



С.И. Петров

Метрология, стандартизация и сертификация

Омск 2012

**Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство морского и речного транспорта**

**Омский институт водного транспорта (филиал)
федерального бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Новосибирская государственная академия водного транспорта»
Кафедра электротехники и электрооборудования**

С.И. Петров

Метрология, стандартизация и сертификация

Учебное пособие

Омск 2012

УДК 006.91
ББК 30.10я73
П 30

Рецензенты:

Зав. каф. Метрологии и приборостроения ОмГТУ
д.т.н., профессор В.И. Глухов;
Зав. каф. Теоретической электротехники ОмГУПС
д.т.н., доцент А.А. Кузнецов

Работа одобрена учебно-методическим советом филиала в качестве учебного пособия по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» для студентов специальностей 180407, 140400, 190700 (Протокол № 7 от 26.04.2012 г.)

Петров, С.И. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учеб. пособие / С.И. Петров. – Омск: ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО «НГАВТ», 2012. – 154 с., [1].

В учебном пособии изложены научно-технические и нормативно-методические основы метрологии, стандартизации и сертификации продукции и услуг. Приведены характеристики средств измерений, даны рекомендации по подготовке и проведению метрологического эксперимента. Особое внимание уделено классификации основных видов погрешностей и способам их учета или исключения.

Подробно рассмотрена классификация единиц физических величин и шкал измерений. Описана методика обработки однократных и многократных наблюдений и установления действительного значения измеряемой величины. Приведены конструкция и принцип действия средств измерений электрических и неэлектрических величин.

Изложены основы государственной системы стандартизации; порядок разработки и принципы построения стандартов; основные понятия, цели и принципы сертификации; правила и порядок проведения сертификации.

Большое количество контрольных вопросов и задач дает возможность студентам закрепить лекционный материал и осуществить самоконтроль.

Учебное пособие предназначено для студентов, обучающихся по специальностям 180407 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» (специалист), 140400 «Электроэнергетика и электротехника» (бакалавр) и 190700 «Технология транспортных процессов» (бакалавр).

© ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО
«НГАВТ», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 МЕТРОЛОГИЯ и МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ	8
1.1 Основные понятия и задачи метрологии.....	8
1.2 Основы технических измерений.....	11
1.2.1 Единицы физических величин.....	11
1.2.2 Шкалы измерений.....	13
1.2.3 Виды и методы измерений.....	15
1.2.4 Классификация средств измерений.....	17
1.2.5 Метрологические характеристики средств измерений.....	20
1.3 Погрешности измерения.....	21
1.3.1 Погрешности по форме выражения.....	22
1.3.2 Нормирование погрешностей. Класс точности.....	23
1.3.3 Погрешности по характеру изменения.....	25
1.3.4 Погрешности по причине возникновения.....	26
1.3.5 Погрешности, зависящие от режима работы.....	28
1.4 Обработка результатов измерений.....	28
1.4.1 Обработка результатов прямых однократных измерений.....	28
1.4.2 Обработка результатов прямых многократных наблюдений.....	30
1.5 Электрический сигнал и формы его представления.....	35
1.6 Масштабные измерительные преобразователи.....	37
1.7 Электромеханические приборы.....	38
1.7.1 Конструкция и принцип работы.....	38
1.7.2 Магнитоэлектрические приборы.....	41
1.7.3 Электромагнитные приборы.....	41
1.7.4 Электродинамические приборы.....	42
1.7.5 Индукционные приборы.....	43
1.7.6 Омметры.....	44
1.8 Электронные приборы.....	45
1.8.1 Электронные вольтметры.....	45
1.8.2 Электронно-лучевые осциллографы.....	47
1.9 Методы и средства измерений неэлектрических величин.....	50
1.9.1 Магнитные измерения.....	50
1.9.2 Электрические измерения неэлектрических величин.....	51
1.10 Цифровые измерительные приборы.....	54
1.11 Применение вычислительной техники при измерениях.....	55
1.12 Задачи для самостоятельного решения.....	57
Задача 1. Расчет инструментальных погрешностей.....	57
Задача 2. Выбор средства измерения.....	58
Задача 3. Поверка средства измерения.....	59
Задача 4. Расчет методической и личностной погрешностей.....	61

Задача 5. Определение доверительного интервала истинного значения	64
Задача 6. Расчет сопротивлений масштабных преобразователей....	65
Задача 7. Измерение несинусоидального напряжения.....	68
1.13 Основы метрологического обеспечения.....	71
1.14 Правовые основы обеспечения единства измерений	72
1.15 Основные положения Закона РФ об обеспечении единства измерений.....	73
1.16 Структура и функции метрологической службы.....	75
1.17 Международные метрологические организации	77
1.18 Государственный метрологический контроль и надзор	78
1.19 Метрологическое обслуживание средств измерений.....	80
1.19.1 Поверка средств измерений	80
1.19.2 Калибровка средств измерений	83
2 СТАНДАРТИЗАЦИЯ.....	85
2.1 Исторические основы развития стандартизации	85
2.2 Основные положения и правовые основы стандартизации.....	86
2.3 Международные организации по стандартизации	88
2.4 Государственная система стандартизации РФ.....	90
2.5 Категории стандартов	91
2.6 Виды стандартов	94
2.7 Методы стандартизации	96
2.8 Определение оптимального уровня унификации и стандартизации	99
2.9 Комплексная и опережающая стандартизация	101
2.10 Порядок разработки и принципы построения стандартов.....	102
2.11 Научная база стандартизации	105
2.12 Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов.....	107
3 СЕРТИФИКАЦИЯ	110
3.1 Исторические основы развития сертификации.....	110
3.2 Роль сертификации в повышении качества продукции	111
3.3 Основные понятия, цели и принципы сертификации	113
3.4 Системы сертификации	115
3.5 Схемы сертификации продукции	117
3.6 Схемы сертификации работ и услуг.....	118
3.7 Качество продукции и защита потребителей.....	120
3.8 Подтверждение соответствия	121
3.9 Добровольная сертификация	124
3.10 Обязательная сертификация	126
3.11 Правила и порядок проведения сертификации.....	131
3.12 Органы по сертификации и испытательные лаборатории.....	133
3.13 Цели и принципы аккредитации.....	134

3.14 Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий	136
3.15 Сертификация систем качества	138
3.16 Сертификация услуг	140
3.17 Развитие сертификации на международном, региональном и национальном уровнях	142
3.17.1 Международная сертификация.....	142
3.17.2 Региональная сертификация	143
3.17.3 Национальные организации по сертификации	144
ПРИЛОЖЕНИЕ Основные аббревиатуры и принятые сокращения	146
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ	147
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	154

ВВЕДЕНИЕ

Метрология, стандартизация и сертификация – это три взаимосвязанные области знаний, которые являются важными инструментами в решении большинства задач науки и техники, обеспечении качества продукции и услуг. Роль этих областей особенно возросла после введения в 1992–1993 годах законов «О защите прав потребителей», «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг», «Об обеспечении единства измерений». Эти законы устанавливают правовые основы стандартизации, обязательной и добровольной сертификации продукции и услуг в Российской Федерации, а также основные принципы метрологической деятельности в стране.

За рубежом давно пришли к выводу, что успех бизнеса определяется, прежде всего, качеством продукции и услуг. Качество является основным фактором реализации товара по выгодной цене. Отсюда вывод: овладение методами обеспечения качества, базирующимися на триаде – метрология, стандартизация, сертификация, является одним из главных условий выхода поставщика на рынок с конкурентноспособной продукцией (услугой), а значит и коммерческого успеха. Строго следовать требованиям стандартов сегодня недостаточно, необходимо подкреплять выпуск товара и оказание услуги сертификатом безопасности или качества. Внедрение стандартов серии ИСО 9000 требует обеспечения качества на различных стадиях производства, обслуживания и снабжения практически во всех отраслях. Стандарты серии ИСО 14000 установили требования к системам менеджмента с точки зрения защиты окружающей среды и безопасности продукции.

Метрология – наука об измерениях, а измерения – один из важнейших путей познания. Наука, промышленность, экономика не могут существовать без измерений. На основе измерений получают информацию о свойствах сырья, материалов, орудий производства, о состоянии производственных, экономических и социальных процессов. Практически нет ни одной сферы деятельности человека, где бы интенсивно не использовались результаты измерений, испытаний и контроля. Примерно 15% затрат общественного труда и до 9% валового национального продукта расходуется на проведение измерений.

Эффективно работающим рынком считается экономическое пространство, в котором свободно перемещаются через границы государств товары, капитал, трудовые ресурсы, информация. Создание такого рынка возможно, если государства примут меры, направленные на устранение технических барьеров. Под техническим барьером понимаются различия в требованиях национальных и международных стандартов, приводящие к дополнительным затратам средств и времени для продвижения товаров на соответствующий рынок. С целью ликвидации

таких барьеров в международных взаимоотношениях и повышения качества выпускаемой продукции с 1 июля 2003 г. введен в действие Федеральный закон «О техническом регулировании». Техническое регулирование производится в соответствии с определенными принципами, осуществление которых невозможно без их метрологического обеспечения. Главная тенденция в развитии основ метрологического обеспечения – переход от сравнительно узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к принципиально новой задаче обеспечения качества измерений.

Принятие Федерального закона «О техническом регулировании», отменяющего принятые ранее законы «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг», положило начало реорганизации системы стандартизации и сертификации, которая необходима для вступления России в ВТО и устранения технических барьеров в торговле.

В 2004 г. принята новая редакция комплекса национальных основополагающих стандартов «Стандартизация в Российской Федерации». Изменения и дополнения к ней приближают организацию стандартизации в РФ к международным правилам и учитывают реалии рыночной экономики. Новая концепция стандартизации дает возможность участвовать в процессе создания стандарта всем заинтересованным сторонам: изготовителям продукции, потребителям, разработчикам проектов, отдельным специалистам и др.

Большое значение для регулирования механизмов рыночной экономики приобрела сертификация. Для многих видов продукции и процессов она стала обязательной. Сертификация является официальным подтверждением соответствия стандартам и во многом определяет конкурентоспособность продукции. В последние годы к традиционно широко практикуемой сертификации продукции добавилась сертификация услуг в торговле, туризме, бытовом обслуживании и в сфере образования. Активно развивается сертификация систем качества и экологического управления предприятий на соответствие стандартам серий ИСО 9000 и ИСО 14000, а также сертификация персонала.

1 МЕТРОЛОГИЯ и МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1.1 Основные понятия и задачи метрологии

Метрология – наука об измерениях. Измерения имеют первостепенное значение во всех сферах производства и потребления, при оценке качества товаров, внедрении новых технологий и управления ими. Сегодня никакая отрасль народного хозяйства не могла бы правильно и продуктивно функционировать без применения своей системы измерений. Ведь именно с помощью этих измерений происходит формирование и управление различными технологическими процессами, а также контролирование качества выпускаемой продукции.

Слово «метрология» образовано из двух греческих слов: «метрон» – мера и «логос» – учение. Долгое время метрология была в основном описательной наукой о различных мерах и соотношениях между ними. Но благодаря прогрессу физики и математики она поднялась на качественно новый уровень. Большую роль в становлении метрологии сыграл Д.И.Менделеев, руководивший отечественной метрологией с 1892 по 1907 годы. Его изречения: «Наука начинается с тех пор, как начинают измерять», «Точная наука немислима без меры», «Измерения – один из способов познания» – актуальны и в настоящее время.

Развитие естественных наук привело к появлению все новых и новых средств измерений, а они, в свою очередь, стимулировали развитие наук, становясь все более мощным средством исследования.

Метрология в современном понимании – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. Таким образом, можно сказать, что метрология изучает:

- 1) методы и средства для учета продукции по следующим показателям: длине, массе, объему, расходу и мощности;
- 2) измерения физических величин и технических параметров, а также свойств и состава веществ;
- 3) измерения для контроля и регулирования технологических процессов.

Метрология состоит из трех самостоятельных и взаимодополняющих разделов – теоретического, законодательного и прикладного.

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

Законодательная метрология устанавливает обязательные технические и юридические требования по применению единиц физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленные на обеспечение единства и точности измерений,

возведенные в ранг правовых положений и находящиеся под контролем государства.

Прикладная метрология изучает вопросы практического применения результатов разработок теоретической и законодательной метрологии в различных сферах деятельности.

Предметом метрологии является получение количественной информации о свойствах объектов и процессов с заданной точностью и достоверностью. Отсюда основное понятие метрологии – измерение.

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

Объекты метрологии – единицы величин, средства измерений, эталоны, методики измерений.

Главные задачи метрологии: обеспечение единства измерений, унификация единиц и признание их законности, разработка систем воспроизведения единиц и передача их размеров рабочим средствам измерений.

Единство измерений – такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах, имеющих размеры единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны с заданной вероятностью и не выходят за допускаемые пределы.

Свойство – философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления, процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношениях к ним. Свойство – категория качественная. Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины.

Физическая величина (ФВ) – свойство, общее в качественном отношении для множества объектов и процессов, но индивидуальное в количественном для каждого из них. Качественная сторона определяет вид (название) величины, например, ток, а количественная – ее размер, т.е. количество ампер в цепи. Таким образом, ФВ – это измеренные свойства физических объектов и процессов, с помощью которых они могут быть изучены. Различают истинное, действительное и измеренное значения ФВ. Истинное идеально отражает свойства объекта. Оно существует, но измерить его невозможно, а можно лишь приближаться к нему с некоторой вероятностью. Действительное может быть найдено образцовыми средствами измерения (высокого класса точности). Измеренное получают рабочими средствами измерения (среднего и низкого класса точности).

Средства измерений (СИ) – специальные технические средства, имеющие нормированные метрологические характеристики, воспроизводящие и хранящие единицу ФВ. Размер единицы принимается неизменным в пределах установленной погрешности.

Обоснованный выбор измерительного средства необходим как для **метрологического, инженерного и научного эксперимента**, так и для практической деятельности в условиях производства и оказания услуг.

Эксперимент позволяет установить или подтвердить научную истину. Он включает в себя ряд опытов, в процессе каждого из которых происходит воспроизведение исследуемого явления или процесса с возможностью регистрации результатов эксперимента. Умение организовать и провести научные исследования с целью повышения эффективности производства, улучшения качества продукции и услуг стало необходимостью для инженера.

Для проведения **метрологического эксперимента** необходимо: определиться с методикой выполнения измерений; выбрать метод измерения, СИ и вспомогательные устройства; установить число наблюдений при измерении; учесть и по возможности уменьшить систематические погрешности; обработать результаты наблюдений и оценить влияние случайных погрешностей; правильно округлить и представить результат измерения.

Методика выполнения измерений – нормативно-технический документ, в котором установлена совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение необходимых результатов измерений. В методике должны устанавливаться: ее назначение, нормы точности и область применения; метод измерений; требования к СИ и вспомогательным устройствам; требования к безопасности, включая экологическую безопасность; требования к квалификации операторов; условия выполнения измерений; способы обработки результатов наблюдений и оценки показателей точности измерений; требования к оформлению результатов измерений.

Сохранение метрологических характеристик СИ гарантируется для нормальных условий измерений:

- | | |
|------------------------------------------------------|---------------------------|
| а) температура для всех видов измерений | 293 К (20° С); |
| б) давление окружающего воздуха | 100 кПа (750 мм рт. ст.); |
| в) относительная влажность воздуха для измерений: | |
| - линейных, угловых, массы | 58 %; |
| - электрического сопротивления | 55 %; |
| - температуры, силы, переменного электрического тока | 65 %; |
| - остальных видов | 60 %; |
| г) плотность воздуха | 1,2 кг/м ³ ; |
| д) магнитная индукция и напряженность поля | 0. |

Однако реальное проведение измерений в таких условиях маловероятно, поэтому в документации на СИ указывают пределы нормальной области значений влияющих величин.

1.2 Основы технических измерений

Основным объектом измерения в метрологии являются ФВ, применяемые для описания материальных систем и объектов (явлений, процессов) в любых науках. Существуют основные и производные ФВ. Основным величинам соответствуют основные единицы измерений, производным – производные единицы. Свойства объектов измерения отображаются множеством различных величин, совокупность которых образует шкалы измерений. Многообразие измеряемых величин (ИВ) привело к разработке различных видов, методов и средств измерения.

1.2.1 Единицы физических величин

Совокупность ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами создает систему ФВ, а совокупность соответствующих единиц – систему единиц (основных и производных).

Результаты измерений должны выражаться в общепринятых единицах. В нашей стране используется Международная система единиц, введенная ГОСТ 8.417 – 2002 «ГСИ. Единицы физических величин» [6,9] и содержащая семь основных и ряд производных единиц. В качестве **основных единиц** приняты: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела и моль (табл.1).

Таблица 1 – Основные единицы физических величин

Физическая величина	Единица измерения	Принятое сокращение		Символ
		русское	международное	
Длина	метр	м	m	<i>L</i>
Масса	килограмм	кг	kg	<i>M</i>
Время	секунда	с	s	<i>T</i>
Сила электрического тока	ампер	А	A	<i>I</i>
Температура	кельвин	К	K	<i>θ</i>
Сила света	кандела	кд	cd	<i>J</i>
Количество вещества	моль	моль	mol	<i>N</i>

Ранее к дополнительным единицам относились: радиан (рад) – единица плоского угла и стерadian (ср) – единица телесного угла. На XX Генеральной конференции мер и весов (1995г.) они переведены в класс производных единиц [6].

Производными единицами также являются: герц (Гц) – частота, ньютон (Н) – сила, паскаль (Па) – давление, джоуль (Дж) – энергия и работа, ватт (Вт) – мощность, ряд электрических единиц (Кл, В, Ф, Ом, См, Вб, Тл, Гн), а также единицы площади, объема, скорости, угловой скорости, ускорения и другие, образованные в соответствии с уравнениями, связывающими их с основными единицами.

Производные единицы бывают когерентными и некогерентными. **Когерентной** называется производная единица измерения ФВ, связанная с другими единицами системы определяющим уравнением, в котором коэффициент пропорциональности (числовой множитель) $k = 1$. Например, единицу скорости образуют с помощью уравнения $v = l/t$, где l – длина пройденного пути, t – время движения. Подстановка вместо l и t их единиц в Международной системе дает $v = 1$ м/с, следовательно, единица скорости является когерентной.

Кроме этого, наравне с системными единицами Международной системы применяются **внесистемные единицы**: тонна (т) – масса; минута (мин), час (ч) и сутки (сут) – время; градус (°) – плоский угол; литр (л) – объем; гектар (га) – площадь; вольт-ампер (В·А) – полная мощность; вар (вар) – реактивная мощность; калория (кал) – теплота, оборот в минуту (об/мин) – частота вращения.

Внесистемные единицы по отношению к единицам Международной системы делятся на четыре вида [6]:

- допускаемые наравне с ними;
- допускаемые к применению в специальных областях, например, парсек, световой год – единицы длины в астрономии; диоптрия – единица оптической силы в оптике; электрон-вольт – единица энергии в физике и т.д.;
- временно допускаемые к применению, например, морская миля – в морской навигации; карат – единица массы в ювелирном деле и др.;
- изъятые из употребления, например, миллиметр ртутного столба (мм рт. ст.) – единица давления; лошадиная сила (л.с.) – мощность.

Важны правила написания обозначений единиц, которые помещают за числовыми значениями величин и в строку с ними, без переноса на следующую строку [6]:

Примеры написания единиц:

Правильно:

20 кВт
(1/30) с
(50 ± 0,2) м
В·А; Н·м

Неправильно:

20кВт
1/30 с
50 ± 0,2 м
ВА; Нм

ИВ имеют качественную и количественную характеристики. Качественной характеристикой ИВ является ее размерность – выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных ФВ (табл.1) в различных степенях. В соответствии с международным стандартом ИСО, размерность величин следует обозначать знаком *dim* (*dimension* – размер). Так, например, для системы величин механики символами основных величин являются: L – длина, M – масса, T – время, и размерность любой величины Q может быть выражена равенством:

$$\dim Q = L^a \cdot M^b \cdot T^c, \quad (1)$$

где a, b, c – целые (положительные или отрицательные) числа, показатели размерности величины Q . Если все показатели равны нулю, то величина Q называется безразмерной.

Размерность производной ИВ выражается через размерность основных величин.

Пример 1. ИВ – кинетическая энергия $A = mV^2/2$, где $V = l/t$ (m – масса, l – длина, t – время) имеет размерность $M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$.

1.2.2 Шкалы измерений

Количественной характеристикой ИВ служит ее размер. Получение информации о размере является содержанием любого измерения. Простейший способ получения заключается в сравнении ИВ с известной величиной по принципу «что больше (меньше)?» или «что лучше (хуже)?». Инструментом проведения сравнения являются шкалы измерений.

Шкала ФВ – это упорядоченная совокупность значений ФВ, служащая исходной основой для измерений данной величины. Различают следующие типы шкал:

а) **шкалы наименований** служат для нумерации предметов, например, с целью сравнения их качественных свойств между собой или с эталонным образцом. Пример шкалы наименований: шкала цветов, представленная в виде атласа цветов. Шкала наименований основана на приписывании объекту цифр (знаков), играющих роль простых имен, например, присвоение индексов резисторам в электрической схеме. С этими цифрами нельзя производить никаких арифметических действий, т.е. отсутствуют сопоставления типа «больше – меньше». Эти шкалы не имеют нуля и единицы измерений и являются самыми простыми;

б) **шкалы порядка** предполагают упорядочение объектов относительно какого-то определенного их свойства, т.е. расположение их в порядке возрастания или убывания данного свойства. Операция такой расстановки свойств называется ранжированием. Ранжированный ряд

может дать ответ на вопрос «что больше (меньше)?» или «что лучше (хуже)?», но не дает ответа на вопрос «на сколько...». На такой шкале можно зафиксировать некоторые точки в качестве опорных (реперных), им могут быть присвоены баллы – пятибалльная оценка знаний, двенадцатибалльная шкала интенсивности землетрясений, называемая сейсмической и т.д. Недостатком этих шкал является невозможность установить, в какое число раз больше или меньше проявляется свойство величины, т.е. имеет место неопределенность интервалов между реперными точками. Например, если твердость алмаза по шкале 10, а кварца – 7, это не значит, что первый тверже второго в 1,4 раза (в действительности в 9 раз). По шкалам порядка также оценивают морское волнение, силу ветра, чувствительность пленок и др.;

в) **шкалы интервалов** характеризуются известным масштабом и началом отсчета, которое выбирается произвольно. По такой шкале можно судить не только о том, что один размер больше другого, но и том на сколько больше. Однако нельзя оценить, во сколько раз один размер больше другого. Например, если сегодня температура наружного воздуха 20 °С, а вчера была 10 °С, то сегодня теплее на 10 °С, а не в 2 раза. Таким образом, по такой шкале можно складывать и вычитать результаты измерений. Примером шкалы интервалов является шкала температур Цельсия, на которой интервал между температурой таяния льда и температурой кипения воды разделен на 100 равных интервалов – градусов. На температурной шкале Фаренгейта тот же интервал разбит на 180 градусов, следовательно, градус Фаренгейта по размеру меньше, чем градус Цельсия. К таким шкалам можно отнести шкалу измерения времени: крупные интервалы – годы, мелкие – сутки, летоисчисление по различным календарям и др.;

г) **шкалы отношений** представляют собой интервальные шкалы с естественным началом, например, температурная шкала Кельвина. В ней за начало отсчета принят абсолютный нуль температуры, при котором прекращается тепловое движение молекул; более низкой температуры быть не может. Второй реперной точкой служит температура таяния льда. По шкале Цельсия интервал между этими реперами равен 273,16 °С. Эти шкалы наиболее совершенны и информативны. Результаты измерений по ним можно складывать, вычитать, перемножать или делить. Примерами служат шкалы массы и термодинамической температуры;

д) **абсолютные шкалы** кроме всех признаков шкал отношений обладают дополнительным признаком: в них присутствует однозначное определение единицы измерения. Такие шкалы присущи таким относительным единицам, как коэффициенты усиления, ослабления, полезного действия и т.д.

Шкалы интервалов, отношений и абсолютные называются обычно метрическими (физическими), а шкалы наименований и порядка – неметрическими.

1.2.3 Виды и методы измерений

Разнообразие видов и методов измерения объясняется множеством измеряемых величин, различным характером их изменения во времени, различными требованиями к точности измерений и т.д. Существует следующая классификация видов измерений:

- по способу получения информации:

а) **прямые** – измерения, при которых искомое значение ФВ получают непосредственно из опытных данных: измерение тока амперметром, угла – транспортиром, массы – при помощи весов и гирь;

б) **косвенные** – искомое значение находят из уравнения, связывающего эту величину и величины, измеренные прямым методом, например, сопротивление резистора R находят из уравнения $R=U/I$, в которое подставляют измеренные значения падения напряжения U на резисторе и тока I через него.

Пример 2. Косвенным методом измерялась сила инерции, $F=m \cdot a$, где $m = (100 \pm 1)$ кг ; $a = (2 \pm 0,05)$ м/с². Определить предельную ΔF измерения силы.

Решение:
$$\Delta F = \sqrt{\left(\frac{dF}{dm}\right)^2 \cdot \Delta m^2 + \left(\frac{dF}{da}\right)^2 \cdot \Delta a^2};$$

$$\Delta F = \sqrt{2^2 \cdot 1^2 + 100^2 \cdot 0,05^2} = 5,4 \text{ Н.}$$

Пример 3. Записать результат косвенного метода измерения сопротивления при полученных измерениях напряжения $U_0 = (200 \pm 2)$ В и тока $I_0 = (5 \pm 0,2)$ А.

Решение:

Результат измерения запишется в виде: $R_0 = R \pm \Delta R$, где

$$R = \frac{U}{I}; \quad R = 200/5 = 40 \text{ Ом}; \quad \Delta R = \sqrt{\left(\frac{dR}{dU}\right)^2 \cdot \Delta U^2 + \left(\frac{dR}{dI}\right)^2 \cdot \Delta I^2};$$

$$\Delta R = \sqrt{\left(\frac{1}{I}\right)^2 \cdot \Delta U^2 + \left(\frac{U}{I^2}\right)^2 \cdot \Delta I^2}; \quad \Delta R = \sqrt{\left(\frac{1}{5}\right)^2 \cdot 2^2 + \left(\frac{200}{25}\right)^2 \cdot 0,2^2} = 1,6 \text{ Ом.}$$

В результате $R_0 = (40,0 \pm 1,6)$ Ом.

в) **совместные** – одновременные измерения нескольких разноименных величин для определения зависимости между ними. Составляется и решается система уравнений, в каждое из которых входят одни и те же искомые и различные измеренные величины. Количество уравнений равно числу искомых величин. Например: определение зависимости сопротивления проводника от температуры;

г) **совокупные** – одновременные измерения нескольких одноименных величин, при которых искомые значения величин находят решением системы уравнений, составленных из результатов прямых измерений различных сочетаний этих величин. Например, при определении взаимной индуктивности двух катушек M составляются два уравнения: одно – как результат сложения магнитных полей $L_{01} = L_1 + L_2 + 2M$, другое – как результат вычитания полей $L_{02} = L_1 + L_2 - 2M$. Решение системы уравнений дает ответ: $M = (L_{01} - L_{02})/4$;

- по характеру изменения получаемой информации:

а) **статические** – отклонение указателя СИ не меняется в течение времени измерения;

б) **динамические** – измерения, при которых необходимо учитывать изменение положения указателя СИ во времени;

- по количеству измерительной информации:

а) **однократные** – единственное показание СИ (наблюдение) становится результатом измерения;

б) **многократные** – проводится серия наблюдений одной и той же ИВ с последующей статистической обработкой для получения результата измерения;

- по отношению к основным единицам измерения:

а) **абсолютные** – основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин, например, определение массы в килограммах, частоты в герцах;

б) **относительные** – измерения отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, например, относительная влажность определяется как отношение упругости водяного пара, содержащегося в воздухе, к упругости насыщенного пара при той же температуре и выражается в процентах.

Взаимодействие СИ с объектом основано на физических явлениях, совокупность которых составляет **принцип измерений**, а совокупность приемов использования принципа и СИ называют **методом измерений**. Числовое значение ИВ получается путем ее сравнения с известной величиной, воспроизводимой мерой.

В зависимости от способа применения меры известной величины различают метод непосредственной оценки и методы сравнения с мерой.

При **методе непосредственной оценки** значение ИВ определяют непосредственно по отсчетному устройству показывающего СИ, шкала

которого была заранее проградуирована с помощью многозначной меры, воспроизводящей известные значений ИВ, например, измерение напряжения вольтметром.

Методы сравнения с мерой – методы, при которых производится сравнение ИВ и величины, воспроизводимой мерой. К ним относятся следующие методы: нулевой, дифференциальный, замещения и совпадения.

Нулевой метод основан на сведении к нулю в процессе измерения разности ИВ и известной величины, что фиксируется высокочувствительным прибором – нуль-индикатором. При высокой точности мер и высокой чувствительности нуль-индикаторов может быть достигнута высокая точность измерений. Примером может служить измерение сопротивления резистора четырехплечим мостом, в котором падение напряжения на резисторе с неизвестным сопротивлением уравнивается падением напряжения на резисторе известного сопротивления.

При **дифференциальном методе** измеряется разность измеряемой и известной величин с помощью измерительного прибора. Неизвестная величина определяется по известной величине и измеренной разности.

Метод замещения базируется на поочередном подключении на вход прибора ИВ и известной величины. По двум показаниям прибора оценивается значение неизвестной величины. Примером является точное измерение малого напряжения высокочувствительным гальванометром, к которому сначала подключают источник неизвестного напряжения и определяют отклонение указателя, а затем с помощью регулируемого источника известного напряжения добиваются такого же отклонения указателя: известное напряжение равно неизвестному.

Метод совпадения основан на измерении разности между ИВ и величиной, воспроизводимой мерой, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов. Примером этого метода является измерение частоты вращения детали с помощью мигающей лампы стробоскопа: наблюдая положение метки на вращающейся детали в моменты вспышек лампы, по частоте вспышек и смещению метки определяют частоту вращения детали.

1.2.4 Классификация средств измерений

В отличие от других технических средств, СИ позволяют не только обнаружить ФВ, но и измерить ее, т.е. сопоставить неизвестный размер с известным. Другими отличительными признаками СИ являются способность хранить (или воспроизводить) единицу ФВ и неизменность размера хранимой единицы.

СИ можно классифицировать по двум признакам: а) конструктивное исполнение; б) метрологическое назначение.

По **конструктивному исполнению** СИ подразделяют на следующие группы: меры, измерительные приборы, измерительные преобразователи, измерительные установки, измерительные информационные системы (ИИС), измерительно-вычислительные комплексы (ИВК).

Мера – СИ, предназначенное для воспроизведения ФВ заданного размера. По назначению меры делятся на образцовые и рабочие. Образцовые предназначены для поверки и градуировки рабочих СИ. Рабочие непосредственно участвуют в измерениях. По точности воспроизведения ФВ образцовые меры бывают 1, 2 и 3-го разрядов, причем наименьшая погрешность у меры 1-го разряда. Рабочие меры в зависимости от допускаемой погрешности воспроизведения ФВ подразделяются по классам точности.

По количеству воспроизводимых размеров величины меры делят на однозначные, многозначные и наборы мер. К однозначным относят измерительные катушки сопротивления, катушки индуктивности, нормальные элементы, стабилизированные источники напряжения, измерительные конденсаторы постоянной емкости и другие элементы, воспроизводящие ФВ одного размера. Многозначные воспроизводят ряд одноименных величин различного размера, например, магазины сопротивлений, индуктивностей, емкостей и других ФВ. Наборы мер могут работать в различном частотном диапазоне и имеют различные классы точности.

Измерительный прибор – СИ, вырабатывающее сигнал измерительной информации в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем. Прибор, как правило, содержит устройство для преобразования ИВ и ее индикации в форме, наиболее доступной для восприятия. Устройство для индикации имеет шкалу со стрелкой или другим устройством, с помощью которых может быть произведен отсчет или регистрация значений ИВ. Классифицируются приборы по способу преобразования ИВ (прямого действия и сравнения), по способу отсчета значений ИВ (показывающие и регистрирующие). Показывающие подразделяются на аналоговые и цифровые, а регистрирующие – на самопишущие и печатающие.

Измерительный преобразователь вырабатывает сигнал измерительной информации в форме, удобной для передачи, преобразования или хранения. Он входит в состав измерительного прибора или применяется вместе с каким-либо СИ. Два основных вида преобразователей: первичные и промежуточные. Первичные служат для преобразования, как правило, неэлектрической ИВ в электрическую и называются датчиками, например, магнитоиндукционные преобразователи, термопары и т.п. Промежуточные чаще всего являются

масштабными: трансформаторы тока, трансформаторы напряжения, шунты, добавочные сопротивления. Они служат для расширения пределов измерения приборов.

Измерительная установка – совокупность функционально объединенных мер, приборов, преобразователей и других устройств, расположенных в одном месте и предназначенных для измерений одной или нескольких ФВ. Они в основном применяются для выполнения массовых технологических измерений, а также для градуировки и поверки приборов.

Измерительная система – совокупность функционально объединенных мер, приборов, преобразователей и других устройств, размещенных в разных точках контролируемого пространства с целью измерений одной или нескольких ФВ, свойственных этому пространству. Примером может служить радионавигационная система для определения местоположения судов, состоящая из ряда измерительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительном расстоянии.

Измерительно-вычислительный комплекс – автоматизированное СИ, имеющее в составе свободно программируемую ЭВМ, которая используется не только для обработки результатов измерения, но и для управления самим процессом измерения. Измерительные системы и комплексы широко используются для автоматизации технологических процессов в различных отраслях промышленности.

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

Рабочие СИ предназначены для проведения технических измерений. По условиям применения они могут быть лабораторными, производственными или полевыми. Лабораторные используются при научных исследованиях, проектировании, медицинских измерениях. Они должны обладать повышенной точностью и чувствительностью. Производственные применяются для контроля характеристик технологических процессов, контроля качества готовой продукции и т.п. Основные требования к ним: повышенная стойкость к ударно-вибрационным нагрузкам, высоким и низким температурам. Полевые используются непосредственно при эксплуатации, например, транспортных средств. Они должны выдерживать перепады температур, повышенную влажность.

Эталон – СИ (или комплекс СИ), обеспечивающие воспроизведение и (или) хранение единицы ФВ с целью передачи ее размера рабочим СИ.

Чтобы обеспечить единство измерений некоторой ФВ, нужно добиться тождественности единиц этой величины. Единицу измерения необходимо точно воспроизводить, хранить и передавать ее размер СИ, что реализуется посредством эталона.

Существует метрологическая цепь передачи размера единицы ФВ: первичный эталон – вторичный эталон – образцовое СИ – рабочее СИ.

Первичный эталон передает размер единицы с наивысшей точностью, достижимой в данной области измерений. Первичный эталон, утвержденный в качестве исходного для страны, называется государственным эталоном. Эти эталоны хранятся в метрологических институтах страны и служат для воспроизведения основных единиц международной системы. Разновидностью первичных являются специальные эталоны, воспроизводящие единицы ФВ в особых условиях: сверхвысокие частоты; большие и очень малые энергии, давления, температуры и т.д.

К **вторичным эталонам** относят эталоны-копии, эталоны сравнения и рабочие эталоны. Совокупность государственных первичных и вторичных эталонов составляет эталонную базу России.

Эталон-копия не является физической копией первичного эталона и предназначен для передачи размера единицы от первичного к рабочему эталону. Рабочий эталон применяется для передачи размера образцовым СИ, а от них – рабочим СИ.

Любой эталон состоит из комплекса СИ, одной или нескольких мер и вспомогательных устройств. Существуют эталоны производных единиц.

Эталон должен отвечать трем основным требованиям: неизменность, воспроизводимость и сличаемость. **Неизменность** – свойство эталона удерживать неизменный размер единицы ФВ в течение достаточно длительного промежутка времени. **Воспроизводимость** – возможность воспроизведения единицы с наименьшей погрешностью для достигнутого уровня развития техники измерений. **Сличаемость** – возможность обеспечения сличения с эталоном других СИ, нижестоящих по поверочной схеме.

1.2.5 Метрологические характеристики средств измерений

Характеристики СИ, влияющие на точность измерений, называются метрологическими. Важнейшей характеристикой является **погрешность СИ**, которая будет подробно изучена ниже. Рассмотрим остальные наиболее важные метрологические характеристики:

а) **чувствительность СИ S** – отношение приращения выходного сигнала к вызвавшему это приращение изменению входного сигнала. Если чувствительность постоянная – шкала прибора равномерная. Выходным сигналом является перемещение указателя вдоль шкалы, входным – измеряемая величина. Величина, обратная чувствительности, называется постоянной прибора. В приборах, шкала которых градуирована в единицах ИВ, постоянная называется ценой деления;

б) **цена деления** – число единиц ИВ, приходящееся на одно деление:

$$C = \frac{X_H}{\alpha_{\max}} = \frac{1}{S}, \quad (2)$$

где X_H – номинальное значение ИВ (предел измерения);
 α_{\max} – максимальное число делений шкалы.

Например, для амперметра $C = C_A$ [А/дел].

Зная цену деления C и показание СИ в делениях α , можно определить показание СИ в единицах ИВ:

$$X = C \cdot \alpha; \quad (3)$$

в) **порог чувствительности** – наименьшее значение ИВ, вызывающее заметное изменение показаний прибора. Особенно важен этот параметр для электросчетчиков. Значение порога чувствительности выражается в единицах ИВ, например, для амперметра порог измеряется в А;

г) **диапазон измерений** – область значений ИВ, для которой нормированы допускаемые погрешности, т.е. область между нижним и верхним пределами измерений. Следует отличать это понятие от **диапазона показаний** – области шкалы между ее начальным и конечным делениями. Различие проявляется для неравномерных шкал;

д) **входное полное сопротивление СИ**. Оно оказывает влияния на мощность, потребляемую прибором от объекта исследования, поскольку при любых измерениях происходит взаимодействие между СИ и объектом;

е) **быстродействие** – число измерений (преобразований), выполняемых в единицу времени. Эта характеристика важна для цифровых и самопишущих приборов, а также преобразователей;

ж) **время установления показаний** (время успокоения) – промежуток времени с момента начала отклонения указателя СИ до момента установления показаний. Отклонение указателя в момент измерения не должно превышать 1% длины шкалы. Для большинства аналоговых приборов это время составляет не более 4 секунд.

