

**МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛОВ, ПРОЦЕССОВ И
ИЗДЕЛИЙ**

Н.А. Гавриленко

Содержание

1 МЕТРОЛОГИЯ КАК НАУЧНАЯ ОСНОВА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....	5
1.1 Основные положения. Термины и определения	5
1.2 Физические величины. Единицы физических величин. Международная система единиц. Система воспроизведения единиц.....	6
1.3 Средства измерений, основные понятия и классификация. Метрологические характеристики средств измерений	16
1.4 Измерение физических величин. Классификация видов и методов измерений.....	23
1.5 Погрешности измерений и оценивание их характеристик	29
2 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ПРАВОВАЯ (ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ) ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	37
2.1 Государственная система обеспечения единства измерений	37
2.2 Метрологические службы.....	41
2.3 Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН).....	44
2.4 Метрологическая экспертиза.....	55
2.5 Анализ состояния измерений.....	58
2.6 Метрологическое обеспечение испытаний продукции.....	65
Список использованной литературы.....	67

ВВЕДЕНИЕ

Метрологическое обеспечение (МО) - это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Основными *целями* метрологического обеспечения являются:

- повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов;
- обеспечение достоверного учета и повышение эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов;
- повышение эффективности мероприятий по профилактике, диагностике и лечению болезней, нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей среды, оценке и рациональному учету использования природных ресурсов; повышение эффективности международного научно-технического, экономического и культурного сотрудничества.

Метрологическое обеспечение производства, в основном, включает:

- анализ состояния измерений;
- установление рациональной номенклатуры измеряемых величин и использование средств измерений (рабочих и эталонных) соответствующей точности;
- проведение поверки и калибровки средств измерений;
- разработку методик выполнения измерений для обеспечения установленных норм точности;
- проведение метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации;
- внедрение необходимых нормативных документов (государственных, отраслевых, фирменных);
- аккредитацию на техническую компетентность;
- проведение метрологического надзора.

Научная основа метрологического обеспечения - метрология - наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Техническими основами метрологического обеспечения являются:

- система государственных эталонов единиц физических величин, обеспечивающая воспроизведение единиц с наивысшей точностью;

система передачи размеров единиц физических величин от эталона всем средствам измерений с помощью образцовых средств измерений и других средств поверки;

система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих средств измерений, обеспечивающих определение с требуемой точностью характеристик продукции, технологических процессов и других объектов в сфере материального производства, при научных исследованиях и других видах деятельности;

система обязательных государственных испытаний средств измерений, обеспечивающая единообразие средств измерений при разработке и выпуске в обращение;

система стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, обеспечивающая воспроизведение единиц величин, характеризующих состав и свойства веществ и материалов.

Информационной основой является система стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов, обеспечивающая достоверными данными научные исследования, разработку технологических процессов и конструкций изделий, процессов получения и использования материалов.

Организационной основой метрологического обеспечения является метрологическая служба Российской Федерации, состоящая из государственной метрологической службы и ведомственных метрологических служб.

Руководство метрологическим обеспечением народного хозяйства страны осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

Правила и нормы метрологического обеспечения установлены в стандартах Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

Метрологическое обеспечение производства должно в определенной степени обеспечивать оптимизацию управления технологическими процессами и предприятием в целом, стабилизировать процессы, поддерживать качество изготовления продукции. При этом затраты на метрологическое обеспечение производства должны соответствовать масштабам производства, сложности технологических циклов и в конечном счете не только окупаться, но и приносить доход. В оценке адекватности и экономической эффективности МОП могут оказать серьезную организационную и методическую помощь разработанные Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС) рекомендации МИ 2240-92 «ГСИ. Анализ состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии, в организации, объединении».

1 МЕТРОЛОГИЯ КАК НАУЧНАЯ ОСНОВА МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1.1 Основные положения. Термины и определения

Основные термины и определения, используемые в метрологии в настоящее время, приведены в документе Рекомендации РМГ 29–99 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения».

Термин «метрология» произошел от греческих слов: *μετρον* – мера и *λογος* – учение, слово. Но это лишь первичный смысл данного понятия. Вплоть до XX в. содержание метрологии носило справочно-описательный характер: «метрология есть описание всякого рода мер по их наименованиям, подразделениям и взаимным отношениям» (Петрушевский Ф. И., 1849 г.).

Современная метрология, опирающаяся на достижения различных наук, их методы и технические средства, в свою очередь способствующая развитию наук, сама стала наукой в современном понимании этого слова.

Метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности. (РМГ 29-99).

Сформировались и развиваются три взаимосвязанных раздела метрологии: теоретическая, законодательная и прикладная метрология.

Теоретическая метрология - являясь базой измерительной техники, занимается изучением проблем измерений в целом и образующих измерение элементов: средств измерений, физических величин и их единиц, методов и методик измерений, результатов и погрешностей измерений и др.

Законодательная метрология - разрабатывает и внедряет нормы и правила выполнения измерений, устанавливает требования, направленные на достижение единства измерений, порядок разработки и испытаний средств измерений, устанавливает термины и определения в области метрологии, единицы физических величин и правила их применения.

Прикладная (практическая) метрология - освещает вопросы практического применения разработок теоретической и положений законодательной метрологии. И именно с ее помощью осуществляется метрологическое обеспечение производства.

Основными понятиями в метрологии являются:

- измеряемая (в том числе физическая) величина;
- единица физической величины;

- измерение;
- погрешность измерений;
- метод измерений;
- средство измерений;
- условия измерений.

1.2 Физические величины. Единицы физических величин. Международная система единиц. Система воспроизведения единиц

Физической величиной называют одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

Измеряемые величины имеют качественные и количественные характеристики.

Для отражения качественного различия измеряемых величин является их размерность. Количественной характеристикой измеряемой величины служит ее размер.

Согласно международному стандарту ИСО *размерность* обозначается символом \dim . Размерность основных величин - длины, массы и времени - обозначается соответствующими заглавными буквами:

$$\dim l = L; \dim m = M; \dim t = T.$$

Размерность производной величины выражается через размерность основных величин с помощью степенного одночлена:

$$\dim X = L^\alpha \cdot M^\beta \cdot T^\gamma \dots, \tag{1}$$

где L, M, T - размерности соответствующих основных физических величин; α, β, γ - показатели размерности (показатели степени, в которую возведены размерности основных величин).

Каждый показатель размерности может быть положительным или отрицательным, целым или дробным, нулем. Если все показатели размерности равны нулю, то величина называется безразмерной. Она может быть относительной, определяемой как отношение одноименных величин (например, относительная диэлектрическая проницаемость), и логарифмической, определяемой как логарифм относительной величины (например, логарифм отношения мощностей или напряжений).

Количественной характеристикой измеряемой величины служит ее *размер*. Получение информации о размере физической величины является содержанием любого измерения. Чтобы уяснить, что понимается под измерением в метрологии, рассмотрим типы шкал, на основе которых формируется представление об объекте. Различают четыре типа шкал:

- Шкала наименований,
- Шкала порядка
- Шкала интервалов
- Шкала отношений

Шкала наименований