо на постоянном токе. При измерении на повышенных частотах эти приборы имеют значительную погрешность, обусловленную в основном индуктивностью катушек. Для работы на высоких частотах указанные приборы не могут быть использованы.

На практике электростатические вольтметры могут быть использованы на любых частотах, за исключением малых частот (до 30... 40 Гц), так как при малых частотах полное сопротивление Z измерительного механизма и добавочного конденсатора зависит

от сопротивления изоляции, шунтирующего емкостное сопротивление.

Для измерения действующих значений переменных токов и напряжений также могут быть использованы термоэлектрические приборы. Схемы цепи термоэлектрических приборов приведены на рис. 8.3. Термоэлектрический прибор представляет собой магнитоэлектрический измерительный механизм Γ (см. рис. 8.3, а, с единичной термопарой) в сочетании с термопарой 1, служащей для измерения температуры t проволоки (термосопротивления) 2, через которую протекает измеряемый переменный ток I . Угол отклонения α магнитоэлектрического измерительного механизма пропорционален термоЭДС S_i , т. е.

$$\alpha = S_i I_{\Gamma} = S_i \frac{E_T}{R_{\Gamma} + R_T} k E_T,$$

где S_i — чувствительность гальванометра к току; I_{Γ} — ток термопары гальванометра; E_T — термоЭДС; R_{Γ} — сопротивление измерительного механизма; R_T — сопротивление термопары; k — коэффициент пропорциональности.

ТермоЭДС S_i при постоянстве температуры свободных концов термопары является функцией температуры рабочего конца термопары:

$$E_T = f_1(t).$$

Температура t будет функцией теплоты, выделяемой измеряемым током I , которая в свою очередь пропорциональна квадрату тока:

$$t = f_2(I^2).$$

Следовательно, угол отклонения $\alpha = f(I^2)$, т. е. является функцией действующего значения переменного тока I .

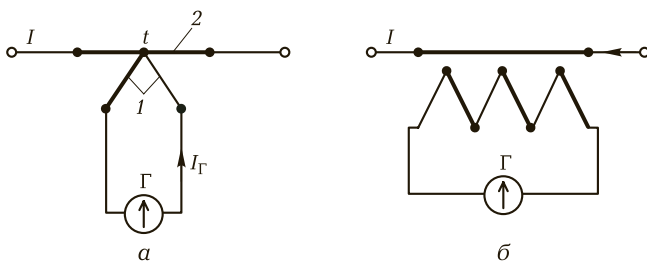


Рис. 8.3. Схемы цепи термоэлектрических приборов:

а — с одной термопарой; б — с батареей термопар

Характеристика шкалы не будет строго квадратичной, так как температура t терморезистора определяется тепловым равновесием проволоки, т. е. потерями выделяемой теплоты, зависящими от многих факторов.

Если измеряемый ток мал, то мало и значение термоЭДС. В этом случае можно использовать батарею из нескольких термопар (см. рис. 8.3, б). Однако непосредственный контакт рабочих концов термопар с терморезистором невозможен, ибо термопары оказались бы замкнутыми накоротко. Поэтому рабочие концы термопар обычно изолируются от терморезисторов каплей стекла.

Терморезистор часто называют нагревателем, а сочетание нагревателя с термопарой — термопреобразователем. Терморезистор (нагреватель) обычно выполняется из константана или сплава платины с родием. В качестве термопары чаще всего применяется термопара хромель-копель. Индуктивность терморезистора очень незначительна, поэтому основное применение термоэлектрические приборы получили для измерения токов высокой частоты (в мегагерцах — МГц).

8.4. ИЗМЕРЕНИЕ СРЕДНИХ И АМПЛИТУДНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Измерения средних и амплитудных значений переменного тока могут быть осуществлены путем использования магнитоэлектрического измерительного механизма в сочетании с полупроводниковыми и вакуумными диодами, а также вакуумными триодами. Приборы с полупроводниковыми диодами называются **выпрямительными приборами**. Они измеряют средние значения переменного тока. Приборы с вакуумными диодами и триодами являются **ламповыми приборами**. Они измеряют амплитудные или средние значения переменного тока. Однако и те, и другие приборы градуируются в действующих значениях переменного тока, поэтому цифровые отметки на шкале выпрямительных приборов умножены на 1,11 (коэффициент формы кривой для синусоиды), а на шкале ламповых приборов — поделены на $\sqrt{2}$ (отношение амплитуды к действующему значению для синусоиды).

Выпрямительные приборы обычно выполняются в качестве универсальных многопредельных приборов постоянного и переменного тока. На рис. 8.4 показана схема цепи многопредельного

выпрямительного прибора. На схеме переключатель Π_1 служит для переключения измерительного механизма либо на работу с выпрямителями (переменный ток), либо на работу без выпрямителей (постоянный ток). Переключатель Π_2 позволяет изменять пределы измерения как по току, так и по напряжению. Прибор имеет по шесть пределов измерения по току (0,003; 0,015; 0,06; 0,3; 1,5 и 6 А) и по напряжению (6; 15; 60; 150; 300 и 600 В).

Выпрямительные приборы могут быть использованы для измерения переменных токов и напряжений лишь до частот 3...5 тыс. Гц, так как при более высоких частотах начинает сказываться емкостное сопротивление выпрямителей, шунтирующее их обратное сопротивление. Выпрямительные приборы удовлетворяют лишь требованиям приборов класса 1,5. Они потребляют столько мощности, сколько потребляют и магнитоэлектрические приборы (3 мВт/В и 75 мВт/А).

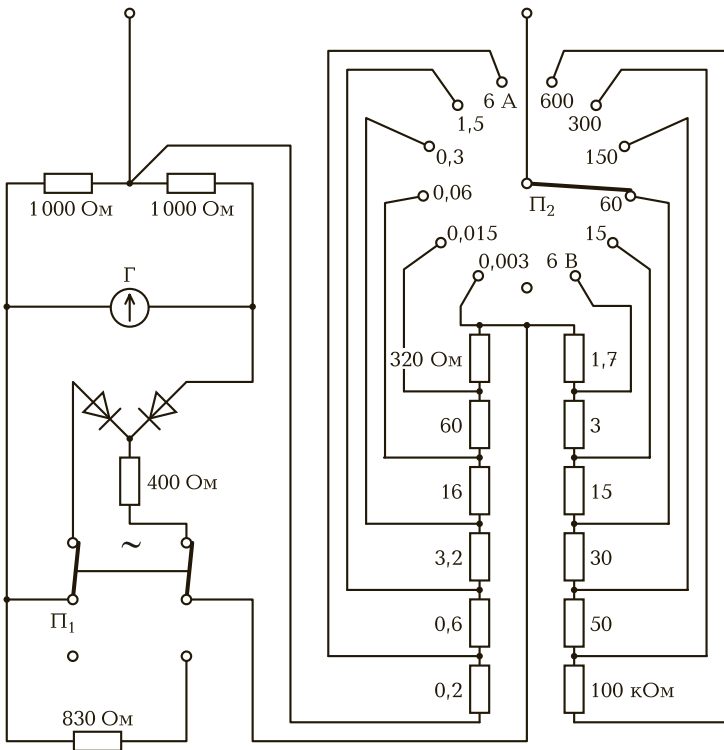


Рис. 8.4. Схема цепи многопредельного выпрямительного прибора

Необходимость измерения малых токов и напряжений встречается в практике электрических измерений очень часто. При этом нужно различать два случая. В первом случае необходимо количественно измерить ток или напряжение. Тогда шкала прибора градуируется в единицах тока или напряжения или той неэлектрической величины, которая преобразуется в ток или напряжение. Главным требованием к подобным приборам является их точность.

Во втором случае в задачу прибора входит лишь выявление факта наличия тока (точнее — отсутствия тока) в том или ином участке цепи, что имеет место при измерениях по методу сравнения в нулевом (равновесном) режиме. Подобные приборы называются нулевыми указателями. Главным требованием к ним является высокая чувствительность. Точность нулевых указателей практически не играет никакой роли. Предел увеличения чувствительности ставится помехами, вызывающими отклонение нулевого указателя. К этим помехам следует отнести точки утечки, обусловленные несовершенством изоляции источников питания и отдельных частей установки, механические сотрясения, ЭДС и токи, индуцируемые в катушках и проводах измерительной цепи внешними магнитными полями, и т. д.

В качестве нулевых указателей используются различные гальванометры постоянного и переменного тока, а также ламповые и фотоэлектрические усилители с магнитоэлектрическим измерительным механизмом.

Магнитоэлектрический гальванометр представляет собой обычный магнитоэлектрический измерительный механизм с креплением подвижной рамки (или магнита) на подвесе и с зеркальным отсчетом. Высокая чувствительность гальванометра достигается в основном за счет резкого уменьшения противодействующего момента подвеса по сравнению с противодействующим моментом пружинки. Однако при столь малом противодействующем моменте начинает играть большую роль момент успокоения.

Если обмотку рамки намотать на алюминиевый каркас, как это делается у обычных магнитоэлектрических приборов на кернах, то момент успокоения, создаваемый взаимодействием тока, индуцируемого в каркасе при движении рамки, с полем постоянного магнита будет значительно больше, чем вращающий или противодей-

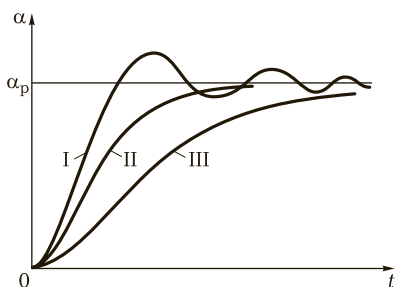


Рис. 8.5. Кривые движения подвижной части гальванометра к установившемуся отклонению α_p

ствующий момент. Поэтому рамку гальванометра выполняют бескаркасной.

На рис. 8.5 показаны кривые движения подвижной части гальванометра к положению равновесия (т.е. к установившемуся отклонению) α_p . Кривая I имеет место, когда сопротивление $R_{вн}$ велико. Этот режим работы прибора является колебательным, или периодическим (недоуспокоенным). Кривая II соответствует критическому режиму движения подвижной части, являющемуся граничным между периодическим и апериодическим режимами. Кривая III соответствует так называемому апериодическому (переуспокоенному) движению, что характерно при малых значениях $R_{вн}$.

Следует отметить, что в одном гальванометре сочетать высокую чувствительность к току и напряжению практически невозможно. В гальванометрах, чувствительных к току, обычно выбирают значительное число витков, что непосредственно ведет к увеличению сопротивления рамки и числа потокосцеплений ψ , а следовательно, к увеличению критического сопротивления. Гальванометры, чувствительные к напряжению, имеют малое сопротивление рамки и малое критическое сопротивление.

8.6. ЭЛЕКТРОННЫЕ АНАЛОГОВЫЕ ВОЛЬТМЕТРЫ

В электронных вольтметрах конструктивно объединены электронный преобразователь и измерительный механизм. Электронный преобразователь может быть ламповым и полупроводниковым. Измерительный механизм обычно берется магнитоэлектрическим. Электронные аналоговые вольтметры позволяют производить измерения в широком диапазоне напряжений и частот.

Электронные вольтметры постоянного тока выполняют по схеме, представленной на рис. 8.6, а. Измеряемое напряжение U_x подает-

ся на входное устройство, представляющее собой многопредельный высокоомный делитель на резисторах. С делителя напряжение поступает на усилитель постоянного тока и далее — на измерительный механизм. Делитель и усилитель постоянного тока ослабляют или усиливают напряжение до значений, необходимых для нормальной работы измерительного механизма.

Одновременно усилитель обеспечивает согласование высокого сопротивления входной цепи прибора с низким сопротивлением катушки измерительного механизма. Входное сопротивление электронного вольтметра составляет обычно несколько десятков мегаом. Это позволяет производить измерения в высокоомных цепях без заметного потребления мощности от объекта измерения.

Диапазон измеряемых напряжений постоянного тока — от десятков милливольт до нескольких киловольт. Для измерения малых напряжений используют микровольтметры с преобразованием постоянного тока в переменный. В таких приборах усиление измеряемого сигнала производится на переменном токе, что позволяет достичь больших значений коэффициента усиления и снизить порог чувствительности до нескольких микровольт. Рабочий диапазон электронных микровольтметров постоянного тока лежит в пределах от 10^{-8} до 1 В.

Электронные вольтметры переменного тока выполняются по двум структурным схемам, представленным на рис. 8.6, б, в. На схеме рис. 8.6, б измеряемое переменное напряжение сначала пре-

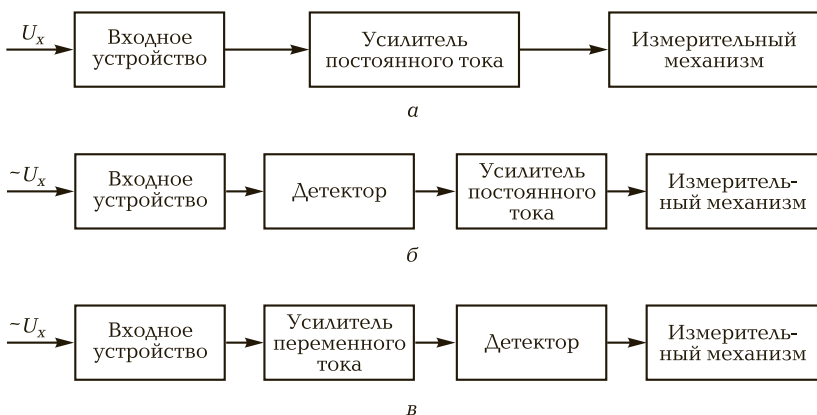


Рис. 8.6. Структурные схемы электронных вольтметров:

а — постоянного тока; б, в — переменного тока

образуется в постоянное с помощью детектора, а затем усиливается усилителем постоянного тока и воздействует на измерительный механизм. На схеме рис. 8.6, в усиление производится на переменном токе (для этого служит усилитель переменного тока) и лишь затем предварительно усиленный сигнал выпрямляется детектором и отклоняет стрелку измерительного механизма. Схемы рис. 8.6, б, в дополняют друг друга. Каждая из них обладает своими преимуществами и недостатками.

По схеме рис. 8.6, б выполняют вольтметры, обладающие широким частотным диапазоном (10 Гц ... 1 000 МГц), но обычно не способные измерять напряжения меньше нескольких десятых долей вольта: детектор выпрямляет только достаточно большие напряжения.

Схема рис. 8.6, в позволяет строить чувствительные вольтметры, нижний предел измерения которых составляет всего лишь единицы микровольт. Однако эти приборы имеют меньший диапазон, поскольку частотный диапазон усилителя переменного тока трудно сделать достаточно большим.

Электронные вольтметры обладают рядом ценных качеств. Они имеют большое входное сопротивление, поэтому потребляют малую мощность от цепи, в которой производятся измерения. Диапазон их рабочих частот может простирается от нуля до сотен мегагерц. Значения заменяемых напряжений лежат в интервале от нескольких вольт до киловольт.

К отрицательным характеристикам электронных вольтметров относятся необходимость источника питания, невысокая точность, обусловленная недостаточной стабильностью электронных элементов (резисторов, ламп, полупроводников и т. д.).

8.7. ЦИФРОВЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Цифровыми измерительными приборами называются приборы, которые в процессе измерения осуществляют автоматическое преобразование непрерывной измеряемой величины в дискретную с последующей индикацией результата измерений на цифровом отсчетном устройстве или регистрацией его с помощью цифropечатающего устройства.

Функциональная схема цифрового измерительного прибора представлена на рис. 8.7, а. Аналоговая величина X сначала преобразуется входным аналоговым преобразователем ВАП к виду,

удобному для последующего преобразования, затем с помощью АЦП производятся ее дискретизация и кодирование. Наконец, цифровое отсчетное устройство ЦОУ превращает закодированную информацию об измеряемой величине в цифровой отсчет, удобный для считывания оператором. В последние годы цифровые приборы получили большое распространение, особенно в качестве лабораторных вольтметров, амперметров, омметров, частотомеров и фазометров.

По сравнению с аналоговыми цифровые приборы имеют такие преимущества, как высокая точность, широкий рабочий диапазон, высокое быстродействие, получение результатов измерений в удобной для считывания оператором форме, возможность цифрового преобразования и ввода измерительной информации в ЭВМ, автоматического введения поправок для уменьшения систематических погрешностей, автоматической калибровки, автоматизации процесса измерения.

Недостатками цифровых приборов являются сложность, сравнительно высокая стоимость и меньшая, чем у аналоговых приборов, надежность. Следует, однако, указать, что развитие техники интегральных схем в значительной мере позволяет устранить указанные

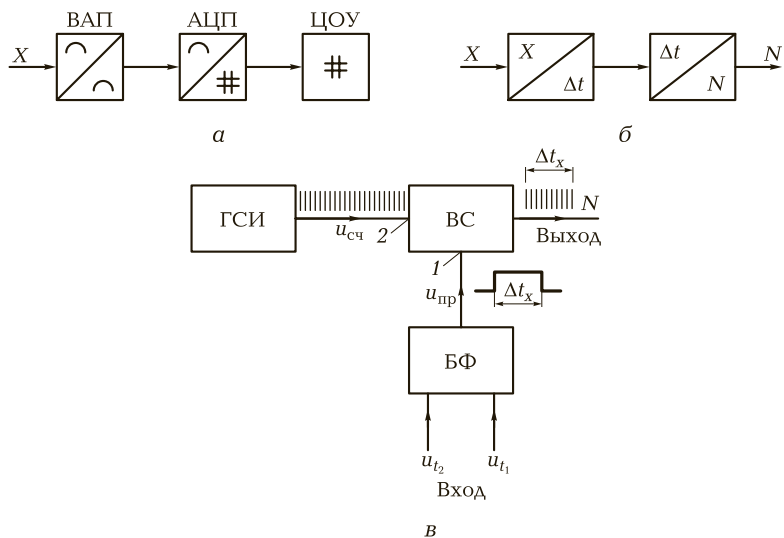


Рис. 8.7. Схемы цифровых приборов:

а — функциональная схема прибора; б — упрощенная схема АЦП с времяимпульсным преобразователем; в — структурная схема преобразователя «временной интервал — код»; 1, 2 — входы временного селектора

недостатки. Основой всякого цифрового прибора служит АЦП, который осуществляет дискретизацию, квантование и кодирование информации.

Дискретизация представляет собой процесс получения отсчетов измеряемой величины в определенные дискретные моменты времени. Непрерывная величина $X(t)$ заменяется последовательностью отсчетов $X(t_k)$, взятых в некоторые моменты времени t_k . Обычно промежутки времени между двумя последовательными отсчетами $\Delta t = t_{k+1} - t_k$ выбираются одинаковыми. В этом случае говорят, что шаг дискретизации Δt постоянен.

Квантование заключается в замене непрерывных значений величины $X(t)$ конечным набором ее дискретных значений X_n . Каждое из этих значений совпадает с одним из установленных уровней квантования, отстоящих друг от друга на интервал (шаг) квантования. Непрерывные значения величины заменяются значениями уровней квантования в соответствии с некоторым правилом. Например, вместо непрерывных значений величине приписываются значения ближайших уровней.

Кодированием называется процесс представления численного значения величины, определенной последовательностью цифр или сигналов, т. е. кодом. Для преобразования цифрового кода в напряжения, воздействующие на цифровое отсчетное устройство и формирующие показания цифрового измерительного прибора, используется устройство — **дешифратор**.

Процессы дискретизации и квантования являются принципиальными источниками погрешностей цифрового измерительного прибора. Ясно, что замена непрерывной величины рядом ее значений, считанных в определенные дискретные моменты времени, ведет к потере информации о поведении этой величины в промежутках между отсчетами. Однако число уровней квантования также является причиной погрешностей цифрового измерительного прибора.

Аналого-цифровые преобразователи — это измерительные преобразователи, назначение которых состоит в автоматическом преобразовании измеряемой аналоговой величины в дискретную величину, представленную в виде цифрового кода. В соответствии с методом построения все АЦП можно разделить на три группы: с времяимпульсным преобразованием; с частотно-импульсным преобразованием; поразрядного уравнивания. В качестве примера рассмотрим АЦП с времяимпульсным преобразованием.

В основу времяимпульсного метода положено преобразование измеряемой величины в интервал времени, заполняемый затем

импульсами со стабильной частотой следования (счетными импульсами). Аналогово-цифровые преобразователи, использующие этот метод, применяются для преобразования временного интервала, напряжения, частоты, разности фаз и других величин в код.

Упрощенная схема АЦП с времяимпульсным преобразованием представлена на рис. 8.7, б. В эту схему входят два преобразователя. Первый преобразует входную величину X в интервал времени Δt , второй — интервал времени Δt в последовательность импульсов (цифровой код) N .

Если структура первого преобразователя может быть различной в зависимости от вида входной величины X , то структура преобразователя «временной интервал — код» одинакова для всех АЦП (см. рис. 8.7, в). Временной интервал $\Delta t_X = t_2 - t_1$ задается двумя короткими импульсами: опорным u_{i1} (в момент времени t_1) и интервальным u_{i2} (в момент времени t_2). Эти импульсы поступают в блок формирования БФ, вырабатывающий прямоугольный импульс $u_{пр}$ длительностью $\Delta t_X = t_2 - t_1$. Указанный прямоугольный импульс подается на вход 1 временного селектора ВС. На вход 2 временного селектора от генератора счетных импульсов ГСП постоянно поступает последовательность счетных импульсов $u_{сч}$ со строго определенной частотой следования $f_{сч}$. Счетные импульсы могут проходить через ВС на выход только тогда, когда ВС открыт прямоугольным импульсом $u_{пр}$, т. е. в течение временного интервала Δt_X .

Поскольку период следования счетных импульсов $T_{сч} = 1/f_{сч}$ выбирается много меньшим, чем Δt_X , то можно утверждать, что число счетных импульсов N , прошедших через ВС, выражается формулой

$$N \approx \Delta t_X / T_{сч} = \Delta t_X f_{сч}.$$

ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

9.1. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЙ

Измерение сопротивлений методом амперметра–вольтметра

Измерение сопротивления R постоянному току может быть осуществлено с помощью амперметра — вольтметра либо по схемам рис. 9.1.

Так как

$$R_x = \frac{U_x}{I_x},$$

где U_x и I_x — падение напряжения и ток непосредственно в измеряемом сопротивлении, то схемы (см. рис. 9.1) приводят к методической погрешности, обусловленной соотношением между измеряемым сопротивлением и значениями сопротивлений используемых приборов. В самом деле, при измерении R_x по схеме рис. 9.1, а сопротивление, вычисленное по показаниям приборов вольтметра U_x и амперметра I_A , будет следующим:

$$R'_x = \frac{U_V}{I_A}.$$

Однако показание вольтметра

$$U_V = U_x + I_A R_A,$$

где I_A — ток, протекающий через амперметр, $I_A = I_x$; R_A — сопротивление амперметра.

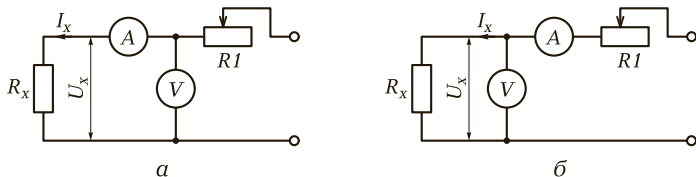


Рис. 9.1. Схемы цепей для измерения сопротивления методом амперметра — вольтметра:

а — для измерения больших сопротивлений; *б* — для измерения малых сопротивлений

Поделив правую и левую части этого уравнения на I_x , получим:

$$R'_x = \frac{U_x}{I_x} + R_A = R_x + R_A.$$

Абсолютная погрешность измерения по этой схеме

$$\Delta R_x = R'_x - R_x = R_A,$$

а относительная погрешность

$$\gamma = (R_A/R_x)100.$$

Следовательно, рассмотренную схему можно применять лишь при измерении больших сопротивлений, когда $R_A \ll R_x$. При измерении R_A по схеме рис. 9.1, *б* имеем:

$$R'_x = \frac{U_V}{I_A} = \frac{U_V}{I_V + I_x}; \quad U_V = U_x.$$

Следовательно,

$$R'_x = \frac{U_x}{I_x + \frac{U_x}{R_V}} = \frac{U_x}{I_x} = \frac{1}{1 + \frac{U_x}{I_x R_V}} = \frac{R_x}{1 + \frac{R_x}{R_V}}.$$

В этом случае относительная погрешность

$$\gamma = \frac{R'_x - R_x}{R_x} = \frac{1}{1 + \frac{R_x}{R_V}} - 1 = -\frac{R_x}{R_x + R_V},$$

или

$$\gamma = -\frac{1}{1 + \frac{R_V}{R_x}} 100.$$

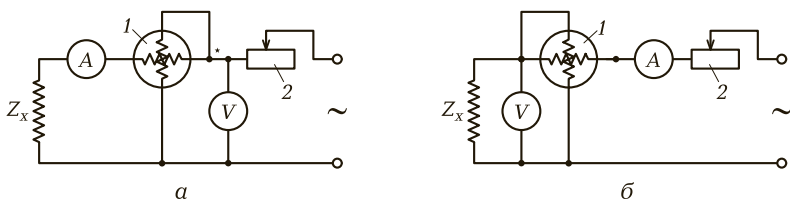


Рис. 9.2. Схемы цепей для измерения сопротивления приборами непосредственной оценки на переменном токе:

а — для измерения больших сопротивлений; *б* — для измерения малых сопротивлений

Таким образом, схему рис. 9.1, *б* можно использовать лишь при измерении малых сопротивлений, когда $R_V \ll R_x$. На рис. 9.1 $R1$ — переменный резистор для изменения режимов работы схемы. Приведенные выражения могут служить как для оценки погрешности, так и для введения поправки к измеренному значению R'_x , если известны сопротивления приборов.

Метод амперметра — вольтметра может быть также применен и на переменном токе. В этом случае, очевидно, будет измерен модуль полного сопротивления Z , а не сопротивление постоянному току R . При желании можно измерить отдельно активное и реактивное сопротивления. Для этого, кроме амперметра и вольтметра, необходимо также включить ваттметр (рис. 9.2).

Активное R'_x и реактивное X'_x сопротивления испытуемого объекта могут быть получены из выражений

$$R'_x = \frac{P}{I^2} \text{ и } X'_x = \sqrt{(Z'_x)^2 - (P'_x)^2} = \sqrt{\left(\frac{U}{I}\right)^2 - \frac{P}{I^2}},$$

где U , I , P — показания соответственно вольтметра, амперметра и ваттметра.

В данном случае также имеет место методическая погрешность. Однако введение поправки практически затруднительно, так как реактивные сопротивления приборов обычно неизвестны. На рис. 9.2 Z_x — полное измеряемое сопротивление; 1 — ваттметр; 2 — переменный резистор для изменения режима работы схемы.

Измерение сопротивлений омметрами

Омметры выполняются на базе магнитоэлектрических измерительных механизмов. Их можно разделить на две группы: омметры,

показания которых зависят от напряжения, и омметры, показания которых не зависят от напряжения.

Омметры первой группы используют магнитоэлектрический измерительный механизм, включаемый последовательно или параллельно с измеряемым резистором. Омметры второй группы используют магнитоэлектрический логометр.

Омметр с последовательным соединением измеряемого сопротивления (рис. 9.3, а). Ток в цепи рамки I_p , определяющий отклонение прибора, определяют по формуле

$$I_p = \frac{U}{R_1 + R_2}$$

Для некоторого определенного значения напряжения U прибор может быть отградуирован непосредственно в единицах R_x . Так как напряжение U при эксплуатации прибора может быть отличным от его значения при градуировке, то перед измерением следует проверить величину напряжения, для этого ключом K замыкают зажимы R_x накоротко. Если при этом стрелка не станет на отметку «0», то необходимо изменить ток I_p с помощью реостата, шунтирующего рамку $R_{пер}$, движок которого связан с рукояткой, выведенной наружу прибора.

Омметры с последовательным включением измеряемого сопротивления удобны для измерения относительно больших (примерно

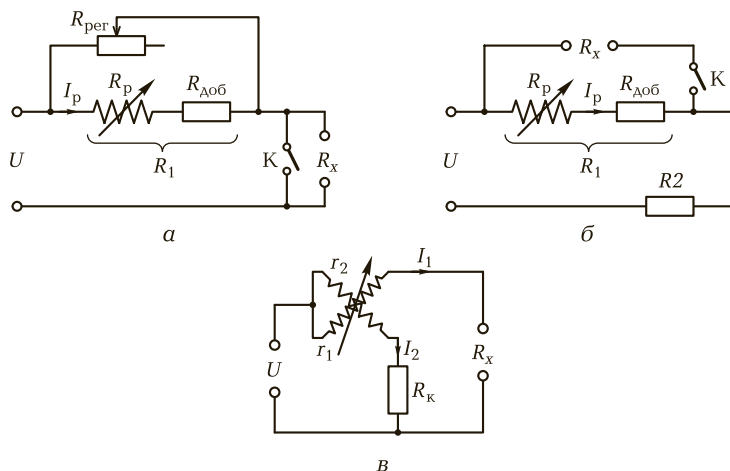


Рис. 9.3. Схемы цепей омметра:

а — с последовательным соединением измеряемого сопротивления; б — с параллельным соединением измеряемого сопротивления; в — с логометром

свыше 1 000 Ом) сопротивлений. После установки стрелки в положение «0» измерение производится при разомкнутом ключе К.

Омметр с параллельным соединением измеряемого сопротивления (рис. 9.3, б). Для этой цепи

$$I_p = \frac{UR_x}{R_x(R_1 + R_2) + R_1R_2},$$

где R_1 — суммарное сопротивление рамки R_p и добавочного $R_{доб}$; R_2 — сопротивление в цепи питания.

При $R_x = 0$ ток $I_p = 0$, а при $R_x = \infty$ этот ток достигает своего наибольшего значения

$$I_{pmax} = \frac{U}{R_1 + R_2}.$$

Здесь проверка напряжения и установка нуля производятся при размыкании ключа К ($R_x = \infty$), а измерение R_x — при замкнутом ключе К. Регулировка «нуля» также производится с помощью электрического шунта.

Омметры с параллельным соединением измеряемого сопротивления также имеют неравномерную шкалу. Они удобны для измерения малых сопротивлений.

Омметры с логометром. Измеряемое сопротивление R_x включается либо последовательно в цепь одной из рамок, либо параллельно одной из рамок. На рис. 9.3, в показана наиболее распространенная схема цепи омметра с логометром. На схеме R_x — измеряемое сопротивление; r_1 и r_2 — сопротивления рамок логометра; R_k — компенсационное сопротивление.

Токи в рамках I_1 и I_2 могут быть выражены следующими формулами:

$$I_1 = \frac{U}{r_1 + R_x}; \quad I_2 = \frac{U}{r_2 + R_k}.$$

Так как угол отклонения α логометра является функцией отношения токов

$$\alpha = f\left(\frac{I_1}{I_2}\right),$$

то

$$\alpha = f\left(\frac{U(r_2 + R_k)}{U(r_1 + R_x)}\right) = f\left(\frac{(r_2 + R_k)}{(r_1 + R_x)}\right).$$

Итак, показания логометра принципиально не зависят от напряжения. На практике некоторая зависимость от напряжения есть. В хороших логометрах влияние напряжения не превосходит $\pm(0,1 \dots 0,2) \%$ при изменении напряжения на $\pm 20 \%$ номинального.

Измерение сопротивлений мостовыми методами

Равновесные мосты. Принцип действия и основные соотношения мостовых цепей были рассмотрены ранее. Приведем примеры устройств и свойств мостов постоянного тока. Для измерения сопротивлений примерно от 1 Ом и выше применяются одинарные мосты. Для измерения весьма малых сопротивлений (меньше 1 Ом) используются двойные мосты.

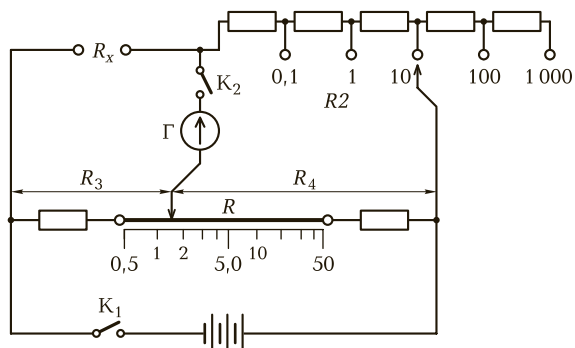
Одинарные мосты. Рассмотрим схему цепей двух типов одинарных мостов с переменным (рис. 9.4, а) и постоянным (рис. 9.4, б) отношением плеч. Из условия равновесия одинарного моста имеем

$$R_x = R_2 \frac{R_3}{R_4},$$

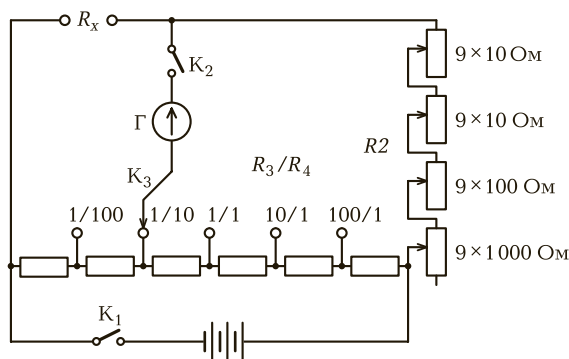
где R_2, R_3, R_4 — сопротивления плеч одинарного моста.

В мостах с переменным отношением плеч для достижения равновесия отношение R_3/R_4 изменяется (регулируется) с помощью реохорда R , снабженного шкалой, по которой можно непосредственно прочесть это отношение. Плечо R_2 выполнено в виде магазина сопротивлений, с помощью которого можно менять множитель при отношении R_3/R_4 . Этот множитель равен 0,1; 1; 10; 100 и 1000. Он выбирается в зависимости от величины измеряемого сопротивления.

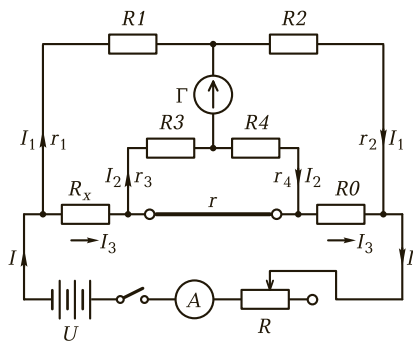
В одинарных мостах с постоянным отношением плеч (см. рис. 9.4, б) уравнивание производится путем регулировки резистора R_2 , выполняемого в виде четырех- или пятидекадного магазина сопротивлений. Отношение плеч можно устанавливать переключателем K_3 , равным от 1/100 до 100/1, что позволяет производить измерения R_x в диапазоне от 0,1 до 10^6 Ом. Ключ K_1 предназначен для включения питания, а ключ K_2 — для включения гальванометра. Отношение плеч следует выбирать таким образом, чтобы при равновесии моста были использованы (в отсчете) все четыре декады плеча R_2 .



а



б



в

Рис. 9.4. Схемы цепей одинарных мостов:

а — с переменным отношением плеч; б — с постоянным отношением плеч; в — схема цепи двойного моста; K_1 — ключ включения питания; K_2 — ключ для выключения гальванометра; K_3 — переключатель отношения плеч мостов

Чувствительность равновесного моста

$$S_M = \alpha / (\Delta R_x / R_x) = (\alpha / \Delta I_\Gamma) (\Delta I_\Gamma / (\Delta R_x / R_x)),$$

где $\alpha / \Delta I_\Gamma$ — чувствительность гальванометра к току.

Поэтому чем больше чувствительность гальванометра и напряжение U источника питания, тем больше чувствительность моста. Однако увеличение напряжения U ограничено допустимой мощностью (нагревом) в катушках сопротивлений плеч моста. Допустимые значения напряжения и отношения плеч в зависимости от величины измеряемого сопротивления указываются в паспорте моста.

Двойные мосты. При измерении одинарным мостом небольших сопротивлений (менее 1 Ом) получаются значительные погрешности вследствие влияния, оказываемого сопротивлением соединительных проводов, которыми измеряемое сопротивление присоединяется к мосту, и переходными сопротивлениями контактов. Эти погрешности можно значительно уменьшить, если измерять малые сопротивления двойным мостом.

Принципиальная схема цепи двойного моста приведена на рис. 9.4, в. На схеме R_x и R_0 обозначают измеряемое и образцовое (сравнительное) сопротивления; $R1—R4$ — наборы катушек сопротивлений, которые служат для уравнивания моста; R — регулируемое сопротивление; r , $r_1—r_4$ — сопротивления соединительных проводов (включая переходные сопротивления контактов); Γ — измерительный механизм (гальванометр); I — ток питания; I_1 и I_2 — токи в плечах моста; I_3 — ток, проходящий через измеряемое и эталонное сопротивления.

При сборке схемы следует обратить внимание на правильное использование потенциальных и токовых зажимов образцового и измеряемого сопротивлений. Соединительные провода r , $r_1—r_4$ должны быть присоединены к потенциальным, а провод r и соединительные провода, идущие к источнику тока, — к токовым зажимам.

Используя метод контурных токов, для равновесия моста можно написать следующие уравнения:

$$\begin{aligned} I_3 R_x + I_2 R_3 &= I_1 R_1; \\ I_3 R_0 + I_2 R_4 &= I_1 R_2; \\ I_2 (R_3 + R_4) &= (I_3 - I_2) r. \end{aligned}$$

Решив эти уравнения относительно R_x , эту величину можно определить по формуле

$$R_x = \frac{R_1}{R_2} R_0 + \frac{R_4 r}{r + R_3 + R_4} \left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4} \right).$$

Для того чтобы результат измерения можно было бы определять только по первому члену правой части уравнения, необходимо выполнение условия

$$d = \frac{R_4 r}{r + R_3 + R_4} \left(\frac{R_1}{R_2} - \frac{R_3}{R_4} \right) \rightarrow 0.$$

Для этого в двойных мостах пары резисторов R_1 и R_3 , а также R_2 и R_4 имеются ручки, механически связанные таким образом, чтобы при регулировке равновесия моста изменением отношения R_1/R_2 отношение R_3/R_4 изменялось одинаково с отношением R_1/R_2 .

Так как идеального равенства этих отношений может и не быть, то сопротивление r нужно выполнить в виде короткого проводника большого сечения с тем, чтобы r имело очень малое значение. Тогда величина d будет практически равна нулю и

$$R_x = R_0 \frac{R_1}{R_2}.$$

Таким путем исключается влияние переходных сопротивлений в местах присоединения r к сопротивлениям R_x и R_0 .

Переходные сопротивления в местах присоединения наружных проводников, подводящих ток I , очевидно, не сказываются на точности измерения, а влияют лишь на величину тока I . Что же касается переходных сопротивлений в потенциальных зажимах и сопротивлений соединительных проводов $r_1—r_4$, то, выбирая сопротивления R_1 и R_2 и сопротивления R_3 и R_4 достаточно большими (не менее 10 Ом), можно сделать влияние этих сопротивлений ничтожно малым.

Неравновесные мосты. При работе с неравновесными мостами прежде всего следует позаботиться о том, чтобы показания измерителя зависели только от сопротивлений плеч моста и не зависели от колебаний напряжения источника питания. Поэтому неравновесные мосты, как правило, используют логометр в качестве измерителя. В тех случаях, когда чувствительность моста мала и приходится применять ламповые усилители тока или напряжения измерительной диагонали, необходимо использовать стабилизатор питающего напряжения.

На практике нашли применение два типа мостовых цепей постоянного тока с магнитоэлектрическим логометром в качестве измерителя (рис. 9.5).

На рис. 9.5, а одна из рамок логометра ($R_{Г1}$) включена в измерительную диагональ моста и вторая рамка ($R_{Г2}$) — в диагональ питания моста. При изменении сопротивления R_x , включенного в одно

из плеч моста, изменяется ток лишь в рамке (R_{Γ_1}) логометра, тогда как ток в рамке (R_{Γ_2}) не зависит от изменения сопротивления R_x .

Угол отклонения логометра является функцией отношения токов в рамках:

$$\alpha = f\left(\frac{I_{\Gamma_1}}{I_{\Gamma_2}}\right).$$

Так как токи (I_{Γ_1}) и (I_{Γ_2}) пропорциональны напряжению U источника питания моста, то отклонение α не зависит от постоянства U .

В мостовой цепи с логометром, изображенной на рис. 9.5, б, при изменении сопротивления R_x происходит изменение токов в обеих рамках, причем с разными знаками, что может обеспечить большую чувствительность этой цепи по сравнению с цепью, изображенной на рис. 9.5, а. Однако и в данном случае оба тока одинаково зависят от U , и угол отклонения α логометра также не будет зависеть от напряжения источника питания.