Кроме метрологических, важно знать и неметрологические характеристики СИ: надежность, электрическая прочность, сопротивление изоляции, устойчивость к климатическим и механическим воздействиям.

1.3 Погрешности измерения

Результат измерения имеет ценность лишь в том случае, если дана оценка погрешности полученного значения.

Погрешность – центральное понятие в метрологии. Истинное значение ИВ получить невозможно. Основные причины: несовершенство методов

измерения и СИ, воздействие внешних факторов. Следует различать понятия «погрешность» и «ошибка». Первая возникает по объективным обстоятельствам, полностью устранить ее невозможно, можно лишь уменьшить с помощью более точных СИ и определенных методов. Термин «ошибка» связан с субъективными обстоятельствами, после проверки результатов ее устраняют.

Процедура любого измерения состоит из следующих основных этапов:

- выбор модели объекта измерения;
- выбор метода измерения;
- выбор СИ;
- проведение эксперимента;
- обработка полученных результатов.

1.3.1 Погрешности по форме выражения

Погрешность (Π) результата измерения – это отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения ИВ. Качество измерения тем выше, чем ближе результат измерения к истинному значению. Количественной оценкой качества является Π , определенная как разность между измеренным X и истинным $X_{И}$ значениями ИВ и называемая **абсолютной Π** :

$$\Delta = X - X_{И}. \quad (4)$$

Как отмечалось, истинное значение недостижимо, поэтому в расчетах используется действительное значение X_0 ИВ

$$\Delta = X - X_0. \quad (5)$$

Однако это понятие не может служить показателем точности измерения при различных результатах, поэтому используется более наглядная характеристика точности – **относительная Π** , выражаемая обычно в процентах

$$\delta = \frac{\Delta}{X} \cdot 100\% \quad (6)$$

или

$$\delta = \frac{\Delta}{X_0} \cdot 100\%. \quad (7)$$

Разновидностью относительной Π является **приведенная Π**

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_{Н}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где X_H – номинальное (нормирующее) значение ИВ или предел измерения.

Таким образом, γ это та же относительная Π , но приведенная к единице шкалы. Приведенная Π используется для нормирования Π большинства электромеханических СИ с целью присвоения им определенного класса точности.

1.3.2 Нормирование погрешностей. Класс точности

СИ можно использовать по назначению, если известны их метрологические характеристики, которые должны быть приведены в документации на СИ. Наиболее важные из них, например, класс точности, указываются на самом СИ.

Процедура установления номинальных значений и границ допускаемых отклонений реальных метрологических характеристик от номинальных называется **нормированием метрологических характеристик**.

По условиям проведения измерений Π делятся на основные и дополнительные. **Основной** называется Π СИ, применяемого в нормальных условиях. Эти условия устанавливаются в нормативно-технических документах на данный вид или тип СИ и при них нормируется его Π . За нормальные принимаются следующие условия:

- температура окружающей среды $(293 \pm 5)^\circ \text{K}$ или $(20 \pm 5)^\circ \text{C}$;
- относительная влажность $(65 \pm 15) \%$;
- атмосферное давление $(100 \pm 4) \text{кПа}$ или $(750 \pm 30) \text{мм рт.ст.}$;
- напряжение питающей сети $(220 \pm 4,4) \text{В}$;
- частота питающей сети $(50 \pm 0,5) \text{Гц}$;
- отсутствие влияния внешних электромагнитных полей.

Дополнительной называется составляющая Π СИ, возникающая дополнительно к основной Π вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы нормальной области значений.

В настоящее время для большинства СИ нормируют **пределы допускаемых основной и дополнительных Π** , в зависимости от которых СИ присваивают определенные классы точности. Класс точности СИ не является непосредственным показателем точности измерений, выполненных данным СИ, поскольку точность зависит от метода и условий, в которых выполняется измерение. Нормируемый предел может устанавливаться в виде абсолютной, относительной или приведенной Π . Выбор зависит от характера изменения Π во всем диапазоне измерений.

Большинство электромеханических приборов имеет постоянную абсолютную Π во всем диапазоне измерений, для них нормируется предел допускаемой приведенной погрешности:

$$\gamma_{\text{доп}} = \frac{\Delta_{\text{доп}}}{X_{\text{н}}} \cdot 100\%, \quad (9)$$

где $\Delta_{\text{доп}} = a$ – предел допускаемой абсолютной П, не превышающий во всем диапазоне a единиц ИВ.

Выбор предела измерения шкалы прибора $X_{\text{н}}$ зависит от вида и характера шкалы:

- шкала равномерная, нулевая отметка у края, $X_{\text{н}}$ равен наибольшему пределу измерения;
- шкала равномерная, нулевая отметка в ее центре, $X_{\text{н}}$ равен сумме модулей пределов измерения;
- шкала неравномерная, $X_{\text{н}}$ равен длине шкалы.

Максимально допустимая для данного СИ основная приведенная П характеризует цифру его класса точности. Термин «основная» означает, что П определялась при нормальных условиях: температуре, давлении, влажности и отсутствии влияния внешних электромагнитных полей.

Класс точности – это обобщенная характеристика СИ, определяемая пределами допускаемых П, а также другими свойствами прибора, влияющими на его точность. Класс точности характеризует в каких пределах находится П данного типа СИ, он устанавливается стандартами, содержащими технические требования к СИ.

Существуют следующие классы точности показывающих приборов: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0. Чем меньше цифра класса точности, тем меньше допускаемая абсолютная П измерения данным СИ. Приборы классов точности 0,05; 0,1; 0,2 относятся к образцовым, основное назначение которых – поверка рабочих СИ.

Ряд СИ имеет во всем диапазоне измерений постоянную относительную П, для них нормируется предел допускаемой относительной П:

$$\delta_{\text{доп}} = \pm b. \quad (10)$$

Такая запись означает, что в любой точке диапазона измерений допускаемая относительная погрешность не превышает b процентов ИВ. Цифра класса точности помещается в кружок. Подобным образом нормируются счетчики электроэнергии, измерительные мосты, делители напряжения, измерительные трансформаторы.

Пример 4. Счетчик электроэнергии имеет класс точности (2). Расход электроэнергии за месяц составил $W = 100$ кВт·ч. Определить допустимую абсолютную погрешность учета расхода электроэнергии данным счетчиком.

Решение.

В задаче $b = 2 \%$, $W = X = 100$, в результате, используя (6) и (10), получим

$$\Delta_{\text{доп}} = \pm \frac{b \cdot X}{100\%} = \pm \frac{b \cdot W}{100\%}; \quad \Delta_{\text{доп}} = \pm 2 \text{ кВт} \cdot \text{ч}.$$

1.3.3 Погрешности по характеру изменения

По характеру изменения (проявления) П делятся на два вида: систематические и случайные.

Систематическая – постоянная или закономерно изменяющаяся П при повторных измерениях одной и той же ИВ. Оценивание систематических П представляет собой очень важную и достаточно трудную задачу.

Важность ее в том, что знание П позволяет внести соответствующую поправку в результат измерения. Трудность – в сложности ее обнаружения, поскольку она, как правило, не выявляется при повторных измерениях теми же средствами и методами. Проблема обнаружения систематических П – главная в борьбе с ними. Особенно опасно наличие этих П у образцовых СИ, которые при поверке могут передать П рабочим СИ.

Важным видом систематических П являются прогрессирующие, т.е. непрерывно возрастающие или убывающие П. Они вызываются прогревом СИ, падением напряжения автономного источника питания, процессами старения или износа узлов и деталей СИ. Такие П могут быть скорректированы лишь в данный момент времени, а затем вновь непредсказуемо возрастают.

Ряд систематических П выявить практически невозможно, например, личностные, т.е. связанные с квалификацией экспериментатора, его приобретенными навыками. Такие П в 18-19 веках явились причиной многих ошибочных выводов и теорий.

Случайными называются П, изменяющиеся (по знаку и значению) случайным образом. Сами причины их возникновения носят случайный характер. В появлении таких П не наблюдается закономерности. Они обнаруживаются при повторных измерениях одной и той же величины. Случайные П неизбежны и неустранимы и всегда присутствуют в результате измерения. Основные причины: трение в опорах подвижной части СИ, колебания температуры воздуха, влияние внешних электромагнитных полей.

Влияние случайных П на результат измерения можно уменьшить путем проведения многократных наблюдений одного и того же значения ИВ с дальнейшей статистической обработкой полученных результатов методами теории вероятностей.

Отдельным видом случайной П является грубая П измерения, существенно превышающая ожидаемую П при данных условиях. Результат измерения, содержащий грубую П, называют **промахом**. Он возникает при кратковременном отключении источника питания, механическом ударе, неправильном отсчете показаний прибора и т.п. Обычно промах легко выявляется повторными измерениями того же значения и исключается.

1.3.4 Погрешности по причине возникновения

Различают четыре вида П по причине возникновения:

а) **инструментальная** – обусловлена П применяемого СИ: несовершенство конструкции, неправильная технология изготовления. По особенностям конструктивного исполнения СИ подразделяются по классам точности. Цифра класса точности K_{Π} определяет разброс возможных действительных значений ИВ, а также максимальные абсолютную и относительную инструментальные П измерения. Как отмечалось, класс точности определяется максимальной приведенной погрешностью, поэтому в задачах принимают

$$K_{\Pi} = \gamma_{\max} = \frac{\Delta_{\max}}{X_H} \cdot 100\%, \quad (11)$$

отсюда:

- абсолютная инструментальная П

$$\Delta_{\max} = \pm \frac{K_{\Pi} \cdot X_H}{100\%}; \quad (12)$$

- относительная инструментальная П в соответствии с (6)

$$\delta_{\max} = \pm \frac{\Delta_{\max}}{X} \cdot 100\%; \quad (13)$$

- интервал возможных действительных значений ИВ

$$X_0 = X \pm \Delta_{\max}. \quad (14)$$

Пример 5. Вольтметр, имеющий класс точности $K_{\Pi} = 1,5$ и предел измерения $U_H = 300$ В, показал $U = 170$ В.

Ответ: абсолютная П составит $\Delta_{\max} = \pm 4,5$ В, относительная $\delta_{\max} = \pm 2,6$ %; интервал возможных действительных значений измеренного напряжения $U_0 = (170 \pm 4,5)$ В.

Постоянные инструментальные Π обычно выявляют посредством поверки, цель которой установить соответствует ли СИ обозначенному на нем классу точности. При поверке находится поправка ∇ ;

б) **методическая**. Основные причины ее появления:

- применение косвенного метода;
- несовершенство модели объекта измерения;
- внесение в цепь внутренних сопротивлений приборов;
- влияние применяемых алгоритмов.

Абсолютная методическая Π определяется выражением (5), относительная – (7).

Пример 6. Требуется измерить амплитудное напряжение U_m источника переменного напряжения. За модель источника принят генератор напряжения синусоидальной формы.

Используя вольтметр, предназначенный для измерения действующих значений переменных напряжений, получаем результат измерения в виде $U_m = \sqrt{2} \cdot U_v$, где U_v – показание вольтметра. С помощью, например, осциллографа можно убедиться, что форма кривой напряжения отличается от синусоидальной и правильным соотношением является $U_m = kU_v$, где $k \neq \sqrt{2}$. Таким образом, несовершенство принятой модели объекта исследования приводит к методической Π измерения $\Delta U = \sqrt{2} \cdot U_v - kU_v$. Эту Π можно уменьшить, либо рассчитав коэффициент k на основе анализа формы кривой измеряемого напряжения, либо заменив СИ, взяв вольтметр амплитудных значений.

Пример 7. Определяется неизвестное сопротивление косвенным методом: методом амперметра и вольтметра с применением закона Ома

$$R = \frac{U}{I} \text{ (задача № 2 контрольной и расчетно-графической работ [4]).}$$

В зависимости от схемы подключения приборов один из них вносит собственное сопротивление в измерительную цепь, искажая показание другого. В результате появляется методическая Π , величина которой зависит от схемы подключения приборов и соотношения измеряемого и внутреннего сопротивлений прибора;

в) **личностная (Π оператора)** – субъективная Π , которая является следствием индивидуальных свойств экспериментатора: его реакции, навыков и т.п. Например, если поручить нескольким экспериментаторам установить по аналоговому амперметру одно и то же значение тока в цепи, то независимо от тщательности установки значения тока будут отличаться.

Абсолютная личностная Π вычисляется через цену деления C по формуле:

$$\Delta_{\text{личн}} = \pm 0,25 \cdot C, \quad (15)$$

где $\pm 0,25$ дел – максимально возможная ошибка оператора при снятии показаний в делениях.

Относительная личностная П определяется выражением:

$$\delta_{\text{личн}} = \pm \frac{\Delta_{\text{личн}}}{X} \cdot 100\%; \quad (16)$$

г) **вычислений.** Эта П обусловлена неточностью выполнения вычислительных операций, в частности, округлением чисел.

1.3.5 Погрешности, зависящие от режима работы

В зависимости от режима работы СИ П подразделяются на статические и динамические.

Статической называется П СИ, применяемого при измерении ФВ, которая за время измерений не изменяется. В этом режиме не изменяются во времени ни ИВ, ни выходной сигнал (например, отклонение указателя).

В динамическом режиме выходной сигнал изменяется во времени. Особенностью этого режима является то, что, помимо перечисленных выше П, характерных для статического режима, здесь возникает П, обусловленная инерционными свойствами СИ. Инерция (тепловая, механическая, электрическая) СИ приводит к тому, что выходной сигнал не успевает правильно реагировать на быстрые изменения входной ИВ. Динамическая П определяется как разность между П в динамическом режиме и статической П, соответствующей значению ИВ в данный момент времени. Для уменьшения этой П рекомендуется прогрев некоторых СИ (например, осциллографа), термочувствительных преобразователей до температуры окружающей среды и т.д. Динамические П могут быть определены только расчетно-экспериментальным путем. Эталонов и образцовых СИ в области динамических измерений нет.

1.4 Обработка результатов измерений

1.4.1 Обработка результатов прямых однократных измерений

Подавляющее большинство технических измерений является прямыми и однократными и на практике их точность обычно приемлема. При этом используется единственное значение отсчета СИ. В общем случае однократный отсчет содержит только систематические П, но по сути является случайным и включает в себя всю классификацию П по причине возникновения:

- инструментальную, обусловленную конкретной цифрой класса точности СИ;
- методическую – внутренним сопротивлением СИ;
- личностную – неточностью отсчета;
- вычислений – округлением результатов.

Эти систематические П по возможности учета подразделяются на учитываемые П и неисключенные остатки.

Выявление учитываемых П позволяет получить **исправленный результат** $\hat{X} = X + \nabla$, где $X = C \cdot \alpha$ – показание СИ в единицах ИВ, C – цена деления, α – показание СИ в делениях, $\nabla = -\Delta c_{рез}$ – поправка, $\Delta c_{рез} = \sum \Delta c_i$ – результирующая учитываемая систематическая П, Δc_i – учитываемая П, вызванная i -ой причиной.

П исправленного результата состоит из **неисключенных остатков** систематических П, которые поправками не исключаются. Их исследование предполагает выполнение следующей работы:

- анализ источников возникновения;
- оценка по каждому источнику;
- оценка результирующей неисключенных остатков $\delta_{рез}$.

В большинстве случаев однократных измерений результирующая имеет следующие составляющие δ_i :

- инструментальную, вносимую классом точности прибора;
- личностную, определяемую разбросом при снятии показаний в делениях;
- методическую, определяемую округленным значением внутреннего сопротивления прибора;
- методическую погрешность модели.

Примечание – методическая П, связанная с внесением в цепь внутренних сопротивлений СИ к неисключенным остаткам не относится, т.к. может быть исключена введением поправки.

Особенность исследования неисключенных остатков заключается в том, что их составляющие δ_i представляют собой случайную величину. Поэтому при формировании результата измерения пользуются понятием доверительная вероятность P_D .

После оценки δ_i по каждому источнику определяется результирующая

$$\delta_{рез} = k \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n b_i^2 \cdot \delta_i^2}, \quad (17)$$

где $k = 0,95 \div 1,90$ – поправочный коэффициент, зависящий от числа составляющих n и вероятности P_D ; b_i – функция влияния составляющей

δ_i на конечный результат. Если она неизвестна, то вводится гипотеза об одинаковом влиянии каждой составляющей, тогда $b_i = 1$.

Затем вычисляется граничное значение случайной величины

$$\Theta_{\text{рез}} = \delta_{\text{рез}} \cdot \widehat{X} / 100\%. \quad (18)$$

В итоге формируется результат измерения: с вероятностью P_d действительное значение ИВ находится в интервале

$$X_0 = \widehat{X} \pm \Theta_{\text{рез}}. \quad (19)$$

Практически при однократных измерениях с целью избежать промахов делают 2 – 3 измерения и за результат принимают среднее значение. Подобным образом рекомендуется поступать, например, при самостоятельном измерении тонометром артериального давления.

1.4.2 Обработка результатов прямых многократных наблюдений

Принято называть значение величины, полученное при отдельном опыте, **результатом наблюдения**, а значение, полученное после статистической обработки ряда наблюдений – **результатом измерения**. Легко убедиться, что при повторных наблюдениях одной и той же постоянной величины получаем результаты, отличающиеся друг от друга, что свидетельствует о наличии в них случайных П. Причин множество и они сами носят случайный характер. В этом случае исправить результат введением поправки нельзя.

Можно лишь утверждать, что действительное значение ИВ находится в пределах разброса результатов наблюдений $X_{\min} \leq X_0 \leq X_{\max}$ или $X_0 = \widehat{X} \pm \Delta X$, где \widehat{X} – чаще всего, среднее арифметическое, полученное после исключения систематических П, т.е. введения поправок; ΔX – границы разброса.

Однако, остается неясным, какое из множества значений, лежащих в этом интервале, принять за результат измерения; какова вероятность появления тех или иных случайных П; как эти П распределены и т.д. Ответы на эти вопросы могут быть получены в результате статистической обработки ряда наблюдений методами теории вероятностей.

Прямые многократные наблюдения делятся на равноточные и неравноточные. **Равноточные** – ряд наблюдений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности СИ в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью.

Перед проведением обработки необходимо убедиться, что все наблюдения этого ряда являются равноточными. Полным описанием случайной величины, а следовательно и Π , является ее закон распределения, которым описывается характер появления различных результатов отдельных наблюдений. В большинстве случаев при обработке прямых равноточных наблюдений исходят из предположения нормального закона распределения результатов и Π наблюдений [9]. По **нормальному закону (закону Гаусса)** (рис. 1) распределяется Π наблюдения, образованная совокупностью (5 и более) независимых друг от друга причин при условии, что ни одна из этих причин не является существенно преобладающей над остальными [3]:

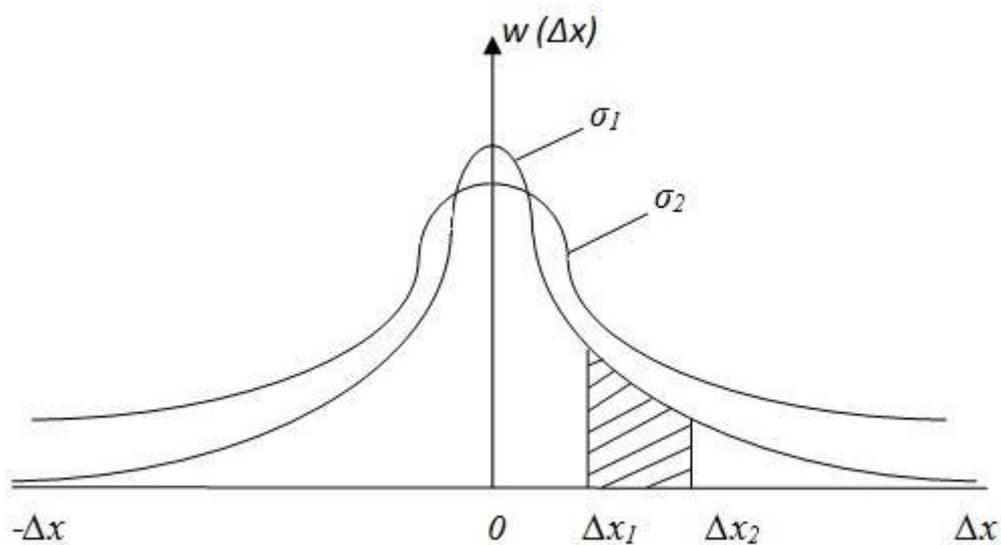


Рис. 1 Графики нормального закона распределения погрешностей

Особенности графиков:

а) симметрия относительно оси ординат, означающая, что Π , одинаковые по величине, но противоположные по знаку, имеют одинаковую плотность вероятности $w(\Delta X)$, т.е. встречаются одинаково часто (редко);

б) малые Π встречаются значительно чаще, чем большие;

в) крутизна кривой зависит от среднего квадратического отклонения (СКО) σ : чем меньше СКО (кривая σ_1), тем меньше рассеяние результатов наблюдений и тем реже встречаются большие случайные Π ;

г) площадь заштрихованного участка позволяет определить вероятность появления Π в интервале от ΔX_1 до ΔX_2 в виде интеграла:

$$P_{\text{д}} = \int_{\Delta X_1}^{\Delta X_2} w(\Delta X) d(\Delta X). \quad (20)$$

Основная задача обработки результатов многократных наблюдений заключается в нахождении оценки ИВ и доверительного интервала, в котором находится ее истинное значение. Существуют два основных алгоритма обработки, зависящих от числа наблюдений n :

а) $n > 20$ – «правило трех сигм» – применяется обычно в научных исследованиях и позволяет установить интервал $X_0 = X_{cp} \pm \Delta X_{max}$, в котором с вероятностью $P_d = 0,9973$ находится истинное значение ИВ:

$$X_{cp} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n X_i ; \quad (21)$$

$$|\Delta X_{max}| \leq 3\sigma, \quad (22)$$

где σ – СКО результатов отдельных наблюдений X_i от среднего арифметического X_{cp}

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \rho_i^2}{n-1}}, \quad (23)$$

где $\rho_i = X_i - X_{cp}$ – случайные отклонения.

Формулировка «правила трех сигм»: Все возможные случайные Π измерения, распределенные по нормальному закону, с вероятностью 0,9973 по абсолютному значению не превышают 3σ .

Очевидно, что среднее арифметическое ряда наблюдений всегда имеет меньшую Π , чем Π каждого отдельного наблюдения, что отражается формулой, определяющей СКО среднего арифметического

$$\sigma_A = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (24)$$

Это выражение отражает фундаментальный закон **теории Π** (при исключенной систематической Π): если необходимо повысить точность результата в два раза, то число наблюдений нужно увеличить в четыре раза, если требуется увеличить точность в три раза, то число наблюдений увеличивают в девять раз и т.д.

Следует четко разграничивать применение σ_A и σ : величина σ_A используется при оценке Π окончательного результата, а σ – при оценке Π метода измерения.

Закон распределения случайной величины можно предварительно оценить, используя относительную величину СКО – коэффициент вариации

$$v = \sigma / X_{cp} , \quad (25)$$

если $v \leq 0,35$, можно считать, что распределение случайной величины подчиняется нормальному закону;

б) $n < 20$ – алгоритм Стьюдента, по которому разброс $\pm \Delta X_{max}$ доверительного интервала $X_0 = X_{cp} \pm \Delta X_{max}$ определяется выражением

$$\pm \Delta X_{max} = \pm t_{n,p} \cdot \sigma_A, \quad (26)$$

где $t_{n,p}$ – коэффициент Стьюдента, зависящий от числа наблюдений n и доверительной вероятности P_d (табл. 2).

Таблица 2 – Значения $t_{n,p}$ распределения Стьюдента

n	При доверительной вероятности P_d				
	0,90	0,95	0,98	0,99	0,999
1	2	3	4	5	6
2	6,31	12,71	31,82	63,68	636,62
3	2,92	4,30	6,97	9,93	31,60
4	2,35	3,18	4,54	5,84	12,92
5	2,13	2,78	3,75	4,60	8,61
6	2,02	2,57	3,37	4,06	6,87
7	1,94	2,45	3,14	3,71	5,96
8	1,90	2,37	3,00	3,50	5,41
9	1,86	2,31	2,90	3,36	5,04
10	1,83	2,26	2,82	3,25	4,78
11	1,81	2,23	2,76	3,17	4,59
12	1,80	2,20	2,72	3,11	4,44
13	1,78	2,18	2,68	3,06	4,32
14	1,77	2,16	2,65	3,01	4,22
15	1,76	2,15	2,62	2,98	4,14
16	1,75	2,13	2,60	2,95	4,07
17	1,75	2,12	2,58	2,92	4,02
18	1,74	2,11	2,57	2,90	3,97
19	1,73	2,10	2,55	2,88	3,92
20	1,73	2,09	2,54	2,86	3,88

Пример 8. Среднее арифметическое $n = 8$ наблюдений напряжения вольтметром 410 В. СКО $\sigma_A = 4$ В. Систематическая П $\Delta = - 2$ В. Определить доверительный интервал измеренного напряжения с вероятностью $P_D = 0,99$.

Решение. Находим поправку $\nabla = -\Delta = 2$ В. По табл.2 $t_{n,p} = 3,50$.

Ответ: $U_0 = U + \nabla \pm \sigma_A \cdot t_{n,p}$; $U_0 = (412 \pm 14)$ В.

Пример 9. В одинаковых условиях проведены $n = 10$ наблюдений одного и того же напряжения U . Используя алгоритм Стьюдента, провести статистическую обработку ряда наблюдений и сформировать результат измерения напряжения с заданной вероятностью P_D (задача №1 контрольной и расчетно-графической работ [4]).

Пример 10. Электрическая мощность P определяется косвенным методом по результатам измерений падения напряжения $U = 220$ В и тока $I = 2$ А. СКО показаний: вольтметра $\sigma_u = 2$ В, амперметра $\sigma_i = 0,02$ А. Записать результат измерения мощности с вероятностью $P_D = 0,95$ (коэффициент Стьюдента $t_{n,p} = 2,37$).

Решение.

Результат измерения мощности запишется в виде $P_0 = P \pm \Delta P$, где

$$P = U \cdot I; \quad P = 220 \cdot 2 = 440 \text{Вт}; \quad \Delta P = \sigma_P \cdot t_{n,p};$$

$$\sigma_P = \sqrt{\left(\frac{\partial P}{\partial U}\right)^2 \cdot \sigma_u^2 + \left(\frac{\partial P}{\partial I}\right)^2 \cdot \sigma_i^2} = \sqrt{I^2 \cdot \sigma_u^2 + U^2 \cdot \sigma_i^2};$$

$$\sigma_P = \sqrt{2^2 \cdot 2^2 + 220^2 \cdot 0,02^2} = 5,95 \text{Вт}; \quad \Delta P = 5,95 \cdot 2,37 = 14 \text{Вт}.$$

Ответ: доверительные границы истинного значения мощности с вероятностью $P_D = 0,95$: $426 \text{ Вт} \leq P_0 \leq 454 \text{ Вт}$.

Следует отметить, что коэффициентами Стьюдента пользоваться нельзя, если неизвестен закон распределения П.

Для снижения влияния случайной П можно уменьшить СКО σ увеличением числа наблюдений n . Очевидно, что уменьшать случайную составляющую П целесообразно лишь до тех пор, пока общая П измерений не будет полностью определяться систематической составляющей.

Как правило, считают, что систематические П могут быть обнаружены и исключены:

- устранением влияния температуры, магнитных полей, вибраций и т.п.;
- регулировкой, ремонтом и поверкой СИ;
- внесением известных поправок в результат измерения.

Однако в реальных условиях полностью исключить систематическую составляющую П невозможно. Всегда остаются какие-то неисключенные остатки (п.1.4.1), определяющие по сути случайный характер систематической П.

Существует ряд причин, создающих грубые П измерений (промахи), искажающие результат измерения. Один из критериев оценки промахов рассмотрен в [4].

1.5 Электрический сигнал и формы его представления

В СИ передача, хранение и отображение информации о значениях ИВ осуществляются с помощью сигналов, которые принято называть сигналами измерительной информации. Один из параметров такого сигнала, функционально связанный с ИВ, называется информативным. В электрических СИ наиболее часто применяются электрические сигналы, информативными параметрами которых могут быть постоянные токи и напряжения; амплитудные, средние или действующие значения синусоидальных токов и напряжений, а также их частота или фаза и др.

При прохождении сигналов в СИ они могут преобразовываться из одного вида в другой, более удобный для последующей передачи, хранения, обработки или восприятия оператором. Для иллюстрации таких преобразований на рис.2 приведена структурная схема прибора (п. 1.9.2.1), предназначенного для измерения температуры [3,8].

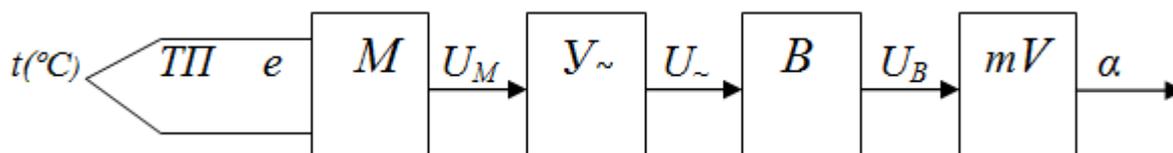


Рис. 2 Сигналы измерительной информации в приборе для измерения температуры

На выходе термопары ТП возникает сигнал измерительной информации – термоЭДС e , которая зависит от измеряемой температуры t (°C). Этот сигнал преобразуется модулятором M в прямоугольные импульсы напряжения u_M , амплитуда которых пропорциональна термоЭДС. Переменная составляющая сигнала u_M усиливается усилителем $У$ переменного тока и преобразуется в однополярные импульсы u_B

выпрямителем В. Выходной сигнал выпрямителя подается на милливольтметр mV , вызывая отклонение его указателя на некоторый угол α . В данной схеме сигналы e , i_M , i_{\sim} , i_B , α есть сигналы измерительной информации. В данном случае ИВ (температура) является входным сигналом для первичного измерительного преобразователя, но она же является информативным параметром входного сигнала. Второй пример: при измерении действующего напряжения сети переменного тока входным сигналом является синусоидальное напряжение, а измеряемой величиной – действующее значение этого сигнала, являющееся в данном случае его информативным параметром.

Существует множество различных видов (форм) сигналов. Важным классификационным признаком сигналов является характер их изменения во времени и по информативному параметру. По этому признаку различают непрерывные (аналоговые) и дискретные сигналы. Часто изменение сигнала по информативному параметру называют изменением по уровню. Основные виды сигналов:

а) непрерывные по информативному параметру и времени. Такие сигналы определены в любой момент времени и могут принимать любые значения в диапазоне их изменения. Например, если входной величиной является гармонический сигнал, то информативным параметром может быть амплитуда, угловая частота или фаза. Изменение такого параметра в соответствии с изменением ИВ называется модуляцией этого сигнала. Другими словами, если меняется один из параметров сигнала, то осуществляется соответственно амплитудная, частотная или фазовая модуляция;

б) непрерывные по информативному параметру и дискретные по времени. Такие сигналы определены на некотором конечном или счетном множестве моментов времени. Подобным видом является периодическая последовательность импульсов постоянного тока, у которых информативными параметрами могут быть не только амплитуда, но и частота или длительность этих импульсов. Соответственно имеют место амплитудно-импульсная (АИМ), частотно-импульсная (ЧИМ) или широтно-импульсная (ШИМ) модуляция сигнала;

в) непрерывные по времени и дискретные по информативному параметру. Информативный параметр может принимать только некоторые разрешенные уровни, отстоящие друг от друга на конечные интервалы. Примером является сигнал на выходе цифро-аналогового преобразователя;

г) дискретные по времени и информативному параметру. Теоретической моделью такого сигнала является дискретная последовательность значений непрерывного сигнала, принимающая только разрешенные уровни и определенная в дискретные моменты времени. В эти моменты времени каждому разрешенному уровню ставится в соответствие определенный код – комбинация условных сигналов (п. 1.10).

1.6 Масштабные измерительные преобразователи

Масштабным называется измерительный преобразователь, предназначенный для изменения значения ИВ в заданное число раз. К ним относятся: шунты, добавочные сопротивления, измерительные трансформаторы тока и напряжения. Основное их назначение – расширение пределов измерения электромеханических приборов: амперметров, вольтметров, ваттметров, счетчиков и др.

Если необходимо увеличить верхний предел измерения амперметра I_H до величины I_{1H} , то его измерительный механизм (ИМ) подключается через шунт. **Шунт** представляет собой резистор $R_{Ш}$, включаемый параллельно ИМ, имеющему сопротивление $R_{И}$ (рис. 3). Сопротивление шунта определяется по формуле

$$R_{Ш} = \frac{R_{И}}{n-1}, \quad (27)$$

где $n = I_{1H} / I_H$ – коэффициент шунтирования.

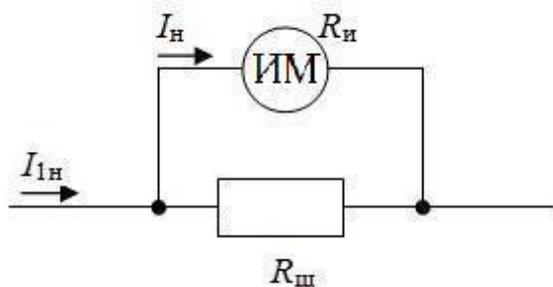


Рис. 3 Шунт

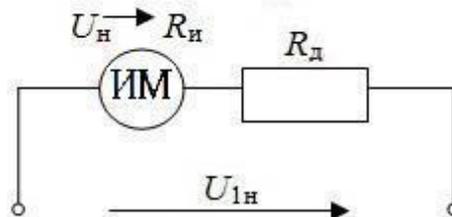


Рис. 4 Добавочное сопротивление

На небольшие токи (до 30 А) шунты помещаются в корпусе амперметра, наружные шунты применяются при токах до 7,5 кА. Последние имеют две пары зажимов: токовые – для включения шунта в цепь измеряемого тока и потенциальные – для подключения к ИМ амперметра.

Если требуется расширить верхний предел измерения вольтметра U_H до величины U_{1H} , то его ИМ подключается через добавочное сопротивление. **Добавочное сопротивление** $R_{Д}$ включается последовательно с ИМ, образуя с его внутренним сопротивлением $R_{И}$ делитель напряжения (рис.4), и определяется по формуле

$$R_{Д} = R_{И} \cdot (m-1), \quad (28)$$

где $m = U_{1H} / U_H$ – коэффициент деления.

В зависимости от рода и величины напряжения добавочное сопротивление может иметь чисто активный, индуктивный или емкостный характер и выполняться встроенным или наружным.

В качестве преобразователей больших переменных токов и напряжений в относительно малые (обычно 5 А и 100 В соответственно) применяются **измерительные трансформаторы тока (ИТТ) и напряжения (ИТН)**. Применение измерительных трансформаторов в цепях высокого напряжения обеспечивает безопасность персонала, снимающего показания с приборов, подключаемых в цепь низкого напряжения (вторичную обмотку), которая обязательно заземляется.

Первичная обмотка ИТТ включается в высоковольтную цепь последовательно, во вторичную обмотку подключаются амперметры; токовые обмотки ваттметров, фазометров, счетчиков электроэнергии. Эти обмотки имеют очень малое сопротивление, поэтому ИТТ работают в режиме короткого замыкания, а значит размыкание вторичной цепи является аварийным и опасным режимом. При токах более 500 А первичная обмотка может состоять из одного витка в виде шины, проходящей сквозь окно сердечника.

Первичная обмотка ИТН включается в высоковольтную цепь параллельно, во вторичную обмотку подключаются вольтметры; обмотки напряжения ваттметров, фазометров, счетчиков электроэнергии. Эти обмотки имеют значительное сопротивление, поэтому ИТН работают в режиме, близком к холостому ходу.

Измеряемые первичные величины определяются умножением показаний приборов на номинальные коэффициенты трансформации, которые указываются на щитке трансформаторов. Такое действие приводит к погрешностям, поскольку постоянные номинальные коэффициенты отличаются от переменных действительных, зависящих от многих факторов. Измерительные трансформаторы вносят также угловую погрешность в показания приборов, отклонение подвижной части которых зависит от фазового сдвига токов в обмотках приборов. Причина – неточность передачи фазы первичной величины вторичной величине.

1.7 Электромеханические приборы

1.7.1 Конструкция и принцип работы

Показания электромеханических приборов (ЭМП) являются непрерывной функцией измеряемой величины (ИВ), поэтому их еще называют аналоговыми измерительными приборами.

Несмотря на появление более современных электронных и цифровых приборов, ЭМП по-прежнему остаются самыми распространенными СИ, благодаря следующим основным достоинствам:

- простота конструкции;
- высокая надежность;
- разнообразие применения;
- высокий класс точности.

Любой ЭМП включает три основных узла:

- **измерительная цепь** – для преобразования электрической ИВ в другую электрическую величину, непосредственно воздействующую на измерительный механизм;

- **измерительный механизм (ИМ)**, преобразующий эту величину в угол поворота подвижной части (ПЧ);

- **отсчетное устройство**, служащее для визуального определения значений ИВ в зависимости от угла поворота ПЧ.

Несмотря на многообразие приборов с различными ИМ, имеется ряд деталей, общих для всех ЭМП:

а) **корпус** – для защиты прибора от внешних воздействий;

б) отсчетное устройство состоит из шкалы и указателя. **Шкала** – пластина, на которой нанесены отметки, соответствующие определенным значениям ИВ. **Указатель** – обычно стрелка, жестко скрепленная с осью ПЧ ИМ. В некоторых приборах в качестве указателя применяют также световой луч, который отражается от зеркала, укрепленного на оси ПЧ, и попадает на шкалу в виде светового пятна с темной нитью посередине;

в) **подвижная часть** крепится с помощью опор, растяжек или подвеса. Опоры состоят из кернов и подпятников. Керн – отрезок стальной проволоки, заточенный с одной стороны на конус. Подпятник имеет вид цилиндра с коническим углублением под керн. Керн крепится на ПЧ по оси вращения и входит в углубление подпятника, расположенного на неподвижной части. Недостаток крепления в опорах – трение, вызывающее погрешность, особенно нежелательную в счетчиках электроэнергии. Поэтому ПЧ более точных приборов крепится на растяжках, представляющих собой упругие металлические ленты, присоединенные одним концом к ПЧ, другим – к неподвижной. Подвес применяется в особо точных и чувствительных приборах, например, гальванометрах;

г) в большинстве ЭМП для создания противодействующего момента используется **противодействующая пружина**, прикрепленная одним концом к оси ПЧ, другим – к неподвижной детали;

д) **успокоитель** – устройство, обеспечивающее необходимое время успокоения ПЧ прибора. Три основных вида: магнитоиндукционные, воздушные и жидкостные. Магнитоиндукционное успокоение достигается при перемещении алюминиевой пластины, жестко скрепленной с осью ПЧ, между полюсами постоянного магнита в результате взаимодействия магнитного поля магнита и вихревых токов пластины. Воздушный успокоитель состоит из камеры и находящейся внутри пластины,

скрепленной с ПЧ. При колебаниях ПЧ в камере создается разность давлений по обе стороны пластины, препятствующая свободному перемещению ПЧ и вызывающая ее успокоение. Жидкостное успокоение отличается тем, что ПЧ или ее отдельные детали помещаются в вязкую жидкость. Этот вид применяется, например, в осциллографических гальванометрах;

е) **корректор** – устройство для установки указателя на требуемую отметку, обычно на ноль. Корректор содержит винт, укрепленный на корпусе прибора. Поворачивая винт, можно закручивать пружинки, растяжки или подвес и тем самым поворачивать ПЧ прибора, устанавливая указатель.

На каждый прибор наносят **условные обозначения**: единицу ИВ, условное обозначение типа ИМ, класс точности, род тока, рекомендуемое положение прибора (горизонтальное или вертикальное), часто – сопротивление обмотки прибора на каждом пределе измерения и др.

Под действием ИВ происходит угловое перемещение ПЧ, поэтому в приборах рассматриваются не силы, а моменты:

а) **вращающий момент** является функцией ИВ и угла поворота ПЧ и определяется из классического выражения электродинамики

$$M = \frac{dW_{\text{Э}}}{d\alpha}, \quad (29)$$

где $W_{\text{Э}}$ – энергия электромагнитного поля в ИМ; α – угол поворота ПЧ.

б) **противодействующий момент** создается противодействующей пружиной с целью пропорциональности угла поворота измеряемой величине

$$M_{\alpha} = W \cdot \alpha, \quad (30)$$

где W – удельный противодействующий момент.

в) **момент успокоения**, создаваемый успокоителями.

Принцип работы ЭМП основан на взаимодействии магнитных полей катушек с током, постоянного магнита либо ферромагнитного сердечника в зависимости от конструкции (системы) ИМ. Под действием вращающего момента поворачивается ПЧ, вместе с ней ось, указатель и закручивается пружина, прикрепленная одним концом к оси ПЧ, другим – к неподвижной детали. Поворот прекращается, когда вращающий момент уравнивается противодействующим. После успокоения производится снятие показания прибора. Из равенства $M = M_{\alpha}$ выводится уравнение шкалы

$$\alpha = f(x, A_1, A_2, \dots), \quad (31)$$

где x – измеряемая величина; A_1, A_2, \dots – параметры ИМ.

По выражению (31) можно сделать вывод об основных достоинствах и недостатках данного прибора.

1.7.2 Магнитоэлектрические приборы

Приборы применяются для измерения постоянных токов и напряжений (амперметры и вольтметры), сопротивлений (омметры), количества электричества (гальванометры).

Основные детали: постоянный магнит и подвижная катушка (рамка), расположенная на неподвижном сердечнике. При протекании измеряемого тока I по катушке возникает магнитное поле, которое, взаимодействуя с полем магнита, создает вращающий момент.

Уравнение шкалы

$$\alpha = \frac{B \cdot s \cdot w}{W} \cdot I = S_i \cdot I, \quad (32)$$

где α – угол поворота катушки; B – индукция магнитного поля в воздушном зазоре между сердечником и полюсами магнита; s – активная площадь катушки; w – число витков катушки; S_i – чувствительность ИМ к току.

Из уравнения шкалы (угол поворота пропорционален первой степени измеряемого тока) следуют два главных вывода:

- основное достоинство этих приборов – равномерная шкала;
- основной недостаток – применение только в цепях постоянного тока.

Прочие достоинства: высокий класс точности (до 0,1), высокая чувствительность (I_H до 1 мкА), хорошая защита от внешних магнитных полей. Прочие недостатки: сложность конструкции, невысокая перегрузочная способность.

1.7.3 Электромагнитные приборы

Приборы применяются для измерения постоянных и переменных токов и напряжений (амперметры и вольтметры), частоты (частотомеры), угла сдвига фаз (фазометры). Почти все щитовые приборы класса точности 0,5 и ниже имеют электромагнитную систему.

Основные детали: неподвижная катушка с воздушным зазором и ферромагнитный подвижный сердечник в виде лепестка, расположенный эксцентрично на оси ПЧ. При протекании измеряемого тока I по обмотке катушки, в ней создается магнитное поле, втягивающее сердечник в зазор катушки. Поворачиваются ось и стрелка до тех пор, пока не наступит равенство $M = M_\alpha$. Уравнение шкалы прибора

$$\alpha = \frac{1}{2W} \cdot \frac{dL}{d\alpha} \cdot I^2, \quad (33)$$

где L – индуктивность катушки; I – постоянный ток или действующее значение переменного тока.

Таким образом, угол поворота ПЧ пропорционален квадрату тока, отсюда два главных вывода:

- основное достоинство – приборы могут использоваться в цепях и постоянного и переменного тока;

- основной недостаток – начальный участок шкалы (обычно 20 %) неравномерный и для измерений использоваться не может.

Прочие достоинства: простота конструкции, надежность, способность выдерживать большие перегрузки. Прочие недостатки: малая точность, низкая чувствительность, подверженность влиянию внешних электромагнитных полей.

1.7.4 Электродинамические приборы

Применяются для измерения постоянных и переменных токов и напряжений (амперметры и вольтметры), мощности (ваттметры), фазового сдвига (фазометры).

Основные детали: две последовательно соединенные неподвижные катушки с током I_1 , разделенные воздушным зазором, и подвижная катушка с током I_2 . Ток к подвижной катушке подводится с помощью пружинок, создающих противодействующий момент M_a . Вращающий момент возникает в результате взаимодействия магнитных полей катушек.

Уравнение шкалы:

- при постоянных токах
$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \frac{dM_{1,2}}{d\alpha}; \quad (34)$$

- при переменных токах
$$\alpha = \frac{1}{W} \cdot I_1 \cdot I_2 \cdot \frac{dM_{1,2}}{d\alpha} \cdot \cos \psi, \quad (35)$$

где $M_{1,2}$ – взаимная индуктивность неподвижных и подвижной катушек; Ψ – угол фазового сдвига токов неподвижных и подвижной катушек.

Главное достоинство приборов этой системы: самые точные приборы на переменном токе, поэтому они могут служить в качестве образцовых. Недостатки: большое потребление мощности, низкая чувствительность, подверженность влиянию внешних магнитных полей.

Электродинамические приборы, у которых неподвижные катушки расположены на ферромагнитном сердечнике, называются ферродинамическими. Использование такого сердечника значительно

увеличивает вращающий момент, поэтому приборы могут использоваться в условиях тряски и вибрации, например, на подвижном составе. Однако из-за потерь на гистерезис и вихревые токи их класс точности не превышает 1,5.

1.7.5 Индукционные приборы

Основное назначение – измерение электрической энергии, поэтому эти приборы называются счетчиками электроэнергии.

Основные детали: два неподвижных электромагнита (один – с токовой обмоткой, другой – с обмоткой напряжения), подвижный алюминиевый диск и счетный механизм. Диск располагается в зазоре между электромагнитами. Вертикальная ось диска крепится в опорах. При подключении нагрузки по обмоткам электромагнитов протекают токи, создающие в их сердечниках магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 , сдвинутые по фазе на угол Ψ . Потоки, пронизывая плоскость диска, индуцируют в нем ЭДС, которая наводит в диске вихревые токи. Взаимодействие этих токов с магнитными потоками вызывает вращение диска. Вращающий момент счетчика

$$M = c \cdot f \cdot \Phi_1 \cdot \Phi_2 \cdot \sin \psi, \quad (36)$$

где c – коэффициент пропорциональности; f – частота токов в обмотках.

Анализ работы индукционного счетчика показывает, что этот момент пропорционален измеряемой активной мощности нагрузки

$$M = k \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi, \quad (37)$$

где k – постоянный коэффициент.

Из выражения (36) можно сделать три вывода:

- вращающий момент пропорционален частоте питающей сети;
- для создания момента необходимо не менее двух магнитных потоков;
- момент максимален при $\Psi = 90^\circ$.

Для создания противодействующего момента, называемого в счетчиках тормозным, служит постоянный магнит, позволяющий диску сделать не более одного оборота после отключения нагрузки.

Отсчет расхода электроэнергии производится по показаниям счетного механизма в кВт·ч. Число оборотов диска, соответствующее 1 кВт·ч, называется **передаточным числом** A [об/кВт·ч]. Величина, обратная A , называется **номинальной постоянной счетчика** $C_{\text{ном}}$. Значения A и $C_{\text{ном}}$ зависят только от конструкции счетного механизма и для данного счетчика остаются неизменными. Под **действительной постоянной счетчика** C

понимают количество энергии, действительно прошедшей через счетчик за один оборот подвижной части. В отличие от номинальной действительная постоянная зависит от тока нагрузки и внешних условий (температуры, частоты и т.д.). Различие в *постоянных* счетчика приводит к погрешности измерения электроэнергии, относительное значение которой

$$\delta = \frac{C_{\text{ном}} - C}{C} = \frac{W' - W}{W}, \quad (38)$$

где W' – энергия, измеренная счетчиком; W – действительное значение энергии, прошедшей через счетчик.

Основная погрешность счетчика, вызывающая недоучет расхода электроэнергии, связана с трением в опорах и технологией изготовления и установки диска на оси.

Отношение минимального значения тока, при котором диск счетчика начинает равномерно и безостановочно вращаться, к номинальному току в токовой обмотке называется **порогом чувствительности счетчика**. Вращение диска при отсутствии тока в нагрузке и при наличии напряжения в параллельной цепи счетчика называют **самоходом**.

1.7.6 Омметры

На основе магнитоэлектрического ИМ выпускаются омметры – приборы для измерения сопротивлений. Основные детали: магнитоэлектрический ИМ; шкала, градуированная в Ом; источник питания – сухие элементы. Существуют следующие основные виды омметров:

а) с параллельным соединением ИМ и измеряемого R_x – для измерения сопротивлений менее 100 кОм (рис. 5). Для расширения предела измерения включается добавочное сопротивление R_d . При проверке целостности предохранителя стрелка ИМ укажет на ноль, если $R_x = 0$ (предохранитель не перегорел и весь ток идет через него); стрелка укажет на «∞», если $R_x = \infty$ (предохранитель перегорел и весь ток от батареи идет через ИМ);

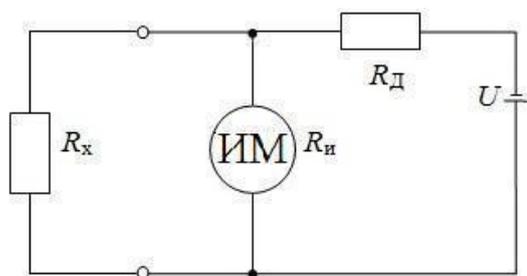


Рис. 5 Схема омметра с параллельным соединением ИМ

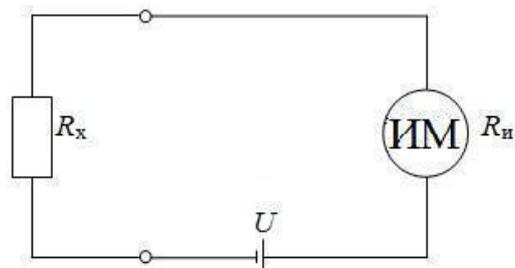


Рис. 6 Схема омметра с последовательным соединением ИМ

б) с последовательным соединением ИМ и измеряемого R_x – для измерения сопротивлений более 100 кОм (рис.6). Диагностика предохранителя даст противоположную картину. Недостаток обеих схем – зависимость угла отклонения указателя ИМ от напряжения источника U , что приводит к появлению прогрессирующей погрешности;

в) с логометрическим ИМ. В этих омметрах в уравнении шкалы отсутствует U и зависимость от напряжения пропадает;

г) мегомметры – для измерения сверхбольших сопротивлений, например, изоляции электроустановок, материалов и т.п. В этих приборах питание цепи осуществляется от встроенного генератора с ручным приводом.

1.8 Электронные приборы

В электронных приборах преобразование сигналов измерительной информации осуществляется с помощью аналоговых электронных устройств. Эти приборы применяются для измерения практически всех электрических величин. Основные достоинства:

- высокая чувствительность;
- широкий диапазон измерений;
- малая потребляемая мощность от измеряемой цепи;
- широкий частотный диапазон.

Благодаря перечисленным достоинствам удается расширить функциональные возможности СИ и обеспечить высокий уровень их метрологических характеристик.

Основной класс электронных приборов составляют вольтметры, электронно-лучевые осциллографы, счетчики, омметры.

1.8.1 Электронные вольтметры

Основное их применение – измерение напряжения в маломощных цепях, например, в схемах электроники, где используется основное достоинство – малое собственное потребление мощности. Благодаря высокому входному сопротивлению электронных вольтметров (более 1 МОм), методическая погрешность измерения будет значительно ниже, чем у электромеханических вольтметров. Диапазон измерения электронных вольтметров от десятков нановольт до десятков киловольт.

В электронных вольтметрах измеряемое напряжение преобразуется с помощью аналоговых электронных устройств в постоянный ток, который подается на магнитоэлектрический ИМ со шкалой, градуированной в единицах напряжения.

Вольтметры постоянного тока. Упрощенная структурная схема вольтметра приведена на рис. 7,а, где ВД – входной делитель напряжения;

УПТ – усилитель постоянного тока; ИМ – измерительный механизм. Наличие высокоомного ВД и УПТ позволяет ослаблять или усиливать сигнал до значений, необходимых для нормальной работы прибора. Такая конструкция обеспечивает высокую чувствительность и многопредельность вольтметров. Недостатком является нестабильность работы УПТ, характеризующаяся изменением его коэффициента усиления в процессе измерения и дрейфом «нуля», что может привести к самопроизвольному изменению выходного сигнала. Нижний предел этих вольтметров составляет 1 мВ.

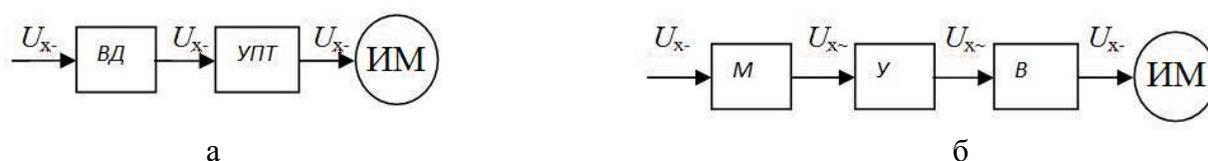


Рис. 7 Структурные схемы вольтметров постоянного тока:

- а) с усилителем постоянного тока;
- б) с усилителем переменного тока

Поэтому электронные вольтметры для измерения сверхмалых напряжений (до 10^{-5} мВ) создают по схеме, приведенной на рис. 7,б, где М – модулятор; У – усилитель переменного тока; В – выпрямитель. Измеряемое напряжение вначале преобразуется модулятором в переменное, усиливается и обратно выпрямляется. Усилители переменного тока не пропускают постоянную составляющую сигнала, и поэтому у них отсутствует дрейф «нуля», а коэффициент усиления становится стабильным и достигающим высоких значений. Это позволяет создавать вольтметры с верхним пределом измерения, равным нескольким микровольтам. Кроме того, усилитель переменного тока У имеет лучшие метрологические характеристики, чем УПТ.

Вольтметры переменного тока. Такие вольтметры состоят из преобразователя переменного напряжения в постоянное (выпрямителя В), усилителя постоянного УПТ (рис.8,а) или переменного У (рис.8,б) тока и магнитоэлектрического ИМ.



Рис.8 Структурные схемы вольтметров переменного тока:

- а) с усилителем постоянного тока;
- б) с усилителем переменного тока

Обе схемы дополняют друг друга. В первой из этих схем измеряемое переменное напряжение сначала преобразуется в постоянное напряжение, которое затем подается на УПТ и ИМ, являющиеся по существу вольтметром постоянного тока. Такие вольтметры работают в широком частотном диапазоне (от 10 Гц до 1000 МГц), но не позволяют измерять напряжения меньше нескольких десятых долей вольта. Вторая схема, благодаря предварительному усилению, позволяет строить более чувствительные вольтметры, нижний предел измерения которых составляет единицы микровольт. Однако такие вольтметры работают в меньшем частотном диапазоне из-за ограниченных возможностей усилителя переменного тока.

В зависимости от вида преобразователя переменного напряжения в постоянное отклонения указателя ИМ вольтметров могут быть пропорциональны амплитудному (пиковому), среднему или действующему значениям измеряемого напряжения. В связи с этим вольтметры называют соответственно вольтметрами амплитудного, среднего или действующего значения. Однако независимо от вида преобразователя шкалу вольтметров переменного тока градуируют в действующих значениях напряжения синусоидальной формы.

Существуют разновидности вольтметров переменного тока: универсальные, импульсные, селективные.

1.8.2 Электронно-лучевые осциллографы

Электронно-лучевые осциллографы (ЭО) предназначены для визуального наблюдения, измерения и регистрации электрических сигналов. Основная функция ЭО заключается в воспроизведении в графическом виде электрических колебаний (осциллограмм) в прямоугольной системе координат – чаще всего зависимость напряжения от времени.

С помощью ЭО можно наблюдать периодические непрерывные и импульсные сигналы, непериодические и случайные сигналы, одиночные импульсы и оценивать их параметры. По осциллограммам, получаемым на экране ЭО, могут быть измерены амплитуда сигнала, частота и фазовый сдвиг, временные интервалы.

На базе ЭО созданы приборы для исследования переходных процессов в различных электро- и радиотехнических устройствах. Широкое распространение ЭО обусловлено возможностью их использования в полосе частот от нуля до десятков гигагерц при напряжениях сигнала от десятков микровольт до сотен вольт.

Опуская описание устройства и принципа действия ЭО, знакомого из курса физики, приведем основные примеры применения ЭО для электрических измерений.

Измерение напряжения выполняется при отключенном генераторе развертки. На вход канала Y подается синусоидальное измеряемое напряжение. Электронный луч прочертит на экране вертикальную прямую линию, длина которой l [дел] пропорциональна удвоенной амплитуде напряжения $2U_m$. Зная чувствительность S_U [дел/В] или коэффициент отклонения луча k_o [В/дел], можно найти амплитуду

$$U_m = \frac{l}{2} \cdot k_o \cdot M = \frac{l}{2} \cdot \frac{1}{S_U} \cdot M, \quad (39)$$

где M – выбранный масштаб. Обычно $M = 1:1$ или $10:1$.

Значение k_o или S_U определяется по положению рукоятки «Чувствительность». При необходимости оценить форму исследуемого напряжения включается генератор развертки. Таким способом можно измерять только симметричное напряжение переменного тока или напряжение постоянного тока. При произвольной форме кривой напряжения отключают обе развертки, фиксируют положение светящегося пятна, например, в центре экрана и измеряют отклонение луча в обе стороны от этого положения.

Измерение тока проводится косвенным методом с использованием закона Ома $I = U/R$. В цепь измеряемого тока I включается резистор R с известным малым сопротивлением, на котором описанным выше способом измеряется падение напряжения U . Чем меньше величина R по сравнению с сопротивлением цепи, тем меньше методическая погрешность измерения тока.

Измерение сопротивления R_X осуществляется методом замещения. На вход ЭО подается напряжение с измеряемого сопротивления. Отключается генератор развертки и фиксируется длина полученной вертикальной линии l . Затем на вход ЭО подключается магазин сопротивлений R_0 , декадами которого добиваются такой же длины линии, т.е. равенства $R_0 = R_X$. По значениям декад магазина записывают искомое R_X .

Измерение частоты. Для этих целей ЭО часто незаменим. Удобным приемом измерения f_X является одновременная фиксация на экране двухлучевого ЭО двух колебаний, частота одного из которых заранее известна. Так можно исследовать колебания любой формы, но с невысокой точностью.

Более точные результаты дает **метод фигур Лиссажу**: на одну пару пластин подается синусоидальное напряжение определенной частоты f_0 , на другую – исследуемое напряжение частоты f_X . В зависимости от соотношения частот и угла сдвига фаз φ на экране появляется определенная фигура. На рис. 9 приведены фигуры Лиссажу при кратности частот 1:2:

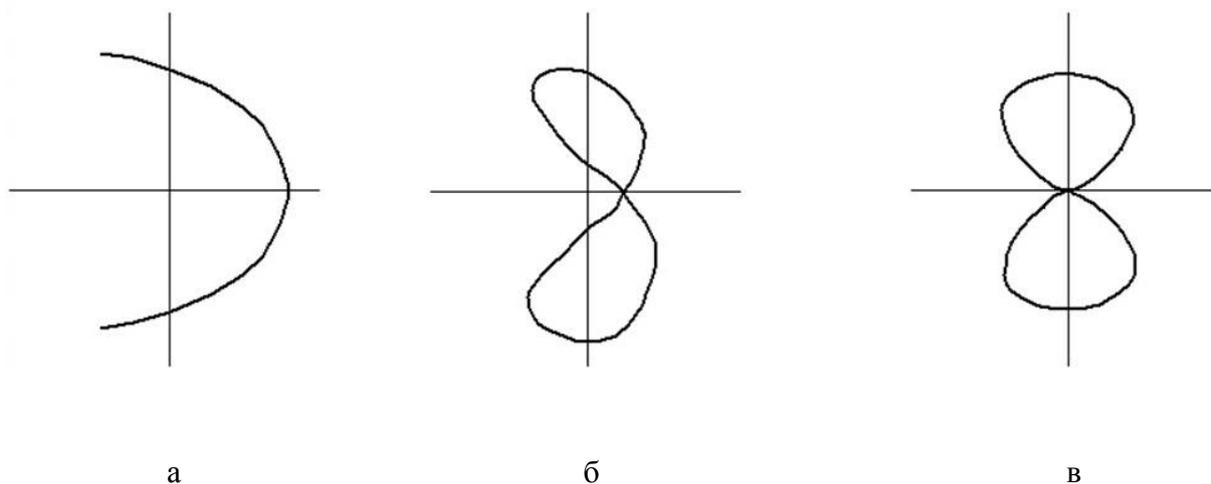


Рис. 9 Фигуры Лиссажу при углах сдвига фаз:
 а) $\varphi = 0^\circ$; б) $\varphi = 45^\circ$; в) $\varphi = 90^\circ$

Свойство фигуры Лиссажу в том, что она вписывается в прямоугольник, стороны которого равны удвоенным амплитудам складываемых колебаний. Отношение числа касаний n неподвижной на экране фигуры с одной из вертикальных сторон прямоугольника к числу касаний m той же фигуры с одной из горизонтальных его сторон характеризует кратность частот сравниваемых колебаний.

Например, на рис.9,а $n = 2$, $m = 1$, тогда $f_0/f_x = n/m = 2$, отсюда $f_x = 0,5 f_0$. При таком же соотношении частот, но других углах сдвига фаз получим другие фигуры (рис. 9,б и 9,в). При $f_0 = f_x$ фигура имеет простейший вид: прямая, круг, эллипс.

Метод фигур Лиссажу применяется при относительно небольшой кратности частот, обычно не превышающей 10, т.к. в противном случае фигуры Лиссажу становятся запутанными и с трудом поддаются расшифровке. При большей кратности сравниваемых частот предпочтительным оказывается метод круговой развертки [3,8].

Измерение фазового сдвига. Определить фазовый сдвиг между двумя напряжениями можно путем одновременного наблюдения двух кривых на экране двухлучевого ЭО. Измеряются временной сдвиг t_x между напряжениями и период T_x . Фазовый сдвиг определяется по формуле $\varphi_x = 360 \cdot t_x / T_x$. Погрешность измерения достигает (5 – 10) %.

Кроме того, сдвиг фаз может быть измерен при помощи фигур Лиссажу. На рис. 10 показаны фигуры Лиссажу, получающиеся при подаче на два входа X и Y ЭО двух синусоидальных напряжений одинаковой частоты и амплитуды при различных фазовых сдвигах φ :

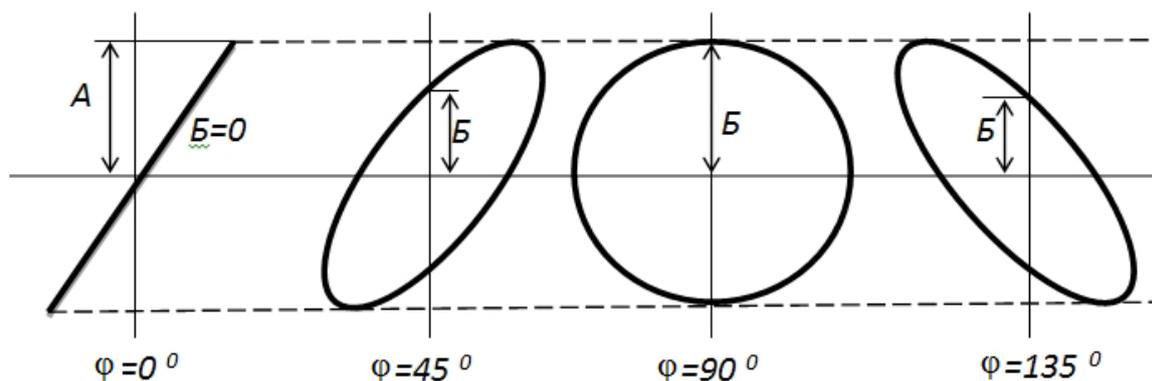


Рис. 10 Фигуры Лиссажу, используемые для измерения фазовых сдвигов

Значение фазового сдвига определяется выражением $\varphi = \arcsin (B/A)$, где B и A – отрезки оси ординат, определяемые по изображению. Погрешность определения фазового сдвига составляет (5 – 10) %. Более высокую точность измерения можно получить, используя ЭО как нуль-индикатор [3,8].

1.9 Методы и средства измерений неэлектрических величин

1.9.1 Магнитные измерения

С помощью магнитоизмерительной техники решаются различные задачи:

- измерение магнитного поля;
- определение характеристик магнитных материалов;
- дефектоскопия материалов и др.

Как и в электроизмерительной технике, существуют эталоны, образцовые и рабочие меры, приборы для измерения основных магнитных величин: магнитного потока Φ , индукции B и напряженности H .

Измерение магнитного потока основано на явлении электромагнитной индукции: при изменении магнитного потока Φ во времени t в катушке с числом витков w_k возникает ЭДС e , т.е. магнитная величина превращается в электрическую

$$e = -\frac{d\psi}{dt} = -w_k \cdot \frac{d\Phi}{dt}. \quad (40)$$

Основанный на этом явлении магнитоизмерительный преобразователь называется индукционным. Он представляет собой катушку, витки которой сцепляются с измеряемым магнитным потоком. Эта катушка должна иметь такую форму и размеры и быть так расположенной, чтобы с

ее витками сцеплялся лишь измеряемый поток. Ее плоскость должна быть перпендикулярна вектору индукции B или напряженности H магнитного поля. Если поле однородно, то

$$e = -w_k \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -w_k \cdot s_k \cdot \frac{dB}{dt} = -w_k \cdot s_k \cdot \mu_0 \cdot \frac{dH}{dt}, \quad (41)$$

где w_k s_k – постоянная измерительной катушки; μ_0 – магнитная постоянная.

При измерении индукции в изделии витки катушки должны охватывать изделие и плотно прилегать к его поверхности. При измерении напряженности на поверхности образца катушка должна быть плоской, плотно прилегать к его поверхности, а ее ось должна совпадать с вектором напряженности магнитного поля.

Из (40) выразим потокосцепление:

$$\Psi = -\int_0^{\infty} e dt = -R \cdot \int_0^{\infty} i dt, \quad (42)$$

где R – сопротивление цепи измерительной катушки; i – ток в цепи.

Таким образом, прибор для измерения потокосцепления или магнитного потока должен осуществлять интегрирование импульса ЭДС e или тока i . Такой прибор имеет магнитоэлектрический ИМ без противодействующего момента, но с большим моментом успокоения и называется веберметром. Шкала прибора градуирована в единицах магнитного потока (веберах). Если к зажимам веберметра присоединить измерительную катушку w_k и изменить магнитный поток, сцепляющийся с ее витками, то угол поворота подвижной части прибора будет пропорционален изменению магнитного потока.

Достоинства веберметра: независимость показаний от скорости изменения измеряемого потока, простота конструкции, прямые показания, независимость от сопротивления цепи включения прибора. Недостатки: низкая чувствительность, малая точность.

1.9.2 Электрические измерения неэлектрических величин

Большинство физических величин относится к неэлектрическим: температура, влажность, скорость, перемещение и т.д. При измерениях таких величин часто возникают задачи дистанционного измерения, передачи, регистрации и обработки измерительной информации.

Оптимальный путь решения этих задач – преобразование измеряемой неэлектрической величины $X_{нэ}$ в электрический сигнал $X_э$, связанный с ИВ однозначной функциональной зависимостью $X_э = f(X_{нэ})$. Полученный

электрический сигнал измеряется средствами электрических измерений или может быть передан по линии связи на значительное расстояние.

Преобразование неэлектрической величины в электрическую осуществляется с помощью измерительных преобразователей (ИП) – датчиков. ИП классифицируют по роду ИВ (температура, давление и др.) и по выходной величине (генераторные, параметрические).

Важнейшими метрологическими характеристиками ИП являются: номинальная статическая характеристика преобразования, чувствительность, основная и дополнительные П, динамические характеристики и др.

Промышленностью выпускаются как отдельные ИП неэлектрических величин, так и приборы для измерения неэлектрических величин, неотъемлемой частью которых является соответствующий датчик.

1.9.2.1 Генераторные ИП. Выходным сигналом генераторных датчиков является ЭДС, напряжение, ток или заряд, функционально связанные с ИВ:

а) **термоэлектрические ИП (термопары)** применяются для измерения температуры. Термопара представляет собой термоэлектрическую цепь, составленную из разнородных проводников, спаянных по концам. В спай или разрыв термоэлектрода включается электроизмерительный прибор – милливольтметр или потенциометр постоянного тока для измерения возникающей в цепи термоЭДС. Ее величина определяется разностью температур спаев и достигает десятков милливольт. В зависимости от диапазона измеряемых температур электроды изготавливаются как из чистых металлов, так и сплавов стандартизованного состава;

б) **пьезоэлектрические ИП** применяются для измерения параметров движения, удара, акустических сигналов. Их действие основано на использовании прямого пьезоэлектрического эффекта, заключающегося в появлении электрических зарядов на поверхности некоторых кристаллов (кварца, турмалина, сегнетовой соли и др.) под влиянием механических напряжений. Пьезоэлектрический эффект является знакопеременным: при изменении направления прилагаемого усилия знаки зарядов на поверхности граней кристалла меняются на противоположные. Материалы сохраняют свои свойства только при температурах ниже точки Кюри, которая, например, для кристалла кварца составляет 530 °С. ЭДС, возникающая на электродах пьезоэлектрического ИП достигает единиц вольт, но при важном условии: приложенная к ИП сила должна быть переменной. При постоянной величине силы измерить ЭДС трудно, поскольку заряд мал и быстро стекает через входное сопротивление вольтметра. Для увеличения полезного сигнала пьезодатчики выполняются из нескольких последовательно соединенных пьезоэлементов.

1.9.2.2 Параметрические ИП. Их выходной величиной является параметр электрической цепи (R, L, C):

а) **термометры сопротивления (ТС)** предназначены для измерения температуры газообразных, твердых и жидких тел. Их принцип действия основан на использовании свойства металлов и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление с температурой. Сопротивление измеряется с последующим переходом к температуре по формулам или градуировочным таблицам. Различают проволочные и полупроводниковые ТС. Проволочный ТС представляет собой тонкую проволоку из чистого металла, закрепленную на каркасе из термостойкого материала, помещенную в защитную арматуру. Промышленностью выпускаются платиновые, никелевые и медные ТС. Диапазон температур применения, например, платиновых ТС от -260 до 1100 °С. Полупроводниковые ТС (термисторы) представляют собой бусинки, диски или стержни из полупроводникового материала с выводами для подключения в измерительную цепь. Температурный коэффициент сопротивления термисторов на порядок выше, чем у проволочных ТС. Рабочий диапазон температур термисторов от -100 до 300 °С. Электрическое сопротивление термометров измеряется мостами постоянного и переменного тока или компенсаторами. К основным недостаткам ТС можно отнести нелинейность температурной зависимости сопротивления и необратимое изменение сопротивления во времени;

б) **тензочувствительные преобразователи (тензорезисторы)** в основном применяются для измерения механических напряжений и деформаций в элементах конструкций. В основе работы тензорезисторов (ТР) лежит свойство металлов и полупроводников изменять свое электрическое сопротивление под действием приложенных к ним сил. Простейшим ТР может быть отрезок проволоки, жестко закрепленный на поверхности деформируемой детали. Растяжение или сжатие детали вызывает пропорциональное растяжение или сжатие проволоки, в результате чего изменяется ее электрическое сопротивление. Для измерения механического напряжения в элементе конструкции ТР наклеивают на исследуемый элемент в интересующем сечении так, чтобы его продольная ось совпадала с направлением деформации. Измерение сопротивления ТР производится теми же методами и средствами, что и ТС. Эффективность ТР определяется коэффициентом тензочувствительности, величина которого зависит от свойств материала ТР и способа его крепления к изделию. Существуют проволочные и полупроводниковые ТР, различающиеся тензоэффектом, т.е. различным коэффициентом тензочувствительности;

в) **индуктивные преобразователи** используются для измерения линейных и угловых перемещений, отклонений формы и расположения поверхностей. Преобразователь состоит из неподвижной катушки индуктивности с магнитопроводом и подвижного якоря, также являющегося частью магнитопровода. При перемещении якоря

(связанного, например, со щупом измерительного устройства) изменяется индуктивность катушки и, следовательно, ток, протекающий в обмотке. Для получения возможно большей индуктивности магнитопровод катушки и якорь выполняются из ферромагнитных материалов.

1.10 Цифровые измерительные приборы

Принцип работы цифровых измерительных приборов (ЦИП) основан на дискретном представлении непрерывных величин. В этих приборах дискретные сигналы измерительной информации вырабатываются автоматически. Показания ЦИП представляются в цифровой форме путем преобразования непрерывной ИВ в код (совокупность условных сигналов), который может подаваться в цифровое регистрирующее устройство, компьютер и т.п. В некоторых СИ, например, мостах и компенсаторах, положение ручек декадных магазинов сопротивлений также образует код и результат выражается также в цифровой форме, однако операция уравнивания выполняется вручную, поэтому такие СИ к ЦИП не относятся.

Любой ЦИП содержит два обязательных функциональных узла: аналого-цифровой преобразователь, который выдает код в соответствии со значением ИВ, и цифровое отсчетное устройство, отражающее это значение в цифровой форме. К прочим узлам относятся: триггеры, пересчетные устройства, дешифраторы, знаковые индикаторы, ключи, логические элементы, сравнивающие устройства, цифро-аналоговые преобразователи и др.

Для образования кода в аналого-цифровом преобразователе непрерывная ИВ дискретизируется во времени и квантуется по уровню. Дискретизацией непрерывной во времени величины $X(t)$ называется операция ее преобразования в дискретную (прерывную) величину, значения которой отличны от нуля и совпадают с заданными значениями $X(t)$ только в определенные моменты времени. Промежуток между двумя соседними моментами времени дискретизации называется шагом дискретизации, который может быть постоянным или переменным. Квантованием по уровню непрерывной по уровню величины $X(t)$ называется операция ее преобразования в квантованную величину $X_k(t)$. Фиксированные значения $X_k(t)$ называются уровнями квантования, а разность между двумя ближайшими уровнями – шагом квантования (квантом).

При формировании кода происходит отождествление ИВ с ближайшим большим, ближайшим меньшим или равным уровнем квантования. Число уровней квантования определяется устройством преобразователя. От этого числа зависит емкость (число возможных отсчетов) отсчетного устройства.

Например, если ЦИП имеет 1000 уровней квантования, то цифровое отсчетное устройство может выдать 1000 различных показаний.

В результате квантования по уровню возникает Π дискретности (рис. 11)

$$\Delta X_{\text{д}} = X_{\text{кз}} - X(t_2), \quad (43)$$

где $X_{\text{кз}}$ – показание ЦИП (ближайший уровень квантования); $X(t_2)$ – измеряемая величина в момент времени t_2 .