На схемах рис. 9.5 R_1 (R_x) — измеряемое сопротивление; R_2 — R_4 — плечи моста; R_5 — полудиагональ моста; точки a и c — диагональ моста.

Важным вопросом при использовании неравновесных мостов является выбор сопротивлений плеч, обеспечивающий наибольшее отклонение α измерителя при заданном изменении ΔR_x , т. е. при заданном относительном изменении R_x

$$\epsilon_x = \Delta R_x / R_x.$$

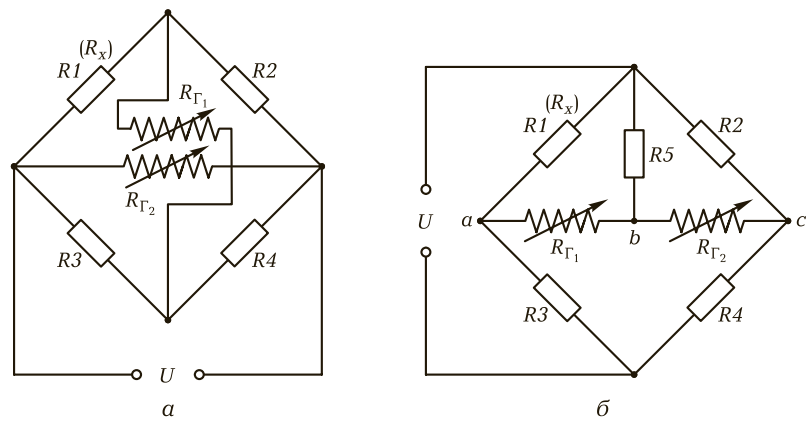


Рис. 9.5. Схемы мостовых цепей с логометром:

а — с включением рамок в разные диагонали; *б* — с включением рамок в одну измерительную диагональ

Угол отклонения α магнитоэлектрического измерительного механизма по существу пропорционален корню квадратному из мощности рамки. Зависимость угла отклонения α от тока в рамке имеет следующий вид:

$$\alpha = c_1 w I_{\Gamma}, \quad (9.1)$$

где c_1 — постоянная, равная B_s/W ; w — число витков.

С одной стороны, если исходить из обычно заданной площади окна рамки,

$$S = w \frac{\pi d^2}{4} k_y,$$

где d — диаметр провода намотки; k_y — коэффициент укладки, меньший единицы и определяемый толщиной изоляции проволоки, то

$$\pi d^2/4 = S k_y/w.$$

С другой стороны, сопротивление рамки

$$R_{\Gamma} = \rho w l_1 / (\pi d^2/4), \quad (9.2)$$

где ρ — удельное сопротивление материала рамки; l_1 — длина одного витка рамки.

Из этого выражения имеем:

$$\pi d^2/4 = \rho w l_1 / R_{\Gamma}. \quad (9.3)$$

Сопоставляя выражения (9.2) и (9.3), получим:

$$S k_y/w = \rho w l_1 / R_{\Gamma}.$$

Откуда

$$w = \sqrt{\frac{S R_{\Gamma} k_y}{l_1 \rho}} = c_2 \sqrt{R_{\Gamma}}.$$

Тогда выражение (9.1) примет следующий вид:

$$\alpha = c_1 c_2 I_{\Gamma} \sqrt{R_{\Gamma}} = c I_{\Gamma} \sqrt{R_{\Gamma}} = c \sqrt{P_{\Gamma}},$$

где P_{Γ} — мощность в рамках логометра.

Поэтому при выборе сопротивлений плеч моста необходимо стремиться к получению максимальной мощности в измерителе.

При использовании мостовых цепей (как в неравновесном, так и в равновесном режимах) для измерения неэлектрических величин, когда в плечо моста включается преобразователь, особенно важным

является исключение дополнительных погрешностей от температуры, частоты и т. д.

При использовании мостовой цепи включения преобразователя радикальным средством компенсации температурной погрешности является включение в соседнее с рабочим плечом $R1$ моста нерабочего преобразователя $R2$ аналогичного рабочему преобразователю, при этом температурные изменения $R1$ и $R2$ будут компенсировать друг друга.

Автоматические мосты. Принципиальная схема цепи моста с автоматическим уравниванием для измерения активного сопротивления переменному току приведена на рис. 9.6.

На схеме рис. 9.6 в два плеча моста включены части R' и R'' реохорда R , движок которого связан через передачу с осью реверсивного двигателя РД. Если мост уравновешен, то напряжение между точками b и $г$ равно нулю и ротор двигателя неподвижен. При изменении измеряемого сопротивления R_x на диагонали моста (между точками a и $г$) появляется напряжение переменного тока, величина которого зависит от значения R_x . Это напряжение усиливается усилителем $Ус$ и подается на реверсивный двигатель. Ротор последнего приходит во вращательное движение, причем направление вращения зависит от фазы напряжения $U_{бг}$. При вращении ротор перемещает движок реохорда в сторону достижения равновесия моста и одновременно поворачивает стрелку указателя. Вращение ротора двигателя будет происходить до тех пор, пока мост не придет в равновесие. Шкала указателя может быть проградуирована в единицах измеряемой величины, напри-

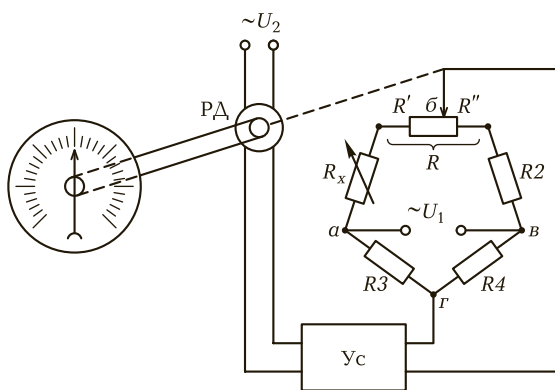


Рис. 9.6. Принципиальная схема цепи моста с автоматическим уравниванием

мер в градусах, если R_x является преобразователем термометра сопротивления. На схеме рис. 9.6 $R_2—R_4$ — плечи моста; U_1 — напряжение питания моста; U_2 — напряжение питания РД; а, б, в и г — точки моста.

Погрешности автоматических мостов обычно не превышают 0,5%. Порог чувствительности, т. е. то наименьшее значение изменения измеряемой величины, которое вызывает пуск двигателя, равен примерно 0,2% шкалы прибора.

9.2. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ В КАБЕЛЯХ

В настоящее время основным прибором, применяемым для измерения сопротивления изоляции, является мегомметр. Для измерения таких больших сопротивлений, как сопротивление изоляции, достигающее сотен и тысяч мегом, необходимо напряжение порядка сотен вольт. Мегомметры выпускаются с внутренним генератором на 500, 1 000 и 2 000 В. Генератор выполняется с возбуждением от постоянных магнитов и ротором, вращающимся от руки. Скорость вращения поддерживается постоянной посредством центробежного регулятора.

Измерителем мегомметра является магнитоэлектрический логометр (рис. 9.7). Двухполюсный переключатель П позволяет переходить от последовательной схемы ($M\Omega$) к параллельной ($k\Omega$).

Соответственно на шкале прибора имеются два ряда отметок: прямой ($k\Omega$) и обратный ($M\Omega$).

Прибор снабжен зажимом Э (экран), который дает возможность отвести токи утечки от измерительного механизма, а также исключить влияние сопротивления изоляции между зажимами Л (линия) и З (земля), к которым подключается измеряемое сопротивление. Это сопротив-

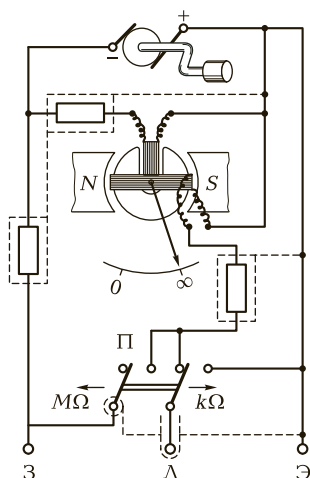


Рис. 9.7. Схема цепи мегомметра

ление изоляции, включенное параллельно измеряемому сопротивлению, при больших значениях последнего может привести к погрешностям измерения. Центробежный регулятор скорости в сочетании с логометром обеспечивает практически полную независимость показаний прибора от скорости вращения ротора генератора.

В качестве примера рассмотрим измерение сопротивления изоляции двухпроводной сети относительно земли. При этом могут быть два случая:

- 1) сеть не находится под напряжением;
- 2) сеть находится под напряжением.

Если сеть не находится под напряжением, то сопротивление изоляции предпочтительнее измерять мегомметром. В случае когда сеть находится под напряжением, для измерения сопротивления изоляции применяют вольтметр.

На рис. 9.8, *а* представлена схема цепи для измерения сопротивления изоляции сети, не находящейся под напряжением.

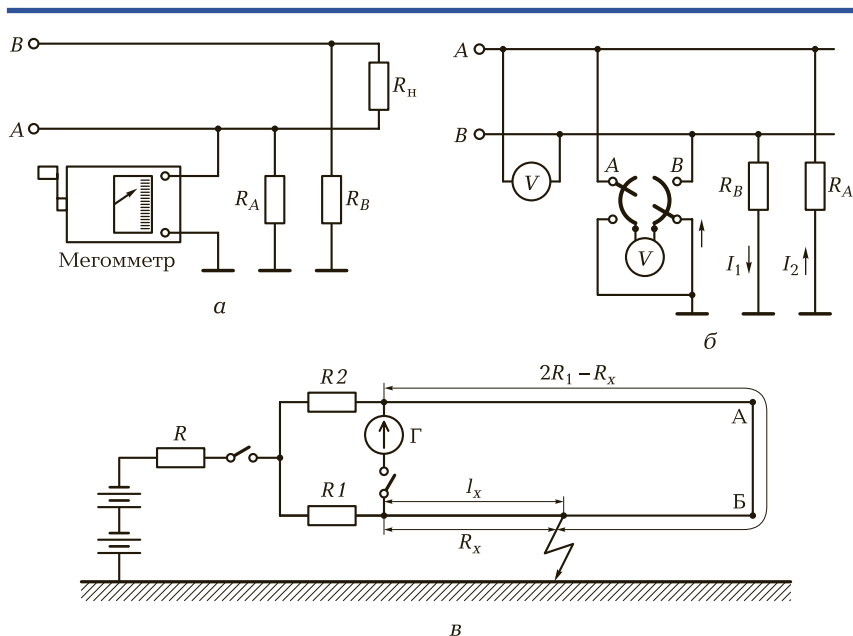


Рис. 9.8. Схемы цепей для измерения сопротивления изоляции сети: *а* — не находящейся под напряжением; *б* — находящейся под напряжением; *в* — мостовой цепи для определения места пробоя изоляции между жилой и броней кабеля

Измеренное мегомметром сопротивление

$$R = \frac{R_A R_B}{R_A + R_B},$$

где R_A, R_B — сопротивления изоляции проводов A и B относительно земли.

Измеренное сопротивление меньше, чем сопротивление R_A или R_B , и если измеренное сопротивление R_B окажется удовлетворяющим нормам, то сопротивление любого из проводов (R_A и R_B) относительно земли будет безусловно удовлетворять нормам. Измерение сопротивления изоляции между проводами возможно лишь в том случае, если нагрузка R_n отсоединена.

На рис. 9.8, б показана схема цепи для измерения сопротивления изоляции сети, находящейся под напряжением, с помощью вольтметра. Для измерения изоляции определяем:

- 1) рабочее напряжение сети;
- 2) напряжение U_A между проводом A и землей (показание вольтметра при положении A переключателя);
- 3) напряжение U_B между проводом B и землей (показание вольтметра при положении B переключателя).

Обозначив через R_V сопротивление вольтметра, R_A и R_B — сопротивления изоляции проводов A и B относительно земли, можем написать выражение для тока I_1 , идущего через изоляцию провода B при включении вольтметра на провод A :

$$I_1 = \frac{U - U_A}{R_B} = \frac{U}{\frac{R_A R_V}{R_A + R_V} + R_B}.$$

При вольтметре, подключенном к проводу B , можно написать выражение для тока I_2 , идущего через изоляцию провода A :

$$I_2 = \frac{U - U_B}{R_A} = \frac{U}{\frac{R_B R_V}{R_B + R_V} + R_A}.$$

Решая два полученных уравнения относительно R_A и R_V , найдем сопротивление изоляции провода A относительно земли:

$$R_A = R_V \frac{U - U_A - U_B}{U_B} \quad (9.4)$$

и сопротивление изоляции провода B относительно земли:

$$R_B = R_V \frac{U - U_A - U_B}{U_A}. \quad (9.5)$$

Для нахождения значения сопротивления изоляции каждого из проводов относительно земли необходимо считать показания вольтметров при их включении и подставить эти показания в приведенные формулы.

Если сопротивление изоляции проводов относительно земли велико по сравнению с сопротивлением вольтметра, то можно пренебречь током, идущим через сопротивления R_A и R_B , а также падениями напряжения U_A и U_B в выражениях (9.4) и (9.5). Тогда эти выражения примут более простой вид:

$$R_A = R_V \left(\frac{U}{U_B} - 1 \right); \quad R_B = R_V \left(\frac{U}{U_A} - 1 \right).$$

Повреждение изоляции кабеля может произойти при пробое изоляции кабеля между жилой и броней, пробое изоляции кабеля между жилами, обрыве жилы кабеля.

Для определения места повреждения кабеля от пульты управления электрической сетью применяются различные методы. Наиболее часто для этой цели используются одинарные мосты с петлей из двух жил, образующих два плеча моста.

В качестве примера на рис. 9.8, в приведена схема мостовой цепи для определения места пробоя изоляции между жилой и броней кабеля. Концы исправной и поврежденной жил А и Б закорачиваются. Тогда получается мост, образованный магазинами сопротивлений R_1 и R_2 , сопротивлением R_x и сопротивлением $2R_1 - R_x$ (R_1 — сопротивление одной жилы). При равновесии моста (путем регулировки R_1/R_2) имеем:

$$\frac{R_1}{R_2} = k \frac{R_x}{2R_1 - R_x},$$

где k — коэффициент.

Откуда

$$R_x = \frac{2R_1 k}{k + 1}.$$

Тогда

$$l_x = R_x \frac{s}{\rho},$$

где l_x — расстояние от измерительного моста до места повреждения; s — сечение провода; ρ — удельное сопротивление.

Если сечение кабеля одинаково по всей длине, то в формулу (9.6) вместо R_x и R_1 можно подставить l_x и l . Тогда

$$I_x = \frac{2Ik}{k+1}.$$

Сопротивления всех соединительных проводов измерительной цепи должны быть значительно меньше, чем сопротивления R_x и R_1 , ибо в противном случае будет иметь место значительная погрешность измерения. В ряде конструкций одинарных мостов предусмотрена возможность их использования для определения мест повреждения кабеля рассмотренным методом.

9.3. ИЗМЕРЕНИЕ ЕМКОСТИ И ИНДУКТИВНОСТИ

Мосты для измерения индуктивности. Измерение емкости и индуктивности в основном производится с помощью мостов переменного тока. Они обеспечивают высокую точность чувствительность при относительной простоте.

Для измерения индуктивности и добротности катушек применяются схемы, показанные на рис. 9.9. Схема рис. 9.9, *а* используется при малых добротностях ($Q < 30$), а схема рис. 9.9, *б* — при больших добротностях ($Q > 30$). Измеряемая катушка с индуктивностью L_x и сопротивлением R_x включается в первое плечо моста, образцовый конденсатор C_4 и переменный резистор R_4 — в противоположное плечо. Еще одним переменным элементом является резистор R_3 . Резистор R_4 может быть включен либо параллельно (см. рис. 9.9, *а*), либо последовательно (см. рис. 9.9, *б*) с образцовым конденсатором C_4 . Питание осуществляется от источника переменного тока G . В соответствии с равенством комплексных сопротивлений плеч ($Z_1 Z_4 = Z_2 Z_3$) запишем условие равновесия моста для рис. 9.9, *а*:

$$(R_x + j\omega L_x)[1/(1/R_4 + j\omega C_4)] = R_2 R_3,$$

где ω — частота напряжения питания; j — показатель мнимой составляющей комплексного сопротивления; R_2 — R_4 — плечи моста.

Разделение действительных и мнимых составляющих уравнения приводит к соотношениям

$$R_x = R_2 R_3 / R_4; \quad (9.7)$$

$$L_x = C_4 R_2 / R_3. \quad (9.8)$$

В уравнения (9.7) и (9.8) не входит частота, следовательно, мост может быть уравновешен, даже если форма кривой питающего на-

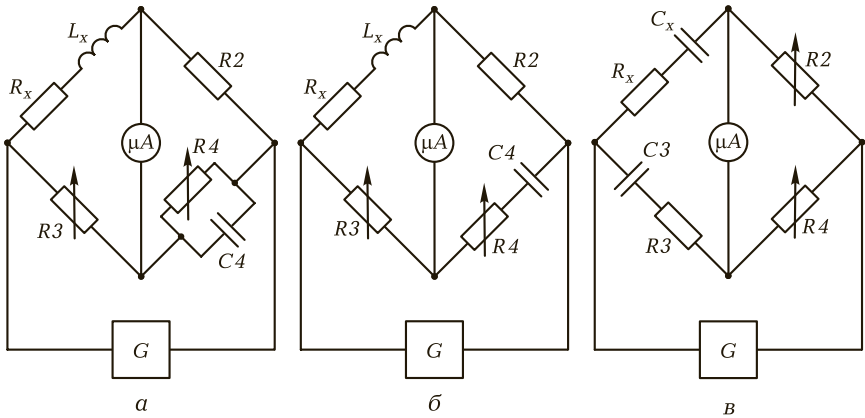


Рис. 9.9. Схемы для измерения индуктивности и добротности катушек: *а* — при малых добротностях; *б* — при больших добротностях; *в* — схема моста для измерения емкости

пряжения не чисто синусоидальная. Добротность катушки определяется по формуле

$$Q_x = \omega L_x / R_x = \omega C_4 R_4.$$

При фиксированной частоте напряжения питания ω и постоянной емкости C_4 шкалу переменного тока резистора R_4 можно проградуировать в значениях добротности Q_x . Схеме моста, представленной на рис. 9.9, *б*, соответствует следующее условие равновесия:

$$(R_x + j\omega L_x)[R_4 + 1/(j\omega C_4)] = R_2 R_3. \quad (9.9)$$

Условие равновесия (9.9) соответствует системе уравнений:

$$R_x R_4 + L_x / C_4 = R_2 R_3;$$

$$\omega L_x + R_4 = R_4 / (\omega C_4),$$

решение которой относительно R_x и L_x имеет следующий вид:

$$R_x = \omega^2 C_4^2 R_2 R_3 R_4 / [1 + (\omega C_4 R_4)^2]; \quad (9.10)$$

$$L_x = C_4 R_2 R_3 / [1 + (\omega C_4 R_4)^2], \quad (9.11)$$

тогда

$$Q_x = \omega L_x / R_x = 1 / (\omega C_4 R_4).$$

Итак, шкала переменного резистора R_4 снова может быть проградуирована в значениях добротности Q_x .

В отношении (9.10) и (9.11) для R_x и L_x входит частота, поэтому мост является частотнозависимым. Равновесие имеет место только при некоторой частоте ω питающего напряжения. Если ее изменить, то равновесие нарушится.

Мосты для измерения емкости. При измерении емкости используется схема с образцовым конденсатором C_3 и переменными резисторами R_2 и R_4 (рис. 9.9, в). Исследуемый конденсатор в этой схеме представлен (замещен) последовательным соединением емкости C_x и активного сопротивления R_x . Введение R_x необходимо в связи с наличием потерь в конденсаторе. Питание осуществляется от источника переменного тока G . Условие равновесия имеет вид

$$R_x = R_2 R_3 / R_4 \quad (9.12)$$

и

$$C_x = C_3 R_4 / R_2. \quad (9.13)$$

Принято характеризовать потери в конденсаторе значением тангенса угла потерь $\operatorname{tg} \delta$, который в случае последовательной схемы замещения связан с R_x соотношением

$$\operatorname{tg} \delta = \omega C_x R_x.$$

С учетом условий (9.12) и (9.13) это соотношение можно записать следующим образом:

$$\operatorname{tg} \delta = \omega R_3 C_3.$$

Переменные резисторы R_4 и R_3 можно отградуировать в единицах емкости C_x и значениях $\operatorname{tg} \delta$. Наиболее часто употребляются частоты напряжения питания мостов переменного тока 100 и 1 000 Гц. При более высоких частотах сильно сказываются различные паразитные связи.

Отметим, что мосты для измерения сопротивления, индуктивности и емкостей часто совмещают в одном приборе. Такие приборы называются универсальными измерительными мостами. Они позволяют измерять индуктивность от долей микрогенри до тысяч генри, емкость — от сотых долей пикофарад до тысяч микрофарад. Относительная погрешность измерения может не превышать сотых долей процента.

ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИОДОВ, ТРАНЗИСТОРОВ И ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

10.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Любое современное радиоэлектронное устройство строится на базе полупроводниковых элементов: диодов, транзисторов и интегральных схем. Характеристики всех этих элементов даются в виде паспортных данных. Однако реальные характеристики в большинстве случаев не совпадают с паспортными данными. Поэтому в тех случаях, когда разработчик не располагает справочными данными или желает получить более точные сведения об имеющихся в его распоряжении полупроводниковых элементах, необходимо провести измерения своими силами и определить наиболее важные их параметры.

Первоначально производится проверка исправности диодов и транзисторов с помощью омметров. Следующим этапом является измерение определенных параметров диодов и транзисторов и интегральных схем, а именно измерение:

- прямых и обратных токов через p — n -переходы диодов и транзисторов;
- прямых и обратных сопротивлений по постоянному току;
- статических параметров транзисторов, в частности статического коэффициента передачи тока базы транзистора и параметров транзистора в режиме насыщения;
- емкость полупроводниковых приборов;

- импульсных параметров полупроводниковых диодов и транзисторов;
- электрических параметров интегральных схем, а также их нагрузочной способности, быстродействия, помехоустойчивости и дополнительных параметров;
- статических и динамических параметров логических интегральных цепей.

10.2. ИЗМЕРЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Проверка исправности диодов с помощью омметра. Она может быть произведена обычным пробником или омметром. Зная полярность омметра, легко определить полярность диода, так как в случае, когда омметр показывает минимальное сопротивление, полярности диода и омметра совпадают. Показания омметра (в омах) при изменении полярности диода будут соответствовать прямому $R_{пр}$ и обратному $R_{обр}$ сопротивлениям по постоянному току. Для исправного диода имеет место условие $R_{обр} \gg R_{пр}$.

При проверке исправности диодов желательно использовать омметр с низковольтной батареей $E = 1,5 \dots 2,0$ В, чтобы не превысить напряжения пробоя. Для силовых и точечных диодов это условие не обязательно, так как $U_{обр} \geq 10$ В, для стабилитронов $U_{обр} \geq 8$ В. Однако для СВЧ-диодов $U_{обр} \leq 1$ В и проверка их исправности при $E \geq 1,5$ В может дать слишком малые значения для $R_{обр}$ или при длительном измерении привести к их пробоям. Поэтому для СВЧ-диодов указанный способ проверки не может быть рекомендован. Это условие также относится и к туннельным диодам, для которых $U_{обр} = 0$. Следовательно, показания омметра для прямого и обратного направлений будут практически неразличимы.

Проверка неисправности транзисторов с помощью омметра. Она также может быть произведена с помощью обычного омметра, в котором используется батарея с напряжением, не превышающим 10 В. В этом случае необходимо подключить один из его зажимов к базе триода, а другой — поочередно к эмиттеру и коллектору. Если к базе триода подключен положительный зажим омметра, то для исправного триода типа $p-n-p$ оба измерения должны дать значения сопротивлений, лежащие в интервале от 0,1 до 5,0 МОм.

Обычно обратное сопротивление эмиттерного перехода бывает больше, чем у коллекторного. Если одно из сопротивлений будет много меньше нижней границы данного диапазона, то это свидетельствует о неисправности триода (например, пробит один из переходов).

При перемене полярности (отрицательный зажим омметра подключен к базе триода) оба указанных измерения должны дать величины сопротивлений порядка нескольких единиц или десятков ом. Если окажется, что сопротивление одного из переходов много больше нужной величины, то триод следует считать неисправным (например, нарушен контакт между полупроводником и металлическим электродом).

Кроме перечисленных измерений следует проверить сопротивление между эмиттером и коллектором. Если к эмиттеру подключить положительный зажим омметра, то сопротивление между указанными электродами у исправного плоскостного $p-n-p$ -триода должно лежать в пределах от 10 кОм до 1 МОм. При перемене полярности сопротивление между эмиттером и коллектором, как правило, бывает в несколько раз больше. Если измеренные значения сопротивлений оказываются лежащими далеко за указанными пределами, то триод следует считать неисправным. Малое сопротивление обычно характеризует замыкание переходов, большое — нарушение контактов.

С помощью изложенных ранее измерений можно определить, какой из выводов соответствует коллектору или эмиттеру при неизвестной цоколевке триода (расположение базового электрода обычно бывает известно). К эмиттеру относится тот электрод, к которому приложен положительный зажим омметра, когда омметр показывает наименьшее сопротивление.

10.3. ИЗМЕРЕНИЕ ПРЯМЫХ ТОКОВ ЧЕРЕЗ $p-n$ -ПЕРЕХОДЫ ДИОДОВ И ТРАНЗИСТОРОВ

Измерение прямого падения напряжения на диоде производится по схеме, приведенной на рис. 10.1, а. Через испытуемый диод задается прямой ток $I_{пр}$. Генератор тока ГТ имеет достаточно большое внутреннее сопротивление, что обеспечивает постоянство режима измерения при смене диодов. Разделение токовых

и измерительных ветвей цепи позволяет уменьшить погрешность измерения за счет сопротивления подводящих проводников (это особенно важно для мощных диодов). Прямое падение напряжения измеряется вольтметром постоянного тока класса точности 1,0. В специальных случаях применяется более точное измерение с помощью цифрового вольтметра. Важным элементом схемы является защита 3 вольтметра от перегрузки при выключении диодов. Для этого с помощью выключателя вольтметр подключается к диоду только после появления прямого тока в цепи.

Требуемое внутреннее сопротивление генератора тока можно определить по следующей формуле:

$$R_{ГТ} \geq \frac{\Delta U_{пр}}{\Delta I_{пр}} + r_A,$$

где $\Delta U_{пр}$ — максимально допустимое отклонение прямого падения напряжения от номинального значения; $\Delta I_{пр}$ — минимально допустимое отклонение прямого тока от номинального значения; r_A — дифференциальное сопротивление диода в рабочей точке.

Например, при измерении прямого падения напряжения на диоде Д220 примем $\Delta I_{пр} = 0,5$ мА, $\Delta U_{пр} = 0,5$ В, $r_A = 3$ Ом. Требуемое значение сопротивления составит 3 %.

10.4. ИЗМЕРЕНИЕ ОБРАТНЫХ ТОКОВ *p-n*-ПЕРЕХОДОВ ДИОДОВ И ТРАНЗИСТОРОВ

Трудности, возникающие при измерении обратных токов *p-n*-переходов, связаны с их малыми значениями. Исключение составляют мощные диоды и транзисторы, обладающие обратными токами в пределах от нескольких десятков микроампер до нескольких десятков миллиампер. Для контроля таких приборов применяется схема, изображенная на рис. 10.1, б. В лабораторных условиях при использовании чувствительных гальванометров эту схему можно применять для измерения обратных токов вплоть до долей микроампера.

В тех случаях, когда необходимо производить измерения малых токов, чаще всего применяется метод преобразования постоянного тока в переменный с последующим усилением с помощью усилителя переменного тока. Простейшая схема измерения малых токов

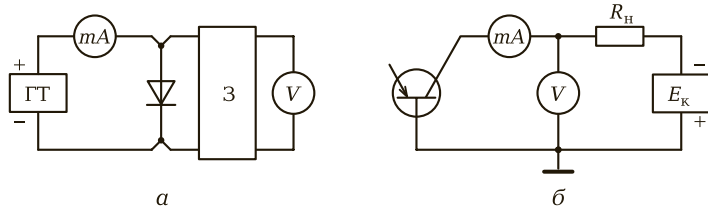


Рис. 10.1. Схемы для измерения напряжения и тока на $p-n$ -переходе диодов и транзисторов:

a — измерение прямого падения напряжения; *б* — измерение обратного тока

с использованием преобразователя на электромеханическом реле приведена на рис. 10.2. В качестве примера показано измерение обратного тока коллекторного перехода транзистора.

На рис. 10.2 на коллектор подается постоянное обратное напряжение; последовательно с базовым выводом включен токосъемный резистор R . Напряжение с токосъемного резистора, пропорциональное измеряемому току, подается на вход электронного усилителя $У$. Токосъемный резистор периодически замыкается контактами реле P . В простейшем случае реле управляется напряжением с частотой 50 Гц. На входе усилителя получается переменный сигнал, амплитуда которого будет пропорциональна измеряемому току.

Вначале необходимо провести калибровку измерительной аппаратуры. Для этого через токосъемный резистор пропускают калиброванный ток, получаемый от стабилизированного источника питания.

При этом чувствительность усилителя регулируется так, чтобы показания соответствовали калиброванному току.

Чувствительность измерителя обратных токов увеличивается с увеличением R и ограничена сверху условием:

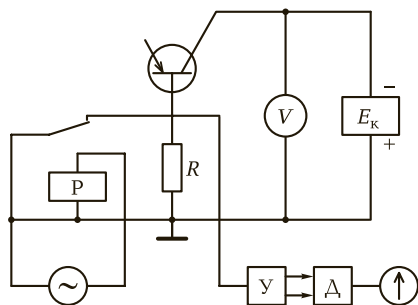


Рис. 10.2. Схема преобразования постоянного тока в переменный для измерения обратного тока $p-n$ -перехода

$$R \leq \frac{E_{\text{к min}}}{100I_{\text{к0 max}}},$$

где $E_{\text{к min}}$ — минимальное напряжение коллектора; $I_{\text{к0 max}}$ — максимальный тепловой ток коллектора.

Измеритель, в котором используется описанный метод, имеет наивысшую чувствительность 10^{-7} А на всю шкалу.

10.5. ИЗМЕРЕНИЕ СТАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

Рассмотрим метод измерения статического коэффициента передачи тока базы транзистора $\beta_{\text{ст}}$. Для этого транзистор включают по схеме с общим эмиттером и задают требуемое напряжение на коллектор. Далее увеличивают ток базы до тех пор, пока ток коллектора не достигнет заданного значения. Затем измеряют ток базы и вычисляют $\beta_{\text{ст}}$ по формуле

$$\beta_{\text{ст}} = \frac{I_{\text{к}} - I_{\text{к0}}}{I_{\text{б}} - I_{\text{к0}}},$$

где $I_{\text{к}}$ — ток коллектора; $I_{\text{к0}}$ — начальное значение тока коллектора; $I_{\text{б}}$ — ток базы.

Использование постоянного тока при таких измерениях, связанных с выделением значительной мощности, приводит к определенным трудностям. Их можно предотвратить, если измерить статические параметры транзистора при работе его в импульсном режиме.

Схема для измерения статического коэффициента $\beta_{\text{ст}}$ мощных транзисторов в импульсном режиме показана на рис. 10.3. Напряжение на коллекторе U_1 задается от источника постоянного напряжения. На рис. 10.3, а генератор коротких импульсов ГИ имеет регулируемую амплитуду. В паузе между импульсами транзистор заперт, измерение производится за время длительности импульса. Амплитуда импульсов базового тока $I_{\text{б}}$ увеличивается до тех пор, пока импульсный ток коллектора $I_{\text{к}}$ не достигнет заданного значения. Ток коллектора контролируется импульсным вольтметром ИВ, измеряющим напряжение на токосъемном резисторе $R_{\text{к}}$. Отсчетный прибор непосредственно проградуирован в значениях тока. На рис. 10.3, а параметр U_2 показывает напряжение базы в импульсе.

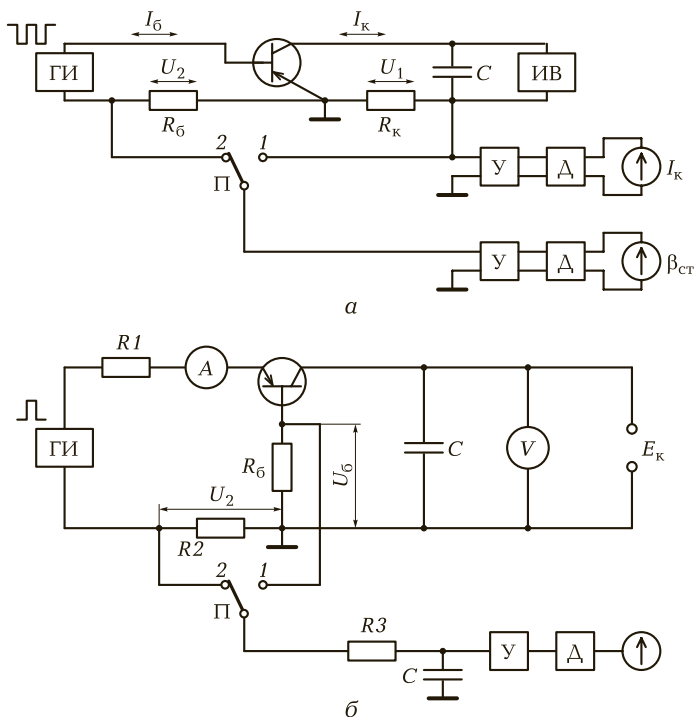


Рис. 10.3. Схемы для измерения статического коэффициента $\beta_{ст}$ в импульсном режиме:

а — с токосъемным резистором; *б* — без токосъемного резистора

Для определения $\beta_{ст}$ используется второй импульсный вольтметр, который с помощью переключателя П в положении 1 вначале подключается к токосъемному резистору для проведения калибровки. Затем переключатель П ставится в положение 2 (измерение). При этом отчетный прибор измеряет напряжение, которое будет пропорционально току базы:

$$\frac{1}{\beta_{ст}} = \frac{I_б}{I_к} = \frac{U_2 R_к}{U_1 R_б} = kU_2,$$

где $R_к$ — токосъемный резистор; k — постоянный коэффициент.

Это выражение показывает, что выходной прибор может быть проградуирован непосредственно в значениях $\beta_{ст}$.

Длительность импульса $t_{и}$ должна в несколько раз превышать длительность переходного процесса включения транзистора. Это условие можно записать в виде следующего неравенства:

$$t_{\text{и}} \geq (3,5 \dots 5,0) \frac{\beta_{\text{ст max}}}{2\pi f_{\text{min}}}$$

Однако длительность импульса генератора коротких импульсов должна быть много меньше тепловой постоянной времени транзистора, чтобы разогрев транзистора выделяющейся мощностью не искажал результатов измерений. Обычно длительность импульса при измерениях мощных транзисторов должна удовлетворять условию: $1 \text{ мс} < t_{\text{и}} < 15 \text{ с}$.

Схема для измерения статического коэффициента маломощных транзисторов показана на рис. 10.3, б. На схеме ток эмиттера задается от генератора тока.

Преимуществом схемы, приведенной на рис. 10.3, б, является постоянство режима при смене транзистора. Кроме того, в коллекторной цепи отсутствует токосъемный резистор, что облегчает поддержание постоянного напряжения на коллекторе. Импульсный вольтметр при перемещении переключателя П в положение 2 (измерение) измеряет напряжение на токосъемном резисторе в базовой цепи R_6 . Таким образом, отклонение стрелки вольтметра будет пропорционально току базы в импульсе.

Для непосредственного измерения коэффициента передачи тока транзистора переключатель П перед измерением ставят в положение 1 (калибровка) и регулировкой коэффициента усиления импульсного вольтметра стрелку отсчетного прибора устанавливают на полное отклонение. В результате реализуется зависимость

$$\frac{1}{\beta_{\text{ст}} + 1} = \frac{I_6}{I_{\text{к}}} = \frac{U_6}{U_2} \frac{R_2}{R_6} = kU_6, \quad (10.1)$$

где R_2 — сопротивление; k — постоянный коэффициент.

На рис. 10.3, б $E_{\text{к}}$ показывает напряжение в коллекторе; C — конденсатор. Из выражения (10.1) следует, что измерительный прибор можно градуировать в значениях $(\beta_{\text{ст}} + 1)$. С помощью такой схемы достигается высокая точность измерения параметров транзистора (суммарная погрешность не превышает 5%).

Измерение параметров транзисторов в режиме насыщения (напряжение коллектор — эмиттер $U_{\text{к,нас}}$ и напряжение база — эмиттер $U_{\text{б,нас}}$) можно провести с помощью схемы, показанной на рис. 10.4. Здесь сопротивления R_1 и R_2 выбирают достаточно большими, чтобы при смене транзисторов режим измерения токов I_6 и $I_{\text{к}}$ оставался неизменным. Величины указанных сопротивлений выбирают из следующих условий:

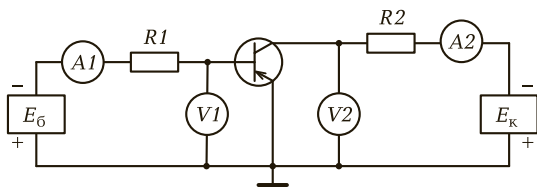


Рис. 10.4. Схема для измерения напряжений насыщения $U_{к.нас}$ и $U_{б.нас}$

$$R_1 \geq 100 \frac{U_{б.нас \max}}{I_{б \min}}; \quad R_2 \geq 100 \frac{U_{к.нас \max}}{I_{к \min}},$$

где $U_{б.нас \max}$ — максимальное напряжение база — эмиттер; $I_{б \min}$ — минимальное значение тока баз; $U_{к.нас \max}$ — максимальное напряжение коллектор — эмиттер; $I_{к \min}$ — минимальное значение тока коллектора.

10.6. ИЗМЕРЕНИЕ ЕМКОСТЕЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

Зарядные емкости p — n -переходов обычно измеряются в режиме, когда на переход подано постоянное обратное смещение.

Существующие методы измерения емкостей p — n -переходов базируются на предположении, что зарядная емкость не зависит от частоты вплоть до частот порядка 100 Гц.

Для измерения емкостей p — n -переходов используют три метода: метод замещения в резонансном контуре; метод емкостно-омического делителя; мостовой метод.

Метод замещения в резонансном контуре осуществляется на основе схемы, представленной на рис. 10.5, а. На схеме E — генератор напряжения высокой частоты; $C_{бл}$ — блокировочный конденсатор; L — катушка индуктивности; $U_{см}$ — напряжение смещения. Перед измерением резонансный контур настраивается в резонанс — критерием настройки служит максимум показаний высокочастотного вольтметра V_{\sim} . Калибровочный переменный конденсатор $C_{кал}$ снабжен шкалой, отградуированной в единицах емкости.

Вначале фиксируют положение конденсатора, соответствующее настройке контура в отсутствие объекта измерения. Затем подключают измеряемый прибор, задают необходимый режим по посто-

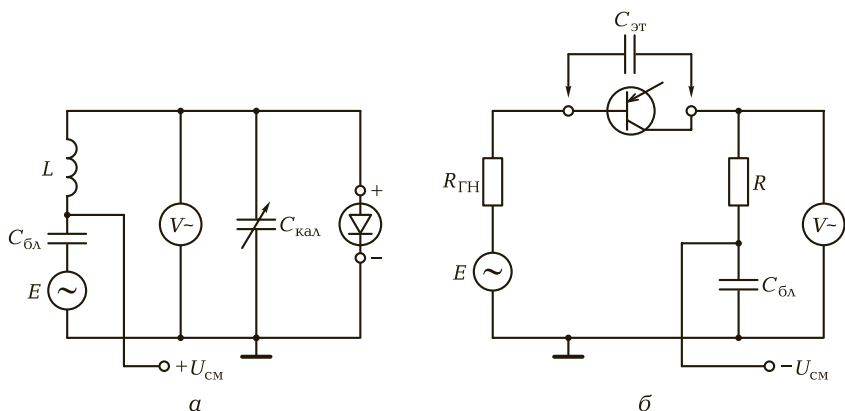


Рис. 10.5. Схемы для измерения емкости $p-n$ -переходов диодов и транзисторов:

а — методом замещения в резонансном контуре; *б* — методом емкостно-омического делителя

явному току, с помощью конденсатора $C_{\text{кал}}$ добиваются резонанса в контуре и фиксируют новое значение емкости по шкале. Разность двух значений показаний шкалы и дает искомую величину емкости. Преимуществом такого метода измерений является простота процедуры измерения.

Метод емкостно-омического делителя показан на схеме рис. 10.5, б. Основными элементами этой схемы являются генератор напряжения высокой частоты E , чувствительный высокочастотный вольтметр V , подключенный к резистору R . Перед измерением измеритель калибруют с помощью эталонного конденсатора емкостью $C_{\text{эт}}$, подключаемого к зажимам измерителя. Элементы цепей и рабочая частота выбираются так, чтобы выполнялось условие:

$$(R_{\text{ГН}} + R) \ll \frac{1}{\omega C_{\text{max}}},$$

где $R_{\text{ГН}}$ — активное внутреннее сопротивление генератора напряжения; ω — рабочая частота; C_{max} — максимальное значение измеряемой емкости.

Измеритель имеет линейную шкалу, которая может быть отградуирована непосредственно в пикофарадах с любым удобным множительным коэффициентом. Погрешности измерения емкости методом емкостно-омического делителя в основном определяются нелинейностью амплитудной характеристики электронного вольтметра и неточностью учета паразитной емкости корпуса измерите-

ля. Типичная предельная погрешность составляет примерно $\pm 10\%$, но при необходимости ее можно снизить до $\pm 3 \dots 5\%$.

Мостовыми методами производятся измерения емкостей полупроводниковых приборов, как правило, в лабораторных условиях. Измерительные установки, основанные на мостовом методе измерения, являются наиболее универсальными, так как позволяют определить емкость при наличии значительной шунтирующей проводимости или большого последовательного сопротивления. Специальные мостовые измерительные схемы могут иметь очень высокую точность измерения емкости (их погрешность может составлять $\pm 0,1\%$ и меньше).

10.7. ИЗМЕРЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ДИОДОВ

Схема для измерения максимального прямого импульсного напряжения $U_{\text{пр.имп max}}$ и времени $\tau_{\text{уст}}$ установления представлена на рис. 10.6, а. На испытуемый диод подаются импульсы прямого тока от генератора импульсного тока ГТ. Измерение напряжения на диоде во время переходного процесса и отсчет интервалов времени производятся с помощью измерительного устройства ИУ, в качестве которого обычно используется осциллограф. При этом наибольшую трудность вызывает обеспечение достаточно крутого фронта импульса прямого тока.

Параметры $U_{\text{пр.имп max}}$ и $\tau_{\text{уст}}$ измеряются при последовательно укорачивающемся фронте импульса тока (при прочих равных условиях). Длительность фронта можно считать приемлемой в том случае, когда измеряемые параметры перестают от него зависеть.

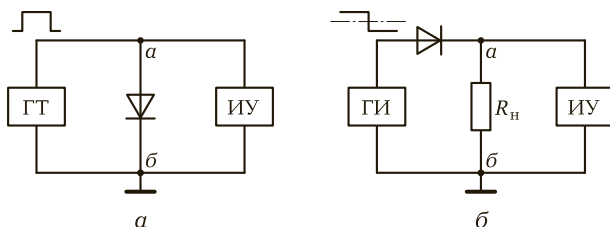


Рис. 10.6. Схемы для измерения:

a — прямого импульсного напряжения, времени восстановления напряжения; *б* — времени восстановления обратного сопротивления импульсных диодов

Основным источником методической погрешности измерения $U_{\text{пр.имп max}}$ является индуктивность цепи между точками a и b (см. рис. 10.6, a), включая индуктивность самого исследуемого диода. Экспериментально оценить эту составляющую погрешности измерения можно с помощью макета, представляющего собой корпус диода с коротким замыканием в том месте, где должен располагаться кристалл полупроводника.

С точки зрения снижения погрешности измерения существенным является выбор скважности импульсов прямого тока. Практически скважность импульсов выбирают в пределах от 100 до 1000. Возникающая при этом погрешность оценивается экспериментально путем сравнения результатов измерения для нескольких значений скважности. Суммарная погрешность измерения параметров $U_{\text{пр.имп max}}$ и $\tau_{\text{уст}}$ обычно составляет $\pm 20\%$.

Схема для измерения времени восстановления обратного сопротивления импульсных диодов показана на рис. 10.6, b . Генератор импульсов ГИ обеспечивает в паузе смещение испытуемого диода током $I_{\text{пр}}$ в прямом направлении. В течение импульса генератор выдает запирающее напряжение установленного уровня. Измерение интервала восстановления $\tau_{\text{вос}}$ осуществляется измерительным устройством ИУ.

В простейшем случае таким измерительным устройством может быть осциллограф. Измерительное устройство подключается к сопротивлению нагрузки $R_{\text{н}}$.

Напряжение на входе измерительного устройства, так же как и ток, протекающий через диод, зависит от времени. Наибольшую трудность здесь представляет фиксация момента времени восстановления, когда переходный обратный ток падает до отсчетного уровня $I_{\text{вос}}$.

На рис. 10.7 изображена модификация схемы измерительного устройства, в значительной степени облегчающая проведение процедуры измерений. На испытуемый диод подается смещенный в прямом направлении импульс тока от генератора импульсов. Импульсы отрицательной полярности от генератора импульсов обеспечивают быстрое переключение диода с прямого тока на обратный.

Вспомогательные диоды D_1 и D_2 образуют цепь постоянного тока в паузе между импульсами. В результате напряжение на сопротивлении $R_{\text{н}}$ в паузе равно нулю и на осциллограмме появляется нулевой уровень отсчета величины $I_{\text{вос}}R_{\text{н}}$. Вспомогательная цепь из диода D_3 и источника постоянного напряжения E_3 служит для устранения выброса напряжения в первый момент после переключения. Источник постоянного напряжения E_3 выбирают порядка $(1,5 \dots 2,0)I_{\text{вос}}R_{\text{н}}$.

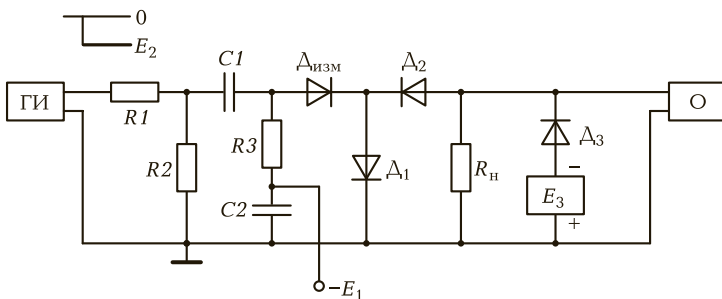


Рис. 10.7. Усовершенствованная схема для измерения времени восстановления обратного сопротивления диодов

Обязательным критерием применимости схемы, приведенной на рис. 10.7, является малая инерционность вспомогательных диодов Δ_1 , Δ_2 и Δ_3 . Время восстановления этих диодов должно быть, по крайней мере, на порядок ниже измеряемого значения $\tau_{\text{вос}}$. При тщательном выполнении всех методических требований суммарная погрешность измерения параметра $\tau_{\text{вос}}$ при использовании осциллографа составляет 15... 30 %.

10.8. ИЗМЕРЕНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНЗИСТОРОВ

На рис. 10.8 изображена схема для измерения времени рассасывания быстродействующих транзисторов. Испытуемый транзистор насыщен постоянным базовым током.

Насыщающий ток обеспечивается генератором тока, образованным источником E_0 и резистором R_2 . Генератор импульсов тока ГИ вырабатывает импульсы напряжения прямоугольной формы длительностью $t_{\text{и}}$. Амплитуда импульсного напряжения должна быть, по крайней мере, в 10 раз больше максимально возможного значения $U_{\text{б,нас}}$ транзистора. В этих условиях рассасывающий ток определяется из соотношения

$$I_{\text{б2}} = \frac{U}{R_1} - I_{\text{б1}},$$

где U — амплитудное значение импульса, измеряемое вольтметром V ; R_1 — сопротивление.

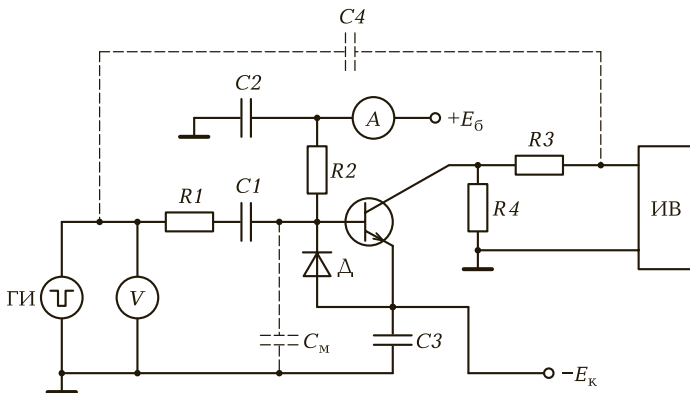


Рис. 10.8. Схема для измерения времени рассасывания быстродействующих транзисторов

Значение тока I_b контролируется амперметром постоянного тока A . Для обеспечения минимальной погрешности измерения, как правило, берут $I_{b1} = I_{b2}$. Вспомогательный диод Δ предназначен для защиты от пробоя эмиттерного перехода транзистора после окончания процесса рассасывания. В течение всего измеряемого отрезка времени вспомогательный диод заперт. Поэтому нет особых требований к его времени восстановления. Однако диод несколько искажает форму импульса тока базы из-за зарядной емкости, шунтирующей входные зажимы транзистора.

Для быстродействующих транзисторов вспомогательный диод можно не ставить. В тех случаях, когда вспомогательный диод необходим, диод выбирают с минимальной емкостью при запирающем напряжении порядка 1 В. Емкость диода, как и паразитная емкость монтажа от зажима базы на «землю», снижает качество генератора импульсного тока.

Величины емкостей диода и монтажа должны выбираться с учетом следующего соотношения:

$$C_A + C_M < 0,1 \frac{I_{b2} t_p}{U_{б.нас}}$$

где C_A — емкость диода; C_M — емкость монтажа; t_p — время рассасывания накопленного на базе заряда.

Измеритель времени ИВ с входным сопротивлением $R_{вх} = 50$ Ом подключен к коллектору транзистора через резистор $R3$. Соединение безындуктивных резисторов $R3$, $R4$ и входного сопротивления

измерителя времени $R_{\text{вх}}$ формирует сопротивление коллекторной нагрузки $R_{\text{н}}$, которая имеет следующий вид:

$$R_{\text{н}} = \frac{R_4(R_3 + R_{\text{вх}})}{R_4 + R_3 + R_{\text{вх}}}.$$

Блокировочная емкость C_3 выбирается из условия

$$C_3 \geq 100 \frac{I_{\text{к}} t_{\text{и}}}{E_{\text{к}}},$$

где $I_{\text{к}}$ — ток коллектора в режиме насыщения; $t_{\text{и}}$ — длительность импульса переключения; $E_{\text{к}}$ — напряжение коллекторного источника питания. Значения проходной емкости C_1 и блокировочной емкости C_2 должны выбираться с условием

$$C \geq \frac{100 t_{\text{и}}}{R_1}.$$

При определении $t_{\text{р}}$, когда в качестве измерителя времени применяется осциллограф, необходимо на экране фиксировать момент появления запирающего импульса.

Для более точной фиксации момента появления переключающего импульса лучше пользоваться двухлучевым осциллографом. Ориентировочная суммарная погрешность измерения времени переключения транзистора рассмотренного схемного решения составляет $\pm 10 \dots 30 \%$.

10.9. ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Для логических интегральных цепей к техническим показателям относятся: быстродействие, потребляемая мощность, помехоустойчивость и нагрузочная способность. Применение того или иного класса измерительной системы в радиоэлектронной аппаратуре связано со специфическими требованиями. Такими требованиями для цепей транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ) являются:

- согласование входных характеристик при работе с устройствами, с которых может сниматься сигнал с амплитудой больше логической единицы, например $U_{\text{вх}} = E_{\text{п}}$;
- контроль характеристик, гарантирующий подавление помех, возникающих при работе цепей друг на друга. Условия согла-

сования особенно важны при работе цепей эмиттерно-связанной логики (ЭСЛ). Поэтому в состав системы параметров некоторых серий цепей ЭСЛ входит контроль не только выходных пороговых напряжений, но и выходных уровней с двухсторонним ограничением, а также контроль динамических параметров с двухсторонним ограничением.

Статическая помехоустойчивость. Помехоустойчивость логической цепи характеризуется нормальным напряжением, на которое можно изменить уровни на входе цепи, не вызывая изменения напряжения на ее выходе за пределы граничных значений логического нуля или логической единицы. Это определение можно отнести и к совокупности логических цепей, если учесть минимальное и максимальное значения напряжений в соответствующих состояниях. Допустимое напряжение статической помехи определяется по семействам передаточных характеристик $U_{\text{вых}} = f(U_{\text{вх}})$, полученным с учетом технологического разброса параметров элементов схем. При этом можно выделить помехоустойчивость по отношению к отпирающим помехам:

$$U_{\text{п}}^{+} = U_{\text{вх.п max}}^0 - U_{\text{вых.п max}}^0, \quad (10.2)$$

а также по отношению к запирающим сигналам:

$$U_{\text{п}}^{-} = U_{\text{вх.п min}}^1 - U_{\text{вых.п min}}^1, \quad (10.3)$$

где $U_{\text{вх.п max}}^0$, $U_{\text{вых.п min}}^1$ — соответственно максимальное и минимальное значения логического нуля и логической единицы на выходе цепи; $U_{\text{вх.п max}}^0$, $U_{\text{вх.п min}}^1$ — максимальное и минимальное напряжения на входе, характеризующие ее открывания и закрывания.

Анализ передаточных характеристик показывает, что при отсутствии технологического разброса параметров элементов, влияния условий эксплуатации на пороговые напряжения логических цепей и зоны переключения на передаточной характеристике выполняется следующее условие:

$$U_{\text{п}}^{+} + U_{\text{п}}^{-} = U_{\Lambda},$$

где U_{Λ} — напряжение логического перепада.

Критерием оптимального выбора параметров и решением схемы логической цепи является максимальная помехоустойчивость по отношению к обоим типам помех, т. е.

$$U_{\text{п}}^{+} = U_{\text{п}}^{-} = U_{\text{п max}} = 0,5U_{\Lambda}.$$

Для получения максимальной помехоустойчивости необходимо правильно выбирать граничные точки областей при различных формах и расположении предельных передаточных характеристик, а также параметры элементов с учетом обеспечения максимально возможной помехоустойчивости.

Анализ формул (10.2) и (10.3) показывает, что характеристика помехоустойчивости определяется входными и выходными напряжениями схемы, поэтому для гарантий помехоустойчивости необходимо устанавливать заданное напряжение на входе цепи и контролировать напряжение на ее выходе.

Нагрузочная способность. Нагрузочная способность n определяет допустимое количество цепей нагрузок, которые можно подключить к управляющей цепи. При этом выходной ток $I_{\text{ВЫХ}}$ должен быть больше допустимого суммарного тока цепей нагрузок, т. е. $\sum I_{\text{ВХ}} \leq I_{\text{ВЫХ}}$. Отсюда при идентичности входных токов цепей нагрузок найдем:

$$n = \frac{I_{\text{ВЫХ}}}{I_{\text{ВХ}}}.$$

Обозначим напряжения $U_{\text{ВХ1}}$ и $U_{\text{ВХ2}}$, соответствующие выходным напряжениям, Лог «0» и Лог «1». При напряжении $U_{\text{ВХ1}}$ из измерительной системы вытекает ток $I_{\text{ВХ}}^0$. При аналогичном напряжении на выходе измерительной системы в выходную цепь вытекает ток $I_{\text{ВЫХ}}^0$. Следовательно, нагрузочная способность цепи в открытом состоянии, соответствующем Лог «0» на выходе, определится исходя из рассмотренных характеристик по формуле

$$n_{(\text{Лог} \langle 0 \rangle)} = \frac{I_{\text{ВЫХ}}^0}{I_{\text{ВХ}}^0}. \quad (10.4)$$

Аналогичным образом определяется нагрузочная способность цепи в состоянии Лог «1»:

$$n_{(\text{Лог} \langle 1 \rangle)} = \frac{I_{\text{ВЫХ}}^1}{I_{\text{ВХ}}^1}. \quad (10.5)$$

Из формул (10.4) и (10.5) очевидно, что для проверки фактической нагрузочной способности цепи необходимо проводить измерения входных и выходных токов при заданных значениях входных и выходных напряжений.

На выходных характеристиках пороговые точки находятся на крутых участках, т. е. при незначительных изменениях выходных

Таблица 10.1. Режим измерения*

Контролируемый параметр	Задаваемый параметр
$U_{\text{вых.п max}}^0$	$U_{\text{вх.п min}}^1; I_{\text{вых}}^0$
$U_{\text{вых.п min}}^1$	$U_{\text{вх.п max}}^0; I_{\text{вых}}^1$
$I_{\text{вх}}^1$	$U_{\text{вх}} = U_{\text{вых.п min}}^1$
$I_{\text{вх}}^0$	$U_{\text{вх}} = U_{\text{вых.п max}}^0$

* $U_{\text{вх.п max}}^0, U_{\text{вх.п min}}^1, U_{\text{вых.п max}}^0, U_{\text{вх.п min}}^1$ — входные и выходные пороговые напряжения в состоянии Лог «0» и Лог «1» соответственно; $I_{\text{вх}}^0, I_{\text{вх}}^1, I_{\text{вых}}^0, I_{\text{вых}}^1$ — входные и выходные пороговые характеристики тока в состоянии Лог «0» и Лог «1» соответственно.

напряжений токи могут измениться на значительную величину. Поэтому для повышения точности измерений задают выходные токи и измеряют выходные напряжения (аналогичным образом поступают при контроле параметров прямой ветви вольт-амперной характеристики диода).

Анализ передаточной, входной и выходной характеристик показывает, что обеспечить гарантии помехоустойчивости и нагрузочной способности измерительной системы можно путем измерения четырех контролируемых параметров при установлении режима измерения в соответствии с табл. 10.1.

Потребляемая мощность. Средняя мощность, потребляемая логической цепью, определяется по формуле

$$P_{\text{ср}} = E_{\text{п}} \frac{I_{\text{п}}^0 + I_{\text{п}}^1}{2},$$

где $I_{\text{п}}^0, I_{\text{п}}^1$ — ток потребления в состоянии Лог «0» и Лог «1» соответственно.

Для проверки потребляемой мощности необходимо контролировать параметры $I_{\text{п}}^0$ и $I_{\text{п}}^1$ при соответствующих напряжениях на входе цепи. В области зоны переключения (между значениями и $U_{\text{вх.п max}}^0$ и $U_{\text{вх.п min}}^1$) для схемы ТТЛ наблюдается резкое увеличение потребляемого тока. Это связано с тем, что в момент переключения оказываются открытыми как выходной транзистор, так и транзистор, включенный в его коллекторную цепь. При этом через транзисторы протекает импульс сквозного тока. Это приводит к тому, что ток потребления является функцией частоты следования вход-

ных импульсов. Следовательно, при проектировании источников питания для запитки схемы ТТЛ необходимо учитывать повышение потребляемой мощности при увеличении рабочей частоты устройства.

Контроль тока потребления на высокой частоте проводить весьма сложно. Поэтому вводится контроль дополнительного параметра — тока короткого замыкания $I_{к.з}$, т.е. контролируется ток, протекающий в выходной цепи при замыкании ее на «землю» и закрытом выходном транзисторе.

При выборе источников питания, обеспечивающих работу аппаратуры на цепях ТТЛ на высокой частоте, можно ориентироваться на следующее неравенство:

$$I_{\Pi}^1 + I_{к.з} > I_{\Pi(f=f_{\max})},$$

т.е. сумма двух измеренных токов будет всегда несколько больше тока потребления на предельной частоте.

Быстродействие. Быстродействие интегральной цепи определяется средним временем переключения из одного логического состояния в другое:

$$t_{3,ср} = \frac{t_{3,р}^{10} + t_{3,р}^{01}}{2}, \quad (10.6)$$

где $t_{3,р}^{10}$ — задержка распространения сигнала из состояния Лог «1» в состояние Лог «0»; $t_{3,р}^{01}$ — задержка распространения сигнала из состояния Лог «0» в состояние Лог «1».

Эти значения времени, измеряемые на уровне порога переключения (1,5 В), состоят из двух этапов переходного процесса:

$$t_{3,ср}^{10} = t_3^+ + 0,5t_{\Phi}^+;$$

$$t_{3,ср}^{01} = t_3^- + 0,5t_{\Phi}^-;$$

где t_3^+ — задержка включения, которая характеризуется временем, в течение которого происходит заряд барьерных емкостей транзисторов и паразитной емкости изолирующего $p-n$ -перехода; t_{Φ}^+ — время включения цепи (фронт нарастания), которое характеризуется накоплением заряда неосновных носителей в базе выходного транзистора, а также перезарядом барьерной емкости коллекторного перехода и разрядом нагрузочной емкости, подключенной к выходу микросхемы.

В аппаратуре нагрузочная емкость определяется входной емкостью схем-нагрузок и емкостью печатного монтажа; t_3^- — задержка выключения, которая характеризуется временем рассасывания избыточного заряда, накопленного в области коллектора выходного

транзистора; $t_{\text{ф}}^-$ — время выключения цепи (фронт спада), которое характеризуется рассасыванием неосновных носителей в базе, перезарядом емкости коллекторного перехода и зарядом емкости нагрузки.

В качестве параметров, гарантирующих быстроедействие, контролируются $t_{3,р}^{01}$ и $t_{3,р}^{10}$. Для цепи ТТЛ среднего быстрогодействия $t_{3,р}^{01} \leq 22$ нс и $t_{3,р}^{10} \leq 15$ нс. Среднее время переключения в соответствии с формулой (10.6) составляет $t_{3,ср} \leq 18,5$ нс.

Дополнительные параметры. Очень часто при построении блоков радиоэлектронной аппаратуры интегральные цепи включаются от различных устройств (например, мощных ключей), которые имеют общий источник питания. В этом случае на вход может подаваться напряжение, равное напряжению питания. Для обеспечения гарантии работоспособности измерительной системы при таком режиме работы в систему измеряемых параметров вводится параметр $I_{\text{вх.проб}}$ (ток входного пробивного напряжения), который контролируется при $U_{\text{вх}} = E_{\text{п}}$.

В линиях передачи возможно появление помех, искажающих информационные сигналы, в результате могут происходить ложные срабатывания цепи. Анализ переходного процесса показывает, что амплитуда помехи определяется входными и выходными характеристиками измерительной системы и волновым сопротивлением линии связи. Для уменьшения амплитуды колебаний во входные цепи введены ограничительные («антизвонные») диоды. Это конструктивное решение привело к тому, что входная характеристика в области $U_{\text{вх}} \leq 0$ изменила свой наклон. Если диод в цепи в результате какого-либо дефекта будет отсутствовать, то наклон входной характеристики не изменится. Для контроля качества диода вводится параметр $U_{\text{д}}$ (напряжение на антизвонном диоде), который контролируется при определенном входном токе $I_{\text{вх.д}}$.

Контроль статических и динамических параметров логических интегральных цепей. Интегральные логические цепи предназначены для работы в электронной аппаратуре при самых разнообразных условиях, в том числе и в наихудших условиях, допустимых техническими условиями. Поэтому электрические параметры должны контролироваться в условиях, соответствующих наихудшим условиям работы. При этом следует отметить, что для каждого конкретного параметра и типа измерительной системы наихудшие условия могут быть различными.

Рассмотрим методы контроля параметров на примере транзисторно-транзисторной логической цепи, выполняющей функцию И—НЕ.

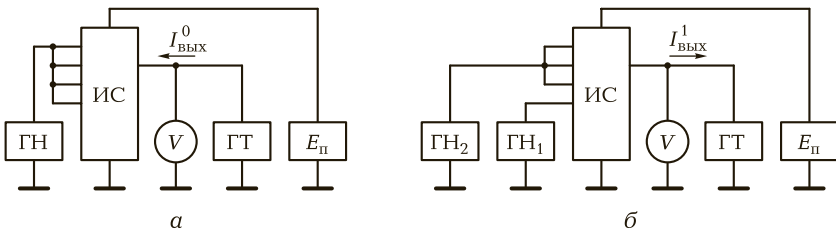


Рис. 10.9. Схемы для измерения выходного напряжения логического нуля и логической единицы:

а — измерение параметра $U_{\text{ВЫХ}}^0$; б — измерение параметра $U_{\text{ВЫХ}}^1$

Схема измерения выходного напряжения логического нуля $U_{\text{ВЫХ}}^0$ исследуемой системы ИС показана на рис. 10.9, а. Параметр $U_{\text{ВЫХ}}^0$ является характеристикой помехоустойчивости и гарантируется при заданной нагрузочной способности. Следовательно, его измерение производится при одновременной подаче на все входы входного порогового напряжения Лог «1» ($U_{\text{ВХ min}}^1$ задается генератором напряжения ГН), при протекании в выходной цепи тока $I_{\text{ВЫХ}}^0$ (задается генератором тока ГТ) и минимальном напряжении питания, разрешенном условиями эксплуатации (задается генератором напряжения $E_{\text{п}}$). Эти условия являются наилучшими для контролируемого параметра.

Одновременная подача на все входы напряжения Лог «1» обеспечивает контроль выполняемой функции. Действительно, если хотя бы по одному входу напряжение Лог «1» окажется недостаточным для открывания цепи, то на выходе установится напряжение, не соответствующее Лог «0» (измеренная величина не будет больше, чем $U_{\text{ВЫХ max}}^0$), и изделие будет отбраковано по данному параметру.

Схема измерения выходного напряжения логической единицы $U_{\text{ВЫХ}}^1$ приведена на рис. 10.9, б. Контроль данного параметра производится при вытекающем токе $I_{\text{ВЫХ}}^1$, который задается генератором тока при минимальном напряжении питания, т. е. задается генератором напряжения $E_{\text{п}}$. Для обеспечения режима Лог «1» на выходе можно на все входы исследуемой системы ИС подать напряжение, соответствующее Лог «0». Однако в этом случае не будет гарантироваться помехоустойчивость. Для гарантии помехоустойчивости на один из контролируемых входов подается напряжение, соответствующее значению $U_{\text{ВХ max}}^0$, т. е. оно задается генератором ГН₁. При этом на оставшиеся входы подается напряжение, соответствующее максимальному значению Лог «1», т. е. оно задается ге-

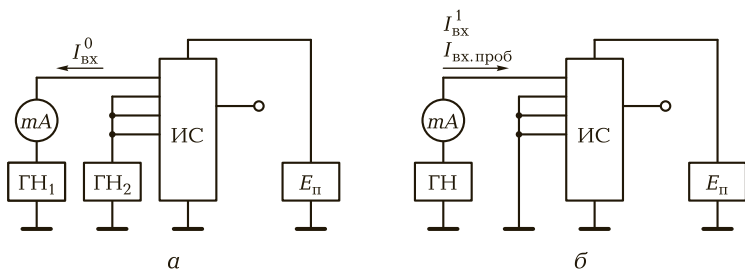


Рис. 10.10. Схемы для измерения входного тока логического нуля, логической единицы и пробивного тока на входе измерительной системы:

а — измерение параметра тока $I_{\text{ВХ}}^0$; *б* — измерение параметров тока $I_{\text{ВХ}}^1$ и $I_{\text{ВХ.проб}}$

нератором ГН₂. Контроль выполняемой функции обеспечивается поочередным подключением входов к генератору напряжения ГН₁, и при этом каждый раз производится измерение выходного напряжения.

Схема измерения входного тока логического нуля $I_{\text{ВХ}}^0$ приведена на рис. 10.10, *а*. Контроль данного параметра производится поочередно по каждому входу. В этом случае к контролируемому входу подключается генератор ГН₁, напряжение которого равно $U_{\text{ВЫХ}}^0$, и измеряется ток, протекающий в данной цепи. При каждом измерении оставшиеся входы подключаются к генератору напряжения ГН₂, на котором выставляется напряжение, соответствующее максимальному напряжению Лог «1». Наихудшие условия, при которых измеренное значение максимально, соответствуют максимальному напряжению питания, которое задается генератором напряжения $E_{\text{П}}$.

Схема измерения входного тока логической единицы $I_{\text{ВХ}}^1$ и пробивного тока на входе схемы $I_{\text{ВХ.проб}}$ приведена на рис. 10.10, *б*. Контроль данных параметров производится поочередно по каждому входу. Контролируемый вход подключается к генератору напряжения, на котором напряжение для параметра $I_{\text{ВХ}}^1$ устанавливается равным $U_{\text{ВЫХ.ПМИН}}^1$, а для параметра $I_{\text{ВХ.проб}}$ соответствует максимальному напряжению питания. Наихудший случай для указанных параметров обеспечивается заданием максимального напряжения питания.

Рассмотрим на конкретном примере, как посредством контроля параметров $U_{\text{ВЫХ}}^0$, $U_{\text{ВЫХ}}^1$, $I_{\text{ВХ}}^1$, $I_{\text{ВХ}}^0$ контролируются помехоустойчивость и нагрузочная способность ТТЛ-схемы. Норму на параметр $U_{\text{ВЫХ}}^0$ примем равной 0,4 В при токе нагрузки 16 мА, а значение входного порогового напряжения Лог «1» установим 2 В. Норма на параметр

$U_{\text{ВЫХ}}^1$ соответствует 2,4 В. При этом ток нагрузки задается 400 мкА, а входное пороговое напряжение Лог «0» устанавливается равным 0,8 В. Норма на параметр $I_{\text{ВХ}}^1$ соответствует 40 мкА, а на параметр $I_{\text{ВХ}}^0$ — 1,6 мА. Тогда будем иметь:

$$U_{\text{П}}^+ = 0,8\text{В} - 0,4\text{В} = 0,4\text{В};$$

$$U_{\text{П}}^- = 2,4\text{В} - 2,0\text{В} = 0,4\text{В};$$

$$n_{(\text{Лог} \ll 0 \gg)} = \frac{16\text{мА}}{1,6\text{мА}} = 10;$$

$$n_{(\text{Лог} \ll 1 \gg)} = \frac{400\text{мА}}{40\text{мА}} = 10.$$

Рассмотренный пример показывает, что помехоустойчивость логической цепи составляет 0,4 В, а нагрузочная способность равна 10.

Схема контроля параметра U_{Δ} приведена на рис. 10.11, а. Контроль данного параметра производится поочередно по каждому входу. Генератором тока ГТ задается вытекающий ток I_{Δ} и измеряется напряжение на входе цепи. Так как этот параметр определяется при открытом состоянии антизвонного диода, то измеряемое напряжение будет отрицательным. Наихудшие условия для данного параметра соответствуют режиму, когда напряжение питания минимально (оно задается источником напряжения $E_{\text{П}}$) и на оставшиеся входы подается напряжение, соответствующее максимальному значению Лог «1».

Схема контроля параметра $I_{\text{К.З}}$ приведена на рис. 10.11, б. Контроль данного параметра заключается в измерении тока, протекающего в выходной цепи при замыкании его на общую шину. При этом все входы микросхемы также подключены к общей шине.

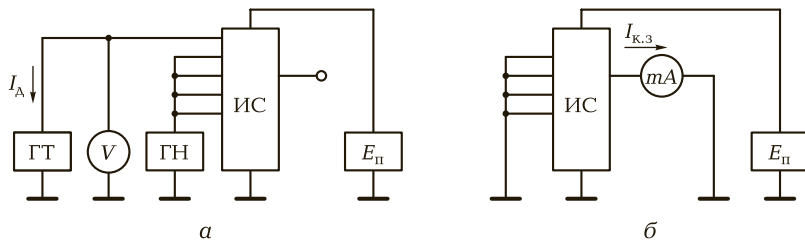


Рис. 10.11. Схемы для измерения напряжения антизвонного диода и тока короткого замыкания измерительной системы:

а — измерение параметра U_{Δ} ; б — измерение параметра $I_{\text{К.З}}$

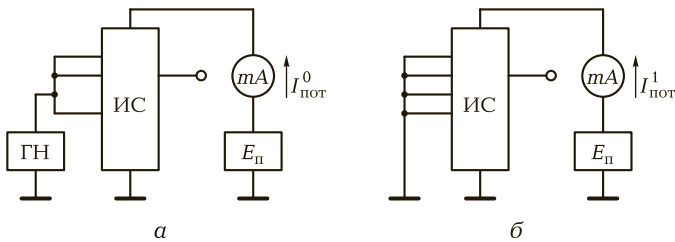


Рис. 10.12. Схемы для измерения тока потребления логического нуля и логической единицы:

а — измерение параметра $I_{\text{пот}}^0$; *б* — измерение параметра $I_{\text{пот}}^1$

Наихудшие условия обеспечиваются заданием максимального напряжения питания.

Схемы контроля параметров $I_{\text{пот}}^0$ и $I_{\text{пот}}^1$ приведены на рис. 10.12. Контроль данных параметров заключается в измерении токов, протекающих в цепи питания исследуемой системы ИС, когда она находится в состоянии Лог «0» и Лог «1» на выходе. Состояние Лог «0» обеспечивается подключением всех входов к генератору напряжения ГН, напряжение которого устанавливается равным напряжению питания. Состояние Лог «1» обеспечивается подключением всех входов к общей шине. Наихудшие условия, при которых измеренные значения параметров максимальны, соответствуют максимальному напряжению питания (оно задается генератором напряжения $E_{\text{п}}$).

Схема измерения динамических параметров $t_{3,п}^{10}$ и $t_{3,п}^{01}$ приведена на рис. 10.13. Контроль данных параметров заключается в измерении посредством двухлучевого осциллографа P временных интервалов.

Резистор $R1$ подключается непосредственно к входу цепи и предназначен для согласования генератора импульсов, линии связи и входного сопротивления цепи. Сопротивление этого резистора должно иметь то же значение, что и волновое сопротивление линии связи. В измерительную цепь введен эквивалент нагрузки, который приближает условия измерения к условиям эксплуатации микросхем. Диоды $D_1—D_4$ обеспечивают включение нагрузочного тока, протекающего от источников $E_{\text{п}}$ через резистор $R2$, аналогично тому, как это происходит при включении цепей нагрузок в реальных узлах аппаратуры. Емкость нагрузки $C_{\text{н}}$ имитирует входные емкости измерительной системы и монтажной платы. Сопротивление резисторов $R1, R2$, емкость нагрузки $C_{\text{н}}$ и параметры диодов выбирают-

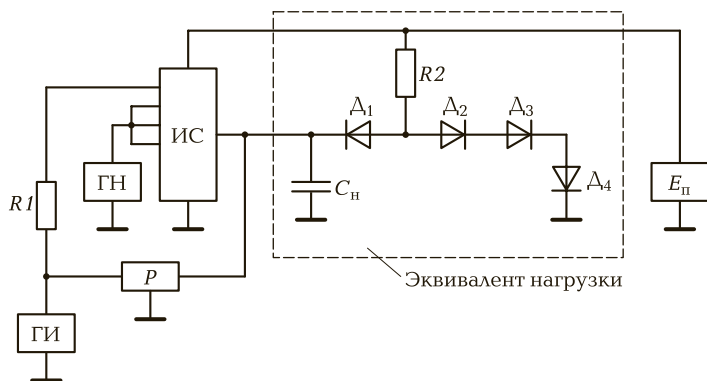


Рис. 10.13. Схема измерения динамических параметров

ся в зависимости от типа микросхемы и условий ее эксплуатации. Входы, на которые в данном измерении не подается сигнал от генератора импульсов, подключены к генератору напряжения ГН, значение которого устанавливается равным максимальному значению Лог «1».

Для интегральных цепей ТТЛ среднего быстродействия задержки включения и выключения составляют $t_{3,p}^{01} \leq 22$ нс и $t_{3,p}^{10} \leq 15$ нс. С учетом этих данных среднее время переключения $t_{3,ср} \leq 18,5$ нс. При этом входной импульс имеет следующие параметры: амплитуду 3 В, длительность импульса 100 нс, частоту следования импульсов 1 МГц, фронты импульса 10 нс.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

11.1. ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ

Автоматизация измерений способствует более быстрой обработке большого числа измеряемых параметров, повышению требований к точности измерений и их быстродействию (при ограниченных возможностях оператора в восприятии и обработке больших объемов информации) и, следовательно, к снижению загруженности и роли оператора в процессе измерений.

Переход к построению цифровых СИ привел к созданию автоматизированных измерительных систем с использованием микропроцессоров. Автоматизированными средствами измерений считают автономные непрограммируемые приборы и гибкие измерительные системы (ГИС), построенные на базе цифровой техники.

Автономные непрограммируемые приборы работают по жесткой программе и предназначены для измерений определенных параметров сигналов и характеристик цепей. В этих приборах автоматически выполняется только часть измерительных операций, например таких, как определение полярности входного сигнала и установка пределов измерения.

Гибкие измерительные системы позволяют программным способом перестраивать систему для измерения различных физических величин и менять режим измерений. При этом аппаратная часть измерительной системы не изменяется. По структурному построению ГИС подразделяются на интерфейсные, микропроцессорные и компьютерно-измерительные.

Наиболее мощными типами **интерфейсных** ГИС являются измерительно-вычислительные комплексы, которые создаются путем объединения с помощью специальной многопроводниковой магистрали в одну измерительную систему компьютера, измерительных приборов и устройств отображения информации. Связь между компьютером и всеми остальными узлами и их совместимость обеспечиваются с помощью совокупности аппаратных, программных и конструктивных средств.

Устройство сопряжения компьютера со средствами измерений или любыми другими внешними системами называют и н т е р ф е й с о м. Иногда в это понятие включают и ПО автоматизированной системы. Обычно в измерительно-вычислительных комплексах используются стандартные устройства (модули), подключенные к общей магистрали, и стандартные интерфейсы. При этом для решения новой метрологической задачи достаточно сменить часть модулей — источников или приемников информации и ПО.

В **микропроцессорных** ГИС все узлы подключаются непосредственно к магистрали микропроцессора. Встроенные микропроцессоры осуществляют сервисные операции, обеспечивают различные режимы измерений и определяют ряд параметров сигнала или цепи. Работа таких приборов выполняется в соответствии с программами, заложенными в запоминающем устройстве.

В настоящее время во многих измерительных системах применяются персональные компьютеры. Это связано прежде всего с тем, что компьютер делает измерительную систему исключительно гибкой, так как пользователь может легко изменить его ПО. **Компьютерно-измерительные** ГИС объединяют средства измерений, обработки, вычислений и управления на собственной шине персонального компьютера.

11.2. МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

Структурная схема цифрового измерительного прибора со встроенным микропроцессором показана на рис. 11.1. Конкретным примером такого прибора может быть цифровой ваттметр, измеритель временных интервалов и др.

Работа такого прибора происходит следующим образом. Клавиатура содержит поле задания режима, поле цифровых данных и шифраторы. С помощью поля режима задаются режим измерения

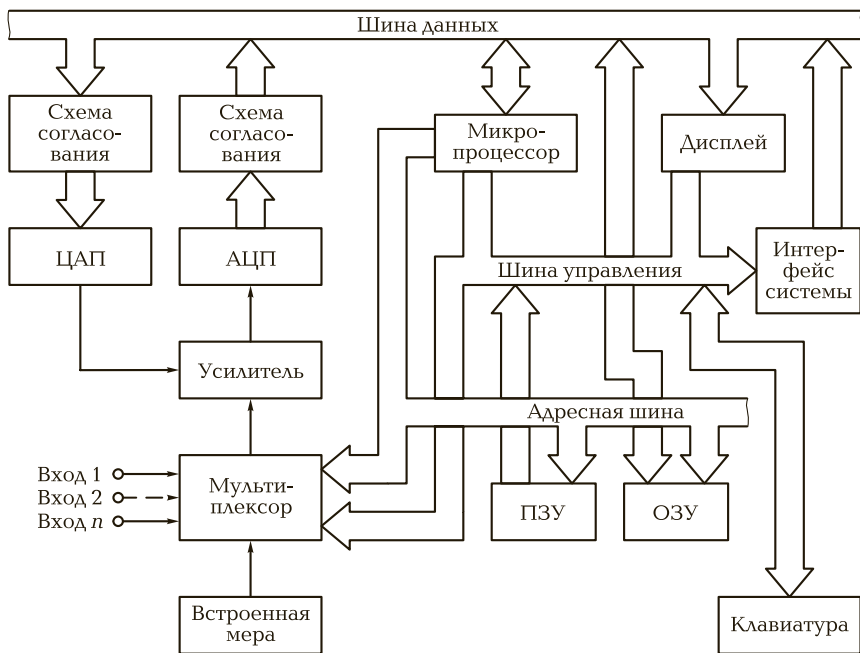


Рис. 11.1. Структурная схема цифрового измерительного прибора со встроенным микропроцессором:

ОЗУ — оперативное запоминающее устройство

и измеряемая величина. Диапазон измерения вводится посредством цифровой клавиатуры. Сигналы с клавиатуры с помощью шифратора преобразуются в код и поступают на шину данных.