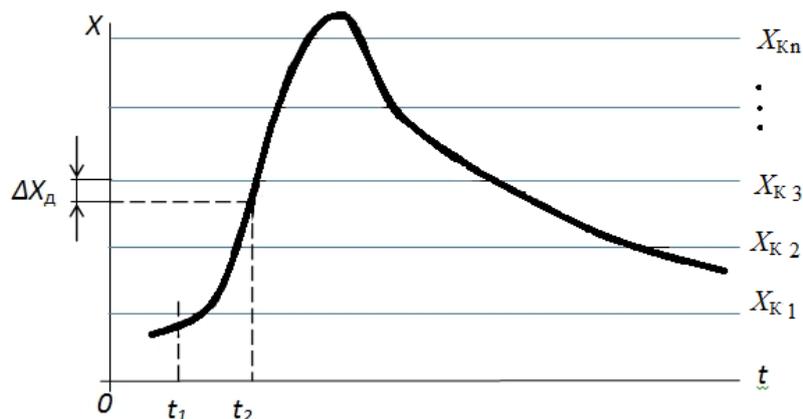


Рис.11 Погрешность дискретности

Эта абсолютная Π обусловлена тем, что бесконечное множество значений ИВ отражается лишь ограниченным числом кодовых комбинаций аналого-цифрового преобразователя, поэтому может быть уменьшена увеличением числа уровней квантования, т.е. уменьшением шага квантования.

В основу работы цифровых СИ положено преобразование измеряемого параметра в пропорциональный интервал времени и измерение этого интервала путем заполнения его импульсами со стабильной частотой следования (счетными импульсами) от встроенного генератора. Временной интервал t_x определяется произведением числа импульсов N , прошедших на счетчик импульсов, и периода их следования T_0 . По такому принципу работает цифровой хронометр. Блок-схема цифрового хронометра лежит в основе большинства ЦИП: вольтметров, фазометров, частотомеров и др.

1.11 Применение вычислительной техники при измерениях

Измерительно-вычислительные средства (ИВС) – совокупность технических средств, обеспечивающих измерение, сбор, вычислительную обработку и распределение измерительной информации в системах управления технологическими процессами и объектами, при научных исследованиях и комплексных испытаниях систем и т.д.

К ИВС относятся как измерительные приборы, так и информационно-измерительные системы (ИИС) и измерительно-вычислительные комплексы (ИВК) (п. 1.2.4).

Типичная ИИС 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. Измерительную установку, предназначенную для испытаний каких-либо изделий, называют испытательным стендом. Примером является установка для измерения удельного сопротивления электротехнических материалов, установка для испытаний магнитных материалов и т.п.

На ИВС, используемые в средствах измерений, могут быть возложены следующие функции:

- фильтрация помех; выявление отклонений ИВ от заданного уровня; внесение поправок в результаты измерений; учет влияния внешних факторов; вычисление результатов косвенных, совместных и совокупных измерений;

- накопление, хранение и сервисная обработка измерительной информации;

- управление узлами СИ с целью организации запросов, очередности приоритетов, диалогового режима с операторами, обращение к памяти, контроль метрологических характеристик СИ и т.п.

Современные ИИС, создаваемые на основе ИВС, входят в состав автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП), систем автоматизации проектирования (САПР), автоматизированных обучающих систем (АОС) и др.

Большинство измерительных и управляющих систем оперируют информацией в виде кодов (чисел), что предопределило быстрое развитие измерительных преобразователей различных ФВ и прежде всего электрических в коды, что обеспечивает возможность непосредственной связи вычислительной или управляющей цифровой машины с объектами измерения или управления. Эти устройства получили название аналого-цифровых измерительных преобразователей (АЦП), являющихся основным компонентом ИВС.

Цифровые измерительные устройства являются наиболее совершенными СИ как электрических, так и неэлектрических величин (например, температуры), временных параметров (частоты, периода, длительности импульсов).

В последнее время расширены задачи контроля. Если раньше при контроле выявляли только брак изделий по размерам, то в настоящее время появляется возможность определить и исключить источник ошибок. В освоении нового изделия при серийном производстве необходим

своевременный, быстрый и безупречный контроль первого изделия, что осуществляется на координатно-измерительных машинах. Их отличительным признаком является возможность дать измерения координатных значений в цифровой форме. Преимущество этих машин заключается в измерениях деталей сложной геометрической формы. Машины снабжают специально разработанными ЭВМ, с помощью которых сравнивают действительные размеры с требуемыми и вносят корректировки.

ИВК представляет собой совокупность программно-управляемых измерительных, вычислительных и вспомогательных технических средств, функционирующих на основе единого метрологического обеспечения и реализующих алгоритм получения, обработки и использования измерительной информации.

ИВК строятся на основе технических средств, имеющих блочно-модульный принцип исполнения, что обеспечивает возможность создания ИВК с перестраиваемой структурой.

В зависимости от назначения различают следующие типы ИВК:

- универсальные для испытаний различных изделий и материалов;
- проблемно-ориентированные для ограниченного набора однотипных задач АСУ ТП;
- уникальные для единичных (специфических) задач исследований или испытаний.

Программное управление ИВК осуществляется программируемым процессором, который обеспечивает реализацию алгоритма функционирования системы в соответствии с требуемой обработкой измерительной информации.

В общем случае ИВК обеспечивают автоматизацию измерительных процедур от начала измерения ФВ до получения окончательных результатов измерения.

1.12 Задачи для самостоятельного решения

Задача 1. Расчет инструментальных погрешностей

По приведенным в табл. 3 исходным данным определить:

- чувствительность вольтметра S_V ;
- показание вольтметра U ;
- номинальное значение напряжения U_N ;
- инструментальные абсолютную Δ_{\max} и относительную δ_{\max} погрешности измерения напряжения;
- интервал действительных значений измеренного напряжения U_0 .

Таблица 3 – Исходные данные задачи 1

Вариант	Шкала α_{\max} , дел	Показание α , дел	Цена деления C_V , В/дел	Класс точности K_{Π}
1	100	85	0,5	1
2	300	174	0,2	0,5
3	150	112	0,4	0,2
4	60	42	1,0	1,5
5	300	254	2,0	2,5
6	50	39	5,0	1,5
7	200	188	2,5	0,2
8	100	76	2,0	1
9	150	118	4,0	0,2
10	200	155	0,5	0,5
11	300	220	1,0	1,5
12	60	51	0,5	2,5
13	100	88	2,0	1
14	150	117	2,0	0,5
15	300	232	1,0	2,5
16	200	123	0,5	1
17	60	34	5,0	0,2
18	100	75	2,5	1,5
19	50	36	2,0	0,5
20	200	149	1,0	0,2
21	300	235	0,5	2,5
22	150	120	0,2	1
23	60	50	0,5	1,5
24	100	73	1,0	0,2
25	300	214	0,5	0,5
26	200	166	2,5	1
27	50	28	2,0	1,5
28	100	92	0,5	2,5
29	200	165	1,0	0,5
30	300	247	2,0	1

Задача 2. Выбор средства измерения

Выбрать СИ по меньшей относительной инструментальной погрешности δ_{\max} для измерения тока I (табл.4), напряжения U (табл. 5) или мощности P (табл. 6).

Таблица 4 – Выбор амперметра

Вариант	Показание I, A	Первый		Второй	
		$K_{П1}$	$I_{Н1}, A$	$K_{П2}$	$I_{Н2}, A$
1	0,4	0,2	5	1,5	0,5
2	0,8	0,5	2	1	1
3	4,2	1	20	2,5	5
4	1,3	2,5	2	1,5	5
5	3,6	1	10	2,5	5
6	0,3	0,5	1	1,5	0,5
7	8,5	4	10	2,5	20
8	0,2	0,2	1	0,5	0,5
9	4,7	1	5	0,2	20
10	1,8	1,5	2	1	5

Таблица 5 – Выбор вольтметра

Вариант	Показание U, B	Первый		Второй	
		$K_{П1}$	$U_{Н1}, B$	$K_{П2}$	$U_{Н2}, B$
11	120	2,5	150	1,5	300
12	280	1	600	1,5	300
13	250	1,5	300	0,5	600
14	200	0,5	500	1	300
15	130	2,5	200	1,5	500
16	170	1	400	2,5	200
17	410	1,5	500	1	600
18	220	0,5	600	1,5	300
19	270	2,5	300	1,5	500
20	150	1	200	0,5	300

Таблица 6 – Выбор ваттметра

Вариант	Показание $P, Вт$	Первый		Второй	
		$K_{П1}$	$P_{Н1}, Вт$	$K_{П2}$	$P_{Н2}, Вт$
21	120	1	150	0,5	400
22	180	1,5	200	1	500
23	130	0,5	600	2,5	150
24	20	0,2	50	0,5	30
25	80	2,5	100	1	200
26	500	4	600	2,5	800
27	220	1,5	300	1	400
28	450	0,5	750	1,5	500
29	200	1	250	0,5	400
30	60	1,5	100	1	200

Задача 3. Поверка средства измерения

Подобрать класс точности амперметра (табл. 7) или провести поверку вольтметра (табл. 8).

Таблица 7 – Выбор класса точности амперметра

Вариант	Показания амперметров I/I_0 , А в точках шкалы					Номинальный ток I_N , А
	1	2	3	4	5	
1	2/2,082	4/3,921	6/6,090	8/8,053	10/9,917	10
2	0,2/0,214	0,4/0,408	0,6/0,592	0,8/0,787	1,0/0,986	1
3	1/1,047	2/2,066	3/2,934	4/3,925	5/4,944	5
4	0,4/0,391	0,8/0,794	1,2/1,208	1,6/1,606	2,0/1,992	2
5	5/4,823	10/10,624	15/15,577	20/19,707	25/24,548	25
6	1/0,987	2/1,956	3/3,047	4/4,040	5/4,989	5
7	10/11,106	20/20,980	30/28,893	40/38,765	50/48,814	50
8	2/1,915	4/3,909	6/6,088	8/8,071	10/9,912	10
9	1/1,012	2/1,977	3/2,985	4/4,021	5/4,980	5
10	5/5,214	10/10,356	15/15,198	20/19,675	25/24,647	25
11	0,2/0,209	0,4/0,395	0,6/0,607	0,8/0,804	1,0/0,993	1
12	10/11,222	20/18,885	30/29,049	40/41,117	50/48,906	50
13	0,4/0,408	0,8/0,806	1,2/1,193	1,6/1,605	2,0/1,991	2
14	2/1,893	4/4,134	6/6,142	8/8,129	10/9,900	10
15	5/4,698	10/9,722	15/15,211	20/20,355	25/24,774	25

Таблица 8 – Поверка вольтметра

Вариант	Показания вольтметров U/U_0 , В в точках шкалы					U_N , В	$K_{П}$
	1	2	3	4	5		
16	30/31,42	60/61,38	90/88,84	120/120,96	150/148,63	150	0,5
17	120/123,6	240/245,8	360/352,2	480/487,9	600/592,7	600	2,5
18	60/54,2	120/125,1	180/186,6	240/246,0	300/294,4	300	1,5
19	15/15,72	30/29,39	45/44,46	60/60,57	75/74,28	75	0,5
20	12/11,74	24/23,85	36/36,23	48/48,21	60/59,79	60	1
21	20/21,12	40/41,25	60/58,92	80/78,57	100/99,06	100	1
22	50/46,6	100/103,7	150/152,4	200/197,0	250/246,9	250	1,5
23	100/95,6	200/206,4	300/307,3	400/406,5	500/493,8	500	2,5
24	120/125,1	240/234,9	360/355,0	480/485,4	600/594,7	600	2,5
25	30/30,63	60/60,48	90/90,62	120/120,71	150/149,28	150	1,5
26	60/57,1	120/117,3	180/182,8	240/241,0	300/297,9	300	1,5
27	15/16,07	30/31,10	45/44,33	60/60,05	75/74,14	75	1
28	20/21,46	40/38,77	60/59,29	80/81,31	100/99,18	100	1
29	100/96,3	200/204,2	300/303,0	400/404,6	500/495,9	500	2,5
30	30/28,58	60/61,95	90/92,07	120/117,93	150/148,16	150	1

Методические указания:

Показания приборов сняты в пяти точках шкалы ($1 \div 5$) и приведены в табл.7,8 в виде X/X_0 , где X – показание поверяемого прибора, X_0 – показание образцового прибора. Требуется выполнить:

- вычислить абсолютные Δ по (5), относительные δ по (7) и приведенные γ по (8);

- выбрать максимальную приведенную $\Pi \gamma_{\max}$;
- для амперметра (табл. 7) провести выбор класса точности из ряда (п.1.3.2), цифра которого K_{Π} не меньше γ_{\max} ;
- для вольтметра на основании выражения $K_{\Pi} \geq |\gamma_{\max}|$ сделать вывод о соответствии прибора обозначенному на нем классу точности (табл.8);
- заполнить табл. 9, в которой в графе «класс точности» привести для амперметра выбранный класс точности, для вольтметра – расчетный, т.е. ближайший больший к γ_{\max} .

Таблица 9 – Результаты поверки

Погрешность		Точки шкалы				
		1	2	3	4	5
Абсолютная	Δ , А (В)					
Относительная	δ , %					
Приведенная	γ , %					
Класс точности	K_{Π}					

Задача 4. Расчет методической и личной погрешностей

Для схемы (рис. 12), согласно заданному варианту, по данным табл. 10 выполнить:

- вычислить внутреннее сопротивление вольтметра R_V ;
- определить показание вольтметра U ;
- найти действительное значение напряжения U_0 ;
- вычислить относительную методическую $\Pi \delta_{\text{мет}}$;
- рассчитать относительную личную $\Pi \delta_{\text{лич}}$.

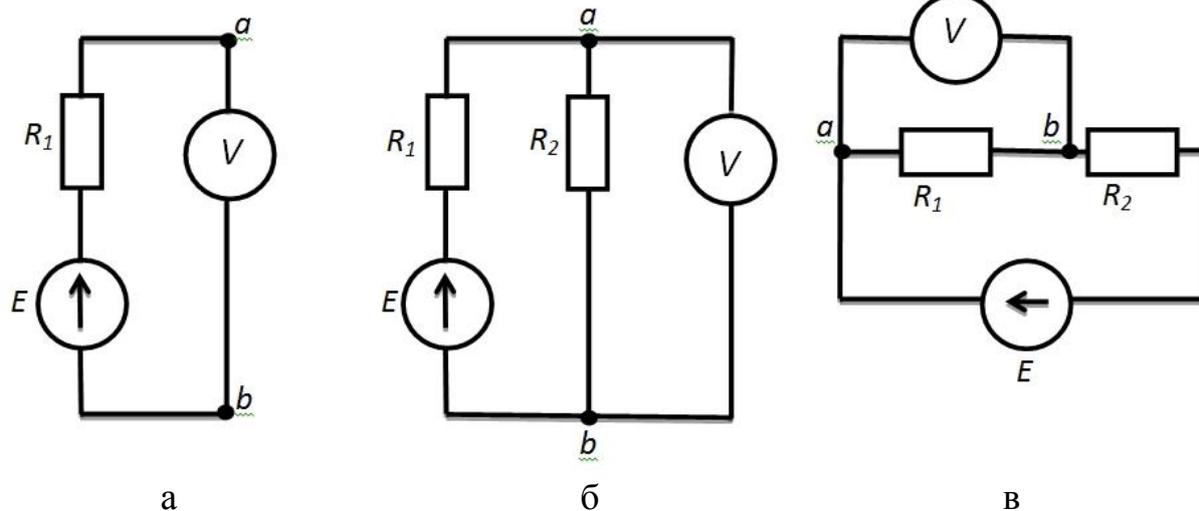


Рис. 12 Расчетные схемы

Таблица 10 – Исходные данные задачи 4

Вариант	Рисунок	$U_H, В$	$I_0, мА$	$E, В$	$R_1, кОм$	$R_2, кОм$	$\alpha_{max}, дел$
1	б	600	6	400	6	10	150
2	в	150	3	100	5	2	150
3	а	300	5	200	4	-	150
4	б	100	4	50	2	3	100
5	в	200	2	150	3	7	100
6	а	600	6	400	8	-	150
7	б	150	3	100	2	4	150
8	в	300	5	200	3	3	150
9	а	100	4	50	1	-	100
10	б	200	2	150	3	7	100
11	в	600	6	400	7	4	150
12	а	150	3	100	2	-	150
13	б	300	5	200	4	1	150
14	в	100	4	50	5	4	100
15	а	200	2	150	3	-	100
16	б	600	6	500	12	6	150
17	в	150	3	120	2	3	150
18	а	300	5	250	4	-	150
19	б	100	4	80	1	2	100
20	в	200	2	130	8	13	100
21	а	600	6	500	5	-	150
22	б	150	3	140	2	1	150
23	в	300	5	280	1	3	150
24	а	100	4	70	2	-	100
25	б	200	2	180	11	4	100
26	в	600	6	520	3	14	150
27	а	150	3	110	1	-	150
28	б	300	5	250	3	2	150
29	в	100	4	70	1	4	100
30	а	200	2	160	6	-	100

Методические указания:

Причина методической П – включение вольтметра, обладающего конечным сопротивлением. Внутреннее сопротивление вольтметра R_V вычисляется по его паспортным данным (U_H, I_0). Показание вольтметра U равно падению напряжения на участке ab в схеме, в которой вольтметр заменен резистором R_V . На этом же участке определяется действительное значение напряжения U_0 в другой схеме, где $R_V = \infty$. Требуется изобразить

обе расчетные схемы, указав на них вычисляемые токи и напряжения. Расчеты проводить, используя преобразования схемы, законы Ома и Кирхгофа.

Относительная методическая $\Pi \delta_{мет}$ определяется по (7), относительная личностная $\Pi \delta_{личн}$ – по (16). Ответы приведены в табл. 11.

Таблица 11 – Ответы задачи 4

Вариант	Показание вольтметра $U, В$	Относительная погрешность, %	
		$-\delta_{мет}$	$\pm \delta_{личн}$
1	241,0	3,6	0,41
2	69,4	2,8	0,36
3	187,5	6,3	0,27
4	28,6	4,6	0,87
5	44,1	2,0	1,13
6	370,4	7,4	0,27
7	64,9	2,8	0,38
8	97,6	2,3	0,51
9	48,1	3,8	0,52
10	102,8	1,9	0,49
11	248,2	2,6	0,40
12	96,1	3,8	0,26
13	39,5	1,3	1,27
14	25,5	8,3	0,98
15	145,6	2,9	0,34
16	160,3	4,1	0,63
17	46,9	2,3	0,53
18	234,4	6,3	0,21
19	51,9	2,7	0,48
20	47,2	4,7	1,06
21	476,2	4,8	0,21
22	46,1	1,2	0,54
23	69,1	1,3	0,72
24	64,8	7,4	0,39
25	46,6	2,9	1,07
26	89,6	2,4	1,12
27	107,8	2,0	0,23
28	98,0	2,0	0,51
29	13,6	2,9	1,84
30	150,9	5,7	0,33

Задача 5. Определение доверительного интервала истинного значения

В табл.12 приведены результаты нескольких наблюдений различных ФВ. Разброс результатов – следствие влияния случайных П. Требуется установить доверительный интервал $X_0 = X_{cp} \pm \Delta X_{max}$, в котором с заданной вероятностью P находится истинное значение измеряемой ФВ.

Таблица 12 – Результаты наблюдений измеряемой величины

Вариант задания	Измеряемая величина	Данные наблюдений								P	$t_{n,p}$
		1	2	3	4	5	6	7	8		
1	Объем, см ³	517	524	521	518	520	525	516	519	0,99	3,50
2	Сопротивление, Ом	182	185	183	179	176	177	174	176	0,95	2,37
3	Ток, мА	46,3	47,1	46,8	46,4	46,3	47,0	47,0	-	0,99	3,71
4	Масса, кг	97	105	102	100	98	102	97	99	0,98	3,00
5	Влажность, %	64	67	65	65	66	63	64	66	0,93	2,16
6	Температура, °C	20,5	20,2	20,0	20,4	20,3	19,7	20,4	20,1	0,95	2,37
7	Длина, мм	29,9	30,3	30,2	30,2	30,0	30,4	29,7	-	0,98	3,14
8	Сила, Н	404	406	398	406	405	410	408	403	0,95	2,37
9	Напряжение, В	14,2	13,8	14,0	14,8	13,9	14,1	14,5	14,3	0,99	3,50
10	Угол, град	58,3	57,7	58,0	58,1	57,3	58,0	57,2	-	0,90	1,94
11	Площадь, м ²	3,74	3,59	3,80	3,84	3,88	3,76	3,64	-	0,95	2,45
12	Скорость, м/с	33	37	34	36	35	33	37	-	0,98	3,14

Методические указания:

Число проведенных наблюдений меньше 20, поэтому проводится статистическая обработка с применением алгоритма Стьюдента (п.1.4.2), согласно которому максимальное отклонение ΔX_{max} от среднего арифметического X_{cp} определяется выражением (26). СКО среднего арифметического σ_A вычисляется по (24) с предварительными расчетами по выражениям (21) и (23). Ответы приведены в табл. 13.

Таблица 13 – Ответы задачи 5

Вариант задания	Измеряемая величина	Варианты ответов			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
1	Объем, см ³	520 ± 4	520 ± 11	520 ± 10	$520,0 \pm 3,7$
2	Сопротивление, Ом	$179,0 \pm 1,3$	$179,0 \pm 3,3$	$179,0 \pm 9,2$	$179,0 \pm 1,4$
3	Ток, мА	$46,7 \pm 0,3$	$46,7 \pm 1,3$	$46,7 \pm 0,5$	$46,7 \pm 0,1$
4	Масса, кг	100 ± 8	100 ± 6	100 ± 1	100 ± 3

1	2	3	4	5	6
5	Влажность, %	$65,0 \pm 2,8$	$65,0 \pm 1,4$	65 ± 1	65 ± 2
6	Температура, °C	$20,2 \pm 0,5$	$20,2 \pm 0,2$	$20,2 \pm 0,6$	$20,2 \pm 2,3$
7	Длина, мм	$30,1 \pm 0,3$	$30,1 \pm 3,1$	$30,1 \pm 0,7$	$30,1 \pm 2,3$
8	Сила, Н	405 ± 6	405 ± 3	$405,0 \pm 2,3$	405 ± 8
9	Напряжение, В	$14,2 \pm 0,3$	$14,2 \pm 0,1$	$14,2 \pm 0,4$	$14,2 \pm 1,0$
10	Угол, град	$57,8 \pm 0,4$	$57,8 \pm 0,6$	$57,8 \pm 1,9$	$57,8 \pm 0,3$
11	Площадь, м ²	$3,75 \pm 0,10$	$3,75 \pm 0,25$	$3,75 \pm 0,04$	$3,75 \pm 0,16$
12	Скорость, м/с	$35,0 \pm 1,7$	35 ± 2	$35,0 \pm 0,7$	$35,0 \pm 5,4$

Задача 6. Расчет сопротивлений масштабных преобразователей

Измерительный механизм (ИМ) амперметра магнитоэлектрической системы рассчитан на ток I_H и имеет сопротивление $R_{И}$ (рис. 13). По данным варианта (табл. 14):

- подобрать шунты $R_{ш1}$ и $R_{ш2}$ для расширения предела измерения I_H до значений I_1 и I_2 ; начертить соответствующие схемы;
- вычислить напряжение $U = U_{ac}$ при протекании тока I_1 ;
- используя ИМ амперметра с шунтами при номинальном токе I_H , подобрать добавочное сопротивление R_D для изготовления вольтметра на напряжение U_H ; начертить схему.

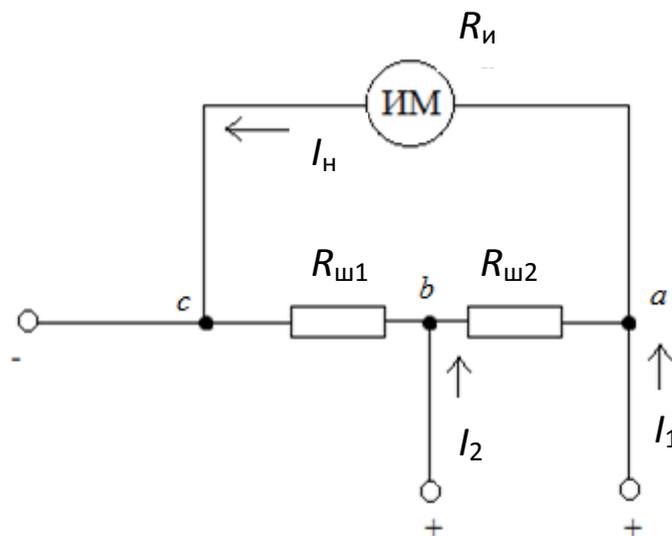


Рис. 13 Схема амперметра с тремя пределами измерений

Таблица 14 – Исходные данные задачи 6

Вариант	Измерительный механизм		Измеряемый ток, А		Номинальное напряжение $U_H, В$
	$R_H, Ом$	$I_H, мА$	I_1	I_2	
1	20	50	0,3	6	10
2	10	100	0,4	4	18
3	5	40	0,9	4,5	8
4	30	20	0,07	0,8	11
5	3	140	0,7	5	20
6	15	80	0,5	6	12
7	9	40	1,0	3	13
8	50	10	0,06	0,4	12
9	25	80	0,8	6	10
10	40	10	0,05	0,4	5
11	20	50	0,2	4	15
12	10	100	0,8	3	12
13	5	40	0,3	1,5	5
14	30	20	0,1	1	9
15	3	140	0,3	4,5	16
16	15	80	0,9	4	17
17	9	40	0,6	6	20
18	50	10	0,15	0,6	14
19	25	10	0,09	4	12
20	40	20	0,04	0,8	8
21	20	50	0,15	2,5	9
22	10	100	0,6	2,5	15
23	5	40	0,35	3	9
24	30	20	0,2	1,5	12
25	3	140	0,4	3	10
26	15	80	0,4	2	8
27	9	40	0,8	2	15
28	50	10	0,08	1	16
29	25	70	0,7	3	22
30	40	10	0,03	0,6	4

Методические указания:

При расширении предела измерения амперметра I_H до величины I_1 шунтом является сумма ($R_{Ш1} + R_{Ш2}$). Изобразить схему и составить первое уравнение. При расширении предела измерения амперметра I_H до величины I_2 шунтом является резистор $R_{Ш1}$, а резистор $R_{Ш2}$ включается последовательно с R_H . Изобразить схему и составить второе уравнение. Полученная система решается и определяются величины $R_{Ш1}$ и $R_{Ш2}$.

Как известно, в зависимости от схемы включения масштабных преобразователей один и тот же магнитоэлектрический ИМ может служить амперметром или вольтметром. В задаче предлагается создать вольтметр, пределом измерения которого является напряжение $U = U_{ac}$, а внутренним

сопротивлением – параллельное соединение R_{II} и $(R_{III1} + R_{III2})$. Требуется вычислить это напряжение при протекании тока I_1 .

Полученный предел U необходимо расширить до величины U_H включением добавочного резистора R_D , величину которого требуется вычислить, предварительно изобразив схему.

Ответы приведены в табл. 15.

Таблица 15 – Ответы задачи 6

Вариант	Сопротивление, Ом			Напряжение U , В
	R_{III1}	R_{III2}	R_D	
1	0,20	3,80	30,0	1,0
2	0,33	3,00	42,5	1,0
3	0,05	0,19	8,7	0,2
4	1,05	10,95	148,6	0,6
5	0,11	0,65	28,0	0,4
6	0,24	2,62	21,6	1,2
7	0,13	0,25	12,6	0,4
8	1,50	8,50	191,7	0,5
9	0,37	2,41	10,0	2,0
10	1,25	8,75	92,0	0,4
11	0,33	6,33	70,0	1,0
12	0,38	1,05	13,8	1,0
13	0,15	0,62	16,0	0,2
14	0,75	6,75	84,0	0,6
15	0,18	2,45	51,9	0,4
16	0,33	1,13	17,6	1,2
17	0,06	0,58	32,7	0,4
18	0,89	2,68	90,0	0,5
19	0,07	3,06	56,0	0,3
20	2,00	38,00	180,0	0,8
21	0,60	9,40	53,3	1,0
22	0,48	1,52	23,3	1,0
23	0,08	0,57	25,1	0,2
24	0,44	2,89	57,0	0,6
25	0,22	1,40	24,0	0,4
26	0,75	3,00	17,0	1,2
27	0,19	0,28	18,3	0,4
28	0,57	6,57	193,8	0,5
29	0,65	2,13	28,9	1,8
30	1,00	19,00	120,0	0,4

Задача 7. Измерение несинусоидального напряжения

Задано два вида несинусоидального напряжения:

$$u = U_{1m} \cdot \sin \omega t + U_{3m} \cdot \sin(3\omega t + \beta_3); \quad (44)$$

$$u = U_m \cdot \left[0,5 - \frac{1}{\pi} \cdot (\sin \omega t + \frac{1}{2} \cdot \sin 2\omega t + \frac{1}{3} \cdot \sin 3\omega t) \right]. \quad (45)$$

Напряжение вида (44), содержащее первую и третью гармоники, измеряется вольтметрами электродинамической и выпрямительной систем. Напряжение вида (45), имеющее постоянную составляющую, первую, вторую и третью гармоники, – электронным вольтметром пикового значения и вольтметром магнитоэлектрической системы. Вольтметры имеют одинаковые пределы измерения $U_H = 300$ В и шкалы с одинаковым числом делений $\alpha_{\max} = 150$ дел.

В задаче требуется определить:

- показание вольтметра электродинамической системы U ;
- показание вольтметра выпрямительной системы $U_{\text{ср}}$;
- действующее значение напряжения ряда (45) U' ;
- показание вольтметра магнитоэлектрической системы U_0 ;
- показания вольтметров в делениях $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$.

Данные задачи приведены в табл. 16.

Таблица 16 – Исходные данные задачи 7

Вариант	$U_{1m}, \text{В}$	$U_{3m}, \text{В}$	$\beta_3, \text{град}$	$U_m, \text{В}$
1	2	3	4	5
1	125	25	0	100
2	115	23	30	150
3	110	22	180	160
4	195	39	60	120
5	175	35	90	180
6	130	27	180	200
7	140	19	0	110
8	70	14	30	80
9	170	80	90	200
10	220	120	60	300
11	80	16	0	100
12	170	35	30	150
13	120	24	180	160
14	205	40	60	120
15	125	35	90	180
16	165	32	180	200
17	160	33	0	110
18	200	17	30	80

1	2	3	4	5
19	135	26	60	140
20	120	24	180	190
21	90	18	30	150
22	130	26	180	160
23	200	30	60	120
24	105	24	90	180
25	150	34	60	200
26	110	18	180	110
27	95	15	30	80
28	155	30	60	140
29	300	160	120	160
30	250	100	150	120

Методические указания:

а) вольтметр **электродинамической** системы покажет действующее значение напряжения U

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_3^2} = \sqrt{\frac{U_{1m}^2 + U_{3m}^2}{2}}, \quad (46)$$

где U_1, U_3 – действующие значения напряжения первой и третьей гармоник ряда (44); U_{1m}, U_{3m} – их амплитудные значения.

Стрелка вольтметра отклонится на число делений $\alpha_1 = U/C_1$, где $C_1 = U_H/\alpha_{\max}$;

б) показания вольтметра **выпрямительной** системы пропорциональны среднему по модулю значению измеряемого напряжения. Тогда для заданного напряжения вида (44)

$$U_{\text{ср}} = \frac{2}{\pi} \cdot (U_{1m} \cdot \cos \beta_1 + \frac{1}{3} \cdot U_{3m} \cdot \cos \beta_3), \quad (47)$$

где $\beta_1 = 0$ – начальная фаза первой гармоники напряжения.

Поскольку приборы этой системы градуируются в действующих значениях при синусоидальном напряжении, то расчет цены деления C_2 шкалы этого вольтметра требует корректировки:

$$C_2 = C_1 \cdot \frac{k_{\phi 1}}{k_{\phi}}; \quad k_{\phi 1} = \frac{U}{U_{\text{ср}}}, \quad (48)$$

где $k_{\phi 1}$ – коэффициент формы кривой несинусоидального напряжения; $k_{\phi} = 1,11$ – коэффициент формы кривой синусоидального напряжения; U – действующее значение напряжения ряда (44), определяемое по (46).

Число делений, показанное вольтметром выпрямительной системы, $\alpha_2 = U_{\text{ср}} / C_2$.

в) **электронные** вольтметры пикового значения реагируют на амплитудное значение измеряемого напряжения U_m (табл.16). Приборы этой системы также градуируются в действующих значениях при синусоидальном напряжении, поэтому определение цены деления требует корректировки, аналогичной выражениям (48):

$$C_3 = C_1 \cdot \frac{k_{a1}}{k_a}; \quad k_{a1} = \frac{U_m}{U'}, \quad (49)$$

где k_{a1} – коэффициент амплитуды кривой несинусоидального напряжения; $k_a = \sqrt{2}$ – коэффициент амплитуды кривой синусоидального напряжения; U_m – заданная амплитуда напряжения ряда (45) (табл. 16); U' – действующее значение напряжения ряда (45).

В результате стрелка электронного вольтметра отклонится на $\alpha_3 = U_m / C_3$ делений;

г) вольтметр **магнитоэлектрической** системы покажет постоянную составляющую ряда (45) $U_0 = 0,5 \cdot U_m$. Стрелка вольтметра отклонится на $\alpha_4 = U_0 / C_1$.

Ответы приведены в табл.17.

Таблица 17 – Ответы задачи 7

Вариант	Система							
	электро-динамическая		выпрямительная		электронная		магнито-электрическая	
	$U, \text{В}$	$\alpha_{1,\text{дел}}$	$U_{\text{ср}}, \text{В}$	$\alpha_{2,\text{дел}}$	$U', \text{В}$	$\alpha_{3,\text{дел}}$	$U_0, \text{В}$	$\alpha_{4,\text{дел}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	90	45	85	44	56	40	50	25
2	83	41,5	77	40	85	60	75	37,5
3	79	39,5	65	30	90	64	80	40
4	141	70,5	128	65	68	48	60	30
5	126	63	111	55	102	72	90	45
6	94	47	77	35	113	80	100	50
7	100	50	93	48	62	44	55	27,5
8	50	25	47	24	45	32	40	20
9	133	66,5	108	49	113	80	100	50
10	177	88,5	153	73	169	120	150	75
11	58	29	54	28	56	40	50	25
12	123	61,5	115	60	85	60	75	37,5
13	87	43,5	71	33	90	64	80	40

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	148	74	135	68	68	48	60	30
15	92	46	80	38	102	72	90	45
16	119	59,5	98	45	113	80	100	50
17	115	57,5	109	57	62	44	55	27,5
18	142	71	130	67	45	32	40	20
19	97	48,5	89	45	79	56	70	35
20	86	43	71	33	107	76	95	47,5
21	65	32,5	60	31	85	60	75	37,5
22	94	47	77	35	90	64	80	40
23	143	71,5	131	66	68	48	60	30
24	76	38	67	33	102	72	90	45
25	109	54,5	99	50	113	80	100	50
26	79	39,5	66	31	62	44	55	27,5
27	68	34	63	33	45	32	40	20
28	112	56	102	52	79	56	70	35
29	240	120	174	70	90	64	80	40
30	190	95	141	58	68	48	60	30

1.13 Основы метрологического обеспечения

С развитием науки и техники возрастает роль измерений, растет многообразие видов и средств измерений. Это развитие должно идти в рамках обеспечения единства измерений. Возникло новое понятие – **метрологическое обеспечение (МО)**, под которым понимают установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Основной тенденцией в развитии МО является переход от сравнительно узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к принципиально новой задаче обеспечения качества измерений. Качество измерений – понятие более широкое, чем точность измерений. Наряду с требуемой точностью (размером допускаемых П), необходимо обеспечение достоверности, сходимости и воспроизводимости.

Объектом МО являются все стадии жизненного цикла изделия (продукции) или услуги от процесса создания и изменения состояния до окончания эксплуатации или потребления. На стадии разработки продукции для достижения высокого качества изделия производится выбор контролируемых параметров, норм точности, допусков, средств измерения, контроля и испытания. Также осуществляется метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации.

Основные задачи МО:

- установление оптимальных норм точности измерений при контроле качества продукции и управлении процессами;
- технико-экономическое обоснование и выбор СИ, испытаний и контроля;
- стандартизация и унификация используемой контрольно-измерительной техники;
- разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерений, испытаний и контроля;
- участие в разработке и внедрении стандартов предприятия;
- внедрение международных, государственных и отраслевых стандартов;
- подготовка работников соответствующих служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно-измерительных операций и др.

Научной основой МО является метрология; **организационной** – метрологическая служба, объединяющая сеть учреждений и организаций, возглавляемых Госстандартом России; **технической** – система государственных эталонов единиц ФВ, система передачи размеров единиц от эталонов образцовым и рабочим СИ, система государственных испытаний СИ, система обязательной поверки или метрологической аттестации СИ; **правовой** основой – Государственная система обеспечения единства измерений.

Разработка и проведение мероприятий МО возложены на метрологические службы.

1.14 Правовые основы обеспечения единства измерений

Вся метрологическая деятельность в РФ основывается на конституционной норме, которая устанавливает, что все стандарты, эталоны, метрическая система находятся в федеральном ведении. В развитие этой конституционной нормы приняты законы об обеспечении единства измерений и о техническом регулировании.

Основными целями **Закона (2008 г.) об обеспечении единства измерений** являются:

- 1) установление правовых основ обеспечения единства измерений в РФ;
- 2) защита прав и законных интересов граждан, общества и государства от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- 3) 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;

4) содействие развитию экономики РФ и научно-техническому прогрессу.

Закон регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений; установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, средствам измерений, методам измерений. Он предусматривает контроль за деятельностью по обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством РФ об обеспечении единства измерений.

Положения действовавшего ранее Закона (1993 г.) расширены **Государственной системой обеспечения единства измерений (ГСИ)**. Система представляет собой комплекс нормативных документов межрегионального и межотраслевого уровней, устанавливающих правила, нормы, требования, направленные на достижение и поддержание единства измерений в стране. Документы утверждаются федеральным органом исполнительной власти по метрологии – Госстандартом России.