Микропроцессор по подпрограмме установки режима анализирует данные с клавиатуры, сравнивая их с константами из постоянного запоминающего устройства ПЗУ, и вырабатывает управляющие коды на ЦАП (для обеспечения предела измерений), на мультиплексор (для подключения входного канала) и т. д. Одновременно вводимая информация с клавиатур интерпретируется для вывода на дисплей.

Отображение вводимых данных на дисплее целесообразно полностью идентифицировать с надписями на клавиатуре, для этого в ПЗУ необходимо программировать зоны интерпретации кодов вводимых данных в символы, показываемые на дисплее. Кроме программирования режима работы прибора, анализ входных данных может включать в себя контроль вводимых данных (синтаксический контроль, контроль полноты исходных данных и т. п.).

Собственно режим измерений должен начинаться с приходом команды «пуск» (с клавиатуры — при местном управлении, с интерфейсной шины — при дистанционном управлении). Сформированный в АЦП код поступает в микропроцессор, где производится обработка по программе и вычисление вторичных параметров. Передача кода из АЦП в микропроцессор может осуществляться как в режиме прерывания по запросам от АЦП, так и в режиме обращения к АЦП в качестве адресуемого регистра (особенно при работе АЦП в режиме запуска от микропроцессора).

Для получения информации о коррекции погрешности и диагностики работоспособности прибора микропроцессор по шине данных на мультиплексор передает код для подключения к АЦП встроенной образцовой меры (в случае цифрового вольтметра — опорное напряжение). Код с АЦП, соответствующий образцовой мере, поступает в микропроцессор и сравнивается с константой из ПЗУ. Вычисляется соответствующая поправка, которая будет участвовать в расчете измеряемых параметров до следующего цикла калибровки прибора. Прибор с подобной структурой легко перестраивается на другие (близкие по характеру) виды измерений. Для этого достаточно заменить ПЗУ (программу и константы, включая интерпретацию входной информации о режимах) и клавиатуру (если меняется состав измеряемых параметров, т. е. тип прибора). Включение на вход прибора мультиплексора позволяет измерять параметры сигналов с нескольких входов, т. е. проводить комплексные (многопараметровые) измерения.

11.3. КОМПЬЮТЕРНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

В настоящее время сформировалось новое направление в метрологии и измерительной технике — компьютерно-измерительные системы (КИС) и их разновидность, или направление развития — виртуальные (виртуальный — кажущийся) измерительные приборы (виртуальные приборы). В компьютерно-измерительную систему обязательно входит компьютер, работающий в режиме реального масштаба времени или, как теперь принято говорить, в режиме on-line.

В последние годы персональные компьютеры используются не только как вычислительные средства, но и в качестве универсальных измерительных приборов. Компьютерно-измерительная система на базе персонального компьютера позволяет заменить стандартные

измерительные приборы (вольтметры, осциллографы, анализаторы спектра, генераторы и др.) системой виртуальных приборов. При этом ряд приборов могут быть активизированы (воспроизведены) на одном персональном компьютере одновременно. К отличительным особенностям и преимуществам КИС по сравнению с микропроцессорными приборами относятся:

- обширный фонд стандартных прикладных компьютерных программ, доступных для оператора, позволяющих решать широкий круг прикладных задач измерения (исследование и обработка сигналов, сбор данных с датчиков, управление различными промышленными установками и т. д.);
- возможность оперативной передачи данных исследований и измерений по локальным и глобальным (например, Интернет) компьютерным сетям;
- высокоразвитый графический интерфейс пользователя, обеспечивающий быстрое освоение взаимодействия с системой;
- возможность использования внутренней и внешней памяти большой емкости;
- возможность составления компьютерных программ для решения конкретных измерительных задач;
- возможность оперативного использования различных устройств документирования результатов измерений.

В самом общем случае КИС может быть построена с последовательной или параллельной архитектурой.

В компьютерно-измерительную систему с **последовательной архитектурой** (ее иногда называют централизованной системой) входят части системы, преобразующие анализируемые сигналы, которые обрабатывают в последовательном режиме. Поэтому вся соответствующая электроника размещается на слотах компьютера. Достоинства такой архитектуры построения КИС очевидны — благодаря использованию принципа разделения обработки по времени стоимость системы невелика.

В компьютерно-измерительной системе с **параллельной архитектурой** содержится ряд параллельных каналов измерения и каждый канал имеет собственные узлы преобразования анализируемых сигналов, и только процессор компьютера работает в режиме мультиплексирования (т. е. объединения сигналов). Посредством такого принципа построения КИС могут производить оптимизацию обработки сигналов в каждом канале независимо. В этой

системе преобразование сигналов выполняется локально в месте расположения источника исследуемого сигнала, что позволяет передавать сигналы от измеряемого объекта в цифровой форме.

На рис. 11.2 представлена обобщенная структурная схема КИС, отражающая как последовательную, так и параллельную архитектуру построения. Взаимодействие между отдельными элементами КИС осуществляется с помощью внутренней шины персонального компьютера, к которой подключены как его внешние устройства (дисплей, внешняя память, принтер), так и измерительная схема, состоящая из коммутатора, АЦП и блока образцовых программно управляемых мер напряжения и частоты.

С помощью ЦАП можно вырабатывать управляющие аналоговые сигналы. Интерфейсный модуль ИМ подключает измерительный прибор к магистрали приборного интерфейса. Коммутатор обеспечивает подачу аналоговых напряжений с внешних датчиков на узлы системы.

Достаточно простые КИХ могут быть размещены на одной плате персонального компьютера. Существуют и более сложные структуры КИС, в которых в соответствии с решаемой измерительной задачей по установленной программе коммутируются необходимые измерительные элементы, т. е. меняется архитектура построения системы.

Одним из элементов КИС является блок образцовых программно управляемых мер напряжения и частоты.

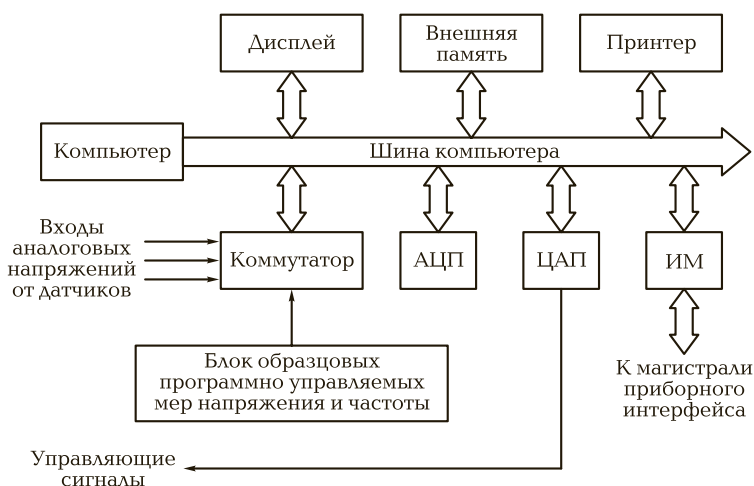


Рис. 11.2. Обобщенная структурная схема КИС

В качестве встроенных образцовых мер напряжения в КИС чаще всего применяются стабилитроны, температурный коэффициент напряжения которых составляет около $2 \cdot 10^{-5}$. К наиболее эффективному способу стабилизации опорного напряжения относится термостатирование блока стабилитронов. Термостат поддерживает температуру элементов около 30°C со стабильностью не ниже $0,1^\circ\text{C}$.

Недостатком такой схемы являются достаточно длительный прогрев термостата (до 30 мин), а также большие скачки температуры при включении термостата. Температурные перепады ускоряют процесс старения стабилитронов, а следовательно, снижают их долговременную стабильность. В настоящее время в КИС имеется возможность учитывать температурную нестабильность элементов программными методами.

11.4. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

Автоматическими измерительными приборами (АИП) называются приборы, в которых процесс измерения происходит автоматически, без участия операторов. Они предназначены для измерения и регистрации параметров, характеризующих технологические процессы производства. К таким параметрам относятся: температура, давление, уровень и расход жидкости, концентрация и состав газов и жидкостей, электрические напряжения и токи, мощность, частота и др.

Широкое использование в настоящее время АИП и все большая потребность в них объясняется рядом важнейших метрологических и эксплуатационных характеристик: высокая точность (погрешность до $0,001\%$) и чувствительность (до 10^{-8}), незначительная зависимость показаний приборов от условий эксплуатации, малое собственное потребление энергии, возможность использования маломощных первичных преобразователей сигнала, возможность одновременного измерения нескольких величин, получение документальной информации.

Эти показатели обеспечиваются использованием компенсационного метода измерения, применением совершенных электронных устройств, характеризующихся малой инерционностью и большой выходной мощностью, некоторым усложнением схем узлов АИП, использованием объективного отсчета измеряемых параметров.

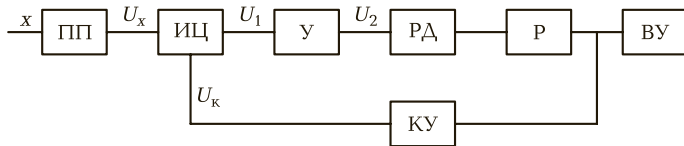


Рис. 11.3. Структурная схема АИП непрерывного действия

В общем случае структурную схему АИП непрерывного действия можно представить в виде рис. 11.3. Здесь ПП — первичный преобразователь, ИЦ — измерительная цепь, У — усилитель, РД — реверсивный двигатель, Р — редуктор, КУ — корректирующее устройство, ВУ — выходное устройство. Звенья прямой передачи сигнала или прямого тракта системы (ИЦ, У, РД, Р), охваченные корректирующим устройством КУ, образуют следующую систему СС и обеспечивают автоматизацию процесса измерения.

Принцип действия следящей системы СС заключается в сравнении измеряемой величины U_x , поступающей от первичного преобразования ПП, с компенсирующей ее величиной U_k , вырабатываемой корректирующим устройством КУ. Разность этих величин $\Delta U = U_1$ усиливается и подается на реверсивный двигатель РД, который, воздействуя через редуктор Р на корректирующее устройство КУ, одновременно обеспечивает работу выходного устройства ВУ. Равновесие системы наступает при $\Delta U = 0$. Это равновесие возможно в астатической системе, необходимым условием которой является наличие в прямом тракте передачи сигнала интегрирующего звена. В данном случае интегрирующим звеном является реверсивный двигатель РД, так как скорость поворота его выходного вала пропорциональна поданному на управляющую обмотку напряжению:

$$d\alpha/dt = kU_2, \text{ или } \alpha = k \int U_2 dt,$$

где α — угол поворота выходного вала реверсивного двигателя РД; k — постоянный коэффициент; U_2 — выходное напряжение усилителя.

В действительности, при равновесии $\Delta U \neq 0$ и α определяется порогом чувствительности $\Delta U_{\text{пор}}$ — минимальным значением ΔU , приводящим к троганию двигателя, и инерционностью звеньев системы.

По типу измерительных систем существующие АИП непрерывного действия подразделяют на мосты с уравниванием по одному параметру, потенциометры постоянного тока и приборы

с дифференциально-трансформаторной системой. Принципы построения и требования, предъявляемые к измерительной цепи и корректирующему устройству перечисленных АИП, имеют принципиальные различия.

Автоматический мост для измерения температуры. На рис. 11.4 приведена упрощенная схема автоматического уравновешенного моста, предназначенного для измерения температуры с помощью терморезистора R_t . В одно из плеч моста включается терморезистор, подсоединяемый с помощью линии связи сопротивлением R_λ . Три остальные плеча выполнены из термостабильных резисторов $R, R_2—R_4$.

Уравновешивание моста при начальной температуре осуществляется изменением положения движка переменного резистора R . При отклонении температуры от начальной изменяется сопротивление терморезистора и мост выходит из равновесия. Появляется сигнал рассогласования ΔU , поступающий на вход усилителя. Усиленный сигнал подается в обмотку управления ОУ реверсивного двигателя РД, на валу которого имеется редуктор Р, механически связанный с движком переменного резистора R и указателем выходного устройства ВУ. Посредством этих связей мост автоматически приводится в равновесие.

Обработка сигнала рассогласования происходит до тех пор, пока ΔU больше порога чувствительности регулятора $\Delta U_{\text{нор}}$. Выходная величина может быть отсчитана по шкале, отградуированной непосредственно в градусах Цельсия. Градуировка шкалы справедлива для каждого конкретного терморезистора.

Трехпроводное включение терморезистора позволяет существенно снизить влияние соединительных проводов R_λ на точность измерения. Действительно, с учетом того, что два провода сопротивлением R_λ подсоединены в смежные плечи моста, а третий с таким же сопротивлением — в диагональ питания моста, получим:

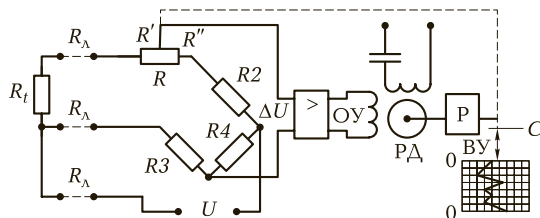


Рис. 11.4. Упрощенная схема автоматического уравновешенного моста для измерения температуры

$$(R'_1 + R_\lambda)R_4 = R'_2(R_3 + R_\lambda),$$

где $R'_1 = R_1 + R'$ и $R'_2 = R_2 + R''$.

При симметрии плеч моста, т. е. при $R'_2 = R_4$ получаем полное устранение влияния R_λ на погрешность измерения. Шкала прибора, т. е. зависимость $\alpha = f(T)$, имеет линейный характер при включении терморезистора $R1$ в плечо мостовой цепи, прилегающей к реохорду R .

Автоматический потенциометр постоянного тока. В качестве примера реализации автоматического устройства, использующего компенсационный метод измерения, рассмотрим потенциометр, работающий в комплекте с термопарой, на концах которой создается термо-ЭДС E_t (рис. 11.5).

Компенсирующее устройство этого потенциометра выполнено по мостовой схеме. Процесс измерения осуществляется в два приема. При положении К переключателя П происходит установка рабочего тока с использованием нормального элемента с ЭДС E_N . Напряжение разбаланса $\Delta U = E_N - R_N I_{p2}$ поступает на вход усилителя. С выхода усилителя напряжение подается на обмотку управления ОУ реверсивного двигателя РД, который изменяет положение движка реостата $R_{пер}$. Прибор автоматически доводит значение ΔU до нуля. В этом случае в цепи устанавливаются определенные токи I_p, I_{p1}, I_{p2} .

При положении И переключателя П происходит переключение механической связи реверсивного двигателя РД на движок В потенциометра. Измеряемая ЭДС E_t термопары уравнивается компенсирующим напряжением

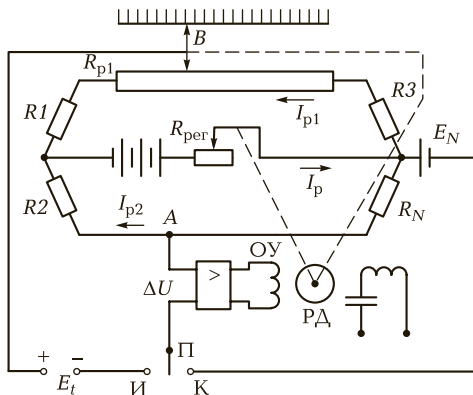


Рис. 11.5. Схема автоматического потенциометра постоянного тока

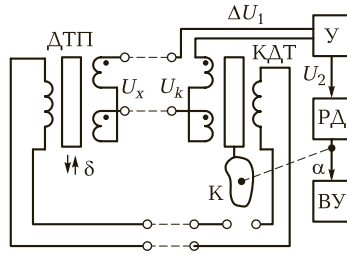


Рис. 11.6. Схема дифференциально-трансформаторного устройства

$$U_k = (R_{p1} + R_1)I_{p1} - R_2I_{p2}$$

путем воздействия напряжения разбаланса ΔU на реверсивный двигатель РД, механически связанный с движком В потенциометра, положение которого влияет на сопротивление R_{p1} компенсирующего резистора. Значение измеряемой термо-ЭДС E_t считывается согласно положению движка В на шкале, отградуированной в вольтах.

Современные автоматические потенциометры для измерения температуры снабжаются стабилизированными источниками питания. Они не имеют нормального элемента и режима автоматической установки рабочих токов.

Дифференциально-трансформаторное устройство. Схема, показанная на рис. 11.6, нашла широкое применение для измерения давления (автоматический манометр), уровня жидкости (уровнемер) и расхода жидкости (расходомер).

Основными узлами измерительной цепи являются дифференциальный трансформаторный преобразователь (ДТП) и компенсационный дифференциальный трансформатор (КДТ). По устройству ДТП и КДТ аналогичны. Их вторичные обмотки включены последовательно и встречно. Подвижный сердечник ДТП имеет возможность под воздействием какой-либо механической величины перемещаться вдоль оси катушек на расстояние Δ . На выходе ДТП при этом возникает сигнал $U_x = k\delta$, а КДТ образует компенсирующее напряжение U_k . Если $U_x \neq U_k$, то система обрабатывает сигнал $\Delta U_1 = U_x - U_k$ до тех пор, пока ΔU_1 не станет равным $\Delta U_{пор}$. При этом угол поворота выходного вала реверсивного двигателя РД является функционально связанным с величиной U_x и отображает эту величину. Так как $U_x = F(\delta)$, то уравнение шкалы всего прибора представляется в виде $\alpha = f(\delta)$.

НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ

IV

РАЗДЕЛ

Глава 12. Основные цели и принципы стандартизации

Глава 13. Методология и организация работ
по стандартизации

Глава 14. Информационное, правовое и кадровое
обеспечение стандартизации

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И ПРИНЦИПЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

12.1. ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ ОСНОВЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Вопросы стандартизации в нашей стране регламентированы рассмотренным ранее ФЗТР. В этом законе определены: цели и принципы стандартизации; документы в области стандартизации; функции национального органа Российской Федерации по стандартизации; назначение, правила разработки, утверждения и применения национальных стандартов и общероссийских классификаторов, а также международных стандартов и стандартов организаций.

Дополняет и развивает указанный закон ГОСТ Р 1.0—2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения», устанавливающий организацию и проведение в Российской Федерации работ в области стандартизации, правила их опубликования, распространения и применения, а также задачи международного сотрудничества в области стандартизации. В данном стандарте использованы нормативные ссылки на ряд действующих стандартов:

- ГОСТ 1.1—2002 «Межгосударственная система стандартизации. Термины и определения»;
- ГОСТ Р 1.2—2014 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены»;
- ГОСТ Р 1.4—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты организаций. Общие положения»;

- ГОСТ Р 1.5—2012 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила построения, изложения, оформления и обозначения»;
- ГОСТ Р 1.8—2011 «Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты межгосударственные. Правила проведения в Российской Федерации работ по разработке, применению, обновлению и прекращению применения»;
- ГОСТ Р 1.9—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Знак соответствия национальным стандартам Российской Федерации. Изображение. Порядок применения»;
- ГОСТ Р 1.12—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Термины и определения».

Развитие законодательства Российской Федерации в указанных областях для придания ему прикладного характера, обеспечения целенаправленного законодательного воздействия, формирования бесспорных в правовом отношении механизмов обеспечения соблюдения требований действующего законодательства целесообразно осуществлять в следующих направлениях:

- разработка законодательных актов по конкретным группам и (или) видам продукции или деятельности. Эти законодательные акты должны определять особенности (или более жесткие режимы, чем это принято в основополагающих законах) проведения по данной продукции или виду деятельности работ по стандартизации, метрологическому обеспечению и сертификации;
- разработка законодательных актов, устанавливающих конкретные численные значения (или интервалы) вредных воздействий, проявляющихся в процессах производства продукции и работ, оказания услуг.

Законодательные акты как наиболее авторитетная форма государственного регулирования безопасности и качества продукции и услуг должны применяться во взаимодействии с техническими регламентами, утверждаемыми органами исполнительной власти, и стандартами. Технические регламенты и стандарты должны обеспечивать практическое выполнение законодательных актов. Законодательные акты могут придавать обязательность требованиям стандартов путем:

- а) прямых ссылок в законодательных актах на стандарты;
- б) включения требований стандартов к объектам стандартизации непосредственно в тексты законодательных актов.

12.2. ЦЕЛИ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Стандартизация осуществляется в следующих целях:

1) **повышение уровня безопасности:** жизни и здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного и муниципального имущества, в области экологии, жизни и здоровья животных и растений, объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

2) **обеспечение:**

- конкурентоспособности продукции, работ, услуг;
- научно-технического прогресса;
- рационального использования ресурсов;
- совместимости и взаимозаменяемости технических средств (машин и оборудования, их составных частей, комплектующих изделий и материалов);
- информационной совместимости;
- сопоставимости результатов исследований (испытаний) и измерений технических и экономико-статистических данных;
- сравнительного анализа характеристик продукции;
- государственных заказов, внедрения инноваций;
- подтверждения соответствия продукции (работ, услуг);
- решений арбитражных споров;
- судебных решений;
- выполнения поставок;

3) **создание систем:** классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации, каталогизации продукции, обеспечения качества продукции, поиска и передачи данных; а также доказательной базы и условий выполнения требований технических регламентов.

Цели стандартизации по составу и содержанию полностью гармонизированы с целями международной, региональных и зарубежных систем стандартизации.

При реализации целей национальной стандартизации необходимо иметь в виду, что в настоящее время, в связи с предстоящим вступлением России в ВТО и необходимостью перехода на принятую в ВТО практику разработки, принятия и применения стандартов, актуальными являются следующие задачи:

- при обеспечении безопасности продукции, работ и услуг для окружающей среды, жизни, здоровья и имущества — использование наряду со стандартами законодательных форм регулирования вопросов безопасности;
- обеспечении технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции — учет интеграционной составляющей, т. е. совместимость и взаимозаменяемость с продукцией, произведенной не только в стране, но и за рубежом;
- обеспечении качества продукции, работ и услуг в соответствии с развитием науки, техники и технологии — активный переход к добровольному статусу применения стандартов;
- обеспечении единства измерений — переход на международные признанные методы и методики измерений, но с одновременным базированием на достижения национальной фундаментальной метрологии, позволяющей создавать и применять современный российский парк средств измерений;
- обеспечении экономии всех видов ресурсов — переход от нормирования в абсолютных единицах к удельным и сопоставительным категориям (группам) по характеристикам энерго- и материалоемкости;
- обеспечении безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения природных и техногенных катастроф и других чрезвычайных ситуаций — первоочередная разработка стандартов на мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций, а также организационных мер по их предупреждению;
- обеспечении обороноспособности и мобилизационной готовности страны — учет специфики создания и эксплуатации оборонной продукции в рамках единых организационных и методических подходов для оборонной и гражданской продукции, устранение излишней закрытости по модели «единый стандарт на продукцию (и другие объекты стандартизации) двойного назначения».

При реализации установленных целей общими задачами являются:

а) обеспечение комплексности стандартизации на основе установления взаимоувязанных требований по всем стадиям жизненного цикла продукции от разработки до утилизации, по всем видам

продукции, начиная от сырья и материалов, до конечных сложных изделий;

б) совершенствование на базе федерального фонда стандартов системы информационного обеспечения в области стандартизации, метрологии и сертификации, включающей в себя информацию и документы, определенные соглашением по техническим барьерам в торговле ВТО;

в) создание и ведение федерального фонда стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической информации, а также международных (региональных) стандартов, правил, норм и рекомендаций по стандартизации, национальных стандартов зарубежных стран.

12.3. ПРИНЦИПЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Основные принципы стандартизации в Российской Федерации, обеспечивающие достижение целей и задач ее развития, сформулированы в ФЗТР и более подробно изложены в ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения». Эти принципы заключаются:

- в добровольности применения стандартов;
- достижении при разработке и принятии стандартов консенсуса всех заинтересованных сторон;
- использовании международных стандартов как основы разработки национальных стандартов;
- комплексности стандартизации для взаимосвязанных объектов;
- недопустимости установления в стандартах требований, противоречащих техническим регламентам;
- установлении требований в стандартах, соответствующих современным достижениям науки, техники и технологий, с учетом имеющихся ограничений по их реализации;
- установлении требований в стандартах, обеспечивающих возможность объективного контроля их выполнения;
- четкости и ясности изложения стандартов, с тем чтобы обеспечить однозначность понимания их требований;

- исключения дублирования разработок стандартов на идентичные по функциональному назначению объекты стандартизации;
- недопустимости создания препятствий производству и обращению продукции, выполнению работ и оказанию услуг в большей степени, чем это минимально необходимо для выполнения целей стандартизации;
- доступности представления информации по стандартам всем заинтересованным лицам, за исключением оговоренных законодательством случаев.

Национальный стандарт применяют на добровольной основе.

Обязательность соблюдения национальных стандартов наступает при прямом указании на это в действующем законодательстве, договорах, контрактах, правомерно принятых нормативных документах федеральных органов исполнительной власти или предприятий любых форм собственности.

Обязательность соблюдения требований национальных стандартов, принятых до 1 июля 2003 г., сохраняется до принятия соответствующих технических регламентов в части:

- защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества;
- охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей, и необходимости госконтроля (госнадзора) за их соблюдением.

Международные и региональные стандарты отражают передовой опыт экономически развитых стран мира, результаты научных исследований, требования широкого круга потребителей и государственных органов и представляют собой правила, общие принципы или характеристики для большинства стран, поэтому применение международных (региональных) стандартов при разработке национальных стандартов является одним из важных условий выхода российской продукции на мировой рынок.

Открытость процессов разработки национальных стандартов обеспечивается на всех стадиях, начиная от планирования, разработки до принятия стандарта. Это достигается:

- публикацией программ разработки национальных стандартов и уведомлений об их разработке, завершении публичного обсуждения и утверждении;
- публичностью обсуждения проектов национальных стандартов;
- единством и непротиворечивостью правил разработки и утверждения стандартов с обязательной экспертизой всех проектов стандартов.

Разработка национальных стандартов выполняется открыто с участием технических комитетов по стандартизации, объединяющих на добровольной основе наиболее компетентных юридических и физических лиц, заинтересованных в стандартизации того или иного объекта.

Целесообразность разработки национальных стандартов определяется их социальной, экономической и технической значимостью и приемлемостью при применении.

12.4. ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ОБЪЕКТЫ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Международно признанными приоритетными направлениями работ по стандартизации являются: безопасность и экология, информационные технологии, ресурсосбережение. К важнейшим направлениям стандартизации также относится нормативное обеспечение качества продукции.

В последние годы в число приоритетных как за рубежом, так и в России выдвинулось социальное направление, в частности стандартизация в сфере услуг, а рыночная составляющая востребовала стандартизацию банковской деятельности, оценку стоимости различных видов имущества, что стало новыми сферами применения стандартизации.

В условиях распределения ограниченных ресурсов на выполнение работ по стандартизации целесообразна детализация установленных приоритетов в отношении определенных видов работ и групп продукции, т. е. установление тематических или видовых приоритетов.

Тематические или видовые приоритеты необходимо устанавливать с привлечением широкого круга предприятий, организаций специалистов, заинтересованных в разработке и применении стан-

дартов. Эти приоритеты должны определяться выделением реальных средств, поступающих из иных, кроме бюджетного, источников финансирования.

Установление таких приоритетов должно оставаться в рамках единой государственной научно-технической политики в области стандартизации, реализация которой делает приоритетными в России такие работы, как:

- обеспечение функционирования, развития и совершенствования основополагающих организационно-технических и общетехнических комплексов (систем) стандартов. Особенно это касается таких комплексов (систем), которые отражают вопросы взаимодействия, функции, взаимную ответственность и единый технический язык для сторон, участвующих в процессах исследования, создания, производства, обеспечения эксплуатации, модернизации и утилизации продукции, т. е. определяют ключевые стороны производственных отношений на всех стадиях жизненного цикла продукции;
- осуществление экспертизы проектов государственных стандартов при их подготовке к принятию;
- формирование и экспертиза разделов нормативного и метрологического обеспечения федеральных и иных государственных программ, финансируемых полностью или частично из средств государственного федерального бюджета.

В проблематике **обеспечения безопасности и экологичности** в первоочередном порядке должны решаться задачи стандартизации:

- детского питания;
- пищевых продуктов с повышенным риском токсикологического воздействия на человека;
- хранения и транспортирования взрывчатых веществ, газа и нефтепродуктов;
- производства, использования, транспортирования и хранения радиоактивных веществ и материалов, а также утилизации и хранения отходов;
- машин, оборудования и приборов, признаваемых потенциально опасными, в том числе по результатам анализа статистических данных о травматизме;
- химической продукции бытового и технического назначения;

- обеспечения безопасности оборонной продукции для обслуживающего персонала, населения и окружающей природной среды в мирное время.

В **области информационных технологий** приоритеты следует отдать следующим работам по стандартизации:

а) формирование государственного профиля взаимодействия открытых систем;

б) обеспечение электромагнитной совместимости в условиях реального для России распределения частотного спектра, обеспечение безопасности для пользователей средств отображения информации;

в) обеспечение внедрения CALS-технологий.

Реализация указанных приоритетов в целом должна обеспечивать:

- формирование нормативной базы национальной информационной инфраструктуры Российской Федерации, гармонизированной с международными стандартами глобальной информационной инфраструктуры;

- разработку и внедрение методов и средств функциональной стандартизации, обеспечивающих применение принципов открытых систем при создании, развитии и совершенствовании федеральных и региональных информационно-телекоммуникационных систем и сетей.

В **области ресурсосбережения** приоритетными становятся следующие задачи:

1) установление номенклатуры параметров (характеристик) ресурсоэффективности продукции и услуг;

2) стандартизация методов определения этих параметров (характеристик), включая типовые условия эксплуатации, используемые при их определении;

3) категорирование продукции и услуг по диапазонам параметров ресурсоэффективности;

4) разработка индикативных показателей образования отходов в различных отраслях промышленности с ориентацией на данные развитых стран для последующего внедрения прогрессивной системы платежей в бюджет за их превышение;

5) регламентация технологий утилизации продукции по истечению сроков ее эксплуатации (применения).

Стандартизация в **области новых перспективных направлений науки и техники** должна быть ориентирована:

- на разработку перспективных конструкционных материалов, в том числе из пластмасс, заменяющих металл и древесину;
- внедрение новых безопасных технологий;
- создание новых материалов, обеспечивающих радиационную стойкость, ударопрочность, а также материалов и компонентов, отвечающих современным требованиям электронной и радиопромышленности;
- совершенствование имеющихся технологий в части безопасности для окружающей среды и экономичности.

Нормативное обеспечение качества продукции делает приоритетной разработку стандартов вида «методы контроля (испытаний)», а также включение в стандарты идентификационных параметров и методов их определения для предотвращения фальсификации продукции. По объектам стандартизации приоритетными становятся продукция и услуги, где масштабы фактической или возможной фальсификации носят значительный характер (алкогольная и табачная продукция, косметика и парфюмерия, продукция пищевой и легкой промышленности и т. п.).

В международной и зарубежной практике стандартизации при определении приоритетов используется метод респондентского опроса широкого круга специалистов по стандартизации, ученых, инженеров и бизнесменов. Таким образом, в свое время удалось спрогнозировать реализуемую в настоящее время повышенную социальную направленность стандартизации, увеличение объемов работ по стандартизации информационных технологий и т. п.

В российской стандартизации также целесообразно систематически, не реже одного раза в 5—7 лет, организовывать респондентские опросы с последующим обобщением в виде приоритетных направлений и объектов стандартизации.

12.5. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ОБОРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

Законодательной базой проведения работ по стандартизации оборонной продукции являются ФЗТР и Федеральные законы от 27 декабря 1995 г. № 213-ФЗ «О государственном оборонном заказе» и от 13 декабря 1994 г. № 60-ФЗ «О поставках продукции для федеральных государственных нужд» (с изм. и доп.).

Стандартизация оборонной продукции должна базироваться на общих со стандартизацией гражданской продукции организацион-

ных и методических принципах, представляя собой составную часть единой государственной системы стандартизации.

При этом особенности проведения работ по стандартизации оборонной продукции определяются:

а) отнесением вопросов обеспечения обороноспособности страны исключительно к федеральному ведению;

б) науко- и техноемким характером разработки и производства оборонной продукции, специальным характером предъявляемых к ней требований (устойчивость к поражающим факторам, требования по живучести и т. п.) и обязательностью этих требований на всех этапах жизненного цикла продукции.

В условиях реформирования Вооруженных сил Российской Федерации, наряду с общими, установленными для продукции гражданского назначения, приоритетными задачами стандартизации оборонной продукции являются:

- установление системы взаимосвязанных требований к комплексам (образцам) вооружений и военной техники, их составным частям, комплектующим изделиям, материалами и технологиями в увязке и в обеспечение программ развития вооружений;
- обеспечение безопасности личного состава, населения, окружающей природной среды при производстве, испытаниях, эксплуатации и утилизации вооружений и военной техники в мирное время;
- обеспечение сокращения номенклатуры составных частей, комплектующих изделий и материалов, применяемых при разработке и производстве образцов вооружений и военной техники;
- содействие созданию продукции и технологий двойного применения;
- нормативно-техническое обеспечение утилизации снимаемой с вооружения оборонной продукции на основе заблаговременного, на начальных этапах разработки комплексов (образцов), предъявления требований по их безопасной утилизации;
- внедрение на предприятиях оборонного комплекса систем качества на основе требований стандартов серии ИСО 9000 с максимальным учетом при этом национальных достижений и опыта управления качеством продукции оборонного назначения.

В связи с необходимостью сохранения и развития кооперации предприятий оборонного комплекса государств — участников СНГ и решения вопросов обеспечения коллективной безопасности предстоит активизировать работы по межгосударственной стандартизации, правовой основой которых является принятое на уровне глав правительств Соглашение об организации работ по межгосударственной стандартизации.

Работы по стандартизации оборонной продукции должны базироваться на результатах исследований перспектив развития стандартизации указанной продукции в направлениях повышения ее качества и эффективности, разработок новых видов вооружения, расширения масштабов использования информационных технологий в управлении войсками.

12.6. СТАНДАРТИЗАЦИЯ В РЫНОЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Стандартизация — это деятельность, направленная на достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области посредством установления положений для всеобщего и многократного использования в отношении реально существующих или потенциальных задач (ISO/I EC GUIDE2 : 1996, ГОСТ Р 1.0—2004).

В России эта деятельность регулируется ФЗТР.

Государственное регулирование деятельности по стандартизации организационно реализуется с помощью глобальной государственной системы стандартизации (ГСС). По своей сути ГСС является «технической конституцией» страны, включающей в себя практически все стороны деятельности и их результаты.

Трудно переоценить значение стандартизации для разработчиков, производителей и пользователей приборной продукции. Это установление и подтверждение функциональных характеристик СИ, их безопасность для человека, технологических процессов и производств, взаимозаменяемость и совместимость.

За последние годы российское приборостроение активно адаптируется к развивающимся рыночным отношениям; действующее законодательство дало значительные свободы участникам этого процесса.

Приборная продукция занимает особое положение. Средства измерений участвуют в измерениях, контроле, диагностике, испытаниях; позволяют получить информацию о качестве товаров и услуг, информацию о состоянии технологических процессов, что,

в свою очередь, используется в процессах автоматизации и управления. Таким образом, приборная продукция, будучи сама рыночным товаром, позволяет оценить другие товары и услуги. Использование СИ в качестве средств оценки накладывает на них специфическое требование по достоверности получаемой информации, так как ее дальнейшее использование влияет не только на технические, но и на экономические аспекты.

Обеспечение единства и требуемой точности измерений регламентируется Законом об обеспечении единства измерений. Государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений осуществляется на базе ГСИ.

Государственная система обеспечения единства измерений, приборостроение и приборопользование составляют национальную систему измерений, и, естественно, технический регламент измерительного дела основывается на стандартизации.

Стандартизация приборостроения устанавливает и представляет параметры разрабатываемых, производимых и используемых СИ. Стандартизация, обеспечивающая единство и требуемую точность измерений, устанавливает единый и общий регламент всей метрологической деятельности и сосредоточена в ГСИ — в нормативных документах «законодательной метрологии». Первое — это сфера рыночного регулирования, второе — сфера государственного управления; обе эти сферы в ГСС занимают самостоятельные области.

Обеспечение единства измерений является государственной функцией, поэтому принципы законодательной метрологии мало зависимы от особенностей рыночной экономики; однако для приборостроения регламент, предлагаемый государственной стандартизацией, может существенно влиять на качество приборной продукции, эффективность ее производства и использования, на ее конкурентоспособность.

12.7. ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Эффективность стандартизации как формы регулирования процессов результатов деятельности во всех сферах производственно-технических, торгово-экономических, социальных и других отношениях находит подтверждение на международном уровне, в расширяющихся масштабах работ по стандартизации в развитых и развивающихся странах.

Мировой и национальный опыт выявил широкий спектр проблем и задач, которые могут быть решены с привлечением, а иногда исключительно средствами стандартизации, представил большое разнообразие форм и методов проведения этих работ, которые, как правило, определяются конкретикой состояния и развития экономики, условиями и факторами ее функционирования.

Стандарты устанавливают требования по всем стадиям жизненного цикла продукции, работ и услуг (разработка, производство, эксплуатация, утилизация) и применяются всеми участниками этих процессов.

Эффективность стандартизации в условиях развитых рыночных отношений проявляется через следующие ее функции: экономическую, социальную и коммуникативную.

Экономическая функция охватывает следующие аспекты:

- представление информации о продукции и ее качестве, позволяющей участникам торговых операций правильно оценить и выбрать товар, оптимизировать капиталовложения;
- распространение в промышленности информации о новой технике, материалах и методах измерений и испытаний;
- повышение производительности труда и снижение себестоимости, содействие конкуренции на основе стандартизации методов испытаний и унификации основных параметров продукции, что позволяет проводить ее объективное сравнение;
- обеспечение совместимости и взаимозаменяемости;
- рационализация управления производственными процессами и обеспечение заданного уровня качества продукции.

Социальная функция предусматривает фиксацию такого уровня параметров и показателей продукции, который соответствует требованиям здравоохранения, санитарии и гигиены, обеспечивает охрану окружающей среды и безопасность людей при производстве, обращении, использовании и утилизации продукции.

Социальная функция стандартизации в условиях динамично протекающего процесса реформирования экономики приобретает особо важное значение, поскольку она реализует и гарантирует основные права граждан, единство в проведении по этим вопросам федеральной и региональной политики в области охраны жизни, здоровья граждан и окружающей природной среды.

Коммуникативная функция предусматривает создание базы для объективизации различных видов человеческого восприятия

информации, а также фиксацию терминов и определений, классификаторов, методов измерений и испытаний, чертежей, условных знаков, обеспечивая необходимое взаимопонимание с учетом международных регламентов, в том числе систему учета, статистики и финансово-бухгалтерской деятельности, систему конструкторско-технологической документации, системы управления процессами и др.

Для более полной реализации коммуникативной функции стандартизации регулирование терминологии становится одной из важнейших задач. Совокупность общих понятий стандартизации, установленная в основополагающих документах ИСО, МЭК, ВТО, должна быть непосредственно введена в ГСС.

Стандартизация терминологии позволяет обеспечить единство понятийно-терминологического аппарата, применяемого как в законодательстве Российской Федерации, так в отношениях субъектов хозяйствования друг с другом и органами государственного управления всех уровней.

В настоящее время термины «стандартизация», «стандарт», «технический регламент», применяемые в Российской Федерации и приведенные в ГСС (ГОСТ Р 1.0—2004), международной, в том числе принятой в ВТО, терминологии не противоречат, отражая сложившуюся практику государственного регулирования качества и безопасности продукции.

Реальные условия функционирования российской экономики, а также обеспечение выполнения условий присоединения России к ВТО требовали акцентированного внимания к практической реализации общепринятых в международной и зарубежной практике функций стандартизации.

При этом основными исходными предпосылками развития и совершенствования стандартизации в Российской Федерации в настоящее время являются:

- признание необходимости государственного регулирования экономики при общей ее ориентации на рыночный характер; высокий уровень самостоятельности хозяйствующих субъектов и необходимость в связи с этим отражения в стандартах интересов государства с учетом обеспечения баланса интересов заинтересованных в стандартах субъектов хозяйствования;
- трансформация общей идеи интеграции экономики России с европейской и мировой экономикой в практические мероприятия после вступления России в ВТО;

- сохранение приоритетности торгово-экономического, научно-технического и технологического партнерства в рамках СНГ;
- необходимость поэтапного снижения импортозависимости национального рынка товаров и услуг;
- опережающий характер интеграции в науке и технике по отношению к торгово-экономической интеграции; выявление областей науки и техники (открытые информационные системы, CALS-технологии), где стандартизация также должна носить опережающий характер.

Указанные положения должны использоваться при выполнении всего комплекса работ по стандартизации, включая:

- установление приоритетных направлений и объектов стандартизации;
- совершенствование законодательных основ, а также активизацию формирования необходимого технического законодательства;
- оптимизацию состава и структуры фонда стандартов;
- перспективное и текущее планирование, построенное на результатах исследований и расчетов экономической и других видов эффективности стандартов;
- реформирование системы управляющих и исполнительных органов по стандартизации;
- внедрение современных информационных технологий как в систему информационного обеспечения, так и непосредственно в процедуры разработки стандартов.

МЕТОДОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

13.1. ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ

Организацию работ по стандартизации осуществляет национальный орган по стандартизации Российской Федерации. Функции национального органа по стандартизации возложены Правительством РФ на Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

В функции Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии входят:

- утверждение национальных стандартов;
- принятие программ разработки национальных стандартов;
- организация экспертизы проектов национальных стандартов;
- обеспечение соответствия национальной системы стандартизации интересам национальной экономики, состоянию материально-технической базы и научно-техническому прогрессу;
- осуществление учета национальных стандартов, правил стандартизации, норм и рекомендаций в этой области и обеспечение их доступности заинтересованным лицам;
- создание технических комитетов по стандартизации и координация их деятельности;
- организация опубликования национальных стандартов и их распространение;

- участие в соответствии с уставами международных организаций в разработке международных стандартов и обеспечение учета интересов Российской Федерации при их принятии;
- утверждение изображения знака соответствия национальным стандартам;
- представление Российской Федерации в международных организациях, осуществляющих деятельность в области стандартизации.

Организация и разработка национальных стандартов, согласование, организация экспертизы национальных стандартов осуществляются техническими комитетами по стандартизации. Непосредственным разработчиком стандарта может быть любое лицо или рабочая группа, состоящая из представителей заинтересованных сторон.

В международной и зарубежной практике активно протекают процессы электронизации, которые могут привести к существенным, качественным изменениям в процедурах разработки стандартов: возможен практически полный отказ от традиционных стадий и этапов разработки, переход в режим реального многостороннего участия всех заинтересованных сторон непосредственно в отработке редакций стандартов вместо традиционной интеграционной цепочки «проект — отзыв — учет отзыва».

Учитывая, что процессы электронизации процедур разработки стандартов в России по объемам работ и темпам внедрения заметно отстают от зарубежных, необходимы специальные меры активизации работ, часть из которых может быть осуществлена через проект «Развитие стандартизации в России».

Федеральные органы исполнительной власти организуют разработку государственных стандартов по вопросам, отнесенным к их компетенции; разрабатывают предложения в программы и планы государственной стандартизации; обеспечивают применение государственных стандартов при организации государственных закупок; обеспечивают взаимодействие с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии по вопросам функционирования информационно-справочного центра, в том числе по линии ВТО.

Всероссийский научно-исследовательский институт стандартизации (ВНИИСтандарт), наряду с решением вопросов научно-методического характера, обеспечивает организацию работ по гармонизации фонда российских стандартов с международными.

Территориальные органы стандартизации, наряду с решением задач государственного контроля и надзора (в том числе метрологического) в регионах, принимают участие во взаимодействии с расположенными в зоне их влияния субъектами хозяйственной деятельности, в организации разработки государственных стандартов, необходимых этим субъектам для повышения качества и конкурентоспособности их продукции.

Важнейшим организационным звеном в разработке государственных стандартов остаются технические комитеты по стандартизации. Для повышения эффективности их работы целесообразно:

- сблизить общую структуру российских технических комитетов со структурой комитетов в рамках ИСО и МЭК;
- расширить практику образования совместных технических комитетов и рабочих групп для организации разработки стандартов по объектам, находящимся на «стыке» интересов различных комитетов;
- расширить полномочия технических комитетов в работах по международной стандартизации, а также по ведению отраслевых стандартов.

Необходимы организационные меры, направленные на преодоление сложившейся в последние годы тенденции развала служб (подразделений) стандартизации в субъектах хозяйственной деятельности. Без участия в работах по стандартизации квалифицированных кадров научно-исследовательских институтов, конструкторских бюро, промышленных предприятий, досконально знающих проблемы повышения качества и безопасности конкретной продукции, разработка эффективных стандартов затруднена. Они имеют возможности оперативнее и полнее использовать отраженные в стандартах научно-технические достижения и современные методы обеспечения качества и конкурентоспособности продукции.

По отраслевым стандартам, фонд которых составляет около 40 000 документов и широко применяется субъектами хозяйственной деятельности, поскольку ссылки на эти документы задействованы практически во всей ранее разработанной конструкторской и технологической документации, целесообразно:

- по ранее утвержденным министерствами (ведомствами) отраслевым стандартам — осуществить их перезакрепление за правопреемниками соответствующих министерств (ведомств);

- актуализировать в федеральном фонде стандартов информацию о действующих стандартах отраслей;
- поэтапно переводить в государственные стандарты стандарты отраслей, регламентирующие межотраслевые объекты стандартизации.

При планировании работ по государственной и межгосударственной стандартизации необходимо сделать приоритетной разработку стандартов на методы испытаний (контроля, анализа).

Планирование работ по стандартизации в России строится на основе плановых документов.

Системообразующим плановым документом является **федеральная целевая инновационная программа «Стандартизация и метрология»**, разрабатываемая на период 5—7 лет. Она входит в номенклатуру федеральных программ, в значительной мере финансируемых из средств госбюджета, содержит перспективные приоритетные цели, задачи, объекты и направления работ по стандартизации, метрологии и сертификации в Российской Федерации с указанием основных исполнителей, ориентировочных объемов и источников финансирования и сопровождается необходимыми технико-экономическими обоснованиями.

Федеральные целевые программы, специализированные по определенным видам деятельности, должны содержать разделы и задания по нормативному обеспечению качества и безопасности продукции, работ и услуг. Указанные разделы должны представлять собой комплексные программы стандартизации, решающие задачи стыковки по срокам разработки и согласованию требований стандартов на конечные изделия и применяемое сырье, материалы, комплектующие элементы и составные части.

На основе указанных выше программ, с учетом предложений заинтересованных сторон и реальных объемов финансирования, привлекаемых из различных источников финансирования (госбюджет, внебюджетные фонды, средства субъектов хозяйствования, средства от продажи стандартов и др.), должны разрабатываться **годовые планы государственной стандартизации**.

13.2. ДОКУМЕНТЫ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ

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

- национальные стандарты;
- национальные военные стандарты;
- межгосударственные стандарты, введенные в действие в Российской Федерации;
- правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты организаций.

Национальный стандарт применяют добровольно, после чего все его требования становятся обязательными для соблюдения. Применение национального стандарта на продукцию, работы и услуги подтверждается знаком соответствия.

Проведение экспертизы проектов национальных стандартов или изменений к ним, устанавливающих основополагающие требования, обеспечивающие безопасность производства и применения продукции, совместимость и взаимозаменяемость технических средств, защиту национальных интересов и национальную безопасность, осуществляют научные организации, уполномоченные национальным органом по стандартизации.

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации представляют собой документы в области стандартизации, распределяющие технико-экономическую и социальную информацию в соответствии с ее классификационными признаками на классификационные группировки (классы, группы, виды) и являются обязательными для применения при создании государственных стандартов.

13.3. ВИДЫ СТАНДАРТОВ

В зависимости от объекта стандартизации, а также содержания устанавливаемых требований разрабатываются стандарты следующих видов:

- стандарты на продукцию;
- стандарты на процессы (работы) производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации продукции;

- стандарты на услуги;
- стандарты основополагающие (организационно-методические и общетехнические);
- стандарты на термины и определения;
- стандарты на методы контроля испытаний, измерений, анализа.

Стандарты на продукцию устанавливают требования для групп однородной продукции или для конкретной продукции, а также методы их контроля по безопасности, основным потребительским свойствам и требования к условиям и правилам эксплуатации, транспортирования, хранения, применения и утилизации.

Стандарты на процессы и работы устанавливают основные требования к организации производства и оборота продукции на рынке, к методам выполнения различного рода работ, а также методы контроля этих требований в технологических процессах разработки, изготовления, хранения, транспортирования, эксплуатации, ремонта и утилизации продукции.

Стандарты на услуги устанавливают требования и методы их контроля для групп однородных услуг или для конкретной услуги в части состава, содержания и формы деятельности по оказанию помощи, принесения пользы потребителю услуги, а также требования к факторам, оказывающим существенное влияние на качество услуги.

Стандарты основополагающие устанавливают общие организационно-методические положения для определенной области деятельности, а также общетехнические требования, обеспечивающие взаимопонимание, совместимость и взаимозаменяемость; техническое единство и взаимосвязь различных областей науки, техники и производства в процессах создания и использования продукции; охрану окружающей среды; безопасность здоровья людей и имущества и другие общетехнические требования, обеспечивающие интересы национальной экономики и безопасности.

Стандарты на термины и определения устанавливают наименование и содержание понятий, используемых в стандартизации и смежных видах деятельности.

Стандарты на методы контроля, испытаний, измерений и анализа устанавливают требования к используемому оборудованию, условиям и процедурам осуществления всех операций, обработке и представлению полученных результатов, а также к квалификации персонала.

13.4. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Национальный орган по стандартизации в соответствии с ФЗТР представляет Российскую Федерацию в международных и региональных организациях, осуществляющих деятельность в области стандартизации.

Основными задачами международного сотрудничества в области стандартизации являются:

- гармонизация системы стандартизации в Российской Федерации с международными, региональными, прогрессивными национальными системами стандартизации других стран;
- совершенствование фонда документов в области стандартизации, используемых в Российской Федерации, на основе применения международных, региональных и национальных стандартов других стран и максимального использования достижений научно-технического прогресса;
- гармонизация национальных стандартов Российской Федерации с международными, региональными стандартами и национальными стандартами других стран, в особенности с применяемыми для целей сертификации;
- повышение качества российской продукции и ее конкурентоспособности на мировом рынке;
- разработка международных и региональных стандартов на основе национальных стандартов Российской Федерации на новые конкурентоспособные виды продукции и технологии;
- улучшение нормативного обеспечения торгово-экономического и научно-технического сотрудничества Российской Федерации с другими странами и участие в международном разделении труда;
- обеспечение защиты национальных интересов Российской Федерации при разработке международных и региональных стандартов;
- обеспечение единства измерений при взаимодействии с другими странами.

Международное сотрудничество по стандартизации осуществляют по линии международных и региональных организаций по стандартизации, а также на двусторонней и многосторонней осно-

ве с соответствующими организациями других стран на базе соглашений, договоров и протоколов о сотрудничестве, обязательств, вытекающих из участия Российской Федерации в деятельности международных и региональных организаций по стандартизации.

В соответствии с ФЗТР, если международным договором Российской Федерации установлены иные правила, чем те, которые содержатся в законодательстве Российской Федерации по стандартизации, то применяются правила международного договора.

13.5. ВЫПОЛНЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРИСОЕДИНЕНИЯ РОССИИ К ВТО

Основные условия членства в ВТО в части стандартизации и применения санитарных и фитосанитарных мер определены в Соглашении по техническим барьерам в торговле (СТБТ) и Соглашении по санитарным и фитосанитарным мерам (ССИФМ).

Основные принципы, выполнение которых необходимо для присоединения России к указанным соглашениям, заключаются в следующем:

- все страны имеют право использовать: меры, необходимые для обеспечения качества их экспорта, защиты жизни и здоровья людей, животных и растений; технические регламенты и стандарты; требования к упаковке и маркировке товаров; процедуры оценки соответствия техническим регламентам и стандартам, санитарно-ветеринарным нормам;
- эти меры не должны применяться в качестве средства произвольной или неоправданной дискриминации между странами, в которых преобладают одинаковые условия, включая и их собственную территорию;
- эти меры не должны представлять собой средства скрытого ограничения международной торговли и не должны создавать излишних препятствий в международной торговле;
- в отношении стандартов и технических регламентов товарам, импортируемым из другого государства, должен предоставляться режим не менее благоприятный, чем тот, что предоставляется подобным товарам национального производства или подобным товарам, происходящим из любой другой страны;

- санитарные и фитосанитарные нормы должны быть основаны на достаточных научных обоснованиях и принципах, опираться на международные стандарты, предписания и рекомендации. Эти меры должны ограничивать торговлю не более, чем требуется для достижения надлежащего уровня санитарной или фитосанитарной защиты;
- все названные меры должны носить открытый, гласный характер.

Все страны должны предоставлять информацию о технических барьерах, санитарных и фитосанитарных мерах и назвать центры, ответственные в своих странах за предоставление таких сведений. По большинству норм и положений ССиФМ аналогично СТБТ.

Отличия и специфика выполнения ССиФМ заключаются в том, что:

а) СТБТ требует использования стандартов на основе режима наибольшего благоприятствования, ССиФМ разрешает использовать его нормы на дискриминационной основе в отношении отдельных стран или групп стран, из которых исходит угроза заражения;

б) ССиФМ позволяет большую гибкость в отходе от международных стандартов в случаях, обусловленных разницей географического, климатического характера или фундаментальными технологическими проблемами;

в) ССиФМ разрешает стране устанавливать более высокий уровень санитарной или фитосанитарной защиты по сравнению с международными стандартами при условии достаточного и прежде всего научного обоснования;

г) ССиФМ разрешает странам вводить меры на временной основе и в случаях, когда достаточного научного обоснования еще нет, но фактическая ситуация требует введения мер предосторожности.

Последовательность и сроки проведения мероприятий, определяющих общие условия выполнения Россией обязательств по присоединению к СТБТ и ССиФМ, должны определяться исходя из национальных экономических интересов и приоритетов, гарантирующих экономическую и другие виды безопасности в условиях уже проявившегося давления западных стран, попыток добиться от России одностороннего открытия рынка, невзаимных уступок. При этом надо исходить из общей посылки документов ВТО, не запрещающей применение многих видов нетарифных ограничений, а вводящей их в определенные правовые нормы и обычаи, что, как правило, находит отражение в общепринятых в международной практике нормативных документах — технических регламентах.

Для выполнения условий членства в ВТО в части СТБТ и ССиФМ необходимо решение двух задач:

1) обеспечение гармонизации российских стандартов, а также нормативных документов федеральных органов исполнительной власти с международными стандартами;

2) информационное взаимодействие с государствами — членами ВТО.

Для решения первой задачи необходимо:

- проведение сопоставительного анализа национальных стандартов, а также иных, приравненных к ним нормативных документов, с международными для выявления как существенных (содержательных), так и оформительских различий между ними;
- разработка и последующая поэтапная реализация программы гармонизации, т. е. пересмотра (изменения) российских стандартов, а также иных нормативных документов для устранения выявленных различий.

Организационно-кадровый и квалификационный потенциал национальной стандартизации при соответствующем финансировании этих работ достаточен для их выполнения в 2... 3 года.

При наличии финансовых ограничений целесообразно их поэтапное выполнение с введением следующей приоритетности. В первую очередь осуществляется гармонизация стандартов на продукцию и виды деятельности, являющиеся объектами экспортно-импортного взаимодействия и, особенно по областям, где зафиксировано (выявлено) наличие технических барьеров; во вторую очередь — гармонизация стандартов на потенциальные объекты экспорта-импорта.

После выполнения этих работ осуществляется гармонизация остальной части фонда национальных стандартов.

При реализации этой схемы приоритетом, учитывая, что международные организации по стандартизации ежегодно публикуют от 500 до 800 новых или пересмотренных стандартов, необходимо обеспечить их оперативное введение на территории России. Исходя из этого, при выработке позиции России по голосованию для каждого проекта международного стандарта, кроме общего решения о присоединении к стандарту, должна определяться форма его применения в национальной практике.

Под техническим барьером понимаются различия в требованиях российских и международных стандартов, приводящие к дополнительным по сравнению с обычной коммерческой практи-

кой затратам средств и (или) времени для продвижения товаров на соответствующий рынок.

Гармонизация стандартов, наряду с устранением технических барьеров в международной торговле, должна быть направлена на обеспечение конкурентоспособности продукции. При этом целесообразно учитывать следующие обстоятельства:

- уровень требований международных (региональных) стандартов в зарубежной национальной практике преимущественно используется как базисный;
- национальные стандарты развитых стран могут содержать требования, которые выше (жестче) базисного уровня;
- в зарубежной практике широко используются стандарты научно-технических и профессиональных объединений (ассоциаций). Такие стандарты могут содержать еще более высокие (жесткие) требования. Многие из них «де факто» приобретают статус международно признанных.

В связи с этим, одновременно с решением задачи гармонизации национальных стандартов с международными, необходимо осуществлять гармонизацию со стандартами ведущих зарубежных стран и научно-технических и профессиональных объединений.

Для обеспечения применения в России именно актуализированных версий этих стандартов необходимо заключение специальных соглашений между Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии и соответствующими органами, под юрисдикцией которых находятся стандарты, о правомочности использования стандартов и систематическом предоставлении информации о вносимых в них изменениях.

При обеспечении условий присоединения России к ВТО в части проблемы информационного взаимодействия с государствами — членами ВТО необходимо учитывать, что в силу значительной трудоемкости полнообъемного выполнения условий присоединения России к ВТО целесообразно дифференцировать подходы (и, следовательно, сроки исполнения обязательных условий) применительно к вновь разрабатываемым (пересматриваемым) стандартам и действующему (ранее сформированному) фонду стандартов.

Работы по информационному взаимодействию в рамках ВТО с оценкой возможных сроков их выполнения включают в себя:

- опубликование не реже одного раза в шесть месяцев программы работ по стандартизации — практически уже осуществляется по государственной стандартизации и может в

кратчайшие сроки быть осуществлено по нормативным документам иных органов государственного управления;

- выявление отступлений (различий) в национальных нормативных документах от международных стандартов и направление в секретариат ВТО соответствующих уведомлений (нотификаций):
 - по вновь разрабатываемым (пересматриваемым) государственным стандартам — может быть осуществлено с момента принятия России в ВТО и даже ранее для практической отработки процедуры;
 - действующему фонду государственных стандартов — может быть осуществлено в результате сопоставительного анализа национальных международных стандартов, т. е. в течение 2...3 лет при достаточном финансовом обеспечении и позднее — при ограниченном;
 - нормативным документам иных органов государственного управления — можно прогнозировать меньшую степень готовности к выполнению данного условия;
- предоставление по запросам членов ВТО копий проектов нормативных документов — осуществление может быть начато в ближайшее время;
- обеспечение функционирования системы информационного взаимодействия в режиме электронного обмена данными — может быть достигнуто в рамках реализации проекта «Развитие стандартизации» в России по государственным стандартам в течение ближайшего года, а по нормативным документам иных органов государственного управления в течение 2...3 лет.

13.6. СБЛИЖЕНИЕ СТАТУСОВ НАЦИОНАЛЬНЫХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

Наиболее существенным различием между национальной и международной, в том числе зарубежной, практикой стандартизации является статус стандартов. Переход в России на добровольный характер применения стандартов должен быть постепенным. Его полному завершению должны предшествовать:

- расширение масштабов законодательного регулирования безопасности и качества продукции;
- более широкое использование государственными заказчиками, а также субъектами хозяйствования практики ссылок на стандарты в договорах (контрактах) и другой коммерческой документации, а также использование стандартов в качестве арбитражных документов при рассмотрении в судах и арбитражных судах соответствующих исков;
- наработка экспериментального массива сугубо добровольных государственных стандартов и анализ конкретной практики их применения в России.

К сугубо добровольным государственным стандартам на современном этапе можно отнести, отобрав для непосредственного применения в качестве стандартов с перспективными требованиями, опережающими возможности традиционных технологий, лучшие:

- из международных (региональных) стандартов, уровень требований которых превосходит национальные;
- стандартов ведущих стран, а также стандартов научно-технических и профессиональных ассоциаций.

Кроме того, переход на добровольный статус национальных государственных стандартов требует установления четких и однозначных процедур придания им обязательности.

Состав законодательных и иных нормативно-правовых актов, придающих обязательность требованиям государственных стандартов, в общем случае, может включать в себя: законы РФ и Указы Президента РФ, законы субъектов РФ, постановления Правительства РФ, постановления и приказы иных органов федеральной исполнительной власти.

Общим условием выполнения СТБТ для всех указанных документов является уведомление (нотификация) секретариата ВТО об их разработке.

В настоящее время практически задействованным вариантом придания требованиям государственных стандартов обязательности является принятие стандарта и введении его в действие с определенной календарной даты.

Для полной легитимности по вновь принимаемым (пересматриваемым) государственным стандартам необходимо включать в текст постановления о принятии ГОСТ Р пункт с перечнем номеров разделов (подразделов, пунктов), являющихся обязательными для соблюдения, и публиковать это постановление вместе со стандартом.

ИНФОРМАЦИОННОЕ, ПРАВОВОЕ И КАДРОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ

14.1. ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТАХ В ОБЛАСТИ СТАНДАРТИЗАЦИИ, ИХ ОПУБЛИКОВАНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Доступность пользователей, в том числе зарубежных, к информации о разрабатываемых и утвержденных национальных стандартах, общероссийских классификаторах технико-экономической информации, а также к самим этим документам обеспечивает Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии, организуя публикацию официальной информации об этих документах, а также о международных, региональных стандартах, правилах, нормах и рекомендациях по стандартизации, национальных стандартах других государств, о международных договорах в области стандартизации и правилах их применения.

Опубликование национальных стандартов и общероссийских классификаторов осуществляется в соответствии с Положением об опубликовании национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации, утвержденным постановлением Правительства РФ от 25 сентября 2003 г. № 594 «Об опубликовании национальных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации».

Документы национальной системы стандартизации, международные стандарты, правила стандартизации, нормы стандартизации и рекомендации по стандартизации, стандарты других стран и правила их применения, информация о международных договорах в области стандартизации и подтверждениях соответствия составля-

ют Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов.

Федеральный информационный фонд технических регламентов и стандартов является государственным информационным ресурсом. Правила его создания и ведения, а также правила пользования этим фондом устанавливаются Правительством РФ.

В Российской Федерации создана и функционирует Единая информационная система, предназначенная для обеспечения заинтересованных лиц информацией о документах, входящих в состав Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов. Заинтересованным лицам обеспечивается свободный доступ к создаваемым информационным ресурсам, за исключением случаев, если в интересах сохранения государственной, служебной или коммерческой тайны такой доступ должен быть ограничен.

Исключительное право официального опубликования и распространения в установленном порядке национальных стандартов и общероссийских классификаторов принадлежит национальному органу по стандартизации.

Издание стандартов других стран организует и осуществляет орган по стандартизации в соответствии с договорами и соглашениями с этими странами. Издание, переиздание и распространение стандартов организаций осуществляют принявшие их организации.

14.2. СОЗДАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ КАТАЛОГИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ

Законодательной основой информационного обеспечения в области стандартизации является Федеральный закон от 20 февраля 1995 г. № 24-ФЗ «Об информации, информатизации и защите информации», определяющий общие правила формирования и использования информации в Российской Федерации.

Организационно-финансовой основой данной системы является Федеральный фонд государственных стандартов и общероссийских классификаторов технико-экономической информации (далее Федеральный фонд стандартов), созданный в соответствии с постановлениями Правительства РФ от 12 февраля 1994 г. № 100 и от 12 декабря 1995 г. № 1218.

Эффективное функционирование Федерального фонда стандартов должно обеспечивать:

- доступность информации для заинтересованных пользователей по признакам ее полноты и достоверности (актуальности), а также своевременности (оперативности) и стоимости ее предоставления;
- недискриминационный характер предоставления информации всем категориям российских пользователей независимо от их ведомственной принадлежности, юридического статуса или форм собственности, а также зарубежным пользователям в соответствии с обязательными условиями присоединения России к ВТО и (или) другим международным соглашениям;
- максимально льготный характер предоставления информации всем непосредственным участникам формирования информационных ресурсов Федерального фонда стандартов.

Защиту законных прав и интересов участников формирования информационных ресурсов Федерального фонда стандартов и общественный контроль за надлежащим использованием этих ресурсов обеспечивает Совет Федерального фонда стандартов, сформированный из представителей федеральных органов исполнительной власти, общественных объединений, а также ведущих научных и производственных коллективов.

Организационно-техническая политика создания и функционирования Федерального фонда стандартов строится на использовании современных программно-технических средств сбора, обработки, передачи и отображения информации с резервированием возможностей. А именно:

- применения в дальнейшем более совершенных программно-технических средств;
- доступа к информации и получения ее пользователями, не обладающими в полной мере необходимыми аппаратными средствами и навыками работы с ними.

При сохранении принципа распределенности информационных ресурсов Федерального фонда стандартов целесообразно обеспечить в перспективе одноадресность обращения (запроса) пользователя для получения информации, хранящейся в следующих звеньях общей (единой) организационной структуры Федерального фонда стандартов: главный информационный центр, ведомственные (отраслевые) информационные центры, специализированные (тематические) информационные центры России, региональные (территориальные) информационные центры.

Практические потребности развития и регулирования экономики России в новых условиях хозяйствования выявили необходимость создания Государственной системы каталогизации продукции (ГСКП), аккумулирующей и систематизирующей информацию об основных потребительских характеристиках выпускаемой в стране товарной продукции, предприятиях — изготовителях этой продукции, а также о нормативных документах по стандартизации или технических документах, в соответствии с требованиями которых эта продукция поставляется.

Банк данных ГСКП формируется предприятиями — изготовителями товарной продукции на основе представления в территориальные органы стандартизации России каталожных листов продукции. Пользователями информацией ГСКП являются:

- органы государственной власти всех уровней: федеральные, субъектов Российской Федерации, местного самоуправления — для принятия решений о закупках продукции для федеральных или муниципальных нужд и о мерах по развитию производства продукции соответствующих видов;
- объекты хозяйственной деятельности — для компетентного выбора покупаемой продукции, а также проведения маркетинговых исследований по продукции, которую они выпускают или намереваются выпускать.

В системе стандартизации информация ГСКП используется:

- для определения приоритетных объектов государственной стандартизации;
- целенаправленности выбора объектов и субъектов проведения государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований государственных стандартов.

Программно-техническое обеспечение ГСКП строится с учетом принципа открытых информационных систем, позволяющего интегрировать национальные базы данных в международные информационные системы.

В проблеме создания ГСКП особое место, в том числе по режимным условиям, занимает каталогизация предметов снабжения Вооруженных сил Российской Федерации и других воинских формирований. Эти работы должны развиваться в направлении формирования единой федеральной системы каталогизации продукции для нужд обороны и безопасности страны, заказываемой и эксплуатируемой Минобороны России, МВД России и другими государственными заказчиками оборонной продукции.

14.3. КЛАССИФИКАЦИЯ И КОДИРОВАНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И СОЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Законодательную и нормативную основу работ по классификации и кодированию технико-экономической и социальной информации, выполняемых в рамках создания Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации (ЕСКК), составляют Федеральный закон РФ «О техническом регулировании», Постановление Правительства РФ от 12 февраля 1993 г. № 121 «О мерах по реализации государственной программы перехода Российской Федерации на принятую в международной практике систему учета и статистики в соответствии с требованиями развития рыночной экономики» и постановление Правительства РФ от 10 ноября 2003 г. «Об общероссийских классификаторах технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области».

В ЕСКК классификации и кодированию подлежат технико-экономические и социальные объекты и их свойства, используемые в различных сферах экономики, таких как статистика, финансовая и правоохранительная деятельность, банковское дело, бухгалтерский учет, стандартизация, производство продукции и предоставление услуг, таможенное дело, транспорт, торговля, внешнеэкономическая деятельность для обеспечения совместимости создаваемых в них информационных ресурсов.

Исходя из этого, к основным объектам классификации и кодирования в ЕСКК относят продукцию, основные фонды, предприятия и организации, занятия, специальности, профессии, валюты, услуги, изделия и конструкторские документы, а также другие объекты технико-экономической и социальной информации.

При проведении работ по ЕСКК важнейшим условием является принцип гармонизации с международными классификациями и стандартами, реализуемый путем:

- прямого применения международного (регионального) классификатора без изменения принятых в нем кодов и наименований позиций;
- включения в него при необходимости дополнений, отражающих специфику национальной экономики, но не нарушающих коды и наименования позиций международного (регионального) классификатора.

Дальнейшее развитие работ по ЕСКК предусматривает:

- совершенствование методологии создания и ведения ЕСКК с учетом международных требований;
- оптимизацию состава и структуры системы общероссийских классификаторов;
- обеспечение информационной совместимости продукции, включая импортную;
- охват новых приоритетных направлений инфраструктуры рыночной экономики, таких как социальная сфера, банковская и финансовая деятельность, оценка основных фондов и т. д.;
- постоянную актуализацию общероссийских классификаторов, включая осуществление разработки и экспертизы общероссийских классификаторов и изменений к ним;
- обеспечение требований ВТО и, прежде всего, в части использования классификатора услуг этой организации.

Построение информационного пространства России не может рассматриваться вне связи с информационным пространством СНГ.

В рамках СНГ направление работ по классификации и кодированию отдельно выделено в качестве самостоятельного в Соглашении о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации, подписанным главами правительств государств — участников СНГ 13 марта 1992 г.

14.4. РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

В условиях реформирования российской экономики существенно возросла востребованность технических условий в сфере регулирования отношений хозяйственных субъектов. Наиболее широко технические условия в качестве нормативного документа применяются в рамках договорных отношений между товаропроизводителями и потребителями продукции (юридическими лицами), а также торгующими организациями. Такая форма использования технических устройств полностью соответствует зарубежной практике, где аналогичный техническим условиям документ — техническая спецификация — разрабатывается фирмой-изготовителем

и по согласованию с фирмой-потребителем применяется как неотъемлемая часть контракта с фирмой-потребителем.

Статус технических условий как нормативного документа, применяемого в договорных отношениях субъектов хозяйственной деятельности, определен в ГСС (ГОСТ Р 1.0—2004). Требования к их содержанию и оформлению, а также порядок разработки, согласования и утверждения установлены в ГОСТ 2.114—95.

Иерархическая взаимосвязь между государственными стандартами и техническими условиями в системе регулирования качества и безопасности продукции и услуг определяется положением — требования технических условий не должны противоречить обязательным требованиям государственных стандартов.

Основываясь на приоритетности использования государственных стандартов для регулирования качества и безопасности продукции, необходимо более широко использовать технические условия в решении вопросов обеспечения качества и безопасности тех видов (групп) продукции, которые относятся к особо опасным, а также вновь разрабатываемой потенциально опасной продукции в период, пока государственные стандарты на нее не разработаны. Для указанных видов продукции необходимо предусмотреть:

- обязательность разработки товаропроизводителем (или по его заказу иной организацией) технических условий на выпускаемую продукцию и, в их рамках, основных требований по безопасности продукции и методов их контроля;
- обязательность согласования технических условий с органами государственного надзора, в компетенцию которых входит обеспечение безопасности (или в более широком плане — качества) продукции;
- представление в Центр сертификации и метрологии при регистрации каталожного листа продукции экземпляра технических условий, аутентичного подлиннику, для последующего централизованного хранения во Всероссийский научно-исследовательский институт классификации, терминологии и информации по стандартизации и качеству;
- право Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, а также других органов государственного контроля и надзора осуществлять проверку соблюдения требований технических условий на предприятиях, выпускающих продукцию, и (или) торгующих организациях.

Для продукции, поставляемой для государственных нужд (закупаемой по государственному контракту) в случаях, когда в кон-

трактах есть ссылки на технические условия, должна быть предусмотрена их государственная регистрация.

14.5. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОНТРОЛЬ И НАДЗОР ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ СТАНДАРТОВ

В последние годы произошло существенное сокращение сферы государственного контроля и надзора. Надзор за внедрением и соблюдением всей номенклатуры требований государственных, отраслевых и республиканских стандартов, а также требований технических условий, практиковавшийся в 1980-е гг., трансформировался в надзор за соблюдением только обязательных требований государственных стандартов. При этом выявляется повышение процентного количества нарушений в общем числе проверяемых предприятий.

Развитие государственного контроля и надзора должно базироваться на совокупности основополагающих принципов, присущих зарубежной и национальной практике в этой области деятельности.

По мере перехода в России на полностью добровольный статус стандартов государственный контроль и надзор должны трансформироваться в надзор за соблюдением технических регламентов по всей номенклатуре устанавливаемых ими, обязательных для соблюдения субъектами хозяйствования требований.

В связи с планируемой либерализацией системы обязательной сертификации представляется необходимым восстановить на определенный период осуществление госнадзора за соблюдением всей номенклатуры требований государственных стандартов в случаях, когда субъекты хозяйствования заявляют о соответствии товаров и услуг требованиям ГОСТ. Изложенные положения требуют правового обеспечения в части определения ответственности субъектов хозяйственной деятельности за несоблюдение требований технических регламентов и государственных стандартов.

Актуальной задачей ближайшего времени становится такое повышение объемов работ по госнадзору, которое, при сохранении общего принципа выборочности проверок, поставит каждого субъекта хозяйственной деятельности в положение потенциального субъекта госнадзора.

В Российской Федерации полномочиями осуществления госнадзора наделен целый ряд министерств, ведомств. Строгое, исклю-

чающее любое функциональное пересечение, разграничение их компетенции невозможно в принципе, поскольку для всех субъектов госнадзора выступает совокупность расположенных на территории Российской Федерации субъектов хозяйственной деятельности. В этих условиях деятельность всех надзорных органов, независимо от их ведомственной принадлежности, должна носить скоординированный характер.

14.6. ПОДГОТОВКА, ПЕРЕПОДГОТОВКА И ПОВЫШЕНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

Обучение вопросам стандартизации, метрологии, оценки и подтверждения соответствия, а также по другим направлениям деятельности, закрепленным за Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии, — неотъемлемая составная часть общей системы образования. Его проводят высшие, средние и профессионально-технические учебные заведения по дифференцированным и согласованным между собой программам и планам обучения. Подготовку специалистов высшей квалификации осуществляют аспирантуры высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов России.

Учитывая расширяющееся участие в экономической деятельности, особенно в сфере малого и среднего предпринимательства, круга лиц, не знакомых с принятыми в России правилами проведения работ по стандартизации, обеспечению единства измерений и сертификации, необходимо в ближайшие годы резко увеличить число специалистов, прошедших подготовку и (или) переподготовку в системе обучения, по стандартизации, метрологии и сертификации. При этом совершенствование системы подготовки и повышения квалификации персонала должно обеспечивать возможность оперативного учета динамики развития форм и методов работ по стандартизации во всех ее звеньях (внедрение и развитие метода непрерывного обучения).

Основными направлениями этой работы являются:

- разработка и установление квалификационных требований к специалистам в области стандартизации, метрологии и сертификации, включая специалистов по экспертизе проектов стандартов, целевых программ или разделов программ, а так-

же требований к компетентности персонала, работа которого связана с вопросами стандартизации;

- повышение действенности обучения за счет внедрения в учебные процессы активных форм обучения, средств вычислительной техники, современных информационных технологий;
- развитие новых подходов к целевой подготовке будущих научных и инженерных кадров путем профессионального отбора способной молодежи и более ранняя ориентация на потребности предприятий;
- совершенствование методологии подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров в области стандартизации за счет активного привлечения к формированию и реализации учебных процессов научного потенциала научно-исследовательских институтов и организаций Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии; создания филиалов вузов на базе научно-исследовательских институтов по стандартизации; активного использования передового зарубежного опыта, включая привлечение к реализации учебных процессов зарубежных специалистов, организацию обмена аспирантами, создание совместных колледжей, проведение совместных семинаров и симпозиумов.

СЕРТИФИКАЦИЯ (ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ)

V

РАЗДЕЛ

- Глава 15. Основные цели и принципы сертификации
- Глава 16. Добровольное подтверждение соответствия
- Глава 17. Обязательное подтверждение соответствия
- Глава 18. Схемы и системы сертификации продукции
- Глава 19. Международная сертификация
- Глава 20. Стандартизация и сертификация компьютерных систем
- Глава 21. Электромагнитная совместимость технических средств и нормы качества электрической энергии
- Глава 22. Техническое документоведение

ОСНОВНЫЕ ЦЕЛИ И ПРИНЦИПЫ СЕРТИФИКАЦИИ

15.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Историки науки находят зачатки сертификации (от лат. *certifico* — подтверждаю, удостоверяю) еще в глубокой древности (клеяние изделий изготовителем как подтверждение высокого качества работы мастера; процедура страхования много веков сопровождалась документально; и т. д.).

Четко термин «сертификация» определен недавно. Впервые определение сертификации было дано Международной организацией по стандартизации в 1982 г. Согласно последней (1986 г.) редакции Руководства ИСО/МЭК 2¹ **сертификация** — это процедура подтверждения соответствия результата производственной деятельности (товара, услуги) нормативным требованиям, посредством которой третья сторона документально удостоверяет, что продукция, работа (процесс) или услуга соответствует заданным требованиям.

Под «третьей стороной» в процедуре сертификации подразумевается независимая, компетентная организация, осуществляющая оценку качества продукции по отношению к участникам купли-продажи. Первой стороной принято считать изготовителя, продавца продукции, второй — покупателя, потребителя.

Такое понятие сертификации (в последнее время ее начали называть классической сертификацией) начало складываться в 1920—1930-х гг., хотя в метрологии термин «сертификат» использовался давно. Так, сопроводительный документ к полученному Россией

в 1879 г. прототипу килограмма имел название «Сертификат Международного бюро мер и весов для прототипа килограмма № 12, переданного министерству финансов Российской империи».

Предшественницей современной российской сертификации была сертификация в СССР отечественной экспортируемой продукции. Наследие в области сертификации было использовано в Российской Федерации и других странах СНГ. В 1992 г. в соответствии с Законом РФ «О защите прав потребителей» в России начались работы по сертификации продукции и услуг, возглавляемые национальным органом по сертификации — Госстандартом России.

В 1993 г. был принят Закон РФ «О сертификации продукции и услуг», в который чуть ли не ежегодно вносились и вносятся изменения и дополнения. С этого времени в стране стали создаваться одна за другой несколько десятков систем обязательной и добровольной сертификации, объектом деятельности которых выступает закрепленная за ними номенклатура товаров и услуг. Среди них самая значительная система сертификации — национальная система сертификации ГОСТ Р, основополагающим в которой является ГОСТ Р 40.002—2000 «Регистр систем качества. Основные положения». Вся система сертификации регламентирована ФЗТР и обеспечивается Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

Национальная сертификация аккумулировала опыт международной (классической) сертификации применительно к реальным условиям, пройдя за небольшой срок этап, длившийся в зарубежных странах несколько десятилетий. Сертификация в России стала популярным инструментом реализации рыночной экономики и способствовала осознанию своих прав потребителем. Однако наряду с полученным эффектом классической сертификации вскрылся ряд ее недостатков, таких как:

- «избыточность» обязательной сертификации (в России в 2002 г. более 60 % товарной продукции подверглось обязательной сертификации, в то время как в странах Европейского Союза (ЕС) обязательному подтверждению соответствия подвергалось лишь 10... 15 %);
- замедление товарооборота;
- создание неоправданных торговых барьеров;
- потери и неудобства изготовителей и продавцов, связанные с необходимостью дополнительных проверок товаров и услуг.

Учитывая негативные стороны сложившейся системы сертификации, в целях создания благоприятных условий для ее гармонич-

зации с аналогичными процедурами в ЕС и выполнению условий по вхождению России в ВТО на сегодняшний день стал необходимостью переход от собственно сертификации как деятельности, осуществляемой третьей стороной, к более общему контролю безопасности — к подтверждению соответствия. Естественно, что система подтверждения соответствия должна действовать в гармоничном сочетании с другими формами контроля качества и безопасности продукции: государственным надзором, ведомственным контролем, лицензированием. Определение подтверждения соответствия дано в подразд. 1.2.

Согласно ст. 18 ФЗТР подтверждение соответствия осуществляется в целях:

- удостоверения соответствия продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг требованиям технических регламентов, положениям стандартов или условиям договоров;
- содействия приобретателям в компетентном выборе продукции, работ, услуг;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории Российской Федерации, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

Кроме документального удостоверения соответствия ФЗТР предусматривает маркирование продукции, соответствующей техническому регламенту, знаком обращения на рынке, а продукции, соответствующей положениям национального стандарта или требованиям системы добровольной сертификации, — знаком соответствия (ст. 2 ФЗТР).

15.2. ПРИНЦИПЫ И ФОРМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ

Подтверждение соответствия согласно ст. 19 ФЗТР осуществляется на основе принципов:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;
- уменьшения сроков осуществления обязательного подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия, в том числе в определенной системе добровольной сертификации;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

Подтверждение соответствия разрабатывается и применяется равным образом и в равной мере не зависимо от страны (или) места происхождения продукции, осуществления процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ и оказания услуг, видов или особенностей сделок и (или) лиц, которые являются изготовителями, исполнителями, продавцами, приобретателями.