Основными объектами стандартизации ГСИ являются:

- единицы ФВ;
- государственные эталоны и поверочные схемы;
- методы и средства поверки СИ;
- методики выполнения измерений;
- способы нормирования метрологических характеристик СИ;
- нормы точности измерений;
- требования к стандартным образцам свойств веществ и материалов;
- организация и порядок проведения государственных испытаний, поверки и метрологической аттестации СИ, калибровки СИ;
- термины и определения в области метрологии;
- организация и порядок проведения метрологической экспертизы различного рода документации.

1.15 Основные положения Закона РФ об обеспечении единства измерений

Закон закрепляет ряд основных понятий метрологии, главным из которых является единство измерений.

Единство измерений – состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные пределы с заданной вероятностью.

В соответствии с официальной терминологией Международной организации законодательной метрологии в Законе даны определения основных понятий: СИ, эталон единицы величины, метрологическая

служба, государственный метрологический контроль и надзор, поверка и калибровка СИ и др. Этой организацией рекомендованы единицы ФВ Международной системы единиц, принятой Генеральной конференцией по мерам и весам. Государственные эталоны этих единиц образуют эталонную базу РФ и не подлежат приватизации.

В соответствии с положениями настоящего Закона к применению допускаются СИ утвержденного типа, прошедшие поверку и обеспечивающие соблюдение установленных законодательством РФ об обеспечении единства измерений обязательных метрологических требований.

Законодательство устанавливает, что государственное управление деятельностью по обеспечению единства измерений в России осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование), и определяет его цели, задачи, компетенцию, ответственность и полномочия.

Законодательством также определяется Государственная метрологическая служба (ГМС) и иные государственные службы обеспечения единства измерений. ГМС осуществляет государственный метрологический контроль и надзор. В областях, где надзор и контроль не применяются, используются правила и положения, введенные положением **Российской системы калибровки**.

Таким образом, обеспечение единства измерений и метрологический контроль и надзор на государственном, межрегиональном и межотраслевом уровнях осуществляет ГМС в пределах министерства (ведомства) – метрологическая служба государственного органа управления, а на предприятии - метрологическая служба юридического лица.

Для реализации положений законов о единстве измерений и о техническом регулировании, а также постановлений Правительства РФ разрабатываются и принимаются подзаконные акты – **нормативные документы**. К нормативным документам по метрологии, действующим на территории России, относятся различные категории и виды стандартов.

Нормативную базу метрологии можно представить в виде иерархической пирамиды:

- 1) Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»;
- 2) государственные стандарты (ГОСТ, ГОСТ Р) системы ГСИ;
- 3) правила России (ПР) системы ГСИ, утверждаемые Госстандартом;
- 4) рекомендации (гриф «МИ» – методические инструкции) системы ГСИ, разрабатываемые метрологическими институтами.

Большое число стандартов, принимаемых у нас в стране и за ее пределами, заставляет приводить некоторые из них в соответствие друг другу – гармонизировать. **Гармонизация стандарта** – приведение его содержания в соответствие с другим стандартом (как правило,

международным) для обеспечения взаимозаменяемости продукции (услуг), взаимного понимания результатов испытаний и информации, содержащейся в стандартах.

В целом ГСИ насчитывает более 2400 нормативных документов (стандартов, правил, рекомендаций), из них 75 % составляют МИ. Их широкое распространение объясняется возможностью их разработки в более короткие сроки и при меньшей стоимости, чем стандартов (в 3-4 раза и 2-3 раза соответственно).

В 2000 году осуществлено введение базового основополагающего стандарта – ГОСТ Р 8.000 «ГСИ. Основные положения».

Правила (ПР) по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации представляют собой нормативный документ, устанавливающий обязательные для применения положения, порядки, методы выполнения работ в этих областях.

Рекомендации (Р) по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации являются нормативными документами, содержащими добровольные для применения положения, порядки, методы выполнения работ в этих областях, а также рекомендуемые правила выполнения этих работ.

Методические инструкции (МИ) и руководящие документы являются нормативными документами методического содержания, разрабатываются организациями, подведомственными Ростехрегулированию.

1.16 Структура и функции метрологической службы

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

К организациям и службам РФ, действующим в области технического регулирования, метрологии, стандартизации, подтверждения соответствия и сертификации, относятся:

- Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование);
- Государственная метрологическая служба РФ (ГМС);
- МС государственных органов управления РФ и юридических лиц;
- МС предприятий, организаций и учреждений.

Международные метрологические организации также влияют через свои нормативные документы на деятельность метрологических организаций и служб РФ.

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии действует на основании Положения, утвержденного постановлением Правительства РФ от 17.06.2004 г. № 294.

Агентство организует:

- экспертизу проектов национальных стандартов;
- проведение в установленном порядке испытаний СИ в целях утверждения их типа и утверждение типа СИ;
- проведение в установленном порядке поверки СИ;
- сбор и обработку информации о случаях причинения вреда вследствие нарушений требований технических регламентов.

Ростехрегулирование осуществляет:

- информирование о разработке и завершении публичного обсуждения проектов технических регламентов, завершении публичного обсуждения и утверждения национальных стандартов и общероссийских классификаторов;
- руководство деятельностью ГМС, Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли, Государственной службы стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов и их стандартных образцах;
- создание технических комитетов по стандартизации и координации их деятельности;
- определение общих метрологических требований к средствам, методам и результатам измерений.

Государственная метрологическая служба несет ответственность за метрологическое обеспечение измерений в стране на межотраслевом уровне и осуществляет государственный метрологический контроль и надзор. В состав ГМС входят государственные научные метрологические центры; метрологические научно-исследовательские институты; республиканские, краевые, областные органы ГМС.

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.

Метрологические службы государственных органов управления РФ и юридических лиц включают:

- структурные подразделения главного метролога;
- головные и базовые организации метрологических служб в отраслях (министерствах);

В каждом органе управления назначается ответственный (главный метролог, метролог) за решение задач в сфере МО.

Головные и базовые организации метрологических служб, осуществляющие свою деятельность в сфере государственного контроля и надзора (испытания СИ в целях утверждения их типа, поверка СИ, аттестация методик выполнения измерений, проведение обязательной метрологической экспертизы), подлежат аккредитации. Аккредитацию проводит федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений.

Метрологическая служба юридических лиц – самостоятельные структурные подразделения, в состав которых могут входить калибровочные и поверочные лаборатории, а также подразделения по ремонту СИ.

Метрологические службы предприятий, организаций и учреждений:

- осуществляют поверку и калибровку СИ в соответствии с областью аккредитации в этой сфере деятельности;
- проводят мероприятия по внедрению современных средств и методов измерений;
- осуществляют метрологический контроль за состоянием и применением СИ;
- участвуют в работе конференций, семинаров и совещаний в области МО.

В зависимости от объема и характера выпускаемой продукции структуры метрологических служб организаций существенно различны.

Наиболее типичной является структура метрологической службы промышленного предприятия [6]. Возглавляет ее главный инженер, у которого в подчинении главный метролог, имеющий свой отдел с заместителем. В подчинении у главного метролога бюро подготовки МО и бюро организации МО, имеющие по четыре группы. Заместитель главного метролога отвечает за деятельность метрологических лабораторий, также включающей четыре группы.

Принципиальное отличие структуры метрологической службы НИИ и прочих организаций и учреждений: ее возглавляет заместитель директора по научной работе и вместо 12 групп имеются пять [6].

1.17 Международные метрологические организации

Международное бюро мер и весов (МБМВ) создано для установления международного сотрудничества стран. В настоящее время Метрическую конвенцию о сотрудничестве подписали более 100 стран. Задача МБМВ – гарантировать международную однородность измерений и их соответствие Международной системе единиц СИ. С этой целью создана единая для всех государств система передачи размеров единиц ФВ, работающая либо

путем прямого распространения эталонов (например, для массы), либо координацией через международные сравнения национальных эталонов (например, для длины, электричества, радиометрии). В МБМВ хранятся международные прототипы ряда мер и эталоны единиц некоторых ФВ. Россия в МБМВ представлена ГП ВНИИМ им. Д.И.Менделеева.

Международный комитете мер и весов (МКМВ) руководит деятельностью МБМВ и имеет восемь консультативных комитетов: по определению единиц длины, массы, времени, электрических величин, единиц фотометрии и радиометрии, по единицам ионизирующих излучений и единицам химических величин.

Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ) создана для обеспечения всеобщей гармонизации законодательных процедур метрологии и установления взаимного доверия к результатам измерений, проводимых в странах – членах Метрической конвенции. В настоящее время МОЗМ объединяет более 80 государств. Высшим органом МОЗМ является Международная конференция законодательной метрологии, которая собирается один раз в четыре года. Решения МОЗМ носят рекомендательный характер, и их исполнение зависит от воли конкретного государства. Россию в МОЗМ представляет Ростехрегулирование.

Международная организация по стандартизации (ИСО) к началу 2000 г. объединяла 135 стран. Членами ИСО являются национальные организации по стандартизации стран мира. Сфера деятельности ИСО распространяется на все области, кроме электротехники и электроники. Главной задачей ИСО является содействие развитию стандартизации, метрологии и сертификации с целью обеспечения международного обмена товарами и услугами и сотрудничества в различных областях.

Международная электротехническая комиссия (МЭК) содействует международному сотрудничеству по стандартизации, метрологии и сертификации в области электротехники и радиотехники путем разработки международных стандартов. Россию в МЭК представляет Ростехрегулирование.

1.18 Государственный метрологический контроль и надзор

Метрологический контроль и надзор – деятельность, осуществляемая органом ГМС или МС юридического лица для проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм. В Законе об обеспечении единства измерений терминам «метрологический контроль» и «метрологический надзор» не даются отдельно их определения, но каждому термину приписываются вполне определенные действия. По содержанию контроль и надзор идентичны. Различие заключается в полномочиях субъектов, их осуществляющих:

- **метрологический контроль** – сравнение фактических (текущих) значений метрологических характеристик контролируемого объекта с их заданными значениями;

- **метрологический надзор** – наблюдение за исполнением субъектом обязательных метрологических требований (предписаний).

Осуществляют государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН) субъекты метрологии, к которым относятся ГМС РФ, МС федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц. Объектами ГМКиН являются: СИ, эталоны, методики выполнения измерений, количество товаров, другие объекты, предусмотренные правилами законодательной метрологии.

В соответствии со ст.1 Закона об обеспечении единства измерений ГМКиН распространяется на строго ограниченные сферы, объединенные в следующие направления: здравоохранение, охрана окружающей среды, обеспечение безопасных условий и охраны труда, деятельность в области обороны и безопасности государства и т.д. и т.п. [6]. Строго говоря, объектами ГМКиН являются СИ, применяемые в перечисленных областях.

Государственный метрологический контроль включает:

- утверждение типа СИ;
- поверку СИ, в том числе эталонов;
- лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению и ремонту СИ.

Утверждение типа СИ необходимо для новых марок (типов) СИ, предназначенных для выпуска из производства или ввоза по импорту. Данная процедура предусматривает обязательные испытания типового представителя СИ, принятие решения об утверждении типа, его государственную регистрацию, выдачу сертификата об утверждении типа. Решение об утверждении типа принимает Ростехрегулирование. Испытания проводятся государственными научными метрологическими центрами. Заявитель наносит на СИ, тип которого утвержден, и на его эксплуатационную документацию знак утверждения типа СИ, форма и размеры которого стандартизованы.

Поверка СИ – совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения их соответствия установленным метрологическим требованиям. СИ, подлежащие ГМКиН, подвергаются поверке органами государственного метрологического контроля при выпуске их из производства или ремонта, при ввозе по импорту и эксплуатации. В отличие от процедуры утверждения типа, поверке подлежит каждый экземпляр СИ.

Лицензирование – выполняемая в обязательном порядке процедура выдачи лицензии юридическому или физическому лицу на осуществление им деятельности, не запрещенной законодательством РФ. Основанием для выдачи лицензии являются положительные результаты проверки

компетентными органами условий осуществления деятельности. Выдается лицензия на срок не более 5 лет.

Деятельность по надзору базируется на следующих принципах:

- административная и финансовая независимость органов госнадзора от контролируемых субъектов хозяйственной деятельности;
- соблюдение законности при проведении проверок;
- компетентность, честность, беспристрастность и ответственность госинспекторов;
- объективность выводов и принимаемых решений по итогам госнадзора (неотвратимость наказания юридических и физических лиц за выявленные нарушения);
- гласность проводимых проверок и их результатов с сохранением коммерческой тайны и ноу-хау проверяемых субъектов;
- выборочность проводимых проверок.

Проверки проводят должностные лица Госстандарта России – государственные инспекторы. Проверки могут быть самостоятельными, т.е. только органами ГМС, и совместными с участием другого контрольно-надзорного органа. В частности, надзор за деятельностью торговых предприятий часто осуществляется с участием Госторгинспекции, Санэпиднадзора.

Плановые проверки проводятся не реже 1 раза в 3 года. Внеплановые проверки проводятся по инициативе потребителей продукции, обществ защиты прав потребителей, торговых инспекций и пр. Повторные проводятся в целях контроля за выполнением предписаний органов госнадзора, полученных предприятием после проведения предыдущей проверки.

1.19 Метрологическое обслуживание средств измерений

1.19.1 Поверка средств измерений

Ежегодная потребность в поверке составляет около 1 млрд. единиц СИ, поэтому органы ГМС не в состоянии обеспечить поверку только своими силами. По решению Ростехрегулирования допускается проведение поверочных работ аккредитованными МС юридическими лицами и контролерами ОТК. Основная цель поверки: определение погрешностей СИ и определение поправок. Поверка является одним из звеньев передачи размера единицы от эталона до рабочего СИ. Внутренними звеньями являются вторичные эталоны и образцовые СИ (п. 1.2.4).

Поверка предусматривает: соблюдение нормальных условий ее проведения (п. 1.3.2); внешний осмотр; опробование работоспособности; подготовительные работы; определение метрологических характеристик СИ. Поверка осуществляется МС при наличии соответствующего

разрешения Ростехрегулирования. Если СИ признано пригодным, то на него или на техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма или выдается «Свидетельство о поверке». Поверительное клеймо должно содержать следующую информацию:

- 1) знак Ростехрегулирования;
- 2) условный шифр органа ГМС;
- 3) две последние цифры года применения клейма;
- 4) индивидуальный знак поверителя.

В перечень СИ, подлежащих обязательной государственной поверке, включены:

- СИ, применяемые в органах государственной МС;
- исходные рабочие эталоны предприятий;
- рабочие СИ, используемые для учета материальных ценностей, топлива и энергии, при взаимных расчетах, в торговле, для защиты окружающей среды и обеспечения безопасности труда.

По величине межповерочного интервала существуют следующие виды поверок: первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная, экспертная.

Первичной поверке подлежат все СИ при выпуске из производства и ремонта, а также поступающие по импорту.

Периодическую проходят СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через определенные межповерочные интервалы, которые планируются на основе статистики отказов и экономических показателей.

Внеочередную поверку проводят для работающего СИ при корректировании межповерочного интервала, повреждении клейма, пломбы, утрате документов, изменении условий эксплуатации или ее интенсивности.

Инспекционная необходима при осуществлении государственного надзора или контроля юридических лиц за состоянием и применением СИ.

Экспертную поверку проводят при возникновении спорных вопросов относительно метрологической характеристики, исправности СИ и пригодности его к применению.

Основными методами поверок являются:

- **непосредственное сличение** с образцовыми СИ. Метод широко используется при поверке СИ невысокой точности: мер длины, вместимости; амперметров, вольтметров, частотомеров; СИ механических величин. Одна и та же величина измеряется поверяемым и образцовым СИ. Разность показаний, согласно (5), дает абсолютную Δ поверяемого СИ, приведение абсолютной Δ к нормированному значению в соответствии с (8) – приведенную Δ ;

- **сличение с помощью компаратора** (прибора сравнения). Метод дает более точные результаты за счет основных достоинств компараторов: высокие чувствительность и стабильность. Косвенно сравниваются две ФВ

методами противопоставления или замещения. Распространение получили следующие компараторы: образцовые весы; мосты постоянного и переменного тока – для поверки электрических сопротивлений, индуктивностей, емкостей; потенциометры – для поверки ЭДС;

- **метод прямого измерения** по образцовым мерам используется при поверке мер электрических и магнитных величин;

- **метод косвенных измерений** заключается в использовании прямых измерений и последующего пересчета Π в соответствии с известной функциональной зависимостью;

- **независимая (автономная)** поверка используется при поверке особо точных СИ.

На СИ, поверенные органами государственной МС, выдается свидетельство о государственной поверке, а на приборы, поверенные в организации – аттестат и паспорт.

Аттестат является разовым документом, подтверждающим периодичность поверки и ее результаты. Аттестат хранится непосредственно на рабочем месте.

Паспорт – постоянно действующий документ, отражающий все сведения о приборе, начиная с его ввода в эксплуатацию.

На менее точных и менее ответственных СИ вместо аттестата ставится поверительное клеймо с указанием времени последней поверки.

Существует особенность поверки информационно-измерительных систем, связанная с условием непрерывности их работы. Остановка работы систем на период поверки недопустима, поэтому такие системы комплектуются двойным набором блоков. Каждый набор поверяется отдельно.

Порядок передачи размера единицы ФВ от эталона к рабочему СИ регламентируется поверочной схемой.

Поверочная схема – это нормативный документ, устанавливающий соподчинение СИ, участвующих в передаче размера единицы с указанием методов и погрешности при передаче. Поскольку в процессе передачи проводится ряд метрологических испытаний (контрольных, государственных, поверки, аттестации), в основу поверочных схем заложен многоступенчатый принцип, который схематически может быть изображен в виде пирамиды, в вершине которой находится государственный эталон, в основании – совокупность рабочих СИ, в промежуточных плоскостях - метрологическая цепь из эталонов и образцовых СИ 1, 2 и 3-го разрядов.

Различают государственные и локальные поверочные схемы. Государственная схема распространяется на все СИ данной ФВ, имеющиеся в России. Она разрабатывается в качестве государственного стандарта и не должна противоречить международным государственным схемам. Локальная схема распространяется на СИ данной ФВ,

применяемые в регионе, области, ведомстве или на отдельном предприятии и должна содержать не менее двух ступеней передачи размера единицы.

Поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части. На чертеже указывают: наименование СИ, диапазоны значений ФВ, обозначения и значения П, наименования методов поверки. Текстовая часть состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы.

1.19.2 Калибровка средств измерений

Существует ряд СИ, для которых ГМКиН не является обязательным, т.е. они не подлежат поверке. Такие СИ при выпуске их из производства или ремонта, при импорте, эксплуатации, прокате и продаже могут подвергаться калибровке.

Калибровка – совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности СИ, не подлежащего ГМКиН.

По результатам калибровки определяют «действительное» значение ИВ, показываемое данным СИ, или поправки к его показаниям. Можно оценить П и ряд других метрологических характеристик.

Калибровка СИ производится МС юридических лиц с использованием средства калибровки – эталонов. Результаты калибровки удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на СИ, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах.

Предприятие – собственник СИ само определяет номенклатуру СИ, охватываемых сферой ГМКиН, т.е. не все СИ, прошедшие испытания с целью утверждения типа, должны обязательно поверяться. Часть их может калиброваться без права применения в сферах ГМКиН до возобновления их поверки.

Система калибровки строится на следующих принципах:

- добровольность;
- обязательная передача размера единиц от государственных эталонов рабочим СИ;
- техническая компетентность;
- самоокупаемость.

Из фундаментальных назначений операций поверки и калибровки следует, что они – часть системы МО производства в сфере передачи размера величины. По существу калибровка является разновидностью поверки, поскольку эталоны, с которыми производится сравнение, сами хранят не истинное, а действительное значение, характеризуемое интервалом возможных П. В Законе эти термины описываются как совокупность одних и тех же операций.

Принципиальное отличие калибровки от поверки: при калибровке определяются и подтверждаются действительные характеристики СИ; при поверке определяется и подтверждается соответствие СИ установленным требованиям. Если поверка является обязательной операцией, то калибровка – функция добровольная.

Почти во всех странах мира калибровка как процедура предшествует поверке. При определенных условиях и соответствующем оформлении калибровку, выполненную изготовителем, признают в качестве первичной поверки. В американском национальном стандарте по калибровке поверка определяется как «доказательство посредством калибровки, что заданные требования выполняются».

2 СТАНДАРТИЗАЦИЯ

2.1 Исторические основы развития стандартизации

С древних времен люди стремились отбирать и фиксировать наиболее удачные результаты трудовой деятельности с целью их повторного использования. К примерам деятельности по стандартизации в древнем мире можно отнести применение единой системы мер, строительных деталей стандартного размера, водопроводных труб стандартного диаметра и др. На современном научном языке это именуется как «достижение оптимальной степени упорядочения в определенной области ...».

Широко использоваться методы стандартизации начинают в эпоху Возрождения в связи с развитием экономических связей между государствами. Одним из первых использовался метод унификации, когда в Венеции начали осуществлять сборку галер из заранее изготовленных узлов и деталей.

К впечатляющим достижениям стандартизации относится создание французом Лебланом в 1785 г. 50 оружейных замков, каждый из которых был пригоден для любого из одновременно изготовленных ружей без предварительной подгонки (пример достижения взаимозаменяемости и совместимости). В середине 19 века в Германии была стандартизована ширина железнодорожной колеи.

Началом международной стандартизации можно считать принятие в 1875 г. представителями 19 государств Международной метрической конвенции и учреждение Международного бюро мер и весов.

Первые упоминания о стандартах в России отмечены во времена правления Ивана Грозного, когда для измерения пушечных ядер были введены стандартные калибры – кружала.

Началом развития стандартизации в нашей стране следует считать введение метрической системы мер и весов. В 1925 г. был создан первый центральный орган по стандартизации – Комитет по стандартизации при Совете Труда и Обороне. Основными задачами Комитета были организация руководства работой ведомств по разработке ведомственных стандартов, а также утверждение и опубликование стандартов. Была введена категория стандартов ОСТ (общесоюзный стандарт).

В 1940 г. постановлением ЦК ВКБ(б) и Совнаркома СССР был создан Всесоюзный комитет по стандартизации. Вместо ОСТов и различных отраслевых стандартов был введен государственный общесоюзный стандарт (ГОСТ).

В 1968 г. впервые в мировой практике разработан и утвержден комплекс государственных стандартов «Государственная система стандартизации» (ГСС). Были введены четыре категории стандартов:

государственный стандарт Союза ССР (ГОСТ), республиканский стандарт (РСТ), отраслевой стандарт (ОСТ), стандарт предприятия (СТП).

В 1990 г. в постановлении Совета Министров СССР «О совершенствовании организации работы по стандартизации» определены задачи в условиях перевода экономики страны на рыночные отношения и интеграции ее в мировое экономическое пространство. Главная задача – приведение национальной системы стандартизации в соответствие с международной практикой.

Правительства государств – участников СНГ в 1992 г. подписали Соглашение о проведении согласованной политики в области стандартизации, метрологии и сертификации, что послужило началом формирования российской системы стандартизации.

Выдающимся событием в истории стандартизации явилось принятие в 1993 г. Закона РФ «О стандартизации», который определил меры государственной защиты интересов потребителей посредством разработки и применения нормативных документов по стандартизации. С введением этого Закона был осуществлен переход от всеобщей обязательности стандартов, установленной законодательством СССР, к стандартам, содержащим как обязательные, так и рекомендуемые требования. Эта тенденция получила продолжение через 10 лет, когда начался переход к полностью добровольным стандартам.

С 01.07.2003 г. вступил в силу Федеральный Закон «О техническом регулировании», положивший начало реорганизации системы стандартизации, необходимой для вступления России в ВТО и устранения технических барьеров в торговле.

2.2 Основные положения и правовые основы стандартизации

Стандартизация – установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области при соблюдении условий эксплуатации и требований безопасности.

Стандартизация проводится на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности, для достижения всеобщей оптимальной экономики.

Законодательную и нормативную базу стандартизации составляют:

- 1) Конституция РФ;
- 2) Закон о техническом регулировании;
- 3) нормативные правовые акты Правительства РФ;
- 4) основополагающие стандарты (технические регламенты).

Основополагающим документом в России по стандартизации является Закон о техническом регулировании, устанавливающий правовые основы стандартизации и определяющий права и обязанности ее участников.

Согласно Закону стандартизация осуществляется в целях:

- повышения уровня безопасности жизни и здоровья граждан, имущества, экологической безопасности;
- повышения уровня безопасности объектов;
- обеспечения научно-технического прогресса;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ и услуг;
- рационального использования ресурсов;
- взаимозаменяемости продукции и др.

Стандартизация руководствуется следующими принципами:

- добровольного применения стандартов и обязательности их соблюдения в случае принятия решения об их использовании;
- максимального учета при разработке стандартов законных интересов заинтересованных лиц;
- применения международного стандарта как основы разработки национального стандарта с некоторыми исключениями [6];
- недопустимости установления таких стандартов, которые противоречат техническим регламентам.

Одна из главных идей Закона о техническом регулировании заключается в том, что обязательные требования, содержащиеся сегодня в нормативных актах, в том числе и в национальных стандартах, вносятся в область технического законодательства – федеральные законы (технические регламенты). Создается двухуровневая структура нормативных и нормативно-правовых документов: технический регламент, содержащий обязательные требования, и стандарты, содержащие гармонизированные с техническим регламентом и международными стандартами добровольные нормы и правила.

Государственное управление стандартизацией в России осуществляет Ростехрегулирование. Главным направлением его деятельности должны стать вопросы:

- регулирования безопасности и качества товаров и услуг;
- защиты прав потребителей;
- гармонизации отечественных стандартов с зарубежными аналогами;
- выполнения условий присоединения РФ к Всемирной торговой организации (ВТО).

Результатом работы по стандартизации является принятие стандарта.

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. Стандарт разрабатывается как на материальные предметы (продукцию,

эталоны, образцы веществ и т.д.), так и на нормы, правила, требования к объектам.

Стандарт – это целесообразное решение повторяющейся задачи для достижения определенной цели. Стандарты содержат показатели, которые гарантируют возможность повышения качества продукции и экономичности ее производства, а также повышения уровня ее взаимозаменяемости.

2.3 Международные организации по стандартизации

Головной международной организацией в области стандартизации является **ИСО**, функционирующая с 1947 г. Штаб-квартира находится в Женеве, рабочие языки – английский, французский и русский. Сфера деятельности ИСО охватывает стандартизацию во всех областях, за исключением электротехники и электроники, которые относятся к компетенции Международной электротехнической комиссии (МЭК).

Цель ИСО – содействие развитию стандартизации в мировом масштабе для расширения сотрудничества в области интеллектуальной, научной, технической и экономической деятельности.

Высшим руководящим органом ИСО является Генеральная ассамблея, состоящая из представителей всех национальных организаций по стандартизации комитетов-членов (более 120). Россию представляет Ростехрегулирование. Ассамблея собирается не реже одного раза в 3 года. В период между сессиями ассамблеи руководство организацией осуществляет Совет ИСО, собирающийся не реже одного раза в год.

Проекты международных стандартов разрабатываются непосредственно рабочими группами, действующими в рамках технических комитетов. Проект считается принятым, если он одобрен большинством (75%) активных членов комитетов. Международные стандарты не являются обязательными, т.е. каждая страна вправе применять их целиком, отдельными разделами или вообще не применять.

В практике международной стандартизации основной упор при разработке стандартов на продукцию делается на установление единых методов испытаний продукции, требований к маркировке, терминологии, т.е. на те аспекты, без которых невозможно взаимопонимание изготовителя и потребителя независимо от страны, где производится и используется продукция. В международных стандартах также устанавливаются требования к продукции в части безопасности ее для жизни и здоровья людей, окружающей среды, взаимозаменяемости и технической совместимости.

К значительным достижениям ИСО можно отнести разработку международной системы единиц измерения, принятие метрической

системы резьбы, системы стандартных размеров и конструкции контейнеров для перевозки грузов всеми видами транспорта.

ИСО поддерживает контакты со многими международными организациями, которые в той или иной мере решают вопросы стандартизации. Среди них упомянутая МЭК, Международный союз электросвязи (МСЭ), Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) и др.

В 1881 г. состоялся первый Международный конгресс по электричеству, а в 1906 г. начала работать **Международная электротехническая комиссия (МЭК)**. Ее высшим руководящим органом является Совет. Наша страна входит в МЭК с 1922 г.

Основными объектами стандартизации являются: материалы для электротехнической промышленности, электротехническое оборудование производственного назначения, электроэнергетическое оборудование, изделия электронной промышленности, электроинструменты, оборудование для спутников связи, терминология.

Международный союз электросвязи (МСЭ) – это международная организация, координирующая деятельность государственных организаций и коммерческих компаний по развитию сетей и услуг электросвязи в мире. Базовым достижением МСЭ является принятие в 1999 г. Рекомендаций по системе телевидения высокой четкости. В ней зафиксированы базовые параметры (число строк расположения, формат кадра, система развертки) телевидения XXI века. Парк стандартов МСЭ составляет более 1,5 тыс. единиц.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) создана в 1948 г. по инициативе Экономического и социального совета ООН и является специализированным учреждением ООН. Уставом ВОЗ определена ее цель – достижение всеми народами возможно высшего уровня здоровья. Членами ВОЗ являются более 180 государств. Особое внимание уделяется созданию и развитию эффективных служб здравоохранения, профилактике болезней и борьбе с ними, оздоровлению окружающей среды и развитию кадров здравоохранения.

Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН) – орган Экономического и социального совета ООН создана в 1947 г. Высшим органом ЕЭК является Пленарная сессия, созываемая ежегодно. Исполнительный орган ЕЭК – секретариат. В нем действуют отделы общих экономических исследований, прогнозирования, торговли, энергетики, промышленности, транспорта, окружающей среды и жилищного строительства, статистики, сельского хозяйства, лесоматериалов.

Главной задачей ЕЭК ООН в области стандартизации является разработка основных направлений политики по стандартизации на правительственном уровне.

В работах по стандартизации, метрологии и сертификации участвуют также:

- Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО);
- Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ);
- Всемирная торговая организация (ВТО);
- Международная организация потребительских союзов (МОПС);
- Международная организация мер и весов (МОМВ);
- Международная организация законодательной метрологии (МОЗМ).

2.4 Государственная система стандартизации РФ

Государственная система стандартизации РФ (ГСС) – это совокупность организационно-технических, правовых и экономических мер, осуществляемых под управлением федерального органа исполнительной власти по стандартизации и направленных на разработку и применение нормативных документов в области стандартизации с целью защиты потребителей и государства.

С принятием Федерального Закона от 27.12.2002 г. №184-ФЗ «О техническом регулировании» началось реформирование ГСС, в котором можно выделить три этапа:

- 1 этап – начальный (2002 г.) – состояние Государственной системы стандартизации, функционирующей с 1992 г., к моменту принятия названного Закона;

- 2 этап – переходный (2003 – 2010 гг.) – преобразование Государственной системы стандартизации (ГСС) в национальную систему стандартизации (НСС) с изменением правового статуса системы с государственного на добровольный;

- 3 этап – окончание формирования НСС – системы, возглавляемой негосударственной организацией и базирующейся на национальных стандартах только добровольного применения.

Основой ГСС являлся фонд законов, подзаконных актов, нормативных документов по стандартизации. Фонд представлял четырехуровневую систему, включавшую:

- техническое законодательство;
- государственные стандарты, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации;
- стандарты отрасли и стандарты общественных организаций;
- стандарты предприятий и технические условия.

Начало переходного этапа ознаменовалось тем, что Госстандарт России, получив функции национального органа по стандартизации, принял постановление «О национальных стандартах Российской Федерации». В соответствии с ним с 1 июля 2003 г. (дня вступления в силу Федерального Закона) признаны национальными действующие

государственные и межгосударственные стандарты. Эти стандарты рекомендовано применять в добровольном порядке впредь до вступления в силу соответствующих технических регламентов.

В новом Федеральном Законе не предусмотрена такая категория, как стандарты отрасли (ОСТ). Это связано с ликвидацией большинства отраслевых министерств и отсутствием этой категории документа в зарубежной практике. ОСТы будут трансформированы в национальные стандарты, а также стандарты ассоциаций, союзов и объединений предпринимателей, общественных организаций.

На заключительном этапе действующая национальная система окончательно приобретет форму и содержание, соответствующие заложенной в нее идее и зарубежной практике. Она будет возглавляться негосударственной организацией. Национальные стандарты будут содержать только рекомендуемые требования.

Изменение статуса системы не означает, что государство не будет участвовать в деятельности национальной системы. Регулирующая роль государства будет проявляться в регламентировании целей и принципов стандартизации, задач национального органа РФ по стандартизации, правил разработки и утверждения национальных стандартов.

Таким образом, четырехуровневая система преобразуется в двухуровневую, включающую две категории стандартов:

- национальных стандартов;
- стандартов организаций.

2.5 Категории стандартов

В зависимости от специфики объекта стандартизации и содержания устанавливаемых к нему требований в РФ приняты следующие категории стандартов:

- технические регламенты (ТР);
- национальные стандарты (ГОСТ Р, ОСТ);
- стандарты организаций (ТУ, СТП, СТО);
- международные стандарты (ИСО, МЭК).

Технический регламент (ТР) – документ, принятый международным договором РФ и ратифицированный в порядке, установленном законодательством РФ. Он устанавливает обязательные для применения и использования требования к объектам технического регулирования (процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации). ТР принимаются в целях:

- защиты жизни и здоровья граждан, имущества;
- охраны окружающей среды, животных, растений;
- предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей.

Разработчиком проекта ТР может быть любое юридическое или физическое лицо, т.е. любая организация или гражданин. После обсуждения и экспертизы проект рассматривается Государственной Думой и Правительством РФ в установленном порядке. В исключительных случаях (угроза жизни и здоровья людей, экологии и др.) могут быть приняты ТР в виде указов Президента России или постановлений Правительства РФ без их публичного обсуждения.

Национальный стандарт (ГОСТ Р) – стандарт, утвержденный национальным органом РФ по стандартизации. Они разрабатываются в соответствии с ежегодно принимаемой Ростехрегулированием Программой на продукцию, работы и услуги, имеющие межотраслевое значение. Национальный стандарт применяют добровольно, что означает добровольный его выбор изготовителем, после чего изготовитель обязан соблюдать его требования. Обязательность соблюдения требований ГОСТ Р наступает при прямом указании на это в действующем законодательстве, договорах, контрактах.

Целесообразность разработки национальных стандартов определяется их социальной, экономической и технической значимостью и приемлемостью при применении.

Национальные стандарты должны содержать:

- требования к продукции, работам и услугам по их безопасности для жизни, здоровья, окружающей среды, имущества;
- требования техники безопасности и производственной санитарии;
- требования по технической и информационной совместимости, а также взаимозаменяемости продукции;
- основные потребительские характеристики продукции, методы их контроля, требования к упаковке, маркировке, транспортированию, хранению, применению и утилизации продукции;
- правила оформления технической документации, допуски и посадки, термины и их определения, условные обозначения, метрологические и общетехнические правила и нормы.

ГОСТ Р устанавливают преимущественно на продукцию массового и крупносерийного производства, изделия, прошедшие государственную аттестацию, экспортные товары, а также на нормы, правила, требования, понятия, обозначения и т.п., которые необходимы для обеспечения оптимального качества продукции, единства и взаимосвязи различных отраслей науки, техники и производства.

Отраслевые стандарты (ОСТ) разрабатывают, когда на объекты стандартизации отсутствуют государственные стандарты РФ или при необходимости установления требований, превышающих требования ГОСТ Р. Однако требования ОСТ не должны противоречить ТР, ГОСТ Р и рекомендациям международных стандартов.

ОСТы используют все предприятия и организации данной отрасли, а также другие предприятия и организации (независимо от их ведомственной принадлежности и вида собственности), разрабатывающие или применяющие продукцию этой отрасли.

ОСТы устанавливают требования к продукции, технологической оснастке, инструменту, специфическим для отрасли, а также на нормы, правила, термины, обозначения, регламентация которых необходима для обеспечения взаимосвязи в деятельности предприятий и организаций отрасли. Отраслевые стандарты утверждаются федеральным органом исполнительной власти, принявшим стандарт.

Технические условия (ТУ) разрабатывают предприятия и организации, когда государственный или отраслевой стандарт создавать нецелесообразно или необходимо дополнить или ужесточить требования ГОСТ Р или ОСТ. Очевидно, что требования ТУ не могут быть ниже требований национальных стандартов или противоречить им.

ТУ применяют на территории РФ предприятия, независимо от форм собственности и подчинения, и граждане, занимающиеся индивидуально-трудовой деятельностью, в соответствии с договорными обязательствами и (или) лицензиями на право производства и реализации продукции или оказания услуг.

В ТУ содержатся технические требования, определяющие показатели качества в соответствии с условиями и режимом эксплуатации продукции, ее безопасность.

ТУ утверждает предприятие-изготовитель. Проект ТУ согласовывается с потребителями или заказчиками продукции для учета их замечаний и пожеланий.

Стандарты предприятий (СТП) и организаций (СТО) разрабатывают и утверждают предприятия и объединения, в т.ч. союзы, ассоциации, концерны, акционерные общества на создаваемые и применяемые только на данном предприятии продукцию, процессы и услуги.

СТП распространяется на нормы, правила, методы, составные части изделий; нормы в области организации и управления производством; типовые технологические процессы, оснастку, инструмент; услуги, оказываемые внутри предприятия, и т.д. СТП утверждает руководство предприятия (главный инженер).

В качестве СТП допускается применение международных, региональных и национальных стандартов других стран на основе международных соглашений (договоров) о сотрудничестве.