Согласно ст. 20 ФЗТР подтверждение соответствия на территории Российской Федерации может носить добровольный или обязательный характер.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в форме добровольной сертификации, которая может быть создана как юридическими лицами, так и индивидуальными предпринимателями (подробнее о форме добровольной сертификации см. гл. 16).

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах принятия декларации о соответствии (далее — декларирование соответствия) и обязательной сертификации.

Порядок применения форм обязательного подтверждения соответствия устанавливается ФЗТР.

Виды форм подтверждения соответствия приведены на рис. 17.1.

15.3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В стандартах по сертификации используются термины с соответствующими определениями, содержащиеся в ИСО, Гражданском кодексе Российской Федерации, Федеральном законе «О техническом регулировании», а также приведенные далее.

Система качества — совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для осуществления общего руководства качеством на всех стадиях жизненного цикла продукции и на всех иерархических уровнях управления.

Модель обеспечения качества — описание системы качества, представленное в виде комплекса стандартизованных или выбранных требований к системе качества, объединенных для обеспечения качества продукции в конкретных условиях.

Оценка системы качества — определение возможности системы качества заявителя соответствовать требованиям заявленной модели обеспечения качества согласно ГОСТ Р ИСО 9001—2015 «Системы менеджмента качества. Требования».

Поставщик — организация или индивидуальный предприниматель, несущие ответственность за продукцию, процесс или услуги и способные гарантировать обеспечение их качества. Это определение применимо к изготовителям, предприятиям оптовой торговли, импортерам, монтажным организациям, организациям сферы услуг и т. п.

Заявитель — поставщик, подавший заявку на сертификацию системы качества.

Заявителем может быть российская или зарубежная организация, индивидуальный предприниматель.

Организация — юридическое лицо, которое имеет в собственности, хозяйственном ведении или оперативном управлении обособленное имущество и отвечает по своим обязательствам этим имуществом, может от своего имени приобретать и осуществлять имущественные и личные неимущественные права, нести обязанности, быть истцом и ответчиком в суде.

Сертификация систем качества — процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя (продавца, исполнителя) и потребителя (покупателя) организация удостоверяет в письменной форме, что система качества соответствует установленным требованиям выбранной модели (ГОСТ Р ИСО 9001—2015 «Системы менеджмента качества. Требования») или иным документам, определенным заявителем.

Сертификация производства — процедура подтверждения соответствия, посредством которой независимая от изготовителя (продавца, исполнителя) и потребителя (покупателя) организация удостоверяет в письменной форме, что состояние производства соответствует установленным требованиям ГОСТ Р ИСО 9001—2015 и способно обеспечить стабильность конкретных характеристик продукции или работ в соответствии с нормативными документами.

Инспекционный контроль сертифицированной системы качества или сертифицированного производства — контрольная оценка соответствия, осуществляемая с целью установления, что система качества (производство) продолжает соответствовать требованиям, подтвержденным при сертификации системы качества поставщиков на соответствие стандартам на системы качества (ГОСТ Р ИСО 9001—2015) и любой дополнительной документации, устанавливающей требования к этим системам.

Эксперт по сертификации систем качества (сертификации производств) — специалист, имеющий квалификацию для проведения проверки системы качества (производства) и получивший в регистре персонала системы сертификации ГОСТ Р сертификат на право проведения работ.

Технический эксперт — специалист в конкретной области экономической деятельности.

Область аккредитации органа по сертификации систем качества — один или несколько видов экономической деятельности, в рамках которой аккредитована конкретная организация на право проведения работ по сертификации систем качества.

Сертификат соответствия системы качества (производства) — документ, подтверждающий, что система качества поставщика соответствует установленным требованиям стандартов на систему качества и любой дополнительной документации, устанавливающей требования к этой системе.

Держатель сертификата — поставщик, на чье имя выдан сертификат соответствия.

Ресертификация — подтверждение соответствия системы качества (производства) после окончания срока действия или отмены срока действия сертификата.

ДОБРОВОЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

16.1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЪЕКТЫ ДОБРОВОЛЬНОГО ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ

Добровольное подтверждение соответствия (добровольную сертификацию) предусматривает ФЗТР. Основными **участниками процедуры подтверждения соответствия** являются заявитель и орган по сертификации. Добровольное подтверждение соответствия осуществляется по инициативе заявителя на условиях договора между заявителем и органом по сертификации и может осуществляться для установления соответствия национальным стандартам, стандартам организаций, системам добровольной сертификации, условиям договоров.

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

Необходимость добровольной сертификации объясняется тем, что обязательная сертификация осуществляется согласно техническим регламентам по параметрам (критериям) безопасности продукции, тогда как потребителя может интересовать ряд других показателей качества, а также гарантии соответствия продукции данным, заявленным в рекламе или сопроводительной документации.

Для производителя добровольная сертификация его продукции, проведенная известной организацией, означает большую вероят-

ность того, что эта продукция будет пользоваться спросом. Добровольная сертификация повышает конкурентоспособность продукции, позволяет ускорить процесс товарооборота и тем самым выступает как эффективный рыночный инструмент, в котором заинтересован как потребитель, так и изготовитель.

Орган сертификации в системе добровольного подтверждения соответствия выполняет следующие функции:

- подтверждает соответствие объектов добровольной сертификации;
- выдает сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию;
- предоставляет заявителям право на применение знака соответствия, если оно предусмотрено системой добровольной сертификации;
- приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия.

В соответствии со ст. 41 ФЗТР орган по сертификации и должностное лицо органа по сертификации, нарушившие правила выполнения работ по сертификации, если такое нарушение повлекло за собой выпуск в обращение продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации и договором о проведении работ по сертификации.

16.2. СИСТЕМА ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ

Система добровольной сертификации согласно ст. 21 ФЗТР может быть создана юридическим лицом и (или) индивидуальным предпринимателем или несколькими юридическими лицами и (или) индивидуальными предпринимателями.

Лицо или лица, создавшие систему добровольной сертификации, устанавливают перечень объектов, подлежащих сертификации, и их характеристик, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация, правила выполнения предусмотренных данной системой добровольной сертификации работ и порядок их оплаты, определяют участников данной системы добровольной сертификации. Системой добровольной сертификации может предусматриваться применение знака соответствия.

Согласно ст. 46 ФЗТР до вступления в силу технических регламентов схема декларирования соответствия на основе собственных доказательств допускается для применения только изготовителями или только лицами, выполняющими функции иностранного изготовителя.

Структурой системы добровольной сертификации кроме заявителя, органа по сертификации могут быть предусмотрены также испытательные лаборатории, эксперты и др.

Участники системы добровольной сертификации несут следующую ответственность за свои действия:

- орган — за достоверность и объективность подтверждаемых им требований, правильность выдачи сертификата соответствия или подтверждения его действия;
- аккредитованная испытательная лаборатория (центр), эксперты — согласно законодательству Российской Федерации и договору за недостоверность или необъективность результатов исследований (испытаний) и измерений;
- заявитель (держатель сертификата) — за обеспечение соответствия при реализации или использовании сертифицированного объекта, а также за правильность применения знака соответствия.

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

В нашей стране в настоящее время действуют свыше 90 систем добровольной сертификации, потребительских свойств различных видов продукции, работ и услуг. Имеются системы добровольной сертификации продукции, подтверждающие одно или несколько ее функциональных свойств; есть комплексные системы, объединяющие несколько видов продукции и услуг общего конечного применения.

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

Приведем примеры систем добровольной сертификации: РОСС RU.0001.04АИ00 «Система добровольной сертификации услуг по оценке имущества» (знак зарегистрирован); РОСС RU.0001.04ЯК00 «Система добровольной сертификации сборочно-сварочных работ» (знак зарегистрирован).

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

- соответствие системы общепринятым правилам организации и функционирования таких систем установленным в соответствующих международных и региональных документах по сертификации и аккредитации;
- возможность проведения независимым органом, представляющим все стороны, беспристрастной проверки соответствия системы требованиям, обеспечивающим признание результатов ее деятельности в соответствующей международной (региональной) или национальной системе сертификации.

Система добровольной сертификации может быть зарегистрирована федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию, функции которого в настоящее время возложены на Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Для регистрации системы добровольной сертификации в федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию представляются:

- свидетельство о государственной регистрации юридического лица и (или) индивидуального предпринимателя;
- правила функционирования системы добровольной сертификации;
- изображение знака соответствия, применяемое в данной системе добровольной сертификации (если это предусмотрено), и порядок применения знака соответствия;
- документ об оплате регистрации системы добровольной сертификации.

Регистрация системы добровольной сертификации осуществляется в течение пяти дней с момента представления документов, предусмотренных для регистрации системы добровольной сертификации, в федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию. Порядок регистрации системы добровольной сертификации и размер платы за регистрацию устанавливаются Правительством РФ. Плата за регистрацию системы добровольной сертификации подлежит зачислению в федеральный бюджет.

Отказ в регистрации системы добровольной сертификации допускается только в случае непредставления документов, указанных выше, или совпадения наименования системы и (или) изображения знака соответствия с наименованием системы и (или) изображением знака соответствия зарегистрированной ранее системы добровольной сертификации. Уведомление об отказе в регистрации системы добровольной сертификации направляется заявителю в течение трех дней со дня принятия решения об отказе в регистрации этой системы с указанием оснований для отказа.

Отказ в регистрации системы добровольной сертификации может быть обжалован в судебном порядке.

Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр зарегистрированных систем добровольной сертификации, содержащий сведения о юридических лицах и (или) об индивидуальных предпринимателях, создавших системы добровольной сертификации, о правилах функционирования систем добровольной сертификации, о знаках соответствия и порядке их применения. Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию должен обеспечить доступность сведений, содержащихся в едином реестре зарегистрированных систем добровольной сертификации, заинтересованным лицам.

Порядок ведения единого реестра зарегистрированных систем добровольной сертификации и порядок предоставления сведений, содержащихся в этом реестре, устанавливаются федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

16.3. СЕРТИФИКАТ И ЗНАК СООТВЕТСТВИЯ В СИСТЕМЕ ДОБРОВОЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ

Сертификаты соответствия в системах добровольной сертификации должны содержать:

- наименование и регистрационный номер системы добровольной сертификации;
- наименование и адрес органа по добровольной сертификации;
- наименование и адрес заявителя;

- наименование и кодовое обозначение сертифицированного объекта, а также другие дополнительные сведения о нем;
- ссылку на соответствующий документ и пункты в нем, устанавливающие требования, на соответствие которым проведена сертификация;
- дату выдачи сертификата соответствия, подпись и должность уполномоченного лица.

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

Согласно ст. 22 ФЗТР объекты сертификации, сертифицированные в системе добровольной сертификации, могут маркироваться **знаком соответствия**. Порядок применения такого знака соответствия устанавливается правилами соответствующей системы добровольной сертификации. Знаком соответствия маркируется каждая единица сертифицированного объекта (тара, упаковка, сопроводительная техническая документация и т. д.).

Применение знака соответствия национальному стандарту осуществляется заявителем на добровольной основе любым удобным для заявителя способом в порядке, установленном национальным органом по стандартизации.

Объекты, соответствие которых не подтверждено в порядке, установленном ФЗТР, не могут быть маркированы знаком соответствия.

ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

17.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Обязательное подтверждение соответствия в отличие от добровольного проводится только в случаях, установленных соответствующим техническим регламентом, и исключительно на соответствие требованиям технического регламента, т. е. требованиям в отношении безопасности.

Согласно ст. 46 ФЗТР со дня вступления в силу Федерального закона обязательное подтверждение соответствия осуществляется только в отношении продукции, выпущенной в обращение на территории Российской Федерации.

Форма и схемы обязательного подтверждения соответствия могут устанавливаться только техническим регламентом с учетом степени риска недостижения целей технических регламентов. Согласно ст. 20 ФЗТР формами обязательного подтверждения соответствия являются декларирование соответствия и обязательная сертификация. Декларирование соответствия удостоверяется декларацией о соответствии, а обязательная сертификация — сертификатом соответствия (рис. 17.1).

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу независимо от схем обязательного подтверждения соответствия и действуют на всей территории Российской Федерации.

До вступления в силу соответствующих технических регламентов Правительством РФ определяется и ежегодно дополняется перечень

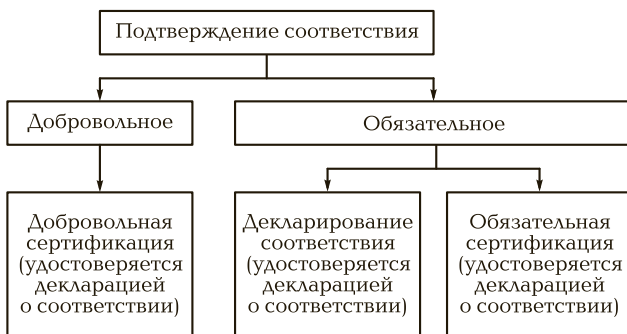


Рис. 17.1. Виды форм подтверждения соответствия

отдельных видов продукции, в отношении которых обязательная сертификация заменяется декларированием соответствия, осуществляемым в порядке, установленном ФЗТР.

Работы по обязательному подтверждению соответствия подлежат оплате заявителем.

Правительством РФ устанавливается методика определения стоимости работ по обязательному подтверждению соответствия, которая предусматривает применение единых правил и принципов установления цен на продукцию одинаковых или сходных видов независимо от страны и (или) места ее происхождения, а также лиц, которые являются заявителями.

17.2. ДЕКЛАРИРОВАНИЕ СООТВЕТСТВИЯ

Согласно ст. 24 ФЗТР в Российской Федерации устанавливаются следующие основные положения декларирования соответствия.

1. Декларирование соответствия осуществляется по одной из следующих схем:

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

При декларировании соответствия заявителем может быть зарегистрированное в соответствии с законодательством Российской Федерации на ее территории юридическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, либо являющееся изготовителем (первая сторона процесса) или продавцом (вторая сторона процесса), либо выполняющее функции иностранного изготовителя на основании договора с ним в части обеспечения соответствия поставляемой продукции требованиям технических регламентов и в части ответственности за несоответствие поставляемой продукции требованиям технических регламентов (лицо, выполняющее функции иностранного изготовителя). Круг заявителей устанавливается соответствующим техническим регламентом.

Схема декларирования соответствия с участием третьей стороны устанавливается в техническом регламенте в случае, если отсутствие третьей стороны приводит к недостижению целей подтверждения соответствия.

2. При декларировании соответствия на основании собственных доказательств заявитель самостоятельно формирует доказательственные материалы в целях подтверждений соответствия продукции требованиям технических регламентов. Доказательственными материалами являются техническая документация, результаты собственных исследований (испытаний) и измерений и (или) другие документы, послужившие мотивированным основанием для подтверждения технических регламентов. Состав доказательственных материалов определяется соответствующим техническим регламентом.

3. При декларировании соответствия на основании собственных доказательств и полученных с участием третьей стороны доказательств заявитель по своему выбору в дополнение к собственным доказательствам, сформированным в порядке, предусмотренном п. 2:

- включает в доказательственные материалы протоколы исследований (испытаний) и измерений, проведенных в аккредитованной испытательной лаборатории (центре);
- предоставляет сертификат системы качества, в отношении которого предусматривается контроль (надзор) органа по сертификации, выдавшего данный сертификат, за объектом сертификации.

4. Сертификат системы качества может использоваться в составе доказательств при принятии декларации о соответствии любой продукции, за исключением случая, если для такой продукции тех-

ническими регламентами предусмотрена иная форма подтверждения соответствия.

5. Декларация о соответствии оформляется на русском языке в двух экземплярах и должна содержать:

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

Срок действия декларации о соответствии определяется техническим регламентом. Форма декларации о соответствии утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

6. Оформленная по установленным правилам декларация о соответствии подлежит регистрации федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию в течение трех дней. Для регистрации декларации о соответствии заявитель представляет в федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию оформленную в соответствии с требованиями п. 5 декларацию о соответствии.

Порядок ведения реестра деклараций о соответствии, порядок предоставления содержащихся в указанном реестре сведений и порядок оплаты за предоставление содержащихся в указанном реестре сведений определяются Правительством РФ.

7. Декларация о соответствии и составляющие доказательственные материалы документы хранятся у заявителя в течение трех лет

с момента окончания срока действия декларации. Второй экземпляр о соответствии хранится в федеральном органе исполнительной власти по техническому регулированию.

17.3. СЕРТИФИКАТЫ

Согласно ст. 25 ФЗТР обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации на основании договора с заявителем. **Схемы сертификации**, применяемые для сертификации определенных видов продукции, устанавливаются соответствующим техническим регламентом. В настоящее время схемы сертификации продукции разработаны и действуют в России с учетом рекомендаций ИСО/МЭК и практики подтверждения соответствия в ЕС.

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

Сертификат соответствия включает в себя:

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

Срок действия сертификата соответствия определяется соответствующим техническим регламентом.

Форма сертификата соответствия утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию. Пример формы сертификата соответствия первой по времени создания и самой крупной российской системы обязательной сертификации — Системы сертификации ГОСТ Р приведен на рис. 17.2.

Система сертификации ГОСТ Р		
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ		
№ _____ (1)		
Срок действия с _____ по _____ (2)		
№ _____ (3)		
Орган по сертификации (4) _____ _____		
Удовлетворяет, что должным образом идентифицированная заявителем Продукция(5) _____		
Изготовитель (продавец)(8) _____ _____	код К-ОКП (6)	
Соответствует требованиям нормативных документов(9) _____ _____	код ТН ВЭД (7)	
Сертификат выдан на основании (10) _____ _____		
Дополнительная информация(11) _____ _____		
Руководитель органа(12) М. П.	_____ <small>подпись</small>	_____ <small>инициалы, фамилия</small>
Эксперт(13)	_____ <small>подпись</small>	_____ <small>инициалы, фамилия</small>
Сертификат имеет юридическую силу на всей территории Российской Федерации		

Рис. 17.2. Форма сертификата соответствия на продукцию в системе ГОСТ Р

17.4. ОРГАНИЗАЦИЯ ОБЯЗАТЕЛЬНОЙ СЕРТИФИКАЦИИ

Организация обязательной сертификации в Российской Федерации согласно ст. 26 ФЗТР осуществляется в следующем порядке. Обязательная сертификация проводится органом по сертификации, аккредитованным в порядке, установленном Правительством РФ. Действующим законодательством не предусматривается образование центральных органов по сертификации, которые функционировали в Российской Федерации согласно отмененному Закону РФ «О сертификации продукции и услуг».

Орган по сертификации выдает сертификаты соответствия, в связи с чем:

- привлекает на договорной основе для проведения исследований (испытаний) и измерений испытательные лаборатории (центры), аккредитованные в порядке, установленном Правительством РФ (далее — аккредитованные испытательные лаборатории (центры));
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации и договором;
- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия и передает сведения о выданных сертификатах в федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию и метрологии;
- информирует соответствующие органы государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов о продукции, поступившей на сертификацию, но не прошедшей ее;
- приостанавливает или прекращает действие выданного им сертификата соответствия;
- обеспечивает предоставление заявителям информацию о порядке проведения обязательной сертификации;
- устанавливает стоимость работ по сертификации на основе утвержденной Правительством РФ методики определения стоимости таких работ.

Согласно ст. 41 ФЗТР орган по сертификации и должностное лицо органа по сертификации, нарушившие правила выполнения работ по сертификации, если такое нарушение повлекло за собой

выпуск в обращение продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов, несут ответственность в соответствии с законодательством Российской Федерации и договором о проведении работ по сертификации.

Федеральный орган исполнительной власти по техническому регулированию ведет единый реестр выданных сертификатов соответствия. Порядок ведения единого реестра выданных сертификатов соответствия, предоставления содержащихся в едином реестре сведений и оплаты за предоставление содержащихся в указанном реестре сведений устанавливается Правительством РФ. Порядок передачи сведений о выданных сертификатах соответствия в единый реестр выданных сертификатов устанавливается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию.

Исследования (испытания) и измерения продукции при осуществлении обязательной сертификации проводятся аккредитованными испытательными лабораториями. Аккредитованные испытательные лаборатории (центры) проводят исследования (испытания) и измерения продукции в пределах своей области аккредитации на условиях договоров с органами по сертификации. Органы по сертификации не вправе предоставлять аккредитованным испытательным лабораториям (центрам) сведения о заявителе.

Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) оформляет результаты исследований (испытаний) и измерений соответствующими протоколами, на основании которых орган по сертификации принимает решение о выдаче или об отказе в выдаче сертификата соответствия. Аккредитованная испытательная лаборатория (центр) обязана обеспечить достоверность результатов исследований (испытаний) и измерений.

Согласно ст. 42 ФЗТР аккредитованная испытательная лаборатория (центр), эксперты в соответствии с законодательством Российской Федерации и договором несут ответственность за недостоверность или необъективность результатов исследований (испытаний) и измерений.

Знак обращения на рынке служит для информирования приобретателей о соответствии выпускаемой продукции требованиям технических регламентов. Им маркируют продукцию, если ее соответствие требованиям технических регламентов подтверждено в порядке, предусмотренном ФЗТР.

Изображение знака обращения на рынке устанавливается Правительством РФ. Данный знак не является специальным защищенным знаком и наносится в информационных целях. Маркировка

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

Продукция, соответствие которой требованиям технических регламентов не подтверждено в порядке, установленном ФЗТР, не может быть маркирована знаком обращения на рынке.

Знак соответствия системы ГОСТ Р представляет собой аббревиатуру РСТ (российский стандарт) с буквенно-цифровым кодом (0000), состоящим из двух цифр, принимаемых изготовителем по согласованию с органом сертификации. Знак соответствия ставится на изделие и (или) тару, упаковку, сопроводительную и техническую документацию.

СХЕМЫ И СИСТЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

18.1. СХЕМЫ СЕРТИФИКАЦИИ ПРОДУКЦИИ

Схемы сертификации продукции, применяемые в нашей стране, разработаны с учетом рекомендаций ИСО/МЭК и практики подтверждения соответствия в ЕС (табл. 18.1). При выборе схем сертификации используются те из них, которые обеспечивают необходимую доказательность сертификации, в том числе схемы, принятые в международной практике.

В качестве способов доказательства соответствия используются следующие способы:

- испытание;
- проверка (оценка) производства;
- инспекционный контроль;
- рассмотрение заявления-декларации о соответствии (не путать с декларацией о соответствии как самостоятельным документом, используемым наряду с сертификатом соответствия. Данная декларация является способом доказательства соответствия в отдельных схемах сертификации. Этот способ доказательства используют при сертификации продукции изготовителя с высокой репутацией на рынке).

Один из приведенных в табл. 18.1 способов доказательства или несколько их в сочетании между собой определяют содержание схем конкретного номера.

Таблица 18.1. Схема сертификации продукции

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

* Испытания продукции на основе оценивания одного или нескольких образцов, являющихся ее типовыми представителями.

Продолжение табл. 18.1

Номер схемы	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях и другие способы доказательства соответствия	Проверка производства (системы качества)	Инспекционный контроль сертифицированной продукции (системы качества, производства)
			образцов, взятых у изготовителя. Анализ состояния производства
5	Испытания типа*	Сертификация производства	Контроль сертифицированной системы качества (производства). Испытания образцов, взятых у продавца и (или) изготовителя
6	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Сертификация системы качества	Контроль сертифицированной системы качества
7	Испытание партии продукции	—	—
8	Испытание каждого образца	—	—
9	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	—	—
9а	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Анализ состояния производства	—

Номер схемы	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях и другие способы доказательства соответствия	Проверка производства (системы качества)	Инспекционный контроль сертифицированной продукции (системы качества, производства)
10	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	—	Испытания образцов, взятых у изготовителя и продавца
10а	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми документами)	Анализ состояния производства	Испытания образцов, взятых у изготовителя и продавца. Анализ состояния производства

Рассмотрим кратко содержание схем сертификации.

Схема 1 ограничивается испытанием в аккредитованной лаборатории типа, т. е. типового образца, взятого из партии товара. Схема применяется для изделий сложной конструкции.

Схема 1а включает в себя дополнительно к схеме 1 анализ (оценку) состояния производства.

Схема 2 усложняется, так как помимо испытания образца, после чего заявитель получает сертификат соответствия, в ней предусмотрен инспекционный контроль за сертифицированной продукцией, находящейся в торговле. Для этого образцы отбирают в торговых организациях и подвергаются испытаниям в лаборатории.

Схема 2а содержит дополнение к схеме 2 — анализ (оценку) состояния производства до выдачи сертификата.

Схема 3 предусматривает испытание образца, а после выдачи сертификата — инспекционный контроль путем испытания образца, отбираемого на складе готовой продукции предприятия-изготовителя перед отправкой потребителю. Образец подвергается испытанию в лаборатории.

Схема 3а предполагает испытания типа и анализ (оценку) состояния производства до выдачи сертификата, а также инспекционный контроль по схеме 3.

Схема 4 состоит в испытании типового образца, как в предыдущих схемах, с усложненным инспекционным контролем: образцы

для контрольных испытаний отбираются как со склада изготовителя, так и у продавца.

Схема 4а в дополнение к схеме 4 включает в себя анализ состояния производства до выдачи сертификата соответствия на продукцию.

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

Схема 6 подтверждает выгодность для предприятия иметь сертификат на систему качества. Дело в том, что эта схема заключается в оценке на предприятии действующей системы качества органом по сертификации, но если сертификат на систему качества предприятие уже имеет, ему достаточно представить заявление-декларацию. Заявление-декларация регистрируется в органе по сертификации и служит основанием для получения лицензии на использование знака соответствия.

Схема 7 заключается в испытании партии товара. Это значит, что от партии товара, изготовленной предприятием, отбирается по установленным правилам средняя проба (выборка), которая проходит испытания в лаборатории с последующей процедурой выдачи сертификата. Инспекционный контроль не проводится.

Схема 8 состоит из испытания каждого изделия, изготовленного предприятием, в испытательной лаборатории и дальнейшего принятия решения органом по сертификации о выдаче сертификата.

Схемы 9—10а опираются на заявление-декларацию изготовителя с последующим инспекционным контролем за сертифицируемой продукцией. Такой принцип сертификации подходит для небольших предприятий и товаров, выпускаемых малыми партиями. В отдельных случаях предусматривается анализ состояния производства. Заявление-декларацию подписывает руководитель предприятия, прилагает к нему протокол испытаний продукции на предприятии и информацию о надежности системы контроля качества ее при производстве.

Документы рассматривает орган по сертификации однородной продукции, который принимает решение о возможности признания заявления-декларации и выдаче сертификата соответствия.

18.2. СЕРТИФИКАЦИЯ РАБОТ И УСЛУГ

Услуга — это результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственной деятельности по удовлетворению запросов потребителя.

Услуги подразделяют на материальные, нематериальные (социально-культурные) и производственные (работы).

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

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

Производственная услуга — это услуга по удовлетворению нужд предприятий и организаций. Понятие этой услуги выражается через термин «работа». Например, научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы; наладочные и пусковые, эксплуатационные работы и т. п. Соответствующие процессы называют «выполнением работ», «оказанием услуг».

На рис. 18.1 показана классификация услуг (работ). Эта классификация еще несовершенна: она не гармонизирована с международной классификацией, не охватывает ряд новых видов услуг, появляющихся регулярно в современной российской практике сертификации.

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

Постановлением Правительства РФ от 13 августа 1997 г. № 1013 в перечень работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации, включены следующие виды услуг:

- ремонт и техническое обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры, бытовых машин и бытовых приборов;



Рис. 18.1. Классификация услуг (работ)

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

Однако в номенклатуру продукции и услуг, введенную с 1 октября 1998 г., вошли лишь те виды услуг из числа перечисленных выше, по которым имеются утвержденные системы сертификации. В стадии разработки находятся системы сертификации услуг розничной торговли и услуг парикмахерских. Вне сферы обязательной сертификации из-за отсутствия нормативной базы остаются такие важнейшие услуги, как услуги рынков и медицинские услуги.

В настоящее время число нормативных документов, по которым осуществляется сертификация услуг и требующих корректировки в соответствии с ФЗТР, составляет свыше 150. В целом, нормативное обеспечение сертификации услуг (работ) находится на стадии фор-

мирования. Оно просто не успевает за возрастающей ролью услуг в современном производстве и потреблении.

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

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

При проведении сертификации услуг (работ) в силу их особой специфики используют семь схем (табл. 18.2).

Таблица 18.2. Схемы сертификации услуг и работ			
Номер схемы	Оценка выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания)	Инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг
1	Оценка мастерства исполнителя работ и услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль мастерства исполнителя работ и услуг
2	Оценка процесса выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль процесса выполнения работ, оказания услуг
3	Анализ состояния производства	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль состояния производства
4	Оценка организации (предприятия)	Проверка (испытания) результатов работ и услуг	Контроль соответствия установленным требованиям

Номер схемы	Оценка выполнения работ, оказания услуг	Проверка (испытания)	Инспекционный контроль сертифицированных работ и услуг
5	Оценка системы качества	Проверка (испы- тания) результатов работ и услуг	Контроль системы качества
6	—	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми до- кументами)	Контроль качества выполнения работ, оказания услуг
7	Оценка системы качества	Рассмотрение декларации о соответствии (с прилагаемыми до- кументами)	Контроль системы качества

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

Схема 2 предполагает оценку процесса оказания услуги (проведения работ) через проверку технологического процесса, мастерства исполнителя, условий обслуживания, безопасность и стабильность процесса. Оценку процесса оказания услуги по схеме 2 можно осуществить также через оценку системы качества (схема 7).

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

Схема 4 включает в себя оценку (аттестацию) предприятия, организации. При этом оценивают не только качество выполнения работ и оказания услуг по критериям схемы 2, но и правильность присвоения предприятию определенной категории, класса, звезд-

ности. Инспекционный контроль может осуществляться с использованием социологических методов. Схему 4 рекомендуется применять при сертификации крупных предприятий сферы услуг.

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

Сертификация по **схемам 6, 7** осуществляется с использованием декларации о соответствии с прилагаемыми к ней документами, подобно сертификации продукции по схемам 9 и 10 (см. табл. 18.1). Схему 6 применяют при сертификации работ и услуг небольших предприятий, зарекомендовавших себя как исполнители работ и услуг высокого уровня качества, схему 7 — при наличии у исполнителя системы качества. Оценка выполнения работ, оказания услуг при этом будет заключаться в обследовании предприятия с целью подтверждения соответствия работ и услуг требованиям стандартов системы качества.

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

18.3. СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Системы сертификации средств измерений (далее — Система) в Российской Федерации включает в себя: центральный орган — управление метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии, координационный совет, научно-методический центр, органы по сертификации, испытательные лаборатории (центры) СИ.

Основная цель Системы — обеспечение единства измерений. **Основная задача** — проверка и подтверждение соответствия СИ установленным документально метрологическим нормам и требованиям.

Система носит добровольный характер, открыта для вступления и участия в ней юридических лиц — изготовителей,

органов по сертификации, испытательных лабораторий и всех других заинтересованных предприятий, организаций и отдельных лиц.

Сертификацию осуществляют аккредитованные органы по сертификации средств измерений с учетом результатов испытаний аккредитованных лабораторий при наличии лицензионного соглашения с органом сертификации, который несет ответственность за объективность и достоверность результатов.

Аккредитацию органов по сертификации средств измерений осуществляет центральный орган Системы — Управление метрологии Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. Сертификат соответствия выдает также Управление метрологии или иной орган по сертификации средств измерений на основе лицензий. Порядок проведения сертификации производств включает в себя:

- подачу заявителем заявки в Управление метрологии на проведение сертификации;
- рассмотрение заявки и принятие решения по ней, проведение испытаний;
- сертификацию производства или системы качества, если это предусмотрено принятой схемой сертификации;
- анализ результатов, принятие решения о выдаче сертификата;
- выдачу сертификата соответствия и информация о результатах сертифицирования.

Работа Системы сертификации средств измерений осуществляется на основе соответствующих рекомендаций (МИ 2277—93, ПР50.2.010—94, МИ 2278—93, МИ 2279—93).

18.4. СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВ

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

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

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

Требования к сертифицируемым производствам регламентируют ИСО 9001 и ГОСТ Р 40.002—2000 «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Порядок проведения сертификации производств». При сертификации производства оценке подвергаются следующие объекты:

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

Сертификация производства осуществляется в шесть этапов:

- 1) представление заявки на сертификацию;
- 2) предварительная оценка исходных материалов;
- 3) составление программы сертификации;
- 4) проверка производства;
- 5) оформление сертификата соответствия;
- 6) инспекционный контроль за сертифицированным производством.

По состоянию на 2010 г. в России сертифицированы производства, среди которых главным образом пищевые, химические, электротехнические и машиностроительные процессы.

18.5. СЕРТИФИКАЦИЯ СИСТЕМ КАЧЕСТВА

Более 10 лет в нашей стране ведется работа по сертификации систем качества на соответствие требованиям международных стандартов ИСО 9000. В России имеются многие десятки таких предприятий, внедривших стандарты ИСО 9000 и получивших соответствующие сертификаты. Однако как сами системы качества, так и процедуры их сертификации постоянно совершенствуются, развиваются. Приведем некоторые современные направления совершенствования систем качества.

В 1994 г. появились **стандарты серии QS 9000**, разработанные автомобильными фирмами США — «Дженерал Моторс», «Форд—Крайслер». Наряду с требованиями, имеющимися в стандартах ИСО 9000, стандарты QS 9000 содержат ряд дополнительных требований, специфических для автомобилестроения. Все смежники названных фирм, и не только они, переходят на работу в соответствии с требованиями стандартов QS 9000. Отличие стандартов QS 9000 от стандартов ИСО состоит в дополнительных требованиях, оговариваемых в контрактах со смежниками в каждом отдельном случае, а также в специфических отраслевых требованиях, выходящих за рамки требований стандартов ИСО.

Деятельность по сертификации систем качества на соответствие требованиям QS 9000 начала находить применение в России.

В начале 1970-х гг. в Европе сложилась **общекорпоративная (всеобщая) система управления качеством**. Она является комплексной системой, предусматривающей всестороннее целенаправленное и скоординированное применение методов управления качеством во всех сферах деятельности от исследований и разработок до послепродажного обслуживания при активном участии руководителей всех уровней и рациональном использовании технических возможностей. Система ориентирована на постоянное улучшение качества, минимизацию производственных затрат и поставку продукции «точно в срок». Такой подход обозначают термином *quality improvement* («постоянное улучшение качества»).

В настоящее время стало очевидным, что TQM является более широким подходом к управлению качеством по сравнению с системами ИСО 9000. Наблюдается тенденция к применению TQM как подхода к совершенствованию бизнеса в целом. В Европе общепризнанной моделью, отражающей принцип TQM, является модель европейской премии по качеству (модель совершенного ведения бизнеса).

Движение за премии по качеству широко распространено в мире как побудитель создания на предприятиях эффективных систем качества. Наиболее известными и авторитетными являются премии Деминга в Японии, премия М.Болдриджа в США, Европейская премия по качеству. В России введена премия Правительства РФ по качеству.

Создание новых систем и подходов по управлению качеством, вскрывшиеся за время применения недостатки семейства стандартов ИСО 9000, вызвали необходимость их пересмотра. ИСО приняло решение, что семейство данных стандартов будет состоять из четырех базовых стандартов и ряда технических отчетов. При этом основные положения, содержащиеся во всех ныне действующих стандартах, будут по возможности интегрированы в базовые стандарты, например ИСО 9004—2010 «Менеджмент для достижения устойчивого успеха организациями. Подход на основе менеджмента качества».

Новые стандарты являются более гибкими с точки зрения области их применения, которая может быть сокращена на малых и средних предприятиях, поскольку некоторых видов деятельности на них не существует.

Кроме того, новые стандарты характерны совместимостью менеджмента качества с менеджментом в других областях деятельности, и прежде всего в области охраны природы — речь идет о совместимости стандартов ИСО 9000 со стандартами ИСО серии 14000.

Таким образом, стандарты ИСО 9000 имеют более универсальную структуру и более широкую область применения.

18.6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ

Экологический сертификат или соответствующий знак (экознак) для большого числа видов продукции является определяющим фактором их конкурентоспособности. В 1993 г. в странах ЕС была принята директива, определяющая преимущества экосертифицированной продукции, поставляемой на единый рынок, — цена ее возрастает по меньшей мере в два раза.

В России экологическая сертификация находится в стадии становления. Цель экологической сертификации — стимулирование производителей к внедрению таких технологических процессов и выпуску таких товаров, которые в минимальной степени загрязня-

ют природную среду и дают потребителю гарантию безопасности продукции для его жизни, здоровья, имущества и среды обитания.

Выделяют следующие виды объектов экологической сертификации:

- объекты окружающей природной среды (природные ресурсы, природные компоненты);
- источники загрязнения окружающей среды (производства, технологические процессы, отходы и др.);
- продукция природоохранного назначения (природоохраняющие технологии, продукция, услуги);
- экологические информационные ресурсы, продукты и технологии (базы данных, программные продукты, модели загрязнения и др.).

Важным вопросом экологической сертификации является состав участников (их роль как первой, второй и третьей сторон) процедуры сертификации.

Актуальными областями экологической сертификации являются питьевая вода и отходы. В основу создания Системы сертификации (далее — Системы) питьевой воды положены требования Закона РФ от 7 февраля 1992 г. № 2300-1 «О защите прав потребителей» и Федерального закона от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», документы, устанавливающие общие правила сертификации в России, а также правила гигиенической оценки, предусматривающие, в частности, обязательность наличия гигиенического заключения (сертификата) при проведении сертификации соответствия продукции.

Основной целью Системы является содействие комплексному решению задач улучшения качества питьевой воды путем достоверной оценки ее соответствия требованиям безопасности, безвредности и органолептическим показателям, оценки эффективности водоочистных устройств, оборудования и технологий, оценки производств и систем качества на предприятиях водоснабжения. В соответствии с указанной целью Система охватывает следующие группы однородной продукции и процессов:

- питьевая вода и производство в централизованных системах водоснабжения;
- питьевая вода, расфасованная в потребительские емкости (бутилированная питьевая вода);
- устройства водоочистные (бытовые, локальные и пр.);

- реагенты и материалы, используемые в системах водоснабжения;
- оборудование, трубопроводы, емкости, используемые в системах водоснабжения.

Отличительной особенностью правил сертификации питьевой воды и производств в централизованных системах водоснабжения является принцип добровольности при двух возможных схемах сертификации: с использованием заявления-декларации производителя, а также на основе сертификации производств и (или) системы качества на предприятии водоснабжения. К настоящему времени нормативное обеспечение Системы включает в себя первоочередные документы, устанавливающие основные положения Системы и правила сертификации водоочистных устройств, бутилированной питьевой воды и воды в централизованных системах водоснабжения.

Экологическая сертификация в области отходов направлена на устранение их опасного влияния на среду обитания и максимальное использование в качестве вторичного сырья. Необходимо развивать стандартизацию отходов, что непосредственно связано с их сертификацией.

Большое внимание в настоящее время уделяется оценке экологичности новых видов продукции и процессов. Начата работа по стандартизации экологических требований к новым конструкциям и технологиям. Постановлением Госстандарта России от 21 октября 1998 г. приняты и введены в действие стандарты по управлению окружающей средой, защищающих ее от последствий экологически вредных технологий, а также процессов эксплуатации, потребления или утилизации определенных видов продукции, гармонизированных с международными стандартами ИСО серии 14000. В серию 14000 входят следующие стандарты:

- ИСО 14001—07 «Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению»;
- ИСО 14004—07 «Системы экологического менеджмента. Общее руководство по принципам, системам и методам обеспечения функционирования».

Основные направления, которые охватывают стандарты ИСО 14000:

- разработка стратегии развития предприятия в рамках экологического контроля;

- организация менеджмента с учетом проблематики окружающей среды;
- страхование ответственности за причиненный ущерб;
- проведение аудиторских проверок на предмет экологической безопасности продукции и производства;
- ориентация на экологически чистые «зеленые» технологии, комплектующие и ингредиенты;
- бережное использование природных ресурсов;
- финансовый контроль и бухгалтерский учет факторов и расходов, связанных с охраной окружающей среды.

Данные стандарты предписывают ориентировать все без исключения производственные, торговые и эксплуатационные процессы на основополагающие принципы экологической безопасности.

Основная цель внедрения стандартов ИСО 14000 в рыночные отношения заключается в создании принципиально новой шкалы ценностей, отражающих стремление к всеобщей экологизации мирового рынка.

Международные стандарты ИСО серии 14000 согласованы со стандартами ИСО серии 9000.

Экологическая сертификация в западноевропейских странах достаточно широко развита. Она дополняет обычную сертификацию и почти всегда носит обязательный характер. Перспективы этого направления масштабны. Уже сейчас ряд стран приступил к созданию системы управления качеством уровня жизни государства в целом.

МЕЖДУНАРОДНАЯ СЕРТИФИКАЦИЯ

19.1. СЕРТИФИКАЦИЯ В ОТДЕЛЬНЫХ СТРАНАХ

Сертификация в Германии базируется на Законе об ответственности за изготовление недоброкачественной продукции, который гармонизован с законодательством стран — членов ЕС и служит законодательной базой для сертификации в рамках единого рынка. Общенациональная система сертификации в стране включает в себя несколько систем сертификации, удовлетворяющих потребности германской экономики на 80—90 %. Наиболее известна среди них — система A1 сертификации соответствия стандартам DIN. Она охватывает все виды изделий, на которые установлены требования в стандартах DIN. К ней имеют одинаковый доступ германские зарубежные организации, заинтересованные в сертификации своей продукции. Система носит добровольный характер. Другие системы обеспечивают сертификацию продукции строительного профиля, средств измерений, электротехнических и электронных изделий, газового оборудования, сельскохозяйственных и строительных материалов и т. д.

Сертификация во Франции осуществляется Французской ассоциацией по стандартизации (AFNOR), Французским центром внешней торговли (CNCE), Центром информации о нормах и технических регламентах (CINR), Союзом электротехников (UTE).

AFNOR определяет полномочия испытательных центров и лабораторий, отвечает за их аккредитацию, за присвоение и отмену знака соответствия национальным стандартам NF, координирует

сотрудничество национальных органов по сертификации с международными организациями.

CNCE отвечает за сертификацию экспортируемых и импортируемых товаров.

CINR осуществляет информационное обеспечение национальной системы сертификации и отраслей экономики.

UTE разрабатывает нормативные требования для сертификации электронной и электротехнической продукции.

Сертификация на знак NF носит добровольный характер. Исключение составляет продукция медицинского направления (материалы, лекарства, оборудование), где испытания, в том числе и клинические, обязательны. Такие товары маркируются знаком NF-MEDICAL. Соответствие директивам ЕС подтверждается сертификацией третьей стороной и знаком CE.

Сертификация в США базируется на многочисленных законах по безопасности различных видов продукции, которые и служат правовой основой сертификации соответствия. Важнейшим из них является Закон о безопасности потребительских товаров. Согласно этим законам обязательной сертификации подлежит продукция, на которую принят государственный стандарт, а также продукция, закупаемая государством на внутреннем и внешнем рынках. Обязательная сертификация контролируется государственными органами.

Общее руководство сертификацией в стране осуществляет Сертификационный комитет, действующий в составе NIST — Национального института стандартов и технологий, который разрабатывает обязательные стандарты. Сертификационный комитет координирует работы по стандартизации и представляет США в ИСО, МЭК и других международных организациях.

Сертификация в Японии осуществляется в трех формах:

- обязательная сертификация на соответствие законодательным требованиям;
- добровольная сертификация на соответствие национальным стандартам JIS, которую проводят органы, уполномоченные правительством;
- добровольная сертификация, которую проводят частные органы по сертификации.

Соответствие широкого диапазона товаров требованиям японским стандартам обозначается знаком JIS. По отдельным видам продукции в законах вводятся категории, характеризующие степень их опасности для пользователя.

Для более опасных товаров — *категория А* — предусмотрена сертификация третьей стороной, а для изделий *категории Б* — заявление-декларация изготовителя. Электротехнические товары, не маркированные знаком соответствия, японский покупатель воспринимает как низкокачественные со всеми вытекающими отсюда последствиями для изготовителя и продавца.

Экспортер товаров на японский рынок должен представлять свой продукт на испытание в соответствующем японском испытательном центре. Сделать это он имеет право только через японских посредников.

Для проведения сертификации систем качества была создана Японская ассоциация по сертификации качества (JAB), деятельность которой строится в соответствии с документами ИСО и МЭК.

Сертификация в Китайской Народной Республике (КНР) основывается на государственных законах. Основными организациями, осуществляющими на государственном уровне управление качеством продукции, являются Государственное бюро по техническому надзору и Государственное управление по инспекции импортных и экспортных товаров, которое осуществляет контроль экспортной и импортной продукции, включая их сертификацию.

Национальные стандарты КНР, содержащие требования безопасности, охраны здоровья, экологической защиты и защиты прав и интересов потребителей, являются обязательными. Остальные стандарты носят рекомендательный характер.

В КНР действуют следующие знаки, применяемые на импортируемых и экспортируемых товарах:

- *знак безопасности для здоровья* — буквы ССІВ в круге голубого цвета с индексом Н, означающим «здоровье»;
- *знак безопасности* — буквы ССІВ в круге желтого цвета с индексом S, означающим «безопасность»;
- *знак качества* — буквы ССІВ в круге красного цвета с индексом Q, означающим «качество».

19.2. СЕРТИФИКАЦИЯ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ

Для преодоления в международной торговле так называемых технических барьеров, возникающих из-за различий в требованиях национальной сертификации, многие страны кроме заключения

двусторонних соглашений объединенными усилиями стали формировать региональные и международные организации по сертификации. Цель таких организаций — оптимизация правил и условий внешней и внутренней торговли, разработка единых стандартов и организационно-методических документов, обеспечивающих гармонизацию процедур во всех областях деятельности по сертификации. Дадим краткую характеристику некоторых из региональных организаций.

Европейский Союз — преемник Европейского сообщества, созданный в 1993 г. в соответствии с так называемым Маастрихтским договором.

Отмена технических (нетарифных) барьеров для свободной торговли товарами — одна из целей стран ЕС. Странами ЕС предусмотрено выполнение программы по устранению различий между национальными стандартами и техническими регламентами через разработку директив ЕС и евростандартов. Одновременно выдвинуто жесткое требование: европейские стандарты должны иметь высокий научно-технический уровень и отражать новейшие достижения в технике и технологии, а директивы ЕС — содержать эффективные меры, препятствующие проникновению в Сообщество опасной для населения и окружающей среды продукции.

В ЕС действует принцип взаимного признания: если имеется директива ЕС на соответствие товара любому стандарту в любом государстве — члене Союза, то она дает право выхода этого товара на весь европейский рынок.

Одним из главных направлений технической политики в ЕС является внедрение методов обеспечения качества на базе стандартов EN серии 29000 (соответствуют серии стандартов ИСО 9000). При этом предоставляется возможность использования сертифицированной системы качества при подтверждении соответствия продукции установленному образцу или стандарту как альтернатива традиционной системе сертификации третьей стороной, что позволяет изготовителю сократить затраты на сертификацию.

Для оценки соответствия продукции евростандартам согласно решению Совета ЕС используются так называемые модули — способы подтверждения соответствия, каждый из которых является совокупностью определенных типовых процедур. Выбор процедур оценки соответствия предоставляется изготовителю. Основным фактором, определяющим выбор процедуры сертификации, является обеспечение требуемого уровня безопасности. Перечень модулей оценки соответствия продукции директивам ЕС приведен в табл. 19.1.

Таблица 19.1. Перечень модулей оценки

Обозначение модуля	Стадия проектирования	Стадия производства
А	Декларация изготовителя о соответствии	—
С	—	Декларация изготовителя о соответствии типу
Д	—	Декларация изготовителя о соответствии типу и использование системы качества по EN 29002, одобренной уполномоченным органом
Е	—	Декларация изготовителя о соответствии типу и использование системы качества по EN 29003, одобренной уполномоченным органом
Г	Проверка соответствия каждого образца продукции уполномоченным органом	
Н	Декларация изготовителя о соответствии при использовании системы качества по EN 29001, одобренной уполномоченным органом	

В ЕС установлен единый знак соответствия — СЕ. Поскольку режим торговли с ЕС весьма важен для российского бизнеса (страны Сообщества являются крупнейшими торговыми партнерами России), между Российской Федерацией и ЕС заключено торгово-экономическое соглашение, которое нацеливает стороны на партнерство между собой, в том числе на сотрудничество в конкретных отраслях стандартизации, науке, технике, космосе, связи.

На региональном европейском уровне функционируют различные организации, обеспечивающие реализацию интеграционной политики ЕС. К ним относятся такие организации, как Европейская организация по качеству (ЕОК), Европейский комитет по стандартизации (СЕН), Европейская организация по содействию

сотрудничеству испытательных лабораторий (ЕВРОЛАБ), Европейская организация по испытаниям и сертификации (ЕОИС), Европейский комитет по оценке и сертификации систем качества (ЕКС) и др.

К региональным организациям относится также учрежденный в 1992 г. государствами СНГ — Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). В 1996 г. МГС признан ИСО как региональная организация под названием «Европейский межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации». В работе МГС принимают участие суверенные государства, бывшие республики СССР. К числу основных задач МГС относятся:

- осуществление согласованных работ по стандартизации, метрологии, сертификации продукции, работ, услуг и систем качества;
- устранение технических барьеров в экономическом сотрудничестве;
- обеспечение объективной оценки качества продукции и взаимного признания сертификатов и знаков соответствия на поставляемую продукцию.

В ближайшей перспективе планируется разработка общего для стран СНГ законодательного акта «О сертификации продукции и услуг» и межгосударственных нормативных документов, устанавливающих общие требования к правилам (порядкам) проведения сертификации продукции, а также введение единой формы сертификата и знака соответствия.

Среди других важных региональных организаций, осуществляющих свою деятельность по обеспечению взаимного признания результатов работ по стандартизации и сертификации, назовем несколько:

- Международная ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) — межправительственная организация, объединяющая в настоящее время шесть стран и созданная в целях решения задач развития регионального сотрудничества в области стандартизации и сертификации, содействия развитию промышленности и торговли;
- Африканская региональная организация по стандартизации (АРСО), созданная в 1977 г. в целях содействия развитию стандартизации, сертификации и испытаний в 23 африканских государствах;

- Арабская организация по стандартизации и метрологии (АСМО), действующая с 1968 г. В ее работе принимают участие 17 арабских стран;
- Панамериканский комитет стандартов (КОПАНТ), учрежденный в 1961 г. 19 странами Центральной и Латинской Америки;
- Межскандинавская организация по стандартизации (ИНСТА), созданная в 1952 г. по инициативе национальных организаций по стандартизации Дании, Норвегии, Финляндии и Швеции, и ряд других европейских организаций по стандартизации, метрологии и сертификации.

19.3. СЕРТИФИКАЦИЯ НА МЕЖДУНАРОДНОМ УРОВНЕ

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

В настоящее время членами ГАТТ (ВТО) являются 123 государства, на долю которых приходится около 90 % мирового товарооборота. В 1992 г. Российская Федерация унаследовала от СССР статус наблюдателя в ГАТТ, что открыло перед нашей страной ряд существенных возможностей, позволив, в частности, привлекать специалистов ГАТТ к экспертизе российского внешнеэкономического законодательства, а также пользоваться в полном объеме имеющейся в ГАТТ (ВТО) информацией о торговой статистике, ограничительных мерах, вводимых другими странами, и т. д.

Около 20 государств, в том числе Россия и другие страны СНГ, находятся в стадии присоединения к Генеральному соглашению. Целями присоединения России к ГАТТ (ВТО) в качестве полноправного участника являются:

- устранение дискриминационных ограничений в отношении российского экспорта и улучшение доступа на мировые рынки российских товаров и услуг;
- перевод торгово-экономических отношений России с третьими странами на равноправную, долгосрочную экономико-правовую основу и, как следствие, повышение конкурентоспособности всех отраслей российской экономики;

- совершенствование внутренней законодательной базы и практики ее применения с целью дальнейшего развития экономических реформ.

Основные требования ГАТТ (ВТО) в области стандартизации сводятся к тому, чтобы технические регламенты и стандарты, разрабатываемые участниками Соглашения, не создавали препятствий международной торговле. В тех случаях, когда необходимо разработать технические регламенты или стандарты, а соответствующие международные стандарты уже существуют или находятся на стадии разработки, стороны должны использовать эти стандарты полностью или частично в качестве основы.

Требования ГАТТ (ВТО) в области оценки соответствия сводятся к следующему. Стороны должны гарантировать, что системы оценки соответствия разрабатываются и применяются так, чтобы не создавать препятствий в международной торговле. В случае если соответствующих рекомендаций международных организаций не существует или системы оценки соответствия отличаются от рекомендаций международных организаций, следует как можно раньше обеспечить издание уведомления о предполагаемом введении системы оценки соответствия, чтобы все заинтересованные стороны могли своевременно ознакомиться с этим уведомлением.

В области информации ГАТТ (ВТО) требует, чтобы каждая сторона обеспечила создание информационно-справочной службы для ответов на запросы заинтересованных лиц других сторон, касающихся любых технических регламентов любых стандартов, принятых или разрабатываемых центральными или местными правительственными органами или региональными органами по стандартизации, любых систем оценки соответствия, действующих или разрабатываемых на их территориях, применяемых центральными или местными правительственными или неправительственными органами.

Деятельность **Международной организации по стандартизации** в области сертификации заключается в организационно-методическом обеспечении данной процедуры. При разработке стандартов ИСО на продукцию основной акцент делается на установление единых методов испытаний, а также на определение требований к продукции в части ее безопасности для жизни, здоровья людей, охраны окружающей среды, взаимозаменяемости.

На основе национального опыта передовых в промышленном отношении стран в ИСО разработаны также стандарты, устанавли-

ливающие единообразный подход к оценке систем обеспечения качества продукции на предприятиях (серия стандартов ИСО 9000).

Международная организация по стандартизации поддерживает контакты по вопросам стандартизации более чем с 400 международными организациями. В долгосрочную стратегию деятельности ИСО входят вопросы сотрудничества с организациями потребителей, установления специальных связей по техническому сотрудничеству с ГАТТ (ВТО).

Россия как правопреемница СССР является членом ИСО с правом голоса, избрания в Совет и участия в заседаниях Генеральной Ассамблеи ИСО.

Использование знака ИСО (МЭК) означает мировое признание.

Международной стандартизацией в области электротехники, электроники, радиосвязи, приборостроения занимается **Международная электротехническая комиссия**. С момента образования ИСО в 1947 г. МЭК, сохранив свою автономность, работает как филиал ИСО. В настоящее время членами МЭК являются национальные комитеты разных стран, в том числе России, представляющие интересы всех отраслей промышленности.

Безопасность является ведущим требованием к продукции, входящей в сферу деятельности МЭК. Стандарты МЭК носят рекомендательный характер, страны имеют полную независимость в вопросах их применения на внутреннем рынке (кроме стран, входящих в ГАТТ), однако они приобретают обязательный характер в случае выхода продукции на мировой рынок. В России действуют секретариаты некоторых технических комитетов МЭК.

В рамках МЭК организованы две международные системы сертификации.

Система сертификации изделий электронной техники на соответствие стандартам МЭК (ОС ИЭТ МЭК) создана в 1980 г. (проводит сертификацию резисторов, конденсаторов, транзисторов, электронно-лучевых трубок и др.). В настоящее время в Системе участвуют 24 страны, признающие ее правила и процедуры. Россия в качестве преемницы СССР продолжает работы в данной Системе.

Система МЭК по испытаниям электрооборудования на соответствие стандартам безопасности (МЭКСЭ) с 1984 г. осуществляет сертификацию на соответствие стандартам МЭК по безопасности 14 видов электротехнических изделий (в том числе бытовых электроприборов, медицинской, вычислительной, инфор-

мационной техники, кабелей, светотехнических, электроустановочных изделий и т. д.).

В настоящее время в число участников Системы входят 34 национальных сертификационных органа. Россия участвует в этой Системе как полноправный член с 1989 г.

Сотрудничество на международном уровне между странами в областях взаимного признания аккредитации испытательных организаций осуществляется в рамках **Международной конференции по аккредитации испытательных лабораторий (ИЛАК)**. В задачи ИЛАК входит гармонизация в международном масштабе требований на аккредитацию лабораторий, содействие ликвидации технических барьеров в международной торговле, активное сотрудничество с органами по сертификации, действующими на международном и национальном уровнях. Россия участвует в деятельности ИЛАК, ее конгрессов.

Важной международной организацией, деятельность которой направлена на содействие экономическим отношениям между европейскими странами, а также между ними и остальным миром, является **Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций (ЕЭК ООН)**.

Деятельность комитетов и рабочих групп ЕЭК ООН направлена на обеспечение защиты флоры, фауны и безопасности человека, на упрощение процедур торговли, стандартизации, сертификации и контроля качества различных товаров, в том числе на введение в стандарты на продукцию требований безопасности. В рамках, например, Комитета по внутреннему транспорту ЕЭК ООН, в котором Россия принимает непосредственное участие, в центре внимания стоят вопросы дорожного движения и безопасности, влияния транспорта на окружающую среду, а также разработка международных стандартов на конструкцию автотранспорта, судов, вагонов и контейнеров. В рамках ЕЭК ООН осуществляется деятельность Международной системы сертификации автотранспортных средств. Основным нормативным документом при проведении сертификации транспортных средств являются Правила ЕЭК ООН.

К международным специализированным организациям относится **Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО)**. Среди членов ФАО — 169 государств — членов ООН и одна региональная организация — ЕЭС.

В задачи ФАО входит сбор, анализ, обработка и распространение информации по вопросам питания, продовольствия и сельского хозяйства, включая рыболовство, продукты моря, лесное хозяйство и сырьевые товары леса. Организация содействует меро-

приятиям в национальном и международном масштабах, направленным на поднятие уровня питания и жизненного уровня народов. В рамках ФАО разрабатываются системы сертификации и контроля качества. К ним относятся системы сертификации по выращиванию и защите растений, продуктам питания, лесным, рыбным ресурсам и др. Россия действует в рамках ФАО в качестве наблюдателя.

Как международная организация, специализирующаяся в области здравоохранения, известна **Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)**. Целью ВОЗ, согласно уставу, является достижение всеми народами мира высокого уровня здоровья, трактуемого как полное физическое и душевное благосостояние.

Всемирная организация здравоохранения входит в систему учреждений ООН. Деятельность ВОЗ охватывает широкий круг проблем, среди которых — создание и развитие всеобъемлющих служб здравоохранения, профилактика болезней и борьба с ними, оздоровление окружающей среды и развитие кадров здравоохранения. СССР был одним из основателей ВОЗ. Россия является членом ВОЗ на правах преемственности.

Цель международной организации, известной как **Комиссия «Кодекс Алиментариус»**, состоит в разработке стандартов на продовольственные товары, предусматривающих ограждение потребителя от опасных для здоровья продуктов и от мошенничества; обеспечении соблюдения справедливых норм торговли пищевыми продуктами; координации работы по стандартизации продуктов питания, проводимых правительственными и неправительственными организациями.

В 1960 г. для координации и распространения опыта работы потребительских организаций отдельных стран, направленной на защиту потребителей от некачественной и опасной продукции, была создана **Международная организация потребительских союзов (МОПС)**. Ее членами являются свыше 160 потребительских ассоциаций из многих стран мира.

Среди целей МОПС такие, как участие в деятельности по разработке международных стандартов, обеспечение международного сотрудничества при проведении сравнительных испытаний товаров широкого потребления, осуществление тесной связи с органами ООН и другими международными организациями с целью максимального представления интересов на международном уровне. Международная организация потребительских союзов имеет консультативный статус в разных международных организациях, в том числе в ФАО, ВОЗ, ИСО, МЭК, ЕС.

Международной организацией, занимающейся сертификацией спортивного «охотничьего оружия», является **Постоянная международная комиссия по испытаниям ручного огнестрельного оружия (ПМК)**.

В нашей стране принят Федеральный закон от 13 декабря 1996 г. № 150-ФЗ «Об оружии», который устанавливает обязательную сертификацию в Системе ГОСТ Р всех разновидностей ручного огнестрельного как российского, так и импортного оружия. Россия официально присоединилась к ПМК Брюссельской конвенции в 1994 г. Государственная испытательная станция Российской Федерации имеет право ставить клейма на отечественном оружии, признаваемые всеми странами — членами ПМК.

Среди международных частных организаций, занимающихся сертификацией, широко известны:

- «Регистр Ллойда» — независимая корпорация, в течение двух столетий являющаяся мировым лидером среди сертификационных организаций;
- «ТЮФ-Серт» — организация, образованная всеми обществами технического надзора Германии, регламентирующая работы по сертификации, в том числе систем качества;
- «Дет Норске Веритас» (ДНВ) — одна из старейших норвежских сертификационных организаций, имеющая более чем столетний опыт работы;
- СЖС — крупнейшая независимая международная организация по инспектированию, управлению торговлей и отправкой сырьевых материалов, нефти и продуктов нефтехимии, сельскохозяйственных продуктов и промышленного оборудования;
- «Инчкейп» — ведущая корпорация, объединяющая многие старейшие компании, занимающиеся независимыми испытаниями, инспектированием и сертификацией. «Инчкейп» — признанный мировой лидер в области испытаний и оценки нефти, нефтепродуктов, электротоваров, потребительских товаров, минералов, зерна и хлопка.

СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМ

20.1. СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ КОМПЬЮТЕРОВ

Компьютеры — электронные устройства, действующие на основе заранее составленных программ и алгоритмов работы и способные обрабатывать данные, производить вычисления и логические операции, а также выдавать результаты этих операций в форме, воспринимаемой человеком или другим электронным устройством. На компьютеры выдается сертификат в соответствии с ГОСТ 16325—88. Компьютеры широко используются в науке, производстве, бизнесе, в быту для обработки и создания текстов, баз данных, графиков, видеоизображений и передачи информации, представленной в различных форматах.

Понятие «компьютер» является синонимом электронных вычислительных машин, на которые выдается сертификат в соответствии с ГОСТ 23773—88, хотя собственно ЭВМ в современном компьютере представлена системным блоком.

Персональные компьютеры состоят: из системы ввода информации и управления (клавиатура, сканер, графический планшет); системы представления и вывода информации (принтер, монитор), на которые выдается сертификат в соответствии с ГОСТ 26406—89; накопителя информации (HDD-диск, CD- и DVD-дисководы), на которые выдаются сертификаты в соответствии с ГОСТ 28043—89; устройства связи (модемы).

Компьютеры производятся самых разных модификаций, отличающихся своей производительностью, зависящей от мощности

процессора, системного ядра, размера оперативной памяти, а также программными возможностями, областью применения.

По используемой технологии обработки информации различают следующие основные классы компьютеров:

- цифровые — являются на сегодня самыми массовыми;
- аналоговые — на них выдается сертификат в соответствии с отдельным ГОСТ 23335—78;
- нейронные — построены на искусственных нейронных сетях, способных в будущем использовать не только машинные, но и привычные людям языки интерфейса;
- квантовые — используют квантово-механические эффекты и выполняют квантовые алгоритмы, позволяющие значительно преодолеть основные ограничения цифровых и аналоговых компьютеров.

С точки зрения электрической и механической безопасности все компьютеры практически одинаковы. В связи этим по этому параметру на них выдается соответствующий сертификат.

По областям применения компьютеры подразделяют на следующие группы:

- персональные компьютеры — в них акцент сделан на дружественные пользователям интерфейсы, простоту использования, достигаемую множеством прикладных программ, а также на широту сфер применения;
- рабочие станции — представляют собой более мощные компьютеры, ориентированные на прикладное использование в научных исследованиях, технических и инженерных разработках;
- серверы — являются компьютерами повышенной надежности и мощности, на которых хранят большие объемы информации, используются в качестве физических элементов Интернета, принимают и передают сигналы и файлы Сети с максимальной скоростью. Обычно для поддержания систем они работают круглосуточно без остановок. На такие компьютеры и системы вычислений выдаются сертификаты в соответствии с ГОСТ 25124—82;
- суперкомпьютеры — обладают еще большей мощностью и имеют один центральный и несколько периферийных процессоров, связанных между собой высокоскоростными магистралями передачи данных.

Персональные компьютеры, на которые выдаются соответствующие сертификаты, обычно подразделяются на две группы: универсальные и специализированные.

Универсальные персональные компьютеры способны выполнять любую задачу, работать с графикой, музыкой, видео и др. К специализированным относятся, например, бортовые компьютеры самолетов, компьютеры для медицинской диагностики, графические станции и т. д. На эти виды компьютеров выдаются сертификаты в соответствии со специальными государственными и международными стандартами.

Следует отметить, что производство комплектующих для современных компьютеров в настоящее время в России развито недостаточно. В связи с этим некоторые стандарты, в том числе и ГОСТ, устарели. Поэтому сертификация компьютеров и их комплектующих, импортируемых в нашу страну, строится в основном на соответствии:

- стандартам систем управления качеством (в случае российской сборки);
- общим стандартам работоспособности компьютеров;
- стандартам экологической направленности;
- международным стандартам и сертификатам фирм и стран, поставляющих указанную продукцию.

20.2. СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Стандартизация программного обеспечения (ПО) является одним из важнейших факторов применения компьютеров и компьютерных систем во всех областях науки и техники, а также в быту и во всех отраслях деятельности. Области применения компьютеров и компьютерных систем были рассмотрены в предыдущем параграфе.

Здесь следует добавить разновидности компьютеров по месту их расположения и использования. По этим параметрам их можно подразделить на следующие разновидности:

- обычные настольные компьютеры, получившие в настоящее время массовое распространение на всех предприятиях, в учреждениях, во всех типах учебных заведений, начиная со школ и кончая институтами и университетами и т. д.;

- портативные компьютеры, или ноутбуки;
- карманные компьютеры, или смартфоны.

Среди настольных компьютеров выделяют также мультимедийные и учебные.

Ноутбуки в свою очередь делятся в зависимости от массы, габаритных размеров и возможностей на следующие категории:

- массовые полнофункциональные с полноценно размерным монитором;
- большие ноутбуки, имеющие возможность подключать периферийные устройства практически так же, как к настольному компьютеру;
- мини-ноутбуки с упрощенным ПО и малыми размерами;
- ноутбуки-планшеты с полноценным экраном и клавиатурой, такие же мощные, как и настольные, но имеющие толщину до 2,5 см.

Во многих случаях компьютеры объединяются в так называемые локальные сети, которые представляют собой соединение нескольких персональных компьютеров с помощью соответствующего аппаратного и программного обеспечения. Под термином «локальная сеть» подразумевается, что все объединенные сетью компьютеры дистанционированы на относительно небольшое расстояние, т. е. находятся, как правило, в одном или соседних зданиях. В настоящее время все чаще применяются и значительно более крупные сети, охватывающие крупные предприятия, целые отрасли промышленности, территориальные регионы.

Все сказанное выше определяет необходимость обмена информацией в информационных системах и сетях на единой информационной базе, а следовательно, и стандартизации ПО.

Программное обеспечение в нашей стране регламентировано основополагающим стандартом ГОСТ Р 51904—2002 «Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию», который утвержден и введен в действие постановлением Госстандарта России от 25 июня 2002 г. № 247. Данный стандарт подготовлен в развитие ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207—2010 «Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств».

В разд. 1 ГОСТ Р 51904—2002 «Область применения» указано, что он распространяется на все действия, имеющие отношение к разработке ПО, но он неприменим для аппаратных элементов.

В разд. 3 «Определения и сокращения» представлен полный перечень необходимых терминов, употребляемых в данном стан-

дарте и исключаящих различные варианты толкований. Всего стандарт определяет 79 терминов. Приведем в качестве примеров некоторые термины и определения.

Базы данных — совокупность взаимосвязанных данных, сохраненных в одном или более компьютерных файлах в виде, позволяющем обращаться к ним пользователям или компьютерным программам с помощью системы управления базой данных.

Отказоустойчивость — свойство системы продолжать правильное выполнение функций при наличии ограниченного числа аппаратных или программных дефектов.

Интерфейс — взаимосвязь между двумя или более объектами (типа ЭКПО/ЭКПО, ЭКПО/ЭКА, ЭКПО/пользователь или между модулями ПО), которые совместно используют и обеспечивают данные или обмениваются ими.

Программное обеспечение — совокупность компьютерных программ и программных документов, необходимых для эксплуатации этих программ.

Система — набор аппаратных и программных компонентов, созданный для выполнения определенной или множества функций.

Среда разработки ПО — интегрированная система, включающая в себя аппаратные средства, ПО, программно-аппаратные средства, процедуры и документы, необходимые для разработки ПО.

Стандарт ГОСТ Р 51904—2002 предусматривает все необходимые требования к разработке ПО, а также требования к составу и оформлению разрабатываемой документации и тестированию ПО. Помимо упомянутых выше стандарт содержит в своем составе следующие разделы, каждый из которых подробно развернут:

- «Общие требования»;
- «Системные аспекты, связанные с разработкой ПО» ;
- «Процесс планирования ПО»;
- «Процессы разработки ПО»;
- «Процесс верификации ПО»;
- «Процесс управления конфигурацией ПО»;
- «Процесс обеспечения качества ПО»;
- «Процесс сертификационного сопровождения»;
- «Документы, создаваемые в процессах жизненного цикла ПО».

Последний раздел является самым объемным и содержит 39 пунктов, регламентирующих полный перечень документов, а также

форму их представления. Кроме того, стандартом определен порядок ранее разработанного ПО, а также вопросы аттестации инструментальных средств.

20.3. СЕРТИФИКАЦИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Программное обеспечение обеспечивает нормальную работу самого компьютера, обработку данных и их передачу другим устройствам обработки данных. Компьютерные программы разрабатываются программистами, а потом тестируются и отлаживаются другими IT-специалистами, прежде чем они станут доступны для пользователей и начнется их массовая эксплуатация. На программное обеспечение выдается соответствующий сертификат. В определенных случаях осуществляется сопровождение ПО, для осуществления которого необходимо получить сертификат в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 14764—2002.

В силу специфики работы самой компьютерной техники (при этом выдается сертификат на ПО в соответствии с ГОСТ 25123—82) выделяют две основные категории ПО: системные и прикладные программы.

Системные программы управляют взаимодействием компонентов самого компьютера, а **прикладные программы** предназначены для решения внешних задач, например, обработки текстов или воспроизведения видеоинформации. В этом случае выдается соответствующий сертификат на ПО.

Прикладные программы могут быть разработаны в виде пакетов прикладных программ, на которые выдается сертификат на ПО в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 12119—2000. Например, для банковской сферы, офиса. Так, офисные пакеты прикладных программ включают в себя обычно: электронные органайзеры, программы-переводчики, программы для распознавания считанной сканером информации, коммуникационные программы, в том числе и для работы в Интернете.

Прикладные программы также делятся на программы общего пользования (общераспространенные) и специальные программы. К специальным программам относятся, например, бортовые программные системы сбора информации.

Разрабатываются также специфические программы, например системы управления базами данных и групповое ПО (средства

одновременной работы с файлами, корпоративной электронной почты, средства телеконференций и планирование проектов).

Базы данных разделяют на документальные (архивы) и фактографические (картотеки), централизованные и распределенные, табличные и иерархические. На их ПО выдается сертификат в соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 15271—2002, который отражает стандартный жизненный цикл любого программного средства, и ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 16326—2002.

В качестве третьего основного класса программного обеспечения часто также выделяют **программные инструменты разработки программ**.

Согласно другой классификации ПО можно разделить на базовое и сервисное.

Базовое программное обеспечение, в свою очередь, включает в себя:

- операционные системы (OS/2, Windows NT/XP, Unix, Solaris);
- операционные оболочки;
- сетевые операционные системы (обеспечивают обработку, передачу и хранение данных в Интернете);
- систему управления файлами;
- системные утилиты.

Современное состояние развития ПО показывает, что эти сегменты сливаются в глобальные операционные системы, выполняющие функции всех этих элементов.

Сервисное программное обеспечение (прикладные программы) можно классифицировать по функциональному признаку (ГОСТ Р ИСО/МЭК ТО 12182—2002) и разделить на следующие категории:

- программы диагностики работоспособности компьютера и обслуживания дисков (утилиты);
- архиваторы;
- антивирусные программы;
- текстовые редакторы;
- программы для работы с видео;
- программы для работы с аудио;
- программы шифрования;
- программы для работы с почтой;
- интернет-браузеры;
- программы для загрузки файлов из Интернета (менеджеры загрузки) и многие другие.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И НОРМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

21.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Проблемы электромагнитных помех появились вместе с появлением электронных средств. С течением времени количество электронных средств неуклонно растет, и к ним предъявляются все более жесткие требования по электромагнитной совместимости (ЭМС). Именно поэтому ведется разработка новых методов и средств борьбы с помехами. Надежность и бесперебойность работы технических средств на промышленных предприятиях в настоящее время в значительной степени определяется способностью обеспечивать их электромагнитную совместимость.

Количество и качество параметров ЭМС технических средств определяется путем проверок, измерений и испытаний на ЭМС. В последние годы в России вводятся в действие новые национальные стандарты и методы испытаний (свыше 50 стандартов), гармонизированные с международными европейскими стандартами, регламентирующими объем современных требований к техническим средствам по обеспечению ЭМС.

Из всего многообразия факторов или параметров, влияющих на ЭМС технических средств, можно выделить основные и наиболее значимые:

- устойчивость к колебаниям напряжения (ГОСТ Р 51317.4.14—2000);
- устойчивость к электростатическим помехам (ГОСТ Р 51317.4.2—2010);

- устойчивость к излучаемым электромагнитным и радиочастотным помехам (ГОСТ Р 51317.4.3—99; ГОСТ Р 51317.4.1—2000). Эти стандарты применяются при установлении требований к электротехническим, электронным и радиоэлектронным изделиям, оборудованию и системам по устойчивости к электромагнитным помехам и соответствующим видам испытаний применительно к условиям электромагнитной обстановки при эксплуатации технических средств;
- устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями (ГОСТ Р 51317.4.6—99);
- устойчивость к радиопомехам от электрического, светового и аналогичного оборудования;
- уровень электромагнитных помех (электромагнитная обстановка) (ГОСТ Р 51317.2.5—2000);
- гармоники тока и фликер;
- уровень «загрязнения» электрической сети предприятия гармониками всех уровней (нормы устанавливаются в РД 153-34.0-15.501-00 отдельно для сетей 0,4 и 6/10 кВ);
- устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания.

Это лишь небольшой перечень нормативных документов, на которые следует обращать внимание при исследовании вопроса ЭМС технических средств на предприятии. Часто технические средства на промышленных предприятиях эксплуатируют в условиях воздействия на них электромагнитных и радиочастотных излучений. Источниками этих излучений, как правило, являются портативные приемопередатчики, применяемые эксплуатационным персоналом и службами безопасности, стационарные радио- и телевизионные передатчики, радиопередатчики подвижных объектов, а также различные промышленные источники излучения (станки, электроинструмент и т. п.).

Для определения степени обеспечения ЭМС технических средств на любом промышленном предприятии на первом этапе необходимо проводить испытания не по всем указанным выше параметрам, а достаточно получить данные по основным:

- устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями;
- устойчивость к излучаемым электромагнитным радиочастотным помехам;

- уровень «загрязнения» электрической сети предприятия гармониками всех уровней.

Если же результаты испытаний не соответствуют нормам, указанным в стандартах, то требуется провести дополнительные испытания по другим показателям, перечисленным выше.

21.2. НОРМЫ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Общие положения

Нормы качества электрической энергии установлены в руководящем документе РД 153-34.0-15.501-00 «Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения». Данные рекомендации соответствуют международным стандартам МЭК в части уровней электромагнитной совместимости и методов измерения электромагнитных помех.

Методические указания устанавливают показатели и нормы качества электрической энергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока, частотой 50 Гц в точках, к которым присоединяются электрические сети, находящиеся в собственности различных потребителей электрической энергии, или приемники электрической энергии (точки общего присоединения).

Нормы качества электрической энергии являются уровнями электромагнитной совместимости для кондуктивных электромагнитных помех в системах электроснабжения общего назначения. При соблюдении указанных норм обеспечивается ЭМС электрических сетей систем электроснабжения общего назначения и электрических сетей потребителей электрической энергии (приемников электрической энергии).

Установленные нормы качества являются обязательными во всех режимах работы систем электроснабжения общего назначения, кроме режимов, обусловленных:

- исключительными погодными условиями и стихийными бедствиями (ураган, наводнение, землетрясение и т. п.);

- непредвиденными ситуациями, вызванными действиями стороны, не являющейся электроснабжающей организацией и потребителем электроэнергии (пожар, взрыв, военные действия и т. п.);
- условиями, регламентированными государственными органами управления, а также связанными с ликвидацией последствий, вызванных исключительными погодными условиями и непредвиденными обстоятельствами.

Эти нормы подлежат включению в технические условия на присоединение потребителей электрической энергии и в договоры на пользование электрической энергией между электроснабжающими организациями и потребителями электрической энергии.

Установленные нормы применяют при проектировании и эксплуатации электрических сетей, а также при установлении уровней помехоустойчивости приемников электрической энергии и уровней кондуктивных электромагнитных помех, вносимых этими приемниками.

Определения

Рассмотрим наиболее часто употребляемые термины, относящиеся к качеству электроэнергии.

Система электроснабжения общего назначения — совокупность электроустановок и электрических устройств энергоснабжающей организации, предназначенных для обеспечения электрической энергией различных потребителей (приемников электрической энергии).

Электрическая сеть общего назначения — электрическая сеть энергоснабжающей организации, предназначенная для передачи электрической энергии различными потребителями (приемникам электрической энергии).

Центр питания — распределительное устройство генераторного напряжения электростанции или вторичного напряжения понижительной подстанции энергосистемы, к которым присоединены распределительные сети данного района.

Потребитель электрической энергии — юридическое или физическое лицо, осуществляющее пользование электрической энергией (мощностью).

Кондуктивная электромагнитная помеха в системе энергоснабжения — электромагнитная помеха, распространяющаяся по элементам электрической сети.

Фликер — субъективное восприятие человеком колебаний светового потока искусственных источников освещения, вызванных колебаниями напряжения в электрической сети, питающей эти источники.

Частота повторения изменений напряжения — число одиночных изменений напряжения в единицу времени.

Длительность изменения напряжения — интервал времени от начала одиночного изменения напряжения до его конечного значения.

Провал напряжения — внезапное понижение напряжения в точке электрической сети ниже 0,9 номинального значения, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня через промежуток времени от 10 мс до нескольких десятков секунд.

Импульс напряжения — резкое изменение напряжения в точке электрической сети, за которым следует восстановление напряжения до первоначального или близкого к нему уровня за промежуток времени до нескольких миллисекунд.

Амплитуда импульса — максимальное мгновенное значение импульса напряжения.

Временное перенапряжение — повышение напряжения в точке электрической сети выше 1,1 номинального значения продолжительностью более 10 мс, возникающее в системах электроснабжения при коммутациях или коротких замыканиях.

Показатели и нормы качества электрической энергии

Установлены два вида норм качества электрической энергии: нормально допустимые и предельно допустимые. Оценка соответствия показателей качества указанным нормам проводится в течение расчетного периода, равного 24 ч.

Приведем наиболее часто используемые показатели и нормы качества электрической энергии.

Отклонение напряжения характеризуется показателем установившегося отклонения напряжения, для которого установлены следующие нормы: нормально допустимые и предельно допустимые значения установившегося отклонения напряжения на выводах приемников электрической энергии равны соответственно ± 5 и ± 10 % номинального напряжения электрической сети.

Колебания напряжения характеризуются двумя показателями: размахом изменения напряжения и дозой фликера. Конкретные

значения этих показателей указаны в соответствующих нормативных документах по качеству электрической энергии, в частности в РД 153-34.0-15.501-00 «Методические указания по контролю и анализу качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

Предельно допустимые значения суммы установившегося отклонения напряжения δU_y и размаха изменений напряжения в точках присоединения к электрическим сетям напряжением 0,38 кВ равны 10 % номинального напряжения.

Предельно допустимое значение кратковременной дозы фликера P_{st} при колебаниях напряжения с формой, отличающейся от меандра, равно 1,38, а для длительной дозы фликера P_{Lt} при тех же колебаниях напряжения — 1,0. Кратковременную дозу фликера определяют на интервале времени наблюдения, равном 10 мин. Длительную дозу фликера определяют на интервале времени наблюдения, равном 2 ч.

Несинусоидальность напряжения характеризуется коэффициентами:

- искажения синусоидальности кривой напряжения;
- n -й гармонической составляющей напряжения.

Нормы приведенных показателей также устанавливаются в упомянутых методических указаниях.

Несимметрия напряжений характеризуется коэффициентами:

- несимметрии напряжений по обратной последовательности;
- несимметрии напряжений по нулевой последовательности.