Стандарты общественных объединений, научно-технических и инженерных обществ (СТО) разрабатывают и утверждают, как правило, на принципиально новые виды продукции, услуг или процессов, передовые методы контроля, испытаний и анализа, принципы управления производством. Через СТО распространяются перспективные результаты,

мировые научно-технические фундаментальные и прикладные исследования. Эта категория стандартов применяется для динамического использования результатов исследований и разработок. Она служит важным источником информации о передовых достижениях. Необходимость применения СТО субъекты хозяйственной деятельности определяют самостоятельно и несут за это ответственность.

При разработке всех типов отечественных стандартов учитывают рекомендации международных организаций по стандартизации.

На основе **международного стандарта ИСО** создаются национальные стандарты. Основная цель ИСО – содействовать благоприятному развитию стандартизации в мире, чтобы облегчить международный обмен товарами и развивать взаимное сотрудничество в различных областях.

В странах СНГ по-прежнему действуют межгосударственные стандарты (ГОСТ) как региональные стандарты, основу которых составили государственные стандарты бывшего СССР. В РФ они применяются, поскольку не противоречат законодательству Российской Федерации. Решение об отмене того или иного стандарта СССР на территории РФ принимает Ростехрегулирование.

2.6 Виды стандартов

Наряду с категориями стандартов в Российской Федерации действуют несколько видов стандартизации, которые отличаются спецификой объекта стандартизации. В зависимости от назначения и содержания стандартов разрабатываются стандарты следующих видов:

- общие и специальные технические регламенты;
- основополагающие;
- на продукцию и услуги;
- на работы (процессы);
- на методы контроля, измерений, испытаний, анализа и др.

Общие технические регламенты разрабатываются по определенным вопросам безопасности: пожарной, промышленной, эксплуатации и утилизации машин и оборудования, зданий и сооружений, а также биологической, экологической, ядерной, радиационной и электромагнитной совместимости. Их действие распространяется на большие группы продукции. Требования общего технического регламента обязательны для применения и соблюдения в отношении любых видов продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и унификации.

Специальные технические регламенты устанавливают конкретные требования для специфических видов продукции в случае, если требований общих технических регламентов недостаточно для обеспечения безопасности этих видов продукции.

Основополагающий стандарт имеет объекты межотраслевого значения: система государственной стандартизации, система конструкторской документации, единицы измерения, термины межотраслевого значения и пр. Это системообразующий стандарт, как правило, содержащий в названии термин «Основные положения».

Этот вид стандартов устанавливает требования и положения, правила и нормы, являющиеся общими для науки и производства. Их можно назвать комплексными стандартами. Например, основополагающие общетехнические стандарты устанавливают научно-технические термины, многократно используемые в науке, технике, производстве; условные обозначения различных объектов стандартизации – коды, метки, символы; требования к построению, изложению и содержанию различных видов документации и пр.

Примером основополагающих стандартов служат ЕСКД, ЕСТД, ЕСПД и др.

Стандарты на продукцию (услуги) устанавливают требования к группам однородной продукции (услуг) или их конкретному виду. Эти стандарты включают следующие основные разделы: классификация; параметры и размеры; общие технические требования; типы конструкции, марки, сортаменты; правила приемки, маркировки, упаковки, транспортирования и хранения.

Стандарты на работы (процессы) регламентируют требования к выполнению различного рода работ на отдельных этапах жизненного цикла продукции (услуги) – разработка, изготовление, хранение, транспортирование, эксплуатация, утилизация для обеспечения их технического единства и оптимальности. Такие стандарты позволяют оперативно освоить новые виды продукции, сократить время конструирования новых моделей. Эти стандарты должны обязательно содержать требования безопасности для жизни и здоровья населения, охраны окружающей среды при проведении технологических операций.

Особое место занимают экологические требования. При проведении технологических операций стандартизации подлежат предельно допустимые нормы различного рода воздействий технологий на природную среду. Эти воздействия могут носить химический (выброс вредных химикатов), физический (радиационное излучение), биологический (заражение микроорганизмами) и механический (разрушение) характер, опасный в экологическом отношении.

На современном этапе большое значение приобретают стандарты на управленческие процессы в рамках систем обеспечения качества продукции (услуг) – управление документацией, закупками продукции, подготовкой кадров и пр.

Стандарты на методы контроля (испытания, измерений, анализа) должны в первую очередь обеспечивать всестороннюю проверку всех обязательных требований к качеству продукции (услуги). Устанавливаемые в стандартах методы контроля должны быть объективными, точными и обеспечивать воспроизводимые результаты. Выполнение этих условий в значительной степени зависит от наличия в стандарте сведений о погрешностях измерений и других характеристиках, предусмотренных комплексом стандартов, выполненных на основе международных стандартов ИСО. В связи с широким распространением фальсификации товаров на мировом рынке и в России очень актуально введение в действие стандартов, позволяющих проводить идентификацию продукции и тем самым выявлять контрафактную продукцию.

2.7 Методы стандартизации

Методы стандартизации – прием или совокупность приемов, с помощью которых достигаются цели стандартизации. Рассмотрим широко применяемые в работе по стандартизации методы.

Систематизация объектов, явлений, понятий – их расположение в определенном порядке, последовательности с целью образования четкой системы, удобной для пользования. Наиболее простой формой является алфавитная система расположения объектов, применяемая, например, в различного рода справочниках. Часто используется хронологическая последовательность (Ростехрегулирование регистрирует ГОСТ Р по порядку номеров, после которого в каждом стандарте указывается год его утверждения или пересмотра).

Кодирование и классификация информации основаны на систематизации. На всех уровнях управления народным хозяйством используются автоматизированные системы управления с применением вычислительной техники, которая работает с информацией, представленной только в закодированном виде.

Кодирование представляет собой образование по определенным правилам совокупности символов, заменяющей наименование объекта. С помощью кодов обеспечивается идентификация объектов максимально коротким способом, т.е. минимальным числом знаков. Это способствует повышению эффективности сбора, учета, хранения, обработки информации.

Алфавит кода представляет собой систему знаков (символов), составленных в определенном порядке, куда могут входить цифры, буквы и другие знаки, имеющиеся на клавиатуре печатающего устройства. Широкое применение находят цифровые коды, как правило, десятичные. Структура кода – графическое изображение последовательности расположения знаков кода и соответствующие этим знакам наименования

уровней деления. На рис.14 представлена структура кода для Общероссийского классификатора продукции:

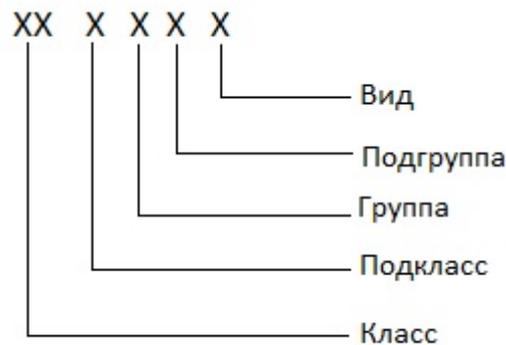


Рис. 14 Структура кода для Общероссийского классификатора продукции

При определении числа знаков на каждом уровне необходимо учитывать возможность появления новых объектов и предусматривать резервные коды.

Классификация – это разделение множества объектов на классификационные группировки по сходству или различию на основе определенных признаков в соответствии с принятыми правилами. Основными методами классификации являются иерархический и фасетный.

Иерархический характеризуется делением множества объектов на классы, группы, виды и т.п. по основным признакам по принципу – от общего к частному. В результате между группировками устанавливается отношение подчинения (иерархии). Достоинства метода в логичности классификации, последовательности и хорошей приспособленности для ручной обработки информации.

Особенность фасетного метода состоит в том, что подмножества составляются по принципу – от частного к общему, т.е. на основе различных наборов конкретных характеристик объекта формируются конкретные подмножества. Метод более гибкий, лучше приспособленный для компьютерного формирования подмножеств.

Унификация продукции – деятельность по рациональному сокращению числа типов деталей, машин, агрегатов с целью приведения объектов одинакового функционального назначения к единообразию.

В основе унификации рядов деталей, узлов, машин и приборов лежит их конструктивное подобие, которое определяется общностью рабочего процесса, условий работы изделий. При унификации устанавливают минимально необходимое, но достаточное число типов, видов, типоразмеров, изделий, обладающих высокими показателями качества и полной взаимозаменяемостью.

Наряду с классификацией базой унификации является стандартизация с ее системой предпочтительных чисел, которая позволяет установить оптимальные значения размеров и параметров стандартизованных объектов, а также разработать комплекс государственных стандартов на основные нормы, обеспечивающие взаимозаменяемость унифицированных деталей и узлов.

Симплификация заключается в сокращении типов изделий в рамках определенной номенклатуры до такого числа, которое является достаточным для удовлетворения существующей на данное время потребности. В основе метода – исключение разновидностей изделий, их составных частей и деталей, которые не являются необходимыми. В объекты симплификации не вносят какие-либо технические усовершенствования.

Типизация – метод стандартизации, заключающийся в установлении типовых для данной совокупности объектов, применяемых за основу при создании других объектов, близких по функциональному назначению.

Типизация конструкций изделий – разработка и установление типовых конструкций, содержащих конструктивные параметры, общие для изделий, сборочных единиц и деталей.

Типизация технологических процессов – разработка и установление технологического процесса для производства однотипных деталей. Этому виду типизации должна предшествовать работа по классификации деталей и установлению типовых представителей, обладающих наибольшим числом признаков, характерных для деталей данной классификационной группы.

Агрегатирование – метод создания и эксплуатации машин, приборов и оборудования из отдельных стандартных унифицированных узлов, многократно используемых при создании различных изделий на основе геометрической и функциональной взаимозаменяемости.

Агрегатирование обеспечивает расширение области применения машин, приборов, оборудования разного функционального назначения путем их компоновки из отдельных узлов, изготовленных на специализированных предприятиях. Эти агрегаты должны обладать полной взаимозаменяемостью по всем эксплуатационным показателям и присоединительным размерам.

Агрегатирование дает возможность уменьшить объем проектно-конструкторских работ, сократить сроки подготовки и освоения производства, снизить трудоемкость изготовления изделий и расходы на ремонтные операции.

Большое распространение, например, получили агрегатные станки, состоящие из унифицированных элементов. При смене объекта производства их легко разобрать и из тех же агрегатов собрать новые станки для обработки других деталей. Применение в мебельном

производстве щитов 15 размеров и стандартных ящиков трех размеров позволяет получить при различной комбинации этих элементов 52 вида мебели.

Предпосылкой развития метода агрегатирования явилось расчленение изделий на конструктивно законченные агрегаты. В дальнейшем было показано, что многие агрегаты, узлы и детали, различные по устройству, выполняют в разнообразных машинах одинаковые функции. Это позволило специализировать изготовление агрегатов как самостоятельных изделий, работу которых можно проверить независимо от всей машины.

В настоящее время актуален переход к производству техники на базе крупных агрегатов – модулей. Модульный принцип широко распространен в радиоэлектронике и приборостроении и является основным методом создания гибких производственных систем и робототехнических комплексов.

2.8 Определение оптимального уровня унификации и стандартизации

Эффективность работ по унификации характеризуется уровнем унификации. Под уровнем унификации и стандартизации изделий понимают насыщенность их соответственно унифицированными и стандартными составными частями (детальями, узлами, механизмами). Наиболее часто для их расчета используются коэффициенты применяемости и повторяемости.

Коэффициент применяемости $K_{пр}$ показывает уровень применяемости составных частей, т.е. уровень использования во вновь разрабатываемых конструкциях деталей, узлов, механизмов, применявшихся ранее в аналогичных конструкциях.

Коэффициент применяемости в различных отраслях промышленности в основном определяют с помощью дифференцированных показателей, характеризующих уровень (степень) унификации изделий.

1. Показатель уровня стандартизации и унификации по числу типоразмеров

$$K_{пр.т} = \frac{n - n_0}{n} \cdot 100\%, \quad (50)$$

где n – общее число типоразмеров; n_0 – число оригинальных типоразмеров, которые разработаны впервые для данного изделия.

Типоразмером называют такой предмет производства (деталь, узел, машину, прибор), который имеет определенную конструкцию (присущую только данному предмету), конкретные параметры и размеры и записывается отдельной позицией в графу спецификации изделия.

2. Показатель уровня стандартизации и унификации по составным частям изделия

$$K_{\text{пр.ч}} = \frac{N - N_0}{N} \cdot 100\%, \quad (51)$$

где N – общее число составных частей изделия; N_0 – число оригинальных составных частей изделия.

3. Показатель уровня стандартизации и унификации по стоимостному выражению

$$K_{\text{пр.с}} = \frac{C - C_0}{C} \cdot 100\%, \quad (52)$$

где C – стоимость общего числа составных частей изделия; C_0 – стоимость числа оригинальных составных частей изделия.

Любая из приведенных формул характеризует уровень унификации только с одной стороны. Более полную характеристику уровня унификации может дать комплексный показатель – коэффициент применяемости, который можно представить в виде

$$K_{\text{пр.к}} = \frac{A_{\text{у.в}} \cdot C_{\text{у}} + A_{\text{у.т}}}{A_{\text{д.в}} \cdot C_{\text{т}} + A_{\text{д.т}} \cdot h} \cdot 100\%, \quad (53)$$

где $C_{\text{у}}$ – средняя стоимость веса материала унифицированных деталей; $C_{\text{т}}$ – средняя стоимость веса материала изделия в целом; h – средняя стоимость нормо-час; $A_{\text{у.в}}$ – вес всех унифицированных деталей в изделии; $A_{\text{у.т}}$ – суммарная трудоемкость изготовления унифицированных деталей; $A_{\text{д.в}}$ – общий вес изделия; $A_{\text{д.т}}$ – полная трудоемкость изготовления изделия.

Коэффициент повторяемости составных частей в общем числе составных частей данного изделия $K_{\text{п}}$ характеризует уровень унификации и взаимозаменяемость составных частей изделий определенного типа

$$K_{\text{п}} = \frac{N - n}{N - 1} \cdot 100\%, \quad (54)$$

где N – общее число составных частей изделий; n – общее число оригинальных типоразмеров.

Среднюю повторяемость составных частей в изделии характеризует коэффициент повторяемости

$$K_{\text{с.п}} = \frac{N}{n}. \quad (55)$$

2.9 Комплексная и опережающая стандартизация

При **комплексной стандартизации** осуществляется целенаправленное и планомерное установление и применение системы взаимоувязанных требований как к самому объекту в целом, так и к его основным элементам в целях оптимального решения конкретной проблемы. Практической реализацией этого метода выступают программы комплексной стандартизации, которые являются основой создания новой техники, технологии и материалов.

Так, при осуществлении программы комплексной стандартизации трансформаторов потребовалось помимо разработки нового ГОСТа на трансформаторы пересмотреть и создать 36 других взаимосвязанных стандартов на изделия и материалы, применяемые при изготовлении трансформаторов: электротехническую сталь, электроизоляционный картон, кабельную бумагу, фарфоровые изоляторы, изоляционные материалы и др., а также на методы их испытаний, определения прочности и т.п. Таким образом, для разработки и реализации программы комплексной стандартизации трансформаторов потребовалось участие многих отраслей промышленности.

Комплексная стандартизация обеспечивает взаимосвязь и взаимозависимость смежных отраслей по совместному производству продукта, отвечающего требованиям национальных стандартов. Например, качество современного автомобиля определяется качеством более двух тысяч изделий и материалов – комплектующих деталей и механизмов, металлов, пластмасс, резинотехнических и электротехнических изделий, лаков, красок, масел, топлива и др. В свою очередь, качество каждого из перечисленных изделий определяется рядом показателей, регламентированных стандартами.

Комплексная стандартизация позволяет установить наиболее рациональные в техническом отношении параметрические ряды и сортамент промышленной продукции, устранять ее излишнее многообразие, неоправданную разнотипность, создавать техническую базу для организации массового и поточного производства.

Опережающая стандартизация заключается в установлении повышенных по отношению к уже достигнутому на практике уровню норм и требований к объектам стандартизации, которые, согласно прогнозам, будут оптимальными в последующее время.

Стандарты не могут только фиксировать достигнутый уровень развития науки и техники, т.к. из-за высоких темпов морального старения многих видов продукции они могут стать тормозом технического прогресса. Следовательно, они должны устанавливаться перспективные показатели качества с указанием сроков их обеспечения промышленным производством. Опережающие стандарты должны стандартизировать

перспективные виды продукции, серийное производство которых еще не начато или находится в начальной стадии.

Разновидностью опережающих стандартов являются так называемые ступенчатые стандарты, получившие развитие в последней четверти прошлого столетия. В них содержатся возрастающие требования к показателям качества, а также сроки их ввода в действие. Количество ступеней достигает пяти и более. Примером многоступенчатого стандарта являются разработанные в конце 60-х годов стандарты на предельно допустимое содержание основных токсичных компонентов отработанных газов, обязательное для вновь выпускаемых легковых автомобилей. В результате к 1975 г. они были сведены к реально достижимому минимуму.

В рамках Европейской экономической комиссии ООН разработаны экологические стандарты Евро-1, Евро-2, Евро-3, Евро-4, внедрение которых означает поэтапное повышение требований к вредным выбросам автомобилей.

К опережающей стандартизации можно отнести применение в стандартах отраслей прогрессивных международных стандартов и стандартов отдельных зарубежных стран до их принятия в нашей стране в качестве национальных. Например, большим достижением международной стандартизации в конце 80-х годов было утверждение международного стандарта на аудиокомпактный диск до начала производства самого изделия. Это позволило обеспечить полную совместимость компакт-диска с другими техническими средствами и тем самым избежать непроизводительных затрат.

Для прогнозирования научно-технического прогресса важное значение имеет патентная информация, опережающая все другие виды информации на 3 – 5 лет. Идеи, которые сегодня заключены в патентах, через несколько лет будут воплощены в опытных образцах и через такое же время – в серийной продукции. Обычно по количеству выданных патентов в год судят о темпах технического развития. Если количество патентов из года в год растет, значит, данное инженерное решение прогрессивно, если падает – идея реализована и инженерный принцип себя изжил.

Опережающие стандарты – основа для проектирования новой, более совершенной передовой техники. Процесс опережающей стандартизации непрерывен, т.е. после ввода в действие опережающего стандарта приступают к разработке нового стандарта, которому предстоит заменить предыдущий.

2.10 Порядок разработки и принципы построения стандартов

Национальный стандарт разрабатывается и утверждается национальным органом по стандартизации в соответствии с программой. Разработчик стандарта организует уведомление о разработке

национального стандарта, которое должно содержать информацию об имеющихся в проекте положениях, отличающихся от положений соответствующих международных стандартов. Разработчик обеспечивает доступность проекта стандарта заинтересованным лицам для ознакомления. С учетом полученных замечаний проект дорабатывается, и в течение двух месяцев проводится его публичное обсуждение.

Проект стандарта вместе с перечнем замечаний представляется в Технический комитет по стандартизации, который организует проведение его экспертизы. По результатам экспертизы комитет готовит мотивированное предложение об утверждении или отклонении проекта.

Данное предложение направляется национальному органу по стандартизации, который на основе представленных документов принимает решение.

Уведомление об утверждении национального стандарта подлежит опубликованию в печатном издании федерального органа исполнительной власти по техническому регулированию и в информационной системе общего пользования в течение 30 дней со дня утверждения.

Применение национального стандарта подтверждается знаком соответствия национальному стандарту.

Пример условного обозначения национального стандарта приведен на рис. 15, отраслевого стандарта – на рис. 16.

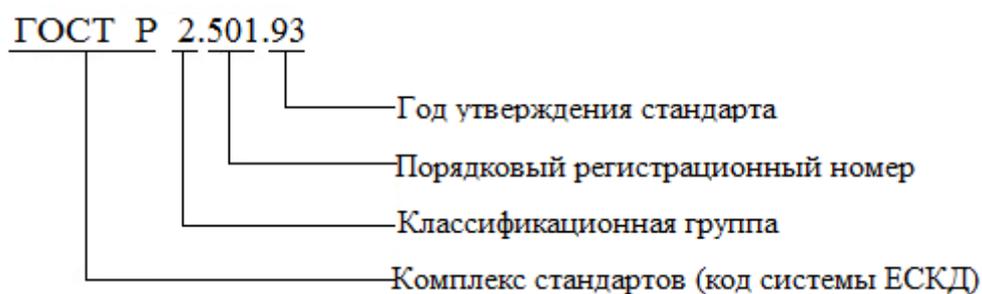


Рис. 15 Пример национального стандарта

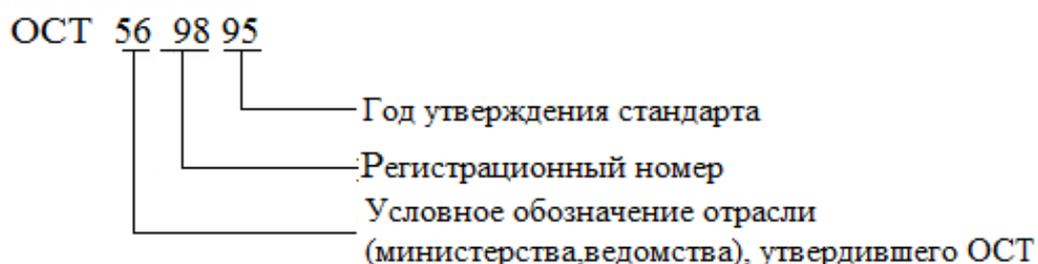


Рис. 16 Пример отраслевого стандарта

Стандарты организаций (коммерческих, общественных, научных и др.) могут разрабатываться и утверждаться ими самостоятельно, исходя из необходимости их применения. Цели разнообразны: совершенствование производства, обеспечение качества продукции, распространение результатов исследований (испытаний), измерений и др.

Порядок разработки, утверждения, учета, изменений и отмены стандартов устанавливается организациями самостоятельно с учетом вышеизложенных принципов (п.2.2).

Проект стандарта может представляться разработчиком в Технический комитет, который организует проведение его экспертизы. По ее результатам готовится заключение, которое направляется разработчику.

Пример условного обозначения стандарта предприятия приведен на рис. 17, стандарта организации – на рис. 18, технических условий – на рис. 19.

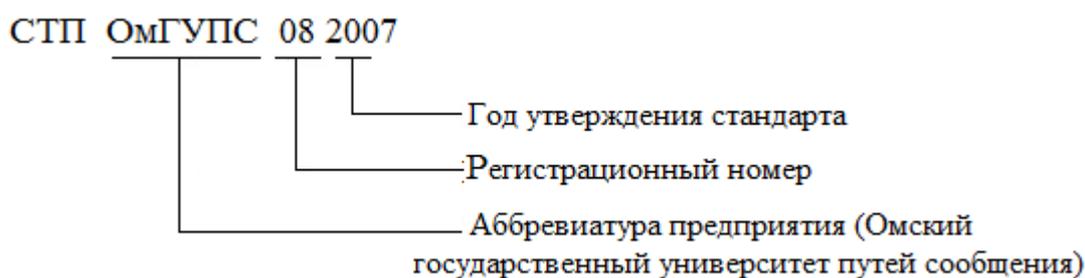


Рис.17 Пример стандарта предприятия

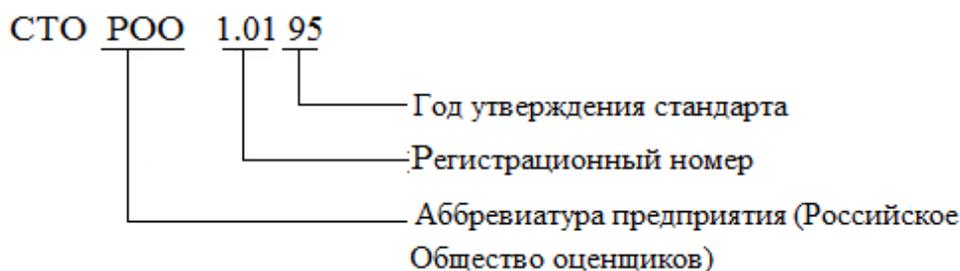


Рис.18 Пример стандарта организации

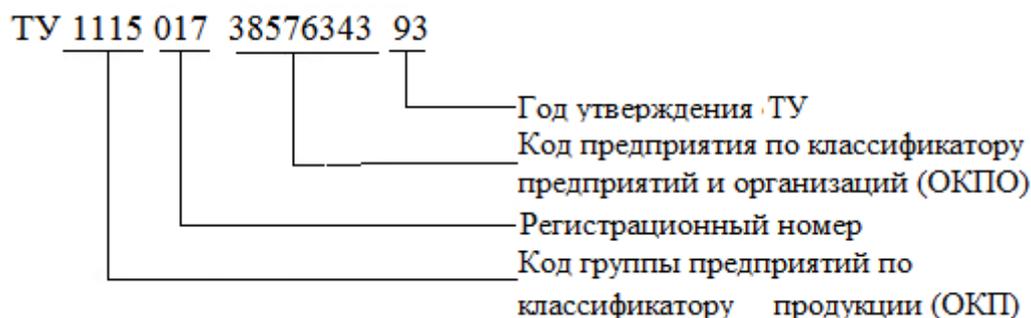


Рис.19 Пример технического условия

2.11 Научная база стандартизации

Теоретической базой современной стандартизации является система предпочтительных чисел. **Предпочтительными** называются числа, которые рекомендуется выбирать преимущественно перед всеми другими при назначении величин параметров для вновь создаваемых изделий. Согласно этому принципу устанавливают несколько рядов значений стандартизуемых параметров с тем, чтобы при их выборе первый ряд предпочел второму, второй – третьему и т.д.

В соответствии с этим ряды предпочтительных чисел должны удовлетворять следующим требованиям:

- представлять рациональную систему градаций, отвечающую потребностям производства и эксплуатации;
- быть бесконечными в уменьшении и увеличении чисел;
- включать все последовательные десятикратные или дробные значения каждого числа ряда;
- быть простыми и легко запоминающимися.

Наиболее широко используют ряды предпочтительных чисел, построенные по принципу геометрической прогрессии. Она представляет собой ряд чисел с постоянным отношением двух соседних чисел – знаменателем прогрессии (A). Каждый член прогрессии является произведением предыдущего члена на A . Например, при $A = 2$ прогрессия имеет вид: 1, 2, 4, 8, 16, 32...; при $A = 1,6$: 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; ...

Свойства геометрической прогрессии:

- произведение или частное любых двух членов прогрессии всегда является ее членом;
- любой член прогрессии, возведенный в целую положительную или отрицательную степень, также является членом этой прогрессии.

Зависимости, определяемые из произведений членов или их целых степеней, всегда подчиняются закономерности ряда. Например, если ряд определяет линейные размеры, то площади или объемы, образованные из этих линейных величин, также подчиняются его закономерности.

Наиболее удобны геометрические прогрессии, включающие число 1 и имеющие знаменатель $A_n = \sqrt[n]{10}$. В соответствии с ГОСТ 8032 – 84 и рекомендациями ИСО установлены ряды предпочтительных чисел со знаменателями A :

$$\sqrt[5]{10} \approx 1,6; \quad \sqrt[10]{10} \approx 1,25; \quad \sqrt[20]{10} \approx 1,12;$$

$$\sqrt[40]{10} \approx 1,06; \quad \sqrt[80]{10} \approx 1,03; \quad \sqrt[160]{10} \approx 1,015.$$

Например, ряд со знаменателем $\sqrt[4]{10} \approx 1,06$ включает предпочтительные числа 375, 750, 1500, 3000 [6], имеющие значение в электротехнике, т.к. представляет собой ряд синхронных частот вращения валов электродвигателей, измеряемых оборотами в минуту.

Отступление от предпочтительных чисел и их рядов допускается в следующих случаях:

- округление до предпочтительного числа выходит за пределы допускаемой погрешности;

- значения параметров технических объектов следуют закономерности, отличной от геометрической прогрессии.

В радиотехнике часто применяют предпочтительные числа, построенные по рядам E, установленным Международной электротехнической комиссией (МЭК):

$$E3 \text{ с } A = \sqrt[3]{10} \approx 2,2 ; \quad E6 \text{ с } A = \sqrt[6]{10} \approx 1,5 ;$$

$$E12 \text{ с } A = \sqrt[12]{10} \approx 1,2 ; \quad E24 \text{ с } A = \sqrt[24]{10} \approx 1,1.$$

Иногда при стандартизации применяют ряды предпочтительных чисел, построенные по арифметической прогрессии, например 1,2,3,4,...или 25,50,75,100,... Арифметическая прогрессия характеризуется постоянной разностью между двумя любыми соседними числами. Она положена в основу образования рядов размеров в строительных стандартах, изделий в обувной и швейной промышленности.

Предпочтительные числа и их ряды служат при назначении классов точности, размеров, углов, радиусов, канавок; сокращают номенклатуру режущего и измерительного инструмента, штампов, пресс-форм и т.п. Для этой цели разрабатывают стандарты на параметрические (типоразмерные, конструктивные) ряды этих изделий.

Параметрическим рядом называют закономерно построенную в определенном диапазоне совокупность числовых значений главного параметра машин (или других изделий) одного функционального назначения. При построении такого ряда желательно соблюдать подобие рабочего процесса.

Стандарты на параметрические ряды должны предусматривать внедрение в промышленность технически более совершенных и производительных машин, приборов и других видов изделий с целью содействия научно-техническому прогрессу во всех областях народного хозяйства. Эти ряды способствуют более эффективному использованию таких методов стандартизации, как унификация и агрегатирование и, следовательно, росту уровня взаимозаменяемости, повышению серийности, технического уровня и качества выпускаемой продукции,

расширению объемов ее производства. В результате значительно снижается себестоимость изделий.

2.12 Государственный контроль и надзор за соблюдением требований государственных стандартов

Государственный контроль и надзор (ГКиН) проводится в целях предупреждения, выявления и пресечения нарушений обязательных требований в области стандартизации, подтверждения соответствия (сертификации), качества и безопасности продукции (товаров), работ и услуг.

ГКиН проводится:

- у юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих разработку, изготовление, реализацию (поставку, продажу), эксплуатацию, транспортирование, хранение и утилизацию продукции; выполняющих работы и оказывающих услуги;
- в органах по сертификации, осуществляющих деятельность по подтверждению соответствия;
- в испытательных лабораториях (центрах), осуществляющих испытания продукции, работ и услуг для целей подтверждения соответствия.

По содержанию контроль и надзор идентичны. Различие заключается в полномочиях субъектов, их осуществляющих. В отличие от контроля, надзор осуществляется в отношении объектов, не находящихся в ведомственном подчинении органам, которые его осуществляют. Например, должностные лица Ростехрегулирования могут осуществлять в пределах своей компетенции надзор на любом промышленном предприятии или предприятии сферы услуг. Это же касается других государственных органов, которым дано право административного надзора в определенной области деятельности. К ним можно отнести различного рода комитеты, федеральные службы, инспекции.

В современных условиях государственный контроль приобретает социально-экономическую ориентацию, поскольку основные его усилия направлены на проверку строгого соблюдения всеми хозяйственными субъектами обязательных норм и правил, обеспечивающих интересы и права потребителя, защиту здоровья и имущества людей и среды обитания.

Правовой основой ГКиН за соблюдением требований государственных стандартов являются законы Российской Федерации: «О техническом регулировании», «Об обеспечении единства измерений», «О защите прав потребителей», «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей».

ГКиН в области стандартизации, обеспечения единства измерений и обязательной сертификации включает в себя:

1) ГКиН за соблюдением юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований государственных стандартов к продукции (товарам), работам и услугам;

2) ГКиН за соблюдением проверяемыми субъектами правил обязательной сертификации и за сертифицированной продукцией;

3) государственный надзор за соблюдением законодательства РФ при аккредитации организаций, осуществляющих оценку соответствия продукции, производственных процессов и услуг установленным требованиям качества и безопасности;

4) государственный метрологический надзор за выпуском, состоянием и применением средств измерений; аттестованными методиками выполнения измерений; эталонами единиц; количеством товаров при совершении торговых операций;

5) государственный метрологический контроль, включающий утверждение типа средств измерений, их поверку; лицензирование деятельности по изготовлению и ремонту средств измерений.

При проведении ГКиН проверке подлежат:

- продукция, выполняемые работы и оказываемые услуги;
- документация (конструкторская, технологическая, эксплуатационная, ремонтная и пр.) на продукцию, работы и услуги;
- системы управления качеством;
- работы по подтверждению соответствия (сертификации) органами по сертификации и испытательными лабораториями.

В настоящее время национальные стандарты перешли в область «добровольного многократного использования», и обязательные требования к продукции устанавливаются только техническими регламентами, имеющими статус федерального закона.

ГКиН за соблюдением требований технических регламентов осуществляется:

- федеральными органами исполнительной власти;
- органами исполнительной власти субъектов РФ;
- подведомственными им государственными учреждениями, уполномоченными на проведение контроля (надзора).

Органы государственного контроля (надзора) имеют право:

1) требовать от изготовителя (продавца) предъявление декларации о соответствии или сертификата соответствия;

2) осуществлять мероприятия по ГКиН в соответствии с законодательством РФ;

3) выдавать предписания об устранении нарушений требований технических регламентов;

4) принимать решения о запрете передачи продукции, а также о приостановлении производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, если иными мерами невозможно устранить нарушения требований технических регламентов;

5) приостановить или прекратить действие декларации о соответствии или сертификата соответствия;

6) привлекать изготовителя (исполнителя) к ответственности;

7) принимать иные меры, предусмотренные законодательством РФ, в целях недопущения вреда.

Остальные требования стандартов относятся к добровольным. Необходимость выполнения этих требований определяют самостоятельно изготовитель и потребитель при заключении договоров на разработку и поставку продукции, оказание услуг или проведение работ.

3 СЕРТИФИКАЦИЯ

3.1 Исторические основы развития сертификации

В переводе с латинского слово «сертификация» означает «подтверждаю», «удостоверяю», слово «сертификат» – «сделано верно».

В настоящее время под **сертификацией** понимается действие третьей стороны, доказывающее, что обеспечивается необходимая уверенность в том, что должным образом идентифицированная продукция, процесс или услуга соответствует конкретному стандарту или другому нормативному документу. Третья сторона – лицо или орган, признаваемые независимыми от участвующих сторон в рассматриваемом вопросе.

Термин «сертификат» известен с XIX века. В 1879 г. Россия получила сопроводительный документ к прототипу килограмма с названием «Международный комитет мер и весов. Сертификат Международного бюро мер и весов для прототипа килограмма № 12, переданного Министерству финансов Российской Империи». Для этого прототипа килограмма были проведены «сертификационные испытания». Описанный опыт является примером сертификации третьей стороной – Международным бюро мер и весов.

В течение нескольких столетий действуют так называемые «классификационные организации», которые будучи неправительственными и независимыми организациями, оценивают безопасность судов для целей их страхования. Примером классификационной организации является Регистр Ллойда – авторитетнейшая международная организация, имеющая представительство в 127 странах мира и в течение двух столетий остающаяся мировым лидером сертификационных организаций.

В России также есть классификационная организация – Морской Регистр, созданный в 1913 г., называемый в то время Русский Регистр. С самого начала он занимался сертификацией гражданских судов на их безопасность. Причем эта сертификация сразу же стала проводиться по международным правилам. Поэтому она была не только престижна, но и выгодна судовладельцам: страховка судна, безопасность которого подтверждается авторитетнейшей организацией, дешевле, а его фрахт дороже. Сегодня Морской Регистр занимается сертификацией систем качества.

Ведущие экономические державы начали развивать процессы сертификации в 20 – 30-е гг. XX века. В 1920 г. Немецкий институт стандартов (*DIN*) учредил в Германии знак соответствия стандартам *DIN*, зарегистрированный в ФРГ в соответствии с законом о защите торговых знаков.

Одной из первых систем сертификации, появившихся в начале 20-х годов, стала система *VDE* электротехнического и электронного оборудования в Германии. Она организовала разработку национальных стандартов в области электротехники, электроники и связи и осуществляла руководство системой сертификации этого оборудования.

Наиболее крупной национальной системой сертификации в Великобритании является Британский институт стандартов. Для продукции, сертифицируемой в этой системе, учрежден специальный знак соответствия британским стандартам, зарегистрированный и охраняемый законом.

В 1938 г. во Франции декретом создана национальная система сертификации знака *NF* (Французский стандарт). Общую организацию и руководство системой осуществляла Французская организация по стандартизации (*AFNOR*). В основе системы лежат исключительно национальные стандарты. Во Франции сертификаты качества определены как признаки продукции, подтверждающие, что ее характеристики контролируются независимым национальным органом.

В 1984 г. Правительством СССР принято Постановление о сертификации экспортируемой продукции. В 1986 г. Госстандартом введен в действие Временный порядок сертификации продукции машиностроения.

В 1988 г. странами – членами СЭВ подписана Конвенция о системе оценки качества и сертификации взаимопоставляемой продукции. Система предусматривала проведение сертификации с использованием как стандартов СЭВ, так и других международных норм и лучших национальных стандартов. Указанная система фактически ввела международную аккредитацию испытательных лабораторий и международную аттестацию.

Сертификация в России начала проводиться в 1993 г. в соответствии с Законом РФ «О защите прав потребителей», который установил обязательность сертификации безопасности товаров народного потребления. Аттестация продукции по категориям качества, государственные испытания и государственная приемка продукции были официально отменены.

3.2 Роль сертификации в повышении качества продукции

В условиях рыночной экономики качеству продукции уделяется все большее внимание – большинство потребителей предпочитают качество цене. Это связано с ростом культуры и образования, потребностей человека, а также с развитием технологий производства.

Качество продукции характеризуется многими показателями: технического назначения, надежности, экономного использования ресурсов, эргономическими, эстетическими, экологическими, безопасности. Некоторые из них, такие как показатели безопасности, а также экологические, эргономические, относятся к обязательным требованиям при производстве и эксплуатации продукции и учитываются при обязательной форме подтверждения соответствия.

Добровольной сертификации подлежит продукция, на которую отсутствуют обязательные к выполнению требования. В результате добровольной сертификации ограничивается доступ на рынок некачественной продукции за счет проверки показателей надежности, экономичности и т.д.