Нормально допустимое и предельно допустимое значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности в точках общего присоединения к электрическим сетям равны 2,0 и 4,0 % соответственно. Допустимые значения данного коэффициента по нулевой последовательности аналогичны.

Отклонение частоты напряжения переменного тока в электрических сетях характеризуется показателем отклонения частоты, для которого установлены следующие нормы: нормально допустимое и предельно допустимое значения отклонения частоты равны $\pm 0,2$ и $\pm 0,4$ Гц соответственно.

Методическими указаниями предусматривается четкое установление и всех остальных показателей и норм качества электрической энергии:

- оценка соответствия показателей качества электрической энергии в условиях эксплуатации;
- требования к погрешностям измерений показателей качества электрической энергии;
- требования к интервалам усреднения результатов измерений показателей качества электрической энергии.

22.1. НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ БАЗА ДОКУМЕНТОВЕДЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ДОКУМЕНТЕ И СООБЩЕНИИ

В процессе решения большинства задач возникает потребность в каких-либо сведениях. Эти сведения, т. е. *информацию*, получают в готовом виде из определенных источников (документов), в которых эти сведения могут находиться. Классификация информации (рис. 22.1) предусматривает два вида информации: документальную, т. е. сведения об источниках, где могут находиться не-



Рис. 22.1. Классификация информации

обходимые данные (факты), и ф а к т о г р а ф и ч е с к у ю, т.е. собственно данные, пригодные для непосредственного использования.

Исходя из этого, **документоведение** — это научная дисциплина, изучающая в историческом развитии закономерности образования документов, способы их создания, становления и развития систем документации и систем документоведения. Важнейшей задачей документоведения является теоретическое обоснование процессов документационного обеспечения аппарата управления обществом.

Нормативно-методическую базу документоведения в Российской Федерации составляют :

- законодательные акты Российской Федерации в сфере информации и документации;
- указы и распоряжения Президента РФ, постановления и распоряжения правительства РФ, регламентирующие вопросы документационного обеспечения на федеральном уровне;
- правовые акты федеральных органов исполнительной власти (министерств, агентств и др.) как общепрофессионального, так и ведомственного характера;
- правовые акты органов власти субъектов Российской Федерации и их территориальных образований;
- правовые акты нормативного и инструктивного характера, методические документы организаций и предприятий;
- государственные стандарты на документацию;
- унифицированные системы документации;
- общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- государственная система документационного обеспечения управления;
- нормативные документы по организации управленческого труда и охране труда;
- нормативные документы по организации архивного хранения документов.

Документ — это зафиксированная на материальном носителе информация с реквизитами, позволяющими ее идентифицировать. Под р е к в и з и т о м понимается обязательный элемент оформления официального документа. Следует отметить, что в этом опреде-

лении не полностью раскрыты важные свойства документа как сообщения.

Для передачи и хранения информации используются различные знаки (символы), позволяющие представить ее в определенной форме. Этими символами могут быть слова и фразы человеческой речи, тексты, рисунки, математические знаки, формы колебаний и т. п. Совокупность знаков, отображающих ту или иную информацию, называется сообщением.

Так, например, при телеграфной передаче сообщением является текст телеграммы, представляющий собой последовательность отдельных знаков — букв и цифр. При разговоре по телефону сообщением выступает изменение во времени звукового давления, отображающее не только содержание, но и интонацию, тембр, ритм и другие свойства речи. При передаче движущихся изображений в телевизионных системах сообщение представляет собой изменение во времени яркости элементов изображения.

Таким образом, **сообщение** — это кодированный эквивалент события, зафиксированный источником информации и выраженный с помощью последовательности условных физических символов, образующих некоторую упорядоченную совокупность.

Переменные, функцией которых является сообщение, могут быть заданы следующим перечнем:

- целевая направленность сведений, отраженных в сообщении, определяющая область их применения;
- содержание сообщения, т. е. данные, отражаемые в сообщении и определяющие его практическую ценность;
- языки (алфавиты, правила, методы, алгоритмы, программы) преобразования информации (сведений и соответствующих им сообщений), в том числе при изменении носителя информации, устройств воспроизведения, фиксации, сбора, передачи, хранения, обработки, ввода-вывода сообщений;
- устройства, обеспечивающие взаимодействие источника и приемника при передаче-приеме сообщений, а также их обработку;
- способ сохранения (закрепления, записи) информации;
- носитель информации.

В основном используют следующие виды носителей: бумажные (для традиционных видов полиграфии); магнитные и магнитооптические (магнитные ленты, диски и др.); микрофильмовые и кинофотоматериалы; устройства отображения (табло для алфавитно-цифровой информации, экраны, самолинзы).

Документ как частный случай сообщения обладает всеми инвариантными свойствами информации, но в отличие от сообщения он имеет ряд свойств (функций и признаков), налагаемых на него сектором действительности в целях его последующего общественного использования.

Отсюда вытекают следующие свойства, которыми должно обладать сообщение, чтобы стать документом: **д о с т у п н о с т ь**, **п о д л и н н о с т ь** и **л е г и т и м н о с т ь**.

Одним из основополагающих понятий в документоведении является **качество документа**, под которым понимается совокупность присущих документу существенных признаков и особенностей, позволяющих выделить его из среды других предметов.

Признак документа — это показатель (параметр, атрибут), по которому можно определить тот или иной предмет как документ. Признаки документа подразделяют на внешние и внутренние.

Внешние признаки отображают форму и размер документа, носитель информации, способ записи, элементы оформления (реквизиты).

К **внутренним признакам** документа относятся его язык, стиль, юридическая и управляющая силы.

Конкретный набор реквизитов для каждого документа определяется его разновидностью. Однако существует группа элементов, присущих любому документу, поскольку они характеризуют его юридическую силу, т. е. позволяют его идентифицировать именно как документ, а не как сообщение. К их числу относятся: авторство, наименование вида документа, датирование, удостоверение, которые в совокупности с формой и размером документа, способом документирования и используемым носителем информации составляют **документообразующие признаки**.

Вид документа — это классификационное понятие, употребляемое для обозначения группы документов одного наименования, имеющих общее назначение и единую структуру построения. Например, протоколы это один вид, приказы — другой, отчеты — третий и т. д.

Разновидность документа — более узкое, частное понятие, которое детализирует, уточняет характер деятельности, документируемой тем или иным видом. Например, акт экспертизы, акт приемки, акт инвентаризации и т. д.

К **юридически значимым элементам** оформления документа относятся:

- наименование организации, являющейся автором документа;
- дата подписания, утверждения документа или того события, которое зафиксировано в документе;
- регистрационный номер документа, являющийся гарантией того, что он прошел все предусмотренные в организации стадии обработки, и подтверждением официального характера документа, его законности, отражения действительного мнения организации по тому или иному вопросу;
- подпись документа — она подтверждает ответственность поставившего ее лица за содержание, изложенное в документе. Ряд документов обретает юридическую силу только с момента их утверждения руководящими органами или должностными лицами организации, в компетентность которых входит решение вопросов, изложенных в документах;
- оттиск печати — применяется для заверения подписи должностного лица на некоторых видах документов и является дополнительным свидетельством подлинности документа и его принадлежности к указанному на документе наименованию организации.

Для обретения документом своего основного свойства — юридической и управленческой силы — он должен отвечать следующим требованиям:

- документ не должен противоречить действующему законодательству, нормативным и правовым актам, а также руководящим документам вышестоящих органов;
- орган, издавший данный документ, должен обладать соответствующей компетенцией, определяемой ему нормативно-правовыми актами;
- документ должен быть изготовлен и оформлен по определенной технологии.

Согласно Федеральному закону от 27 июля 2006 г. № 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и защите информации» информация может являться объектом публичных, гражданских и иных правовых отношений. Информация в зависимости от категории доступа к ней подразделяется на **общедоступную** и **конфиденциальную**, т.е. информацию, доступ к которой ограничен федеральными законами и другими официальными документами.

Информация в зависимости от порядка ее представления или распространения подразделяется на следующие категории:

- свободно распространяемая;
- предоставляемая по соглашению лиц, участвующих в соответствующих отношениях;
- подлежащая предоставлению или распространению в соответствии с федеральными законами;
- распространение которой ограничено или запрещено в Российской Федерации.

В целях защиты основ конституционного строя, нравственности, здоровья, прав и законных интересов граждан и других субъектов социума, обеспечения обороны страны и безопасности государства федеральными законами устанавливается ограничение доступа к информации. При этом действуют следующие общие правила:

1. Обязательным является соблюдение конфиденциальности информации, доступ к которой ограничен федеральными законами.

2. Защита информации, составляющей государственную тайну, осуществляется в соответствии с законодательством Российской Федерации о государственной тайне.

3. Информация, составляющая коммерческую, служебную или иную тайны, подлежит защите.

4. Информация, полученная гражданами при исполнении ими профессиональных обязанностей или организациями при осуществлении ими определенных видов деятельности, также подлежит защите.

5. Информация, составляющая профессиональную тайну, может быть предоставлена третьим лицам только в соответствии с федеральными законами или по решению суда.

6. Запрещается требовать от гражданина предоставление информации, касающейся его частной жизни, в том числе информации, составляющей его личную или семейную тайну.

22.3. СПОСОБЫ И СРЕДСТВА ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ НОСИТЕЛЕЙ ИНФОРМАЦИИ

В связи с прогрессом общественного развития и углублением дифференциации общества растет количество и разнообразие информации. Для сохранения и передачи информации человек стал

закреплять ее сначала с помощью письменности, затем книгопечатания, литографирования, фонозаписи, фотокопирования, кинозаписи, микрофильмирования, ЭВМ. В документоведении для определения процесса фиксирования информации посредством создания документа введено понятие «документирование».

Документирование — это запись информации на различных носителях по установленным правилам. Различают следующие способы документирования:

Текстовое документирование — наиболее древний способ фиксирования информации. Его становление и развитие неразрывно связано с возникновением письменности. С изобретением пишущей машинки появилась машинопись как метод текстового документирования. Машинопись быстро вытеснила ручные способы при окончательном оформлении и копировании документа. Однако и в настоящее время ручное текстовое документирование остается распространенным способом первоначального составления документа.

Техническое документирование является способом запечатления технической мысли. Технические документы — это обобщающее название документов, отражающих результаты строительного и технологического проектирования, конструирования, инженерных разработок и других работ по строительству зданий и сооружений и изготовлению изделий промышленного производства.

В соответствии с производственным назначением технические документальные материалы классифицируются на группы, отражающие описание:

- средств производства — конструкторская документация;
- зданий и сооружений — проектно-сметная документация;
- процессов труда — технологическая документация;
- результатов научных исследований — научно-техническая документация;
- явлений и процессов природы — документация, связанная с геодезией, картографией, гидрометеослужбой и др.;
- процессов, возникающих в сфере обращения и обслуживания.

В состав указанных групп могут входить различные графические и текстовые документы: чертежи, расчеты, технические описания, графики, технологические карты, проектные документы, картографические материалы и др.

Фотодокументирование — это создание с помощью фотографирования изобразительных документов, содержащих изображения каких-либо объектов.

Кинодокументирование — это создание изобразительных документов кинематографическим способом. Кинодокумент состоит из ряда отдельных фотоснимков — кадров, т. е. это комплекс изображений, полученных фотографическим путем.

Под **фонодокументированием (звукозаписью)** понимается создание документов, содержащих звуковую информацию, зафиксированную любой системой звукозаписи.

Аудиовидеодокументирование — это создание документов, содержащих изобразительную и звуковую информацию. Первый опыт создания таких документов связан с возникновением звукового кинематографа, а дальнейшее развитие — с созданием телевидения.

Машинное документирование является наиболее молодым способом фиксации информации. Отличительной особенностью данного способа является то, что он осуществляется с использованием специальных языков, т. е. языков, воспринимаемых ЭВМ.

Каждый из рассмотренных способов реализуется на практике специально созданными для этих целей средствами документирования.

Средства документирования можно подразделить на простые и сложные.

К **простым средствам документирования** относятся так называемые рукописные средства (карандаши, ручки и др.), которые в своем развитии прошли путь от резца первобытного художника и гусиного пера до фломастеров и современных перографов (самописцев).

В настоящее время создаются и совершенствуются механические и электромеханические средства (пишущие машинки, магнитофоны, диктофоны, фото-, кино-, видеотехника и др.). Широкое распространение получило документирование на основе компьютерной оргтехники (принтеры, плоттеры, программные продукты для персональных компьютеров), а также средства передачи и приема информации: телетайпы, факсимильные аппараты, передающие и принимающие текстовую и графическую информацию.

К **сложным средствам документирования** относятся средства репрографии и оперативной полиграфии, т. е. совокупности машин, предназначенных для копирования и тиражирования документов.

Средствами репрографии (копирования) являются средства фотокопирования, электрофотографии, термографии, электронно-

лучевого копирования, микрофильмирования и ризографического копирования.

В документоведении под **носителем документированной информации** понимается материальный объект, используемый для закрепления и хранения на нем речевой, звуковой или изобразительной информации, в том числе в преобразованном виде, т. е. носитель информации — это физический или материальный объект, в том числе физическое поле, в котором информация находит свое отображение в виде символов, образов, сигналов, технических решений и процессов.

Носители документированной информации классифицируются в зависимости от используемых способов документирования с учетом применяемых при этом средств.

Основным носителем документированной информации при текстовом и техническом документировании является бумага.

Одной из известных технологий накопления и хранения данных, информации и знаний является использование фотоматериалов и особенно фотографических микроформ. Фотографическая запись позволяет формировать коллекции микроизображений документов в виде микрофильмов и микрофишей, т. е. микроформ. Эта технология получила название «микрофильмирование». Под микрофильмированием понимается совокупность процессов изготовления, хранения, накопления и использования носителей микроизображений информации. Микроизображением считается изображение, которое можно прочитать только с помощью оптических средств при увеличении до 40 крат.

Основой кинодокументов является кинолента, представляющая собой многослойную полимерную систему.

Носителями информации при фонодокументировании могут быть магнитные ленты, фонографические валики, грампластинки.

К современным машинным носителям документной информации относятся: магнитные ленты, дисковые носители (магнитные, оптические, магнитооптические), твердотельные (голографические и флэш-носители).

Магнитные ленты представляют собой гибкие пластмассовые ленты с ферромагнитным покрытием. Наибольшее распространение получили магнитные ленты шириной 12,7 мм.

В компьютерных технологиях используют накопители с технологией магнитной записи-считывания данных на магнитной ленте — стримеры (англ. streaming type), позволяющие записывать на одну кассету от десятков мегабайт до сотен гигабайт.

Наибольшую популярность до сих пор сохраняют **дисковые накопители**. Выделяют гибкие и жесткие, сменные и несменные магнитные, магнитооптические и оптические диски и дискеты. Магнитный диск (дискета) — это носитель информации в виде алюминиевого или пластмассового диска, покрытого магнитным слоем. Жесткие магнитные диски предназначены для накопления и постоянного хранения информации, часто используемой в работе. Они представляют собой пакет жестко скрепленных между собой нескольких алюминиевых дисков, размещенных в герметичном корпусе.

Первыми из оптических накопителей появились компактные лазерные диски. Стандартная емкость такого компактного диска (CD) диаметром 120 мм составляет 700 Мбайт (80 мин). CD-накопители подразделяются на диски:

- только для чтения (англ. Compact Disk — Read Only Memory — CD-ROM) с предварительно (заводским методом) записанной на него информацией;
- для однократной записи (англ. Compact Disk Recordable — CD-R);
- многократной перезаписи (англ. Compact Disk ReWritable — CD-RW).

Цифровой универсальный диск (англ. Digital Versatile Disc — DVD) применяется для накопления видеоизображений и больших объемов любой компьютерной информации.

К **твердотельным накопителям** относятся голографические накопители, флэш-память и др. Технология флэш-памяти появилась в 1988 г. Носитель информации (накопитель) представляет собой микросхему с электронной энергонезависимой памятью, способную хранить записанную информацию в течение неограниченного времени и сохранять свое состояние до подачи на выводы электрического сигнала иной полярности.

22.4. ТИПЫ ДОКУМЕНТОВ И ТРЕБОВАНИЯ К ИХ СОСТАВЛЕНИЮ

По происхождению различают документы: личные и официальные. **Личные сообщения**, например, личная переписка, дневники, воспоминания личного характера, создаются вне сферы служебной деятельности человека и официальными документами не являются.

Официальный документ создается юридическим или физическим лицом с обязательным оформлением и удостоверением в установленном порядке. Делопроизводственные службы, как правило, работают только с официальными документами. Среди официальных документов выделяют группу личных: удостоверяющих личность (паспорт), специальность, образование (диплом, аттестат), трудовой стаж (трудовая книжка) и т. д.

По способу документирования различают документы: рукописные — текстовые, графические; фотодокументы; фонодокументы; кинодокументы; видеодокументы; документы, созданные с помощью компьютерной техники.

По месту составления документы подразделяют на входящие (поступающие); исходящие (отправляемые из организации); внутренние (создаваемые и используемые для обеспечения внутренних связей данной организации).

По форме представления документы делят на подлинники (оригиналы), копии и дубликаты.

Подлинник (оригинал) — это первый (или единичный) экземпляр официального документа, обладающий юридической силой.

Копия документа может быть факсимильной или свободной. Копии могут воспроизводить часть текста документа (выписки) или весь документ. **Факсимильная копия** полностью воспроизводит содержание документа и все его внешние признаки — содержащиеся в подлиннике реквизиты (включая подпись и печать). Факсимильная копия изготавливается на копировальной технике с использованием фотографии и аппарата факсимильной связи. **Свободная копия** создается на пишущих машинках, содержит все реквизиты документа, но не обязательно повторяет его форму.

Копии, заверенные в установленном порядке, имеют такую же юридическую силу, как и подлинники. Копии, заверенные нотариусом, называются **нотариальными**.

Дубликат — это копия официального документа, имеющая юридическую силу подлинника и сопровождаемая отметкой «Дубликат». Дубликат выдают взамен утраченного подлинного документа (диплома, аттестата, паспорта).

По степени подлинности документы могут быть подлинными и подложными (фальсифицированными).

Документ, в котором содержатся признаки, свидетельствующие о его подлинности (например, сведения об авторе, времени и месте создания, наличие подписи автора и заверение ее отпечатком печати), считается **подлинным**. Однако эти признаки являются и основными объектами фальсификации.

Подложные (фальсифицированные) документы появились, как только документ стал использоваться для доказательства тех или иных фактов. Например, фальшивые расписки, подложные завещания и др. Наиболее часто встречаются следующие способы подделки документов: подлог — замена одного документа другим; интерполяция — подложная вставка в текст подлинного документа; подделка отдельных слов и реквизитов (подписей, дат, оттисков печатей и т. д.).

По срокам хранения документы подразделяются на следующие виды: постоянного хранения; временного хранения (до 10 лет); долговременного хранения (свыше 10 лет).

В зависимости от сферы деятельности выделяют следующие виды официальных документов: управленческие и технические.

Управленческие документы подразделяют на организационные, распорядительные и информационно-справочные. **Организационные документы** служат правовой основой деятельности организации. **Распорядительные документы** предназначены для регулирования деятельности организации. Информация о фактическом положении дел в системе управления содержится в различных источниках, но важнейшее место среди них занимают **информационно-справочные документы**.

Техническая документация — это система текстовых и графических документов, содержащих информацию о технических изделиях, технических и технологических процессах и т. д. Наиболее широко используются следующие виды технической документации:

- научно-исследовательская, которая создается в процессе проведения научных исследований в различных отраслях науки и техники, а также выполнения теоретических и прикладных научно-технических разработок;
- конструкторская — включает в себя графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта;
- технологическая — совокупность графических и текстовых технических документов, которые отдельно или в комплексе определяют процесс изготовления изделий промышленного производства или процесс сооружения объектов капитального строительства;
- проектно-сметная — создается при решении вопросов о возведении, реконструкции и ремонте объектов капитального строительства.

Требования к составлению и оформлению управленческих документов закрепляются в государственных стандартах. Среди систем управленческой документации, используемых для документирования различных управленческих действий, особое значение имеет система организационно-распорядительной документации. Документы, входящие в эту систему, применяются в учреждениях и организациях всех уровней управления, направлений деятельности и форм собственности.

Требования к составлению и оформлению технической документации определены соответствующими стандартами. Например, конструкторская документация регламентируется стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), технологическая документация — стандартами Единой системы технологической документации (ЕСТД).

ЕСКД — это комплекс стандартов, устанавливающих взаимосвязанные нормы и правила по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (проектирования, изготовления, эксплуатации, ремонта и т. д.). Основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

Стандарты ЕСКД распространяются на изделия машино- и приборостроения. Установленные стандартами ЕСКД нормы и правила распространяются на следующую документацию:

- все виды конструкторских документов;
- учетно-регистрационная документация для конструкторских документов;
- документация по внесению изменений в конструкторские документы;
- нормативно-техническая, технологическая, программная документация, а также научно-техническая и учебная литература в той части, в которой они могут быть для них применимы и не регламентируются другими стандартами и нормативами, например форматы и шрифты для печатных изданий и т. п.

Установленные в стандартах ЕСКД нормы и правила распространяются на указанную документацию, разработанную предприятиями и предпринимателями (субъектами хозяйственной деятельности), в том числе научно-техническими, инженерными обществами и другими общественными объединениями.

Классификация документов. В документоведении используется следующее определение: «Классификация — это разделение множества объектов на подмножества по их сходству или различию в соответствии с принятыми методами».

Так как функционирование аппарата управления невозможно без документооборота и организованной работы с документами, то классификация документов является не только научной, но и важнейшей прикладной задачей. Кроме того, классификация представляет собой также средство построения систем хранения и поиска информации.

При построении систем классификации документов используются следующие термины и определения.

Признак классификации — признак, по которому осуществляется деление данного множества на подмножества.

Значение признака классификации — конкретное количественное или качественное выражение признака классификации.

Классификационная группировка — подмножество, полученное в результате разделения заданного множества по одному или нескольким признакам классификации.

Кодовый алфавит — конечное множество кодовых знаков, из которых по определенным правилам составляются кодовые обозначения.

Код — совокупность кодовых обозначений.

Кодовое обозначение — обозначение объекта классификации (признака, значения признака, классификационной группировки) знаком или группой знаков в соответствии с принятым методом кодирования.

Метод (правило) кодирования — метод образования и присвоения кодового обозначения объекту классификации, а также признаку, значению признака, классификационной группировке.

Структура кодового обозначения — порядок расположения знаков в кодовом обозначении.

Длина кодового обозначения — количество знаков в кодовом обозначении.

Классификатор, классификационная схема — систематизированный перечень наименований объектов классификации, признаков, значений признаков, классификационных группировок и их кодовых обозначений.

Системы классификации и кодирования документации. В условиях автоматизации процессов управления и применения современных информационных технологий единицей хранения, обработки, информационного обмена и поиска является не только документ в целом, но и его элементы: реквизиты и отдельные элементы его содержания. Таким образом, возникла потребность в классификации этих отдельных элементов как самостоятельных объектов.

Для автоматизации обработки не только основных информационных сообщений и документов, но и всех видов информации, используемой в управлении, разработан специальный инструмент классификации — стандартный язык формализованного описания данных. Была разработана Единая система классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации. Эта система состоит из общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации, средств их ведения, а также нормативных и методических документов по их разработке и применению.

В частности, в Общероссийском классификаторе информации об общероссийских классификаторах закреплена общая классификация классификаторов технико-экономической и социальной информации, в соответствии с которой все общероссийские классификаторы распределены на следующие группы в зависимости от вида информации, для которой они предназначены:

- социальная информация;
- информация по организации экономики;
- информация о продукции, видах экономической деятельности и оказываемых услугах;
- информация о природных и трудовых ресурсах;
- информация о финансово-кредитной сфере;
- информация об управленческой документации, показателях и единицах измерения;
- информация о стандартах и технологических процессах;
- прочие виды технико-экономической и социальной информации.

Общероссийские классификаторы разрабатываются для обеспечения:

- сопоставимости данных в различных областях и уровнях хозяйственной деятельности;
- совместимости с международными классификаторами;

- информационной связи с действующими общероссийскими классификаторами;
- использования их в общероссийских унифицированных формах документов.

Общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации относятся к нормативным документам и по своему статусу соответствуют государственным (федеральным) стандартам Российской Федерации.

Унифицированные системы документации. Классификаторы технико-экономической и социальной информации, кроме реализации универсального формализованного языка описания данных, в информационном обеспечении управления выполняют еще ряд важных функций. Большой объем информации, заложенной в классификаторах, является основой для создания различными ведомствами своих реестров и регистров справочно-информационных массивов. Классификаторы технико-экономической и социальной информации также являются базой для осуществления как формальной, так и содержательной унификации документов управления.

Важное значение имеет Общероссийский классификатор управленческой документации, который представляет собой номенклатуру унифицированных систем документации и форм документов. Он содержит наименование видов документов и их коды, которые являются идентификаторами форм документов и в обязательном порядке указываются на бланках.

Система документации — это совокупность документов, взаимосвязанных по признакам: происхождения, назначения, вида, сферы деятельности (применения), единых требований к их оформлению.

В делопроизводстве различных организаций соотношение документов из различных систем документации является неодинаковым, так как это зависит от направлений деятельности конкретной организации. Однако в деятельности любой организации используются документы, регламентирующие исполнительскую, распорядительную и организационную деятельность, которые унифицированы.

Унифицированная система документации — это система документации, созданная по единым правилам и требованиям, содержащая информацию, необходимую для управления в определенной сфере деятельности. Применение унифицированных форм в практике управления позволяет получить значительный экономический эффект за счет снижения затрат на составление и оформ-

ление документов, их передачу и обработку; ускорения прохождения документов; оптимизации документооборота.

В состав унифицированной системы документации входят системы:

- банковской документации;
- финансовой, учетной и отчетной бухгалтерской документации;
- отчетно-статистической документации;
- документации по труду;
- документации Пенсионного фонда Российской Федерации;
- внешнеторговой документации;
- организационно-распорядительной документации.

Универсальная система организационно-распорядительной документации имеет особое значение, так как все делопроизводительные службы работают с ее документами независимо от направления деятельности любой организации и ее организационно-правовой формы.

Заключение

Дисциплина «Метрология, стандартизации, сертификация и техническое регулирование», как следует из самого названия, является комплексной и состоящей из четырех разделов, каждый из которых может фактически представлять самостоятельную дисциплину.

Главная цель настоящего учебника состоит в том, чтобы не только изложить основы теории и практики указанных разделов дисциплины и сообщить необходимые первичные сведения, но и развить у студентов представление о взаимосвязи этих разделов как направлений науки и техники, решающих общую важнейшую задачу обеспечения качества продукции на всех этапах ее жизненного цикла.

Основным отличием настоящего учебника от ранее изданных является наличие в нем нового раздела, посвященного вопросам технического регулирования в соответствии с новым Федеральным законом, а также глав, в которых рассмотрены вопросы электромагнитной совместимости технических средств, нормы качества электрической энергии и техническое документооборот.

К сожалению, ограниченный объем учебника не позволил в должной мере рассмотреть более подробно ряд тем, входящих в состав каждого из указанных разделов. К таким темам можно отнести вопросы законодательной и прикладной метрологии, обеспечения точности измерений, стандартизации, сертификации и технического регулирования в конкретных отраслях производства и др.

Автор надеется, что материалы, изложенные в учебнике, явятся фундаментом, на основе которого студенты, используя указанную и другую новейшую литературу, смогут самостоятельно изучать интересующие их вопросы, а также успешно осваивать дисциплины учебного плана, для которых данная дисциплина является базовой.

Список литературы

1. **Федеральный** закон РФ «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ.
2. **Федеральный** закон РФ от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
3. **Государственная** система стандартизации. Сборник стандартов ГОСТ Р 1.0—2004, ГОСТ Р 1.1—2004, ГОСТ Р 1.2—2004, ГОСТ Р 1.4—2004, ГОСТ Р 1.5—2004, ГОСТ Р 1.8—2004, ГОСТ Р 1.9—2004, ГОСТ Р 1.12—2004.
4. **ГОСТ 8.057—80** «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения».
5. **ГОСТ 8.417—2002** «ГСИ. Единицы величин».
6. **ГОСТ 8.566—2011** «ГСИ. Межгосударственная система данных о физических константах и свойствах веществ и материалов. Основные положения».
7. **ГОСТ Р 40.002—2000** «Система сертификации ГОСТ Р. Регистр систем качества. Основные положения».
8. **ГОСТ 2.004—88** «ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ».
9. **ГОСТ Р 7.0.8—2013** «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения».
10. **ГОСТ Р 6.30—2003** «Унифицированные системы документации. Унифицированная система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов».
11. Аналоговые электроизмерительные приборы : учеб. пособие / [Е. Г. Бишард, Е. А. Киселева, Г. П. Лебедев и др.]. — М. : Высш. шк., 1991.
12. *Бардаев Э. А.* Документоведение : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Э. А. Бардаев, В. Б. Кравченко. — М. : Издательский центр «Академия», 2009.
13. *Брянский Л. Н.* Метрология. Шкалы, эталоны, практика / Л. Н. Брянский, А. С. Дойников, Б. Н. Крупин. — М. : ВНИИФТРИ, 2004.
14. *Дегтярев А. А.* Метрология : учеб. пособие для вузов / А. А. Дегтярев и др. — М. : Академический проект, 2006.
15. *Крылова Г. Д.* Основы стандартизации, сертификации, метрологии : учебник / Г. Д. Крылова. — М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
16. *Лившиц И. М.* Основы стандартизации, метрологии, сертификации : учебник / И. М. Лившиц. — М. : Юрайт-М, 2001.

17. Метрология и электрорадиоизмерения в телекоммуникационных системах : учебник / [В. И. Нефедов, В. И. Хахин, Е. В. Федорова и др.] ; под ред. В. И. Нефедова. — М. : Высш. шк., 2001.
18. Метрология. Основные термины и определения РМГ 29-999. ИПК. — М. : Изд-во стандартов, 2000.
19. Мир измерений : информационный и производственно-практический журнал. — М. : Стандарты и качество. — № 2. — 2001, 2002.
20. *Панфилов В. А.* Электрические измерения : учебник / В. А. Панфилов. — М. : Издательский центр «Академия», 2015.
21. Приборы : научно-технический, производственный и справочный журнал. — М. : Международное НТО приборостроителей и метрологов. — № 3, № 9. — 2001.
22. *Раннев Г. Г.* Методы и средства измерений : учебник / Г. Г. Раннев, А. П. Тарасенко. — М. : Издательский центр «Академия», 2010.
23. *Сергеев А. Г.* Метрология / А. Г. Сергеев, В. В. Крохин. — М. : Логос, 2000.
24. *Тартаковский Д. Ф.* Метрология, стандартизация и технические средства измерений : учебник / Д. Ф. Тартаковский, А. С. Ястребов. — М. : Высш. шк., 2001.
25. *Харт Х.* Введение в измерительную технику : [пер. с нем.] / Х. Харт. — М. : Мир, 1999.
26. *Шишмарев В. Ю.* Измерительная техника : учебник / В. Ю. Шишмарев. — М. : Издательский центр «Академия», 2014.
27. *Шишмарев В. Ю.* Средства измерений : учебник / В. Ю. Шишмарев. — М. : Издательский центр «Академия», 2013.
28. *Шишмарев В. Ю.* Технические измерения и приборы: учебник / В. Ю. Шишмарев. — М. : Издательский центр «Академия», 2012.
29. *Шишмарев В. Ю.* Электрорадиоизмерения : учебник / В. Ю. Шишмарев, В. И. Шанин. — М. : Издательский центр «Академия», 2011.
30. <http://www.gumer.info>.
31. <http://www.stroyinf.ru>.
32. <http://metrologiya.ru>.
33. <http://www.standard.ru>.
34. <http://www.rgtr.ru>.
35. <http://www.metrob.ru>.
36. <http://www.certificon.ru>.
37. <http://www.minprom.gov.ru>.

Оглавление

Условные обозначения	4
Предисловие	6
Введение.....	7
Раздел I. ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ	11
Глава 1. Основные понятия технического регулирования.....	12
1.1. Федеральный закон «О техническом регулировании»	12
1.2. Основные понятия технического регулирования.....	15
1.3. Принципы технического регулирования	18
Глава 2. Технические регламенты.....	20
2.1. Цели принятия технических регламентов.....	20
2.2. Содержание технических регламентов.....	21
Глава 3. Государственный контроль (надзор) за соблюдением технических регламентов	25
3.1. Органы и объекты государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов	25
3.2. Полномочия и ответственность органов государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов	26
3.3. Права органов государственного контроля (надзора) при получении информации о несоответствии продукции требованиям технических регламентов	27
3.4. Информация о технических регламентах и документах по стандартизации.....	29
Раздел II. МЕТРОЛОГИЯ	31
Глава 4. Государственная метрологическая служба России.....	32
4.1. Законодательство Российской Федерации в области обеспечения единства измерений	32
4.2. Основные понятия в области измерений.....	34
4.3. Организационные основы метрологического обеспечения.....	37

4.4.	Метрологические службы федеральных органов управления, на предприятиях и в организациях.....	39
4.5.	Государственное регулирование в области обеспечения единства измерений.....	42
4.6.	Международные метрологические организации.....	46
Глава 5.	Физические величины и их единицы	49
5.1.	Виды физических величин и единиц.....	49
5.2.	Системы единиц физических величин.....	51
5.3.	Международная система единиц физических величин.....	56
5.4.	Определение содержания единиц системы СИ.....	59
5.5.	Эталонная база России.....	64
Глава 6.	Методы и средства получения измерительной информации	69
6.1.	Общие положения.....	69
6.2.	Методы измерений.....	72
	Классификация методов измерений.....	72
	Основные структурные схемы электрических измерительных приборов.....	73
	Структурные схемы электрических приборов для измерения электрических величин.....	74
	Структурные схемы электрических приборов для измерения неэлектрических величин.....	76
	Мостовые схемы.....	77
	Оценка точности измерительных приборов методом непосредственной оценки.....	78
	Оценка точности измерительных приборов, работающих по методу сравнения.....	80
6.3.	Средства измерений и их классификация.....	81
6.4.	Государственная система обеспечения единства измерений.....	87
Глава 7.	Метрологические показатели измерений	91
7.1.	Основные термины и определения.....	91
7.2.	Причины возникновения и способы исключения систематических погрешностей.....	95
7.3.	Оценка случайных погрешностей.....	97
7.4.	Погрешности средств измерений.....	101
	Основные термины и определения.....	101
	Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.....	103

Основная погрешность.....	105
Дополнительная погрешность.....	106
Динамическая погрешность.....	107
7.5. Классы точности средств измерений.....	108
7.6. Методы поверки и калибровки.....	110
7.7. Метрологическая надежность средств измерений. Основные понятия теории метрологической надежности.....	114
Раздел III. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СИСТЕМАХ.....	119
Глава 8. Измерение токов и напряжений.....	120
8.1. Единство и различие амперметров и вольтметров.....	120
8.2. Измерение постоянных токов и напряжений.....	122
8.3. Измерение действующих значений переменных токов и напряжений.....	123
8.4. Измерение средних и амплитудных значений переменного тока.....	125
8.5. Измерение малых токов и напряжений. Нулевые указатели	127
8.6. Электронные аналоговые вольтметры.....	128
8.7. Цифровые измерительные приборы.....	130
Глава 9. Измерение параметров электрических цепей.....	134
9.1. Измерение сопротивлений.....	134
Измерение сопротивлений методом амперметра—вольтметра.....	134
Измерение сопротивлений омметрами.....	136
Измерение сопротивлений мостовыми методами.....	139
9.2. Измерение сопротивления изоляции. Определение места повреждения изоляции в кабелях.....	146
9.3. Измерение емкости и индуктивности.....	150
Глава 10. Измерение электрических параметров диодов, транзисторов и интегральных схем.....	153
10.1. Основные сведения.....	153
10.2. Измерение параметров полупроводниковых приборов.....	154
10.3. Измерение прямых токов через $p-n$ -переходы диодов и транзисторов.....	155
10.4. Измерение обратных токов $p-n$ -переходов диодов и транзисторов.....	156
10.5. Измерение статических параметров транзисторов.....	158
10.6. Измерение емкостей полупроводниковых приборов.....	161

10.7. Измерение импульсных параметров полупроводниковых диодов.....	163
10.8. Измерение импульсных параметров транзисторов.....	165
10.9. Измерение электрических параметров интегральных схем	167
Глава 11. Автоматические и компьютерные измерительные приборы и системы	178
11.1. Основные сведения	178
11.2. Микропроцессорные измерительные системы	179
11.3. Компьютерно-измерительные системы.....	181
11.4. Автоматические измерительные приборы и системы.....	184
Раздел IV. НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ	189
Глава 12. Основные цели и принципы стандартизации.....	190
12.1. Законодательные основы стандартизации	190
12.2. Цели стандартизации.....	192
12.3. Принципы стандартизации	194
12.4. Приоритетные направления и объекты стандартизации	196
12.5. Стандартизация оборонной продукции.....	199
12.6. Стандартизация в рыночных условиях.....	201
12.7. Эффективность стандартизации.....	202
Глава 13. Методология и организация работ по стандартизации.....	206
13.1. Организация работ по стандартизации.....	206
13.2. Документы в области стандартизации	209
13.3. Виды стандартов.....	210
13.4. Международное сотрудничество в области стандартизации.....	212
13.5. Выполнение условий присоединения России к ВТО	213
13.6. Сближение статусов национальных и международных стандартов	217
Глава 14. Информационное, правовое и кадровое обеспечение стандартизации.....	219
14.1. Информация о документах в области стандартизации, их опубликование и распространение.....	219
14.2. Создание и обеспечение функционирования государственной системы каталогизации продукции	220
14.3. Классификация и кодирование технико-экономической и социальной информации	223

14.4. Разработка и применение технических условий.....	224
14.5. Государственный контроль и надзор за соблюдением стандартов	226
14.6. Подготовка, переподготовка и повышение квалификации персонала	227
Раздел V. СЕРТИФИКАЦИЯ (ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ)	229
Глава 15. Основные цели и принципы сертификации	230
15.1. Основные положения.....	230
15.2. Принципы и формы подтверждения соответствия	232
15.3. Термины и определения	234
Глава 16. Добровольное подтверждение соответствия	236
16.1. Назначение и объекты добровольного подтверждения соответствия	236
16.2. Система добровольной сертификации	237
16.3. Сертификат и знак соответствия в системе добровольной сертификации.....	240
Глава 17. Обязательное подтверждение соответствия	242
17.1. Общие положения	242
17.2. Декларирование соответствия	243
17.3. Сертификаты	246
17.4. Организация обязательной сертификации	248
Глава 18. Схемы и системы сертификации продукции	251
18.1. Схемы сертификации продукции	251
18.2. Сертификация работ и услуг	256
18.3. Система сертификации средств измерений.....	260
18.4. Сертификация производств	261
18.5. Сертификация систем качества.....	263
18.6. Экологическая сертификация	264
Глава 19. Международная сертификация	268
19.1. Сертификация в отдельных странах.....	268
19.2. Сертификация на региональном уровне	270
19.3. Сертификация на международном уровне.....	274
Глава 20. Стандартизация и сертификация компьютерных систем	280
20.1. Стандартизация и сертификация компьютеров.....	280

20.2. Стандартизация программного обеспечения.....	282
20.3. Сертификация программного обеспечения	285
Глава 21. Электромагнитная совместимость технических средств и нормы качества электрической энергии	287
21.1. Электромагнитная совместимость технических средств, используемых на промышленных предприятиях.....	287
21.2. Нормы качества электрической энергии.....	289
Общие положения	289
Определения	290
Показатели и нормы качества электрической энергии.....	291
Глава 22. Техническое документоведение	294
22.1. Нормативно-методическая база документоведения и основные понятия о документе и сообщении	294
22.2. Отличительные свойства, признаки и конфиденциальность документа	297
22.3. Способы и средства документирования. Классификация носителей информации	299
22.4. Типы документов и требования к их составлению	303
22.5. Классификация документов и системы документации	307
Заключение	311
Список литературы	312

Учебное издание

Шишмарёв Владимир Юрьевич
Метрология, стандартизация, сертификация
и техническое регулирование

Учебник

6-е издание, исправленное

Редактор *Л. В. Толочкова*
Технический редактор *Е. Ф. Коржуева*
Компьютерная верстка: *Г. Ю. Никитина*
Корректор *А. П. Сизова*

Изд № 706215816. Подписано в печать 29.02.2016. Формат 60×90/16.
Гарнитура «Балтика». Усл. печ. л. 20,0. Заказ №

ООО «Издательский центр «Академия». www.academia-moscow.ru
129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1.
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 16679 от 25.05.2015.