К объектам добровольной сертификации относятся системы менеджмента качества, которые сертифицируются на соответствие международным стандартам серии ИСО 9000. В данных стандартах установлены требования к процессам управления качеством на предприятиях, заложены такие показатели как анализ и улучшение качества, оптимальное управление ресурсами для достижения целей по качеству, ответственность руководства за управление качеством. Сертификация систем менеджмента качества приводит к улучшению качества продукции, удовлетворению требований потребителя, повышению ответственности за качество и т.д.

Коренное повышение качества является одной из ключевых экономических и политических задач. Именно поэтому на ее решение направлена совокупность таких мер, как стандартизация, государственный надзор за ее качеством, совершенствование системы разработки и постановки продукции на производство, организация всесторонних испытаний продукции, наконец, ее сертификация.

Сертификация продукции является важным средством обеспечения торговых позиций в конкурентной борьбе между отдельными товаропроизводителями.

В сертификации заинтересованы не только изготовитель (в целях повышения конкурентоспособности своих товаров) и потребитель (в целях получения гарантий соответствия определенных характеристик изделий заявлениям изготовителя), но и общественные и частные производственные, потребительские и научно-технические организации, правительства большинства стран и даже межправительственные организации.

3.3 Основные понятия, цели и принципы сертификации

Сертификация – форма подтверждения соответствия объектов требованиям технических регламентов, положениям стандартов, сводам правил или условиям договоров. **Подтверждение соответствия** – документальное удостоверение соответствия продукции или иных объектов перечисленным требованиям и положениям. **Сертификат соответствия** – документ, удостоверяющий это соответствие. **Оценка соответствия** – прямое или косвенное определение соблюдения требований к объекту.

Знак обращения на рынке – обозначение, служащее для информирования приобретателей об этом соответствии. Изображение знака обращения на рынке устанавливается Правительством РФ. Он не является специальным защищенным знаком и наносится в информационных целях.

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

Сертификация продукции является одним из путей обеспечения высокого качества продукции, повышения научного и торгово-экономического сотрудничества между странами, укрепления доверия между ними.

К участникам сертификации относятся:

- государственные органы;
- организации – создатели системы сертификации;
- испытательные лаборатории;
- центральный орган системы сертификации;
- изготовители продукции (исполнители услуг);
- научно-методические центры.

В сертификации продукции, услуг и иных объектов участвуют первая (изготовитель или продавец), вторая (потребитель или покупатель), третья стороны. Под **«третьей стороной»** в процедуре сертификации подразумевается независимая, компетентная организация, осуществляющая оценку качества продукции.

Третья сторона (например, испытательная лаборатория) для подтверждения компетентности и объективности проходит процедуру аккредитации, т.е. официального признания ее возможностей осуществлять соответствующий вид контроля или испытаний.

Декларация о соответствии – документ, удостоверяющий соответствие выпускаемой в обращение продукции требованиям технических регламентов. Перечни продукции, соответствие которой может быть подтверждено декларацией о соответствии, утверждаются Постановлением Правительства РФ. Декларация о соответствии имеет

юридическую силу наравне с сертификатом. **Декларирование соответствия** – форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов.

Заявитель – физическое или юридическое лицо, которое для подтверждения соответствия принимает декларацию о соответствии или обращается за получением сертификата соответствия в орган по сертификации.

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

Идентификация продукции – установление тождественности характеристик продукции ее существенным признакам.

К **объектам сертификации** относятся продукция, услуги, работы, системы качества, персонал, рабочие места и пр.

В соответствии с Законом РФ «О техническом регулировании» подтверждение соответствия (сертификация) осуществляется в **целях**:

- удостоверения соответствия продукции, работ, услуг, иных объектов техническим регламентам, стандартам, условиям договоров;
- содействия потребителям в компетентном выборе продукции, работ, услуг и их защиты от недобросовестности изготовителя;
- контроля безопасности продукции для жизни, здоровья и имущества людей и окружающей среды;
- повышения конкурентоспособности продукции, работ, услуг на российском и международном рынках;
- создания условий для обеспечения свободного перемещения товаров по территории РФ, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

При проведении сертификации следует руководствоваться следующими **принципами**:

- правовая обоснованность сертификации;
- открытость системы сертификации (доступность для предприятий всех форм собственности, выполняющих ее правила);
- гармонизация правил и рекомендаций по сертификации с международными нормами и правилами;
- открытость неконфиденциальной информации по сертификации;
- недоступность закрытой информации по сертификации.

При сертификации должны быть обеспечены: добровольность, беспристрастность, доступ к участию в процессах сертификации, объективность оценок, воспроизводимость результатов оценок, конфиденциальность, информативность.

Сегодня, в целях гармонизации отечественной сертификации с аналогичными процедурами в развитых странах Запада (ЕС), стоит задача перехода от обязательной сертификации к обязательному подтверждению соответствия как более общему и более гибкому, чем сертификация, способу оценки качества и безопасности продукции и услуг.

Подтверждение соответствия в отличие от сертификации, проводящейся исключительно третьей стороной, может осуществляться поставщиком, т.е. первой стороной.

Сертификация имеет ряд достоинств особенно в международных торгово-экономических отношениях. Она способствует:

- достижению доверия к качеству изделий;
- предотвращению импорта в страну изделий, не соответствующих требуемому уровню качества изделий;
- предотвращению экспорта аналогичной продукции;
- упрощению выбора продукции потребителем;
- защите изготовителя от конкуренции с поставщиками несертифицированной продукции и обеспечению ему рекламы и рынка сбыта;
- улучшению «качества» стандартов путем выявления в них устарелых положений и стимулированию переработки этих стандартов.

3.4 Системы сертификации

Предшественницей современной российской сертификации была сертификация в СССР отечественной экспортируемой продукции. Первоначально в СССР сертификация проводилась в зарубежных центрах, и ее обязанность фактически устанавливалась законодательством тех стран, куда товары поставлялись. Сертификаты соответствия давались Госстандартом СССР. Высшей формой оценки соответствия продукции служил знак качества.

В Российской Федерации аттестация по категориям качества, госиспытания продукции и госприемка были отменены. Наследие в области сертификации, оставленное СССР, было использовано для развития и совершенствования этой деятельности в РФ. Был принят ряд Федеральных законов, стали создаваться системы сертификации.

В России действует 26 систем обязательной сертификации. Самая крупная и известная – Система обязательной сертификации ГОСТ Р, образованная и возглавляемая Ростехрегулированием. В эту систему входят порядка 40 систем сертификации однородной продукции и услуг, около 900 аккредитованных органов по сертификации и более 2000 испытательных лабораторий. В Системе сертификации ГОСТ Р за рубежом аккредитовано четыре органа по сертификации и несколько испытательных лабораторий. Наличие этих органов по сертификации и

испытательных лабораторий способствует процессу сертификации продукции, ввозимой на территорию РФ из-за рубежа.

Система сертификации – второе по важности после сертификации понятие процедуры подтверждения соответствия. Термин «система сертификации» согласно Руководству ИСО/МЭК 2 определяется как «система, имеющая свои собственные правила, процедуры и руководства для проведения сертификации соответствия». Основным в этом определении является то, что сертификация в рамках системы должна проводиться по единым правилам и в определенном составе участников процесса сертификации.

С введением с 1 июля 2003 г. Закона о техническом регулировании Закон о сертификации продуктов и услуг упразднен и все нормативы по сертификации вошли в новый Закон. В России сформирована **Система сертификации** – совокупность правил выполнения работ по сертификации, ее участников и правил функционирования системы в целом. Системы сертификации могут создаваться на трех уровнях: национальном, региональном и международном.

Например, структура Системы сертификации средств измерений включает: центральный орган – Управление метрологии Ростехрегулирования, Координационный совет, Апелляционный комитет, Научно-методический центр, органы по сертификации, испытательные лаборатории средств измерений.

Основная цель Системы – обеспечение единства измерений. Основная задача – проверка и подтверждение соответствия средств измерений установленным документально метрологическим нормам и требованиям. Система носит добровольный характер, открыта для вступления и участия в ней как юридических, так и физических лиц.

Сертификацию осуществляют аккредитованные органы по сертификации средств измерений с учетом результатов испытаний аккредитованных лабораторий при наличии лицензированного соглашения с органом сертификации, который несет ответственность за объективность и достоверность результатов.

Аккредитацию органов по сертификации осуществляет центральный орган Системы – Управление метрологии Ростехрегулирования. Сертификат соответствия выдает также центральный орган или иной орган по сертификации средств измерений на основе лицензии.

Основной функцией сертификации является защита человека, его имущества и природной среды от отрицательных последствий современного научно-технического прогресса, от недобросовестных производителей и продавцов, создание условий для честной конкурентной борьбы.

Важной функцией сертификации является защита национального рынка от зарубежных недобросовестных конкурентов. Вместе с тем

сертификация оказывает значительное влияние на расширение международного экономического сотрудничества. Сложившиеся в течение десятилетий различия в национальных стандартах и процедурах проведения сертификации превратились в так называемые технические барьеры для международной торговли, снятие которых является одним из обязательных условий приема России в ВТО.

3.5 Схемы сертификации продукции

Схема сертификации – форма сертификации, определяющая совокупность действий, результаты которых рассматриваются в качестве доказательства соответствия продукции (услуг, систем качества, персонала) установленным требованиям. Действия осуществляются третьей стороной – аккредитованной испытательной лабораторией и аккредитованным органом по сертификации.

Применяемые в России схемы разработаны с учетом рекомендаций ИСО/МЭК. При выборе схемы должны учитываться особенности производства, испытаний, поставки и использования конкретной продукции, требуемый уровень доказательности, возможные затраты заявителя. Схема сертификации должна обеспечивать необходимую доказательность сертификации. В качестве способов доказательства используют: испытание, проверку производства, инспекционный контроль, рассмотрение декларации о соответствии прилагаемым документам [2].

Обозначения и количество схем, приводимые в известной литературе, различаются: в [6] приводится список схем под номерами 1с – 7с, в [1,2,7] – под номерами 1 – 10 с добавлением номеров 1а, 2а, 3а, 4а, 9а, 10а. Последние 6 номеров предусматривают «анализ состояния производства». Однако содержание схемы конкретного номера независимо от варианта определяется одним или несколькими способами доказательства с сохранением ее предназначения. Рассмотрим второй вариант.

В схемах 1 – 5 производится испытание **типа** продукции, т.е. одного или нескольких образцов, являющихся ее типовыми представителями. Испытание в схеме 7 – контроль качества **партии** продукции путем испытания средней пробы (выборки), отбираемой от партии с использованием метода статистического контроля. В схеме 8 испытанию подвергается **каждая единица** продукции. Таким образом, жесткость испытаний, а значит, надежность и стоимость испытаний возрастают от номера 1 к номеру 8.

Проверка производства применяется тогда, когда для объективной оценки качества недостаточно испытаний, а необходим анализ технологического процесса для оценки стабильности качества продукции. Например, для оценки производства скоропортящейся продукции этот способ доказательства является главным (схема 6), т.к. сроки годности

продукции меньше времени, необходимого для организации и проведения испытаний в измерительной лаборатории.

В зависимости от схемы сертификации проверка производства проходит с различным уровнем жесткости. Проверка производства по схемам 1а, 2а, 3а, 4а, 9а, 10а проводится в форме «анализ состояния производства», по схеме 5 проверяется на более высоком уровне как «сертификация производства или сертификация системы качества», а по схеме 6 – как «сертификация системы качества».

В большинстве схем предусмотрен инспекционный контроль. Его проводят после выдачи сертификата. Он может проводиться в форме испытания образцов (схемы 2, 2а, 3, 3а, 4, 4а, 10, 10а) либо в форме контроля сертифицированной системы качества (производства) (схемы 5 и 6).

Рассмотрение декларации о соответствии – способ доказательства, который представляет первая сторона – изготовитель. Руководитель предприятия представляет в орган сертификации заявление-декларацию, прилагая к последнему протоколы испытаний, а также информацию об организации на предприятии контроля качества продукции. Этот способ используют при сертификации продукции зарубежного изготовителя с высокой репутацией на рынке, продукции отечественных индивидуальных производителей (например, фермеров), продукции малых предприятий и т.д.

Схемы 1 – 6 и 9а, 10а применяются при сертификации серийно выпускаемой продукции, схемы 7, 8, 9 – при сертификации выпущенной партии или единичного изделия. Схему 1 рекомендуется использовать при ограниченном объеме реализации и выпуска продукции. Схемы с литерой «а» рекомендуется применять, если у органа сертификации нет информации о возможности изготовителя данной продукции обеспечить стабильность ее характеристик, подтвержденных испытаниями.

Схема 5 является наиболее жесткой. Она применяется при повышенных требованиях к стабильности характеристик выпускаемой продукции (потенциально опасные изделия техники, продукция на экспорт). Схемы 3а, 4а, 5 используют также при проведении работ по добровольной сертификации продукции на соответствие требованиям государственных стандартов.

3.6 Схемы сертификации работ и услуг

Схемы сертификации работ и услуг имеют свою специфику.

Схема 1 предусматривает оценку мастерства исполнителя работы и услуги, что включает проверку условий работы, знаний технологической и нормативной документации, опыта работы, сведений о повышении квалификации и выборочную проверку результата услуги

(отремонтированных, вычищенных и других изделий), а также последующий инспекционный контроль. Ее рекомендуется применять для сертификации услуг, оказываемых гражданами-предпринимателями и небольшими предприятиями.

Схема 2 предусматривает оценку процесса выполнения работы и оказания услуги по следующим критериям:

- проверка технологического процесса, мастерства исполнителя, условий обслуживания;
- оценка системы качества.

По первому критерию контролируются: полнота технологической документации; соответствие оборудования, оснастки, приборов и инструментов, квалификации исполнителей требованиям выполняемого техпроцесса; соблюдение технологической дисциплины.

При оценке системы качества проверяются: политика в области качества, его эффективность, а также безопасность реализуемых товаров. При наличии у заявителя сертификата на систему качества оценка системы качества не проводится. Инспекционный контроль осуществляется контролем стабильности процесса оказания услуги.

Схема 3 предусматривает сплошную проверку результата услуги. Схема может применяться для сертификации материальных услуг (ремонта и изготовления изделий по индивидуальным заказам). Инспекционный контроль осуществляется путем выборочной проверки результата услуги.

Схема 4 предусматривает аттестацию предприятия, что включает проверку: состояния его материально-технической базы; санитарно-гигиенических условий обслуживания потребителей; ассортимента и качества услуг; четкости и своевременности обслуживания; качества обслуживания (этика общения, комфортность, эстетичность, учет запросов потребителя и т.д.).

Эту схему рекомендуется применять при сертификации отелей, ресторанов, парикмахерских, кинотеатров и др. Результатом оценки предприятия в целом может быть присвоение разряда (категории, класса, звезды).

Инспекционный контроль может осуществляться с использованием социологических методов.

Схема 5 может применяться при сертификации всех видов услуг [6], в том числе наиболее опасных (медицинских, по перевозке пассажиров и пр.). Оценка системы качества производится по стандартам ИСО серии 9000 экспертами по сертификации систем качества.

Схему 6 применяют при сертификации работ и услуг небольших предприятий, зарекомендовавших себя в нашей стране и за рубежом как исполнители работ и услуг высокого уровня качества.

Схему 7 применяют при наличии у исполнителя системы качества. Оценка выполнения работ, оказания услуг будет заключаться в обследовании предприятия с целью подтверждения соответствия работ и услуг требованиям стандартов системы качества.

При добровольной сертификации применяют схемы 1 – 5. Схемы 6 – 7 предусматривают декларацию о соответствии, поэтому при добровольной сертификации они неприменимы.

Инспекционному контролю подлежит стабильность процесса оказания услуги.

3.7 Качество продукции и защита потребителей

Основу законодательства о защите прав потребителей составляют нормативные акты гражданского законодательства. Центральное место среди них занимает Закон «О защите прав потребителей», принятый в 1992 г. и содержащий следующие основные положения:

- право на безопасность товаров, работ и услуг для жизни и здоровья;
- право на надлежащее качество приобретаемых товаров, выполняемых работ и оказываемых услуг;
- право на возмещение ущерба и судебную защиту прав и интересов потребителя;
- механизм защиты потребителя, права которого нарушены при продаже недоброкачественного товара либо при ненадлежащем выполнении работ и оказании услуг.

На основании отдельных статей Закона Правительство РФ утверждает разного рода подзаконные акты, правила по договорам купли-продажи, выполнению отдельных видов работ и т.д.

В целях обеспечения безопасности товаров (работ, услуг) Закон «О защите прав потребителей» вводит обязательную их сертификацию. На основании Закона обязательной сертификации подлежат: товары (работы, услуги), на которые в законодательных актах, государственных стандартах установлены требования, направленные:

- на обеспечение безопасности жизни, здоровья потребителей;
- на обеспечение охраны окружающей среды;
- на предотвращение причинения вреда имуществу потребителей.

Партия товара, реализуемая через розничную торговую сеть, или каждая единица товара должны сопровождаться сертификатом соответствия, который продавец обязан предъявить покупателю по его требованию.

Реализация товаров (в том числе импортных), выполнение работ и оказание услуг без сертификата соответствия, подтверждающего их соответствие обязательным требованиям стандартов по безопасности, законом запрещена. Товары могут сопровождаться сертификатом,

выданным национальными органами по сертификации, а также зарубежными сертификатами, признаваемыми в России.

Закон предусматривает систему мер, предотвращающих поступление в продажу товаров, в отношении которых известны факты причинения вреда человеку и окружающей среде, несмотря на соблюдение потребителем правил пользования, хранения и транспортировки. При поступлении сигналов от органов по защите прав потребителей, государственных и общественных организаций, судебных органов Закон обязывает изготовителя приостановить производство (реализацию) товаров, работ и услуг и устранить причины, вызывающие несоответствие.

Чтобы иметь возможность защитить свои права в случае их нарушения, потребитель обязательно должен располагать информацией об изготовителе, поэтому Закон «О защите прав потребителей» предусматривает право потребителя на информацию о предприятии, который производит и продает товар.

Известно, что в ряде случаев подделки представляют опасность для жизни и здоровья, а в их производстве нередко просматривается организованная преступность. Вот почему сертификат соответствия, который вправе потребовать от изготовителя и продавца покупатель, Законом «О защите прав потребителей» рассматривается как гарантия права на безопасность потребляемых товаров. Безопасность изделий, процессов, услуг, определяемая Законом как основной аспект сертификации, характеризуется конкретными параметрами и требованиями к ним.

В связи с этим Законом усилена государственная защита прав потребителей путем расширения полномочий таких федеральных органов управления, как Министерство РФ по антимонопольной политике и поддержке предпринимательства, Госстандарт РФ, Минздрав РФ и др.

Они получили право в пределах своей компетенции осуществлять контроль за соблюдением изготовителями (продавцами) требований к безопасности продукции (работ, услуг); требовать устранения недостатков или снимать подобные товары с производства; запрещать реализацию продукции и услуг; предписывать прекращение работ; предписывать запрещение реализации товаров с истекшим сроком годности, а также при отсутствии достоверной информации о них.

3.8 Подтверждение соответствия

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. Подтверждение соответствия является частью оценки соответствия.

Кроме документального удостоверения, продукция, соответствующая национальному стандарту, маркируется **знаком соответствия**, а продукция, соответствующая техническому регламенту, – **знаком обращения на рынке**. Эти два специальных знака главным образом и определяют возможность достижения целей производства продукции и оказания услуг – содействие приобретателям в выборе продукции, работ, услуг.

Декларирование соответствия – форма подтверждения соответствия продукции требованиям технических регламентов. Оно осуществляется по одной из следующих схем:

- принятие декларации о соответствии на основании собственных доказательств;
- принятие декларации о соответствии на основании доказательств, полученных с участием органа по сертификации и (или) аккредитованной испытательной лаборатории (центра), т.е. третьей стороны.

Рассмотрение декларации о соответствии – способ доказательства, который представляет первая сторона – изготовитель. Он заключается в том, что руководитель предприятия представляет в орган сертификации заявление-декларацию, прилагая к нему протоколы испытаний, а также информацию об организации на предприятии контроля качества продукции. Этот способ используют при сертификации продукции зарубежного изготовителя с высокой репутацией на рынке, продукции отечественных индивидуальных производителей (например, фермеров), продукции малых предприятий и т.д.

В целом Закон о техническом регулировании перераспределил требования к характеристикам качества продукции, включая характеристики ее безопасности, соответственно между техническими стандартами и техническими регламентами. Закон установил обязательность подтверждения соответствия продукции только требованиям технических регламентов в форме сертификации или декларирования соответствия.

Данный Закон регулирует отношения только внутри государства, поэтому требование об обязательном подтверждении соответствия распространяется на продукцию, применяемую только в Российской Федерации.

Изготовленная продукция, предназначенная для использования на самом предприятии (составные части, узлы для комплектации конечной продукции), не подлежит обязательному подтверждению соответствия, даже если на нее утверждены технические регламенты.

Подтверждение соответствия осуществляется на основе принципов:

- доступности информации о порядке осуществления подтверждения соответствия заинтересованным лицам;
- недопустимости применения обязательного подтверждения соответствия к объектам, в отношении которых не установлены требования технических регламентов;
- установления перечня форм и схем обязательного подтверждения соответствия в отношении определенных видов продукции в соответствующем техническом регламенте;
- уменьшения сроков осуществления подтверждения соответствия и затрат заявителя;
- недопустимости принуждения к осуществлению добровольного подтверждения соответствия;
- защиты имущественных интересов заявителей, соблюдения коммерческой тайны в отношении сведений, полученных при осуществлении подтверждения соответствия;
- недопустимости подмены обязательного подтверждения соответствия добровольной сертификацией.

Подтверждение соответствия на территории РФ может носить добровольный или обязательный характер.

Добровольное подтверждение соответствия осуществляется в виде добровольной сертификации.

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

- принятия декларации о соответствии;
- обязательной сертификации.

Декларация о соответствии и сертификат соответствия имеют равную юридическую силу независимо от схем обязательного подтверждения соответствия и действуют на всей территории РФ. В схемах декларирования завершающей операцией является принятие заявителем декларации о соответствии, в схемах сертификации – выдача заявителю сертификата соответствия.

При выборе формы подтверждения соответствия следует иметь в виду, что декларирование соответствия является формой (только) обязательного подтверждения соответствия (только) продукции (только) требованиям технического регламента и осуществляется заявителем. Сертификация в случае обязательного подтверждения соответствия применима как к продукции, так и к процессам.

Подтверждение соответствия является одним из основных документов, способствующих повышению конкурентоспособности продукции, работ и услуг на российском и международном рынках.

Глава 4 Закона стимулирует создание условий для обеспечения свободного перемещения и реализации товаров внутри страны, а также для осуществления международного экономического, научно-технического сотрудничества и международной торговли.

В перспективе намечен переход от собственно сертификации как деятельности, осуществляемой третьей стороной, к более общему контролю безопасности – к подтверждению соответствия. Предлагается «снятие избыточности» обязательной сертификации.

3.9 Добровольная сертификация

Основной функцией сертификации является защита человека, его имущества и природной среды от отрицательных последствий современного научно-технического развития, от недобросовестных производителей и продавцов, создание условий для честной конкурентной борьбы. Важной функцией также является защита национального рынка от зарубежных недобросовестных конкурентов.

Базовым понятием сертификации является сертификация соответствия, которая проводится в двух формах: обязательной и добровольной. В последнее время обязательная сертификация часто называется сертификацией в законодательно регулируемой области, а добровольная – в законодательно нерегулируемой.

Добровольная сертификация проводится в тех случаях, когда строгое соблюдение требований существующих стандартов или другой нормативной документации на продукцию, услуги или процессы государством не предусмотрено. То есть в тех случаях, когда стандарты или нормы не касаются требований безопасности и носят добровольный характер для товаропроизводителя. Примером может служить создание системы качества на предприятии по модели стандарта ИСО 9000.

Добровольная сертификация проводится по инициативе заявителей (изготовителей, продавцов, исполнителей) в целях подтверждения соответствия продукции (работ, услуг) требованиям стандартов, технических условий, рецептур и других документов, определяемых заявителем.

Потребность в добровольной сертификации появляется, как правило, когда несоответствие стандартам или другим нормативам на объекты сертификации затрагивает экономические интересы крупных финансово-промышленных групп, отраслей индустрии и сферы услуг.

Добровольной сертификации подлежит продукция, на которую отсутствуют обязательные к выполнению требования по безопасности. В то же время ее проведение ограничивает доступ на рынок некачественных изделий за счет проверки таких показателей, как надежность, эстетичность, экономичность и др. При этом добровольная сертификация

не подменяет обязательную и ее результаты не являются основанием для запрета продукции, ее поставки. Она в первую очередь направлена на борьбу за клиента. Это в полной мере касается и добровольной сертификации услуг.

Участниками добровольной сертификации могут быть: орган по сертификации; испытательные лаборатории (центры); организации, осуществляющие сертификацию систем качества; заявители.

Добровольная сертификация проводится на условиях договора между заявителем и органом по сертификации.

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

Система добровольной сертификации может быть создана одним или несколькими юридическими лицами и (или) индивидуальными предпринимателями. При создании системы устанавливается перечень объектов, подлежащих сертификации, и их характеристик, на соответствие которым осуществляется добровольная сертификация, правила выполнения работ и их оплаты.

В нашей стране в настоящее время действует порядка 90 систем добровольной сертификации, распространяющихся главным образом на потребительские свойства различных видов продукции, работ и услуг.

Федеральные и местные органы власти прибегают к помощи добровольной сертификации продукции и услуг, результаты которой используются, например, для выдачи лицензии на определенную деятельность, получение государственных заказов на поставку товаров. Банки и страховые компании заинтересованы в наличии сертификатов на соответствующие объекты при определении размеров и условий их кредитования и страхования.

Финансирование работ по добровольной сертификации осуществляется из средств заказчика.

Форма сертификата соответствия приведена на рис. 20. При добровольной сертификации на бланке отсутствует знак соответствия в левом верхнем углу.

Система сертификации ГОСТ Р		
Сертификат соответствия		
№ _____		
Срок действия с _____ по _____		
Орган по сертификации	№ _____ учетный номер бланка	
Продукция	-----	
-	код ОК 005 (ОКП):	
Соответствует требованиям нормативных документов	-----	
-	код ТН ВЭД СНГ:	
Изготовитель	-----	
Сертификат выдан	-----	
На основании	-----	
Дополнительная информация		
Руководитель органа	_____	_____
М.П.	подпись	инициалы, фамилия
Эксперт	_____	_____
	подпись	инициалы, фамилия
Сертификат не применяется при обязательной сертификации		

Рис. 20 Форма сертификата соответствия при добровольной сертификации продукции

3.10 Обязательная сертификация

Обязательная сертификация распространяется на продукцию и услуги, связанные с обеспечением безопасности окружающей среды, жизни, здоровья и имущества. Требования к этим товарам и услугам закрепляются законодательно и должны выполняться всеми

производителями на внутреннем рынке и импортерами при ввозе на территорию России.

Перечни товаров, работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации в РФ, в соответствии со ст. 7 Закона РФ «О защите прав потребителей» утверждаются Правительством РФ. На основании этих перечней разрабатывается и вводится в действие постановлением Ростехрегулирования «Номенклатура продукции и услуг (работ), в отношении которых законодательными актами Российской Федерации предусмотрена их обязательная сертификация.

Обязательной сертификации подлежат следующие группы бытовых услуг:

- 1) ремонт и техническое обслуживание бытовой радиоэлектронной аппаратуры, бытовых машин и бытовых приборов;
- 2) техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств;
- 3) химическая чистка и крашение;
- 4) транспортные услуги по перевозке пассажиров автомобильным транспортом;
- 5) жилищно-коммунальные услуги (гостиниц, отелей и т.п.);
- 6) туристские и экскурсионные услуги;
- 7) услуги парикмахерских;
- 8) услуги торговли и общественного питания.

Проведение работ по обязательной сертификации осуществляется органами по сертификации и испытательными лабораториями, аккредитованными в установленном порядке в рамках существующих систем обязательной сертификации.

Обязательная сертификация осуществляется на основании договора с заявителем. Схемы сертификации 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 Европейском Союзе (ЕС).

Соответствие продукции требованиям технических регламентов подтверждается сертификатом соответствия, выдаваемым заявителю органом по сертификации. Этой процедуре предшествует проведение контрольных действий, предусмотренных схемами сертификации. Форма сертификата соответствия утверждается федеральным органом исполнительной власти по техническому регулированию. Пример формы сертификата соответствия при обязательной сертификации приведен на рис. 21.

Обязательное подтверждение соответствия является формой государственного контроля за безопасностью продукции. При ввозе на территорию РФ продукции, подлежащей обязательному подтверждению соответствия, в таможенные органы одновременно с таможенной

декларацией заявителем представляется декларация о соответствии или сертификат соответствия.

В соответствии со ст. 24 Закона о техническом регулировании декларирование соответствия представляет собой форму обязательного подтверждения соответствия, посредством которой заявитель документально удостоверяет, что его продукция соответствует требованиям технических регламентов. Такое определение согласуется с определением в Международном стандарте МС ИСО/МЭК 17000, согласно которому декларирование соответствия – подтверждение соответствия первой стороной.

Заявитель – физическое или юридическое лицо, которое для подтверждения соответствия принимает декларацию о соответствии или обращается за получением сертификата соответствия. Круг заявителей определяется соответствующим техническим регламентом. Ими могут быть изготовители или продавцы соответствующей продукции. В отличие от декларирования соответствия Закон не определяет, кто может быть заявителем при обязательной сертификации.

Участие в качестве заявителя исполнителя работ или услуг Законом не предусмотрено, поскольку обязательному подтверждению соответствия может подвергаться только продукция. Из этого следует, что при декларировании такой продукции как здания и сооружения строительная организация должна рассматриваться как изготовитель, а не исполнитель работ.

Проведение инспекционного контроля за объектами обязательной сертификации допускается при наличии двух условий: такой контроль предусмотрен схемой сертификации и договором на проведение сертификации.

Таким образом, инспекционный контроль органа по сертификации не является обязательным и может осуществляться только с согласия заявителя. Орган по сертификации, в который обратился заявитель, не вправе отказать ему в заключении договора в связи с отказом от проведения инспекционного контроля.



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
(обязательная сертификация)

№ _____
(номер сертификата соответствия)

_____ (учетный номер бланка)

ЗАЯВИТЕЛЬ _____
(наименование и местонахождение заявителя)

ИЗГОТОВИТЕЛЬ _____
(наименование и местонахождение изготовителя продукции)

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ

_____ (наименование и местонахождение
органа по сертификации,

_____ выдавшего сертификат соответствия)

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО
ПРОДУКЦИЯ _____
(информация об объекте сертификации,
позволяющая идентифицировать объект)
(код ОК 005 ОКП):

код ЕКПС: _____
код ТН ВЭД России: _____

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ
ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА _____
(наименование технического регламента,
на соответствие требованиям которого проводилась сертификация)

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (ИСПЫТАНИЯ)
И ИЗМЕРЕНИЯ _____

ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ _____
(документы, представленные заявителем в орган по сертификации в качестве
_____ доказательств соответствия продукции требованиям технического регламента)

СРОК ДЕЙСТВИЯ СЕРТИФИКАТА с _____ по _____

М.П.

Руководитель органа (заместитель руководителя)	_____	_____
Эксперт	_____	_____
	подпись	инициалы, фамилия
	подпись	инициалы, фамилия

Рис. 21 Форма сертификата соответствия продукции
требованиям технических регламентов

Основное отличие обязательной сертификации от добровольной – в целях и основаниях для проведения (табл 18).

Таблица 18 – Отличительные признаки обязательной и добровольной сертификации

Характер сертификации	Основные цели проведения	Основание для проведения	Объекты	Сущность оценки соответствия	Нормативная база
Обязательная	Обеспечение безопасности товаров	Законодательные акты РФ	Перечни товаров, подлежащие обязательной сертификации, утвержденные Постановлением Правительства РФ	Оценка соответствия обязательным требованиям, предусмотренным соответствующим законом, вводящим обязательную сертификацию	Государственные стандарты, санитарные нормы и правила и другие документы, устанавливающие обязательные требования к качеству товаров
Добровольная	Обеспечение конкурентоспособности продукции (услуги) предприятия. Реклама продукции (услуги), соответствующей не только требованиям безопасности, но и требованиям, обеспечивающим качество	По инициативе юридических или физических лиц на договорных условиях между заявителем и органом по сертификации	Любые объекты	Оценка соответствия требованиям заявителя, согласованном с органом по сертификации	Национальные стандарты, стандарты организаций, системы добровольной сертификации, условия договоров

Закон о техническом регулировании предусматривает в обязательной сфере постепенный переход по целому ряду видов продукции от сертификации к декларированию. Во многих развитых странах приоритет обязательной сертификации отсутствует, и декларирование в сочетании с нормами государственного надзора является эффективным механизмом защиты рынка от опасной продукции.

В России процесс замещения сертификации декларированием проходит строго под контролем государства. Правительство утверждает перечни продукции, подлежащие этим видам контроля.

Декларирование – механизм подтверждения соответствия. Оно повышает ответственность производителя при соответствующей работе надзорных органов и судебной системе в Российской Федерации.

Ростехрегулирование не занимается вопросами сертификации, а является организатором работ в крупнейшей системе сертификации – ГОСТ Р.

3.11 Правила и порядок проведения сертификации

Сертификация осуществляется в рамках определенной системы и по выбранной схеме. Порядок ее проведения устанавливается правилами конкретной системы, но основные этапы процесса сертификации неизменны независимо от вида и объекта сертификации.

Наиболее часто применяемая обобщенная схема процесса сертификации включает пять основных этапов:

- 1) заявка на сертификацию;
- 2) оценка соответствия объекта сертификации установленным требованиям;
- 3) анализ результатов оценки соответствия;
- 4) решение по сертификации;
- 5) инспекционный контроль за сертифицированным объектом.

Этап заявки на сертификацию заключается в выборе заявителем органа по сертификации, способного провести оценку соответствия интересующего его объекта. Это определяется областью аккредитации органа по сертификации. Заявка направляется по установленной в системе сертификации форме. Орган по сертификации рассматривает ее и сообщает заявителю решение.

Этап оценки соответствия имеет особенности в зависимости от объекта сертификации. Применительно к продукции он состоит из отбора и идентификации образцов изделий и их испытаний. Образцы должны быть такими же, как и продукция, поставляемая потребителю. Образцы выбираются случайным образом по установленным правилам из готовой продукции. Отобранные образцы изолируют от основной продукции, упаковывают, пломбируют или опечатывают на месте отбора. Отбор образцов для испытаний осуществляет, как правило, испытательная лаборатория или по ее поручению другая компетентная организация. В случае проведения испытаний в двух и более испытательных лабораториях отбор образцов может быть осуществлен органом по сертификации (при необходимости с участием испытательных лабораторий).

Этап анализа практической оценки соответствия объекта сертификации установленным требованиям заключается в рассмотрении результатов испытаний, экзамена или проверки системы качества в органе по сертификации. При сертификации продукции заявитель представляет в орган документы, указанные в решении по заявке, и протокол испытаний образцов продукции из испытательной лаборатории. Эксперты органа по сертификации проверяют соответствие результатов испытаний, отраженных в протоколе, действующей нормативной документации.

Решение по сертификации сопровождается выдачей сертификата соответствия заявителю или отказа в нем. Продукция, на которую выдан сертификат, маркируется знаком соответствия, принятым в системе. Сам знак представляет сочетание РСТ (Российский Стандарт), указывая на национальную принадлежность знака соответствия. При обязательной сертификации под знаком соответствия проставляется буквенно-цифровой код ОС – две буквы и две цифры.

Часто буквенные индексы кода (полностью или частично) отражают начальные буквы наименования сертифицируемого объекта: УО, УИ, УП – услуги общественного питания; ЛТ – текстиль; БП – посуда; ПП, ПО, ПР – пищевые продукты и продовольственное сырье; ЛД – товары детского ассортимента; ЛК – коженно-обувные изделия.

Маркирование продукции знаком соответствия осуществляет изготовитель (продавец), которому это право предоставляется лицензией, выданной органом по сертификации.

Знак соответствия ставится на изделие и (или) тару, сопроводительную техническую документацию. На тару знак ставится при невозможности нанесения его на продукцию (жидкие, сыпучие вещества и т.п.).

Инспекционный контроль за сертифицированным объектом проводится органом, выдавшим сертификат, если это предусмотрено схемой сертификации. Он проводится в течение всего срока действия сертификата – обычно один раз в год в форме периодических проверок. В комиссии органа по сертификации при инспекционном контроле могут участвовать специалисты территориальных органов Ростехрегулирования, представители обществ потребителей и других заинтересованных организаций.

Инспекционный контроль включает в себя анализ информации о сертифицированном объекте и проведение выборочных проверок образцов продукции, услуг или элементов системы качества. При контроле сертифицированного специалиста проверяется соответствие его работы принятым критериям.

3.12 Органы по сертификации и испытательные лаборатории

Обязательное подтверждение соответствия осуществляется органами сертификации, испытательными лабораториями и центрами.

Орган по сертификации выполняет следующие функции:

- привлекает на договорной основе для проведения исследований (испытаний) и измерений испытательные лаборатории (центры), аккредитованные в порядке, установленном Правительством РФ;
- осуществляет контроль за объектами сертификации, если такой контроль предусмотрен соответствующей схемой обязательной сертификации и договором;
- ведет реестр выданных им сертификатов соответствия;
- 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 информации о порядке проведения обязательной сертификации;
- устанавливает стоимость работ по сертификации на основе утвержденной Правительством РФ методики определения стоимости таких работ.

Орган по сертификации несет ответственность за обоснованность и правильность выдачи сертификата соответствия, за соблюдением правил сертификации.

В работах по сертификации участвует ряд федеральных органов исполнительной власти: Госсанэпидемнадзор Минздрава РФ, Департамент ветеринарии Минсельхозпрода РФ, Госстрой России, Госкомсвязи России, Госпожарнадзор МВД России, Российские Морской и Речной регистры и пр.

Ростехрегулирование как национальный орган по сертификации осуществляет координацию их деятельности в этом направлении. Координация проводится в форме соглашения, в котором регламентируется выбор системы сертификации, объекта сертификации, аккредитующего органа и пр.

Для организации и координации работ в системах сертификации однородной продукции или группы услуг создаются центральные органы систем сертификации (ЦОС). Например, функции ЦОС по добровольной сертификации на соответствие требований государственных стандартов в системе сертификации ГОСТ Р возложены на ВНИИ сертификации.

В обязанности ЦОСа входит:

- организация, координация работы и установление правил процедуры в возглавляемой системе сертификации;

- рассмотрение апелляций заявителей по поводу действий органов по сертификации и испытательных лабораторий.

Главным участником работ по сертификации является эксперт – лицо, аттестованное на право проведения одного или нескольких видов работ в области сертификации. От его знаний, опыта, личных качеств, т.е. компетентности, зависят объективность и достоверность решения о возможности выдачи сертификата.

Добровольная сертификация осуществляется органами по добровольной сертификации, которыми могут быть юридическое лицо и (или) индивидуальный предприниматель, образовавшие систему добровольной сертификации.

Орган по добровольной сертификации:

- осуществляет подтверждение объектов добровольного подтверждения сертификации;

- выдает сертификаты соответствия на объекты, прошедшие добровольную сертификацию;

- предоставляет заявителям право на применение знака соответствия, если это предусмотрено системой добровольной сертификации;

- приостанавливает или прекращает действие выданных им сертификатов соответствия.

Аккредитованные испытательные лаборатории осуществляют испытания конкретной продукции или конкретные виды испытаний и выдают протоколы испытаний для целей сертификации. Они несут ответственность за соответствие проведенных сертификационных испытаний требованиям нормативных документов, а также за достоверность и объективность результатов. Если орган по сертификации аккредитован как испытательная лаборатория, то его именуют сертификационным центром.

3.13 Цели и принципы аккредитации

Согласно Закона о техническом регулировании необходимым условием деятельности органов по сертификации и испытательных лабораторий является их аккредитация. Она осуществляется в отношении работ, связанных с установленными формами подтверждения соответствия добровольной сертификацией, декларированием и обязательной сертификацией всех объектов технического регулирования.

Аккредитация – официальное признание полномочным органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной (заявленной) области, например, в области оценки соответствия.

Аккредитация органов по сертификации и испытательных лабораторий в соответствии со ст. 31 Закона осуществляется в целях:

- подтверждения компетентности органов по сертификации и испытательных лабораторий, выполняющих работы по подтверждению соответствия;
- обеспечения доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- создания условий для признания результатов деятельности органов по сертификации и испытательных лабораторий.

Аккредитация осуществляется на основе принципов:

- добровольности;
- открытости и доступности правил аккредитации;
- компетентности и независимости органов, осуществляющих аккредитацию;
- недопустимости ограничения конкуренции и создания препятствий пользованию услугами органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- обеспечения равных условий лицам, претендующим на получение аккредитации;
- недопустимости совмещения полномочий на аккредитацию и подтверждения соответствия;
- недопустимости установления пределов действия документов об аккредитации на отдельных территориях.

Порядок аккредитации устанавливается Правительством РФ. Аккредитация является признанием того, что физическое лицо или организация обладает достаточной компетенцией для выполнения конкретных работ в области оценки соответствия.

Система аккредитации является основой для признания результатов подтверждения соответствия в России и за рубежом и служит для устранения барьеров в международной торговле.

Основной проблемой аккредитации является отсутствие единой системы аккредитации. В стране действуют 18 систем обязательного подтверждения соответствия и 18 систем по аккредитации, работающих по своим правилам. Важный элемент правильного построения аккредитации – создание института независимой экспертизы.

Успешная сертификация соответствия возможна только при высокой компетенции участников сертификации в проведении испытаний и проверок, их взаимном доверии друг к другу. Заявитель должен доверять органу по сертификации и испытательной лаборатории, которые дают заключение по его продукции; испытательная лаборатория – органу по сертификации и наоборот. Таким образом, для определения беспристрастности, независимости и компетенции участников

сертификации необходим соответствующий механизм. Таким механизмом обеспечения доверия является аккредитация.

Созданная в 1992 г. Система сертификации ГОСТ Р охватывала вопросы не только сертификации, но и аккредитации. Это противоречило международной практике. По этой причине возникают проблемы в признании за рубежом результатов испытаний, проведенных в России. Экспортерам приходится тратить дополнительные средства на проведение испытаний продукции в признанных испытательных лабораториях, большинство из которых находится за пределами России.

В зарубежных странах аккредитация является самостоятельным видом деятельности, регламентируемым соответствующими нормативными документами, выполнение требований которых служит гарантией единства и сопоставимости оценок компетентности аккредитованной организации. А это обеспечивает доверие к результатам испытаний и сертификации.

3.14 Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий

Работа по созданию национальной Российской системы аккредитации (РОСА) началась в 1995 г. Ее методической основой явилась серия стандартов ГОСТ Р 51000, максимально гармонизированных с Руководствами ИСО/МЭК в области аккредитации и европейскими нормами серии EN 45000.

Национальная система аккредитации в области подтверждения соответствия представляет собой совокупность организаций, участвующих в деятельности по аккредитации, аккредитованных органов по сертификации, испытательных лабораторий, других субъектов, а также установленных норм, правил, процедур, которые определяют действие этой системы.

Объектами аккредитации являются организации, осуществляющие деятельность в области оценки соответствия: испытательные лаборатории, органы по сертификации, контролирующие организации; метрологические службы юридических лиц; организации, осуществляющие специальную подготовку экспертов.

Участниками национальной системы аккредитации являются: федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции технического регулирования; органы по аккредитации; эксперты по аккредитации; заявители аккредитации; органы по сертификации и испытательные лаборатории (центры).

Возглавляет Российскую систему аккредитации Совет по аккредитации, в состав которого входят органы по аккредитации:

а) в обязательной (законодательно регулируемой) сфере – Ростехрегулирование и другие федеральные органы исполнительной власти;

б) в добровольной (законодательно не регулируемой) сфере – юридические лица, отвечающие установленным требованиям.

Аккредитация органов по сертификации и испытательных (измерительных) лабораторий осуществляется в порядке, установленном Правительством РФ.

Согласно Закону о техническом регулировании оценка соответствия преследует цель проверки соблюдения установленных требований и осуществляется в формах государственного контроля (надзора), аккредитации, испытаний, регистрации, подтверждения соответствия, приемки и ввода в эксплуатацию объекта, строительство которого закончено.

Организация, претендующая на право стать органом по аккредитации, должна иметь:

- определенный юридический статус;
- финансовую стабильность;
- беспристрастность и независимость;
- квалификационный персонал;
- необходимые нормативные документы;
- систему обеспечения качества аккредитации.

В настоящее время аккредитацию испытательных лабораторий и органов по сертификации в РФ осуществляют подразделения Ростехрегулирования в обязательной области и центральные органы систем сертификации в добровольной области.

В типовую схему органа по аккредитации в соответствии с ЕН 45003 входят:

а) управляющий совет, состоящий из представителей министерств, ведомств, профсоюзных объединений, предприятий и др., координирующий деятельность органа в обозначенной области;

б) наблюдательный совет, состоящий из учредителей органа по аккредитации и осуществляющий общий контроль за работой органа;

в) исполнительная дирекция органа, включающая руководителя, экспертов-аудиторов, секретариат и бухгалтерию. Дирекция осуществляет текущую работу по организации и проведению процессов аккредитации;

г) ответственный за системы обеспечения качества – штатный работник, обладающий соответствующим опытом и квалификацией в области управления качеством;

д) апелляционная комиссия, рассматривающая жалобы по вопросам аккредитации со стороны заявителей;

е) комиссия по аккредитации, утверждающая отчеты экспертов по проведению аккредитации и принимающая решение о выдаче аттестата аккредитации или отказе в этом;

ж) секторные комитеты по направлениям аккредитации, состоящие из специалистов различных организаций для разработки правил и процедур аккредитации.

За деятельностью органов по сертификации и аккредитации испытательных лабораторий комиссией из состава экспертов проводится инспекционный контроль в форме плановых и внеплановых проверок. Продолжительность контроля не более одного месяца.

Испытательная лаборатория должна быть признана компетентной для выполнения работ в определенной области аккредитации и должна соответствовать требованиям ГОСТ Р 51000.3 – 96 «Общие требования к испытательным лабораториям».

Процедура аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий в РФ включает шесть этапов:

1) представление организацией-заявителем заявки и других документов на аккредитацию;

2) экспертиза документов и назначение экспертов по аккредитации; составление экспертного заключения, содержащего оценку соответствия предъявленной информации условиям аккредитации;

3) аттестация органа по сертификации или испытательной лаборатории. Аттестацию проводят непосредственно в организации-заявителе;

4) анализ материалов и принятие решения об аккредитации;

5) оформление и выдача аттестата аккредитации – при положительном решении, отправка заявителю письма с мотивированным отказом – при отрицательном;

6) контроль за аккредитованным органом по сертификации или испытательной лаборатории. При нарушении условий аккредитации аккредитующий орган принимает решение о приостановлении действия или досрочной отмене аттестата аккредитации.

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

3.15 Сертификация систем качества

Качество – совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворить установленные и предполагаемые потребности в соответствии с его назначением.

Система качества – совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего руководства качеством.

В начале 90-х годов прошлого столетия определился круг основных факторов, заставляющих предприятия заниматься разработкой, внедрением и сертификацией систем качества. К наиболее важным основаниям для проведения сертификации систем качества можно отнести: преимущества перед конкурентами; требования заказчика; улучшение качества продукции; снижение риска ответственности за продукцию; требования материнской компании.

Современная система качества основывается на двух подходах: техническом (инженерном) и управленческом (административном).

Технический подход базируется на требованиях стандартов на продукцию и предусматривает применение статистических методов, методов метрологии и других научных методов, используемых для обеспечения достоверности результатов измерений, контроля и испытаний продукции.

Управленческий подход базируется на требованиях стандартов ИСО серии 9000, принципах и методах менеджмента – «координированной деятельности по руководству и управлению организацией».

Этапы сертификации систем качества и их содержание:

- **предсертификационный этап.** Включает заявку на сертификацию, подготовку исходных документов, их анализ, оформление договора на предварительную оценку системы качества, формирование комиссии по сертификации;

- **предварительная оценка системы качества,** состоящая из анализа системы качества по исходным документам, составления заключения, оформления договора на оценку системы качества на предприятии-заявителе;

- **проверка и оценка системы качества на предприятии.** В этап входят: разработка программы проверки, проведение проверки, составление акта проверки, принятие решения о рекомендации системы качества к сертификации, окончательное решение о сертификации в Техническом центре регистра, выдача сертификатов соответствия и лицензии на применение знака соответствия или отказ в нем, заключение договора на проведение инспекционного контроля;

- **инспекционный контроль,** включающий ежегодный контроль сертифицированной системы качества; составление актов по результатам контроля; принятие решения о подтверждении, приостановлении или аннулировании сертификата соответствия и лицензии на знак соответствия.

За рубежом все большее значение приобретает добровольная сертификация систем качества предприятий на соответствие требованиям международных стандартов серии ИСО 9000. Стандарты серии 9000, принятые многими странами, оказали большое влияние на обеспечение качества и постоянно совершенствуются.

Для организационно-практической деятельности по сертификации систем качества в России введен в действие ГОСТ Р 40.001 – 95 «Правила по проведению сертификации систем качества в Российской Федерации». Соблюдение этих правил является обязательным условием регистрации в Государственном реестре систем сертификации и знаков соответствия. Все предусмотренные Правилами процедуры и требования к сертификации систем качества служат созданию уверенности в том, что сертифицированные системы обеспечивают выпуск продукции или оказание услуги на уровне, установленном стандартами или контрактом.

Утвержден блок государственных стандартов, ставших нормативно-методической основой Регистра систем качества. В частности, ГОСТ Р 40.002 – 2000 применяется при проведении работ по добровольной и обязательной сертификации в системе сертификации ГОСТ Р, причем его требования обязательны для всех организаций, пожелавших сертифицировать систему качества в Регистре.

Вместе с тем все большее значение в промышленности придается развитию систем качества путем реализации принципа *TQM* (англ. *Total Quality Management*) – всеобщего менеджмента качества. В стандартах ИСО 9000 в версии 2001 г. используется ряд принципов *TQM*. Стандарты новой версии будут совместимы со стандартами ИСО серии 14000 на системы управления окружающей средой.

Стандарты ИСО серии 9000 сформировали концепцию универсального управления качеством, отличительной особенностью которого стала сертификация производств. Качество прошло путь от контроля (начало прошлого века) к обеспечению (с 1990-х гг.).

3.16 Сертификация услуг

Услуга – результат непосредственного взаимодействия исполнителя и потребителя, а также собственной деятельности исполнителя по удовлетворению запросов потребителя.

Услуги разделяют на материальные, нематериальные (социально-культурные) и производственные (работы).

Материальная услуга – деятельность ее исполнителя по удовлетворению материальных нужд потребителя. Результатом материальной услуги является, как правило, преобразованная продукция, например, отремонтированный автомобиль, сшитая вещь, проданный товар, телефонная связь и т.п.

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

Производственная – услуга по удовлетворению нужд предприятий и организаций. Понятие этой услуги выражается через термин «работа», например, научно-исследовательская, опытно-конструкторская и технологическая работы; наладочные и пусковые, эксплуатационные работы и т.п. Соответствующие процессы называют выполнением работ, оказанием услуг. Они стали объектами сертификации, в частности, вошли в документ «Перечень работ и услуг, подлежащих обязательной сертификации».

Отечественная классификация услуг (работ) еще не гармонизирована с международной классификацией, но она постоянно совершенствуется с регулярно появляющимися новыми видами услуг в современной российской практике сертификации.

В номенклатуру услуг, введенную с 01.10.1998 г., вошли те виды услуг, по которым имеются утвержденные системы сертификации. В стадии разработки находятся системы сертификации услуг розничной торговли и парикмахерских услуг. Вне сферы обязательной сертификации из-за отсутствия нормативной базы пока остаются такие важнейшие услуги, как услуги рынков и медицинские услуги. Разработано большое число документов для сертификации услуг автосервиса и химчистки. Тем не менее в целом нормативное обеспечение сертификации услуг (работ) еще находится на стадии формирования.

В состав участников Системы сертификации услуг входят:

- руководящий орган;
- центральные органы;
- Научно-методический центр стандартизации и сертификации услуг;
- методические центры Системы;
- аккредитованные органы по сертификации и испытательные лаборатории;
- социологические центры.

При проведении сертификации услуг (работ) используются семь схем [6]. Учитывая специфику сертификации, при проверке результатов работ и услуг, кроме инструментальных и лабораторных методов, широко используются социологические и экспертные методы (оценка качества через опрос клиентов, дегустация блюд, контроль знаний обучающихся и т.п.)

3.17 Развитие сертификации на международном, региональном и национальном уровнях

3.17.1 Международная сертификация

Значительную роль в становлении международной, региональной и национальной сертификации, имеющих целью устранение технических барьеров в торговле, играют ряд важных международных организаций.

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**.

Членами ВТО в настоящее время являются 123 государства, на долю которых приходится около 90 % мирового товарооборота. В 1992 г. Российская Федерация унаследовала от СССР статус наблюдателя в ГАТТ. Это позволило нашей стране привлекать специалистов ВТО к экспертизе российского внешнеэкономического законодательства, а также пользоваться в полном объеме имеющейся в 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 ВТО в качестве полномочного 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 ВТО в области стандартизации сводятся к тому, чтобы технические регламенты и стандарты, разрабатываемые участниками Соглашения, не создавали препятствий международной торговле. Аналогичны требования ВТО в области оценки соответствия.

В области информации 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.

Деятельность Международной организации по стандартизации (ИСО) в области сертификации заключается в организационно-методическом обеспечении данной процедуры. При разработке стандартов ИСО на продукцию основной акцент делается на установление единых методов испытаний, а также на определение требований к продукции в части ее безопасности для жизни, здоровья людей, охраны окружающей среды, взаимозаменяемости.

3.17.2 Региональная сертификация

Наиболее значимой региональной организацией по сертификации является созданный в 1993 г. **Европейский союз (ЕС)**, объединяющий 25 стран. Основная цель стран ЕС – отмена технических (нетарифных) барьеров для свободной торговли. Причина таких барьеров – различие в требованиях национальной сертификации.

ЕС призван оптимизировать правила и условия внешней и внутренней торговли, разработать единые стандарты и организационно-методические документы, обеспечивающие гармонизацию процедур во всех областях деятельности по сертификации.

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 ЕС опасной для населения и окружающей среды продукции.

В ЕС действует принцип взаимного признания: если имеется Директива ЕС, соответствие товара любому стандарту в любом государстве – члене Союза дает право выхода этого товара на весь европейский рынок.

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 соответствия предоставляется изготовителю.

На региональном европейском уровне функционируют различные организации, обеспечивающие реализацию интеграционной политики ЕС:

- 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 Содружества Независимых Государств (СНГ) Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). В 1996 г. МГС признан ИСО как региональная организация под названием «Евроазиатский 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 и 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.

3.17.3 Национальные организации по сертификации

В США действуют законы по безопасности различных видов продукции, которые и служат правовой основой сертификации соответствия. 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.

Добровольная сертификация проводится по заявлению потребителей или изготовителей продукции на соответствие предлагаемым ими нормативным документам.

В США действуют три основные категории программ (систем) сертификации, которые утверждает федеральное правительство:

- 1-я категория – сертификация товаров и услуг на безопасность. Все программы обязательны;
- 2-я категория – программы по проверке образцов продукции и производств, заменяющие сплошной контроль. Используются при обязательной и добровольной сертификации для товаров, которые потребляются в государственных учреждениях;
- 3-я категория – программы оценки качества и условий производства до поступления продукции в торговлю. Используются для обязательной и добровольной сертификации.

Кроме утвержденных правительством в США, есть программы сертификации, которые организуются в частном секторе. Их услугами пользуются не только фирмы США, но и экспортеры из других стран.

Правовой базой сертификации в **Германии** служат законы в области охраны жизни и здоровья населения, защиты окружающей среды, безопасности труда, экономии ресурсов, защиты интересов потребителей. С 1990 г. в стране действует закон об ответственности за изготовление недоброкачественной продукции, который гармонизирован с законодательством стран – членов ЕС и служит законодательной базой для сертификации в рамках единого рынка.

В общенациональную систему сертификации Германии входят следующие системы: *A* (основная), *B*, *C*, *D*, *E*, *F*.

A1 – система сертификации соответствия стандартам DIN охватывает все виды изделий, на которые установлены требования в стандартах DIN. Руководит ею Германский институт стандартизации. *A2* – система сертификации VDE союза электротехников. Остальные системы сертифицируют продукцию одной или нескольких отраслей.

В **Англии** подтверждение соответствия изделия требованиям Британского стандарта и присвоение знака соответствия предоставлено Британскому институту стандартов. Примером негосударственной организации в Англии является *Британский Ллойд*, сертификаты которого признаются судовладельцами во всех странах мира.

За сертификацию во **Франции** отвечает Французская ассоциация по стандартизации (*APNOR*). Организационно сертификация построена по отраслевому принципу и постоянно взаимодействует с системой стандартизации как в плане соответствия требованиям национальных стандартов, так и в плане разработки новых требований и норм.

Национальной системой является система сертификации на соответствие государственному стандарту, что удостоверяется знаком *NF*, который применяется для всех видов товаров. Для электротоваров разработаны другие знаки, например, для бытовых приборов – *NF ELECTRICITE*.

Сертификация на знак *NF* имеет добровольный характер. Исключение составляет продукция медицинского направления, которая маркируется знаком *NF – MEDICAL*.

В **Японии** действуют три формы сертификации: обязательная сертификация, подтверждающая соответствие законодательным требованиям; добровольная сертификация на соответствие национальным стандартам, которую проводят органы, уполномоченные правительством; добровольная сертификация, которую проводят частные органы по сертификации.

В законах Японии введены категории по некоторым видам продукции, характеризующие степень их опасности для пользователя. Для наиболее опасных товаров (категория А) предусмотрена сертификация третьей стороной, а для изделий категории Б – заявление-декларация изготовителя.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Основные аббревиатуры и принятые сокращения

ВТО – Всемирная торговая организация
ГКиН – Государственный контроль и надзор
ГМКиН – Государственный метрологический контроль и надзор
ГМС – Государственная метрологическая служба
ГОСТ – Государственный стандарт
ГОСТ Р – Государственный стандарт Российской Федерации
ГСИ – Государственная система обеспечения единства измерений
ГСС – Государственная система стандартизации
ЕС – Европейский союз
ИВ – измеряемая величина
ИВК – измерительно-вычислительный комплекс
ИВС – измерительно-вычислительное средство
ИИС – информационно-измерительная система
ИМ – измерительный механизм
ИП – измерительный преобразователь
ИСО – Международная организация по стандартизации
ИТН – измерительный трансформатор напряжения
ИТТ – измерительный трансформатор тока
МИ – методические инструкции
МО – метрологическое обеспечение
МС – метрологическая служба
МЭК – Международная электротехническая комиссия
ОСТ – отраслевой стандарт
П – погрешность
ПР – правила России по метрологии
ПЧ – подвижная часть
Р – рекомендация
РСТ – республиканский стандарт
СЕН – Европейский комитет по стандартизации
СИ – средство измерения
СКО – среднее квадратическое отклонение
СТО – стандарт организации
СТП – стандарт предприятия
ТР – технический регламент
ТС – термосопротивление
ТУ – технические условия
ФВ – физическая величина
ЦИП – цифровой измерительный прибор
ЭМП – электромеханический прибор
ЭО – электронно-лучевой осциллограф

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

1. Что такое «Единство измерений»?
2. Что такое «Физическая величина»?
3. Перечислите основные положения методики выполнения измерений.
4. Назовите основные единицы и соответствующие ФВ Международной системы единиц.
5. Почему Вт, Гц, Ом названы производными единицами?
6. Дайте понятие когерентной единицы.
7. Запишите в форме степенного одночлена размерность плотности вещества $\dim \rho$ в системе СИ.
8. Давление определяется по уравнению $p=F/S$, где $F=m \cdot a$, m – масса, a – ускорение, S – площадь поверхности, воспринимающей усилие F . Выберите размерность давления: MT^2 ; L^3MT^2 ; LMT^2 или $L^{-1}MT^2$.
9. Кинематическая энергия тела массой m , движущегося со скоростью V , равна $A_x=mV^2/2$. Скорость $V=l/t$, где l – пройденный путь, а t – время. Определите размерность этой величины: L^2MT^2 ; $L^{-2}MT^2$; $L^2 MT^2$ или L^2M^2T ?
10. Для чего применяется шкала наименований?
11. Что такое ранжирование?
12. По какой шкале оценивается морское волнение?
13. Какая разница между шкалой интервалов и шкалой отношений?
14. Какая шкала имеет естественное нулевое значение?
15. Резисторы соединены треугольником. Измеряются сопротивления между различными вершинами треугольника. К какому виду измерений относится результат измерения сопротивлений резисторов?
16. Опишите суть нулевого метода измерения. Приведите пример.
17. Приведите две классификации мер.
18. В чем принципиальная разница между измерительной установкой и измерительной системой?
19. Что такое метрологическая цепь передачи размера единицы ФВ?
20. Для чего служит первичный эталон?
21. Неизменность, конкурентоспособность, стоимость, сличаемость, воспроизводимость. Что из перечисленного не является существенным признаком эталона?
22. Назовите размерность чувствительности вольтметра.
23. В чем различие между диапазоном измерений и диапазоном показаний?
24. Чем отличается Π от ошибки?
25. Как определяются абсолютная, относительная и приведенная Π ?
26. Для какой цели используется приведенная Π ?
27. Что называется нормированием метрологических характеристик?
28. Какие условия измерений считаются нормальными?

29. Почему класс точности СИ не является непосредственным показателем точности измерений?
30. В чем разница нормирования П ЭМП и счетчиков электроэнергии?
31. Что означает цифра класса точности, например 0,5?
32. В чем состоит важность и трудность задачи оценивания систематической П?
33. Опишите принципиальное отличие случайных П от систематических.
34. Какова цель проведения многократных наблюдений одного и того же значения ИВ?
35. Укажите различия в формулах определения относительной инструментальной и относительной методической П.
36. Объясните причину появления динамической П.
37. Назовите составляющие результирующей неисключенных остатков. Каковы причины их появления?
38. Как формулируется нормальный закон распределения П?
39. Как определить СКО?
40. Перечислите особенности графиков нормального закона распределения погрешностей.
41. Сформулируйте «правило трех сигм».
42. Сформулируйте фундаментальный закон теории П.
43. В каком случае нельзя пользоваться алгоритмом (коэффициентами) Стьюдента?
44. Среднее арифметическое пяти измерений тока 5,24 А. Погрешность от подключения амперметра в цепь $\Delta = - 0,22$ А. СКО показаний прибора $\sigma = 0,20$ А. Укажите доверительные границы истинного значения измеряемого тока в цепи с вероятностью $P = 0,99$.
45. Измерительный механизм миллиамперметра, имеющий сопротивление 10 Ом, рассчитан на ток 100 мА. Какое сопротивление должен иметь шунт для измерения токов до 5 А?
46. Предел измерения вольтметра 100 В. Его ИМ имеет сопротивление 5 кОм. Какое добавочное сопротивление необходимо подключить, чтобы измерять напряжения до 2 кВ?
47. Почему ИТТ работают в режиме к.з., а ИТН – в режиме х.х.?
48. Какие П вносят в результаты измерений измерительные трансформаторы?
49. Опишите назначение трех основных узлов ЭМП.
50. Охарактеризуйте три способа крепления ПЧ ЭМП.
51. В чем суть магнитоиндукционного успокоения?
52. Какие моменты действуют на ПЧ ЭМП? Чем они создаются?
53. Опишите принцип действия магнитоэлектрических приборов. Почему они имеют равномерную шкалу?
54. В результате чего поворачивается ПЧ электромагнитных приборов?

55. Какие приборы называются ферродинамическими? Где они применяются?

56. Опишите принцип действия индукционного счетчика.

57. В чем причина относительной Π измерения электроэнергии индукционным счетчиком? В каком случае имеет место недоучет расхода электроэнергии?

58. Что называется порогом чувствительности счетчика? Почему для электросчетчиков порог чувствительности имеет очень важное значение?

59. В схеме омметра с параллельным соединением ИМ и предохранителя в качестве R_x стрелка ИМ указала на ноль. Поясните с изображением схемы в каком состоянии находится предохранитель.

60. В чем преимущество усилителей переменного тока в схемах электронных вольтметров постоянного тока?

61. Опишите достоинства и назначение ЭО.

62. Опишите принцип измерения амплитуды сигнала электронным осциллографом.

63. Опишите принцип измерения частоты методом фигур Лиссажу.

64. Как определить фазовый сдвиг с помощью фигур Лиссажу?

65. Почему одним магнитоиндукционным преобразователем в однородном магнитном поле могут быть измерены различные магнитные величины?

66. Опишите конструкцию и принцип действия веберметра.

67. Объясните принцип действия термомпары.

68. Почему мосты и компенсаторы нельзя отнести к ЦИП?

69. Перечислите основные узлы и детали ЦИП.

70. Поясните принцип работы ЦИП.

71. В чем причина основной Π любого ЦИП?

72. Назовите основные функции ИВС.

73. Что понимается под метрологическим обеспечением?

74. Что является технической основой МО?

75. Назовите основные цели Закона об обеспечении единства измерений.

76. Что является основными объектами стандартизации ГСИ?

77. Дайте определение понятию «Единство измерений».

78. На что направлена деятельность Ростехрегулирования и ГМС?

79. Приведите иерархическую пирамиду нормативной базы метрологии.

80. В чем принципиальная разница между ПР и Р по стандартизации, метрологии, сертификации, аккредитации?

81. Какие организации и службы РФ действуют в области технического регулирования, метрологии, стандартизации и сертификации?

82. Какие организации МС подлежат аккредитации? Кто ее проводит?

83. Перечислите основные функции МС предприятий, организаций и учреждений.

84. Приведите отличие сферы деятельности МЭК от ИСО. Расшифруйте эти аббревиатуры.

85. Чем отличается метрологический надзор от метрологического контроля?

86. Что является объектами ГМКиН? На какие сферы распространяется ГМКиН?

87. Что такое «Поверка СИ»? В чем отличие поверки от утверждения типа СИ?

88. Что такое «Лицензирование»? Что является основанием для выдачи лицензии и на какой срок она выдается?

89. В чем отличие повторных проверок за деятельностью торговых предприятий от внеплановых?

90. Что включает поверка СИ? Чем подтверждается пригодность СИ?

91. Какие СИ подлежат первичной поверке?

92. В каких случаях проводится внеочередная поверка?

93. Чем отличается экспертная поверка от инспекционной?

94. В чем особенность поверки ИИС?

95. Что такое «Калибровка СИ»? Чем она принципиально отличается от поверки?

96. Назовите принципы системы калибровки.

97. Перечислите категории стандартов.

98. Что называют стандартизацией и стандартом?

99. Перечислите законодательную и нормативную базу стандартизации

100. Какой документ в России является основополагающим по стандартизации и что он устанавливает?

101. Какие вопросы должно решать Ростехрегулирование?

102. Кто разрабатывает проекты международных стандартов? Являются ли они обязательными к применению?

103. Какие основные требования устанавливаются в международных стандартах?

104. Что является основными объектами стандартизации МЭК?

105. Чем характеризуется переходный этап в реформировании ГСС?

106. Какая категория стандартов в будущем ликвидируется? Почему она не предусмотрена в новом Федеральном Законе?

107. Что устанавливает и в каких целях принимается технический регламент? Кто разрабатывает и кто рассматривает его проект?

108. Что означает добровольность стандарта?

109. На что распространяются национальные стандарты?

110. Назовите основные отличия ОСТ от ГОСТ Р. Кто обязан использовать ОСТ?

111. В каком случае разрабатываются ТУ? Что они содержат и кто их обязан применять?
112. На что распространяется СТП?
113. Перечислите виды стандартов.
114. Какие стандарты и почему называют комплексными? Приведите примеры.
115. Назовите основные методы классификации информации. Чем они различаются?
116. На что направлена унификация продукции? Что в ее основе?
117. В чем суть агрегатирования? Что дает этот метод стандартизации?
118. Что обеспечивает комплексная стандартизация?
119. Чем заключается опережающая стандартизация?
120. Опишите этапы прохождения проекта национального стандарта от разработки до утверждения (отклонения).
121. Каким требованиям должны удовлетворять ряды предпочтительных чисел?
122. Приведите пример знаменателя геометрической прогрессии и несколько членов ее ряда.
123. Назначение предпочтительных чисел и их рядов.
124. С какой целью и где проводится ГКиН?
125. Что является правовой основой ГКиН?
126. Что подлежит проверке при проведении ГКиН?
127. Дайте определение современному понятию «Сертификация».
128. Когда, где и с какой целью был создан Морской Регистр?
129. Что означают знаки *DIN* и *VDE*?
130. Когда и какие процедуры в России были заменены сертификацией?
131. На что ориентированы стандарты серии ИСО 9000?
132. Кем устанавливается и с какой целью наносится знак обращения на рынке?
133. Назначение знака соответствия. В чем его отличие от знака обращения на рынке?
134. Перечислите участников сертификации.
135. Что означают понятия «первая», «вторая» и «третья» стороны процедуры сертификации?
136. Дайте определения понятиям «Декларация о соответствии» и «Декларирование соответствия».
137. Что является объектами сертификации (не менее 5 наименований)?
138. Принципы сертификации.
139. В чем отличие подтверждения соответствия от сертификации?
140. Перечислите основные достоинства процедуры сертификации в международных торгово-экономических отношениях.

141. Что такое «Система сертификации»? Что является наиболее важным в ее определении?
142. Основные цель, задача и характер Системы сертификации.
143. Что такое «Схема сертификации»? Кто осуществляет действия? Что учитывается при выборе схемы?
144. Охарактеризуйте наиболее важные схемы сертификации с позиций качества и стабильности характеристик выпускаемой продукции.
145. Почему схемы 6 и 7 неприменимы при добровольной сертификации работ и услуг?
146. Основные положения Закона «О защите прав потребителя».
147. Что на основании Закона «О защите прав потребителя» подлежит обязательной сертификации.
148. Назначение сертификата соответствия.
149. В каком случае Закон «О защите прав потребителя» обязывает изготовителя приостановить производство (реализацию) товаров, работ и услуг?
150. Дайте определение понятию «Подтверждение соответствия».
151. Какие два специальных знака содействуют потребителям в выборе продукции, работ и услуг?
152. Что представляет руководитель предприятия в орган по сертификации для рассмотрения декларации о соответствии? Где еще используется этот способ доказательства?
153. На что и в какой форме Закон о техническом регулировании установил обязательность подтверждения соответствия? Какое существует условие для продукции, изготовленной и предназначенной для использования на самом предприятии?
154. Назовите основные принципы, на основе которых осуществляется подтверждение соответствия (не менее четырех).
155. Чем завершаются схемы декларирования и схемы сертификации?
156. В каких формах осуществляются добровольное подтверждение соответствия и обязательное подтверждение соответствия?
157. В чем различие декларирования соответствия и сертификации?
158. Что является основной функцией сертификации?
159. В каких случаях и по чьей инициативе проводится добровольная сертификация?
160. Основные цели и участники добровольной сертификации.
161. На что распространяется обязательная сертификация?
162. Какие группы бытовых услуг подлежат обязательной сертификации?
163. Кто проводит работы по обязательной сертификации?
164. Чем подтверждается соответствие продукции требованиям технических регламентов?

165. Кто является заявителем при декларировании соответствия и при обязательной сертификации?
166. Что подвергается обязательному подтверждению соответствия: продукция, работы или услуги?
167. Назовите основные отличительные признаки обязательной и добровольной сертификации.
168. Перечислите пять основных этапов процесса сертификации.
169. Кто и каким образом производит отбор образцов изделий для этапа оценки соответствия?
170. Что представляет заявитель в орган по сертификации при сертификации продукции?
171. Кто и каким образом маркирует продукцию после получения сертификата соответствия?
172. Кто, в какой форме и с какой периодичностью осуществляет инспекционный контроль за сертифицированным объектом?
173. Кто выполняет функции органа по добровольной сертификации? Перечислите его основные обязанности.
174. Что такое «Аккредитация»?
175. Обеспечение доверия изготовителей, продавцов и приобретателей к деятельности органов по сертификации и испытательных лабораторий является целью или принципом аккредитации?
176. Перечислите основные принципы аккредитации.
177. Что является объектами аккредитации?
178. Кто является участниками национальной системы сертификации?
179. Перечислите этапы сертификации систем качества.
180. Требованиям каких международных стандартов должно соответствовать качество, экология?
181. Приведите примеры материальных, нематериальных и производственных услуг.
182. Почему медицинские услуги до сих пор остаются вне сферы обязательной сертификации?
183. Когда образовалась ВТО и кто являлся ее предшественником?
184. Основные цели присоединения России к ВТО.
185. Какие требования ВТО являются основными в области стандартизации?
186. В чем заключается основной вид деятельности ИСО в области международной сертификации?
187. Основная цель стран ЕС в области сертификации.
188. В каком случае гарантируется право выхода товара какого-либо государства на европейский рынок?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Димов, Ю.В. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебник для вузов. – 3-е изд. СПб.: Питер, 2010. – 464 с.
2. Лифиц, И.М. Стандартизация, метрология и сертификация [Текст] : учебник. – 4-е изд. М. : Юрайт-Издат, 2004. – 335 с.
3. Основы метрологии и электрические измерения [Текст] : учебник для вузов / Б.Я. Авдеев, Е.М. Антонюк, Е.М. Душин и др. под ред. Е.М. Душина. – 6-е изд. – Л.: Энергоатомиздат, 1987. – 480 с.
4. Петров, С.И. Метод. указания и задания на контрольную работу по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» [Текст] : Омск: ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО «НГАВТ», 2010. – 18 с.
5. Петров, С.И. Электрические измерения и способы обработки результатов наблюдения [Текст] : учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта / В.С. Казачков, А.А. Кузнецов, С.И. Петров, В.Т. Черемисин. – Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2002. – 130 с.
6. Сергеев, А.Г. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] : учебник / А.Г.Сергеев, В.В. Терегеря. – М. : Издательство Юрайт; ИД Юрайт, 2011. – 820 с.
7. Сергеев, А.Г. Сертификация [Текст] : учебное пособие для студ. вузов / А.Г. Сергеев, М.В. Латышев. – М.: Логос, 1999. – 248 с.
8. Тартаковский, Д.Ф. Метрология, стандартизация и технические средства измерений [Текст] : учебник для вузов. / Д.Ф. Тартаковский, А.С. Ястребов. – М. : Высш. шк., 2001. – 205 с.
9. Яблонский, О.П. Основы стандартизации, метрологии, сертификации [Текст] : учебник / О.П. Яблонский, В.А. Иванова. – серия «Высшее образование». – Ростов н/Д : Феникс, 2004. – 448 с.

Учебное издание

Петров Святослав Иванович

Метрология, стандартизация и сертификация

Учебное пособие

Ответственный за выпуск: И.А. Кибанова

Подписано в печать 26.04.2012 г.
Формат 60x80/16. Бумага ксероксная
Гарнитура Times New Roman
Оперативный способ печати
Усл.п.л. – 9,63 уч.-изд.л – 9,63
Тираж 70 экз.
Заказ № 149

ОИВТ (филиал) ФБОУ ВПО «НГАВТ»
644099, г. Омск, ул. И. Алексеева, 4

Отпечатано в типографии ИП Шелудивченко А.В.
г. Омск, ул. Дальняя-1, тел.: 368-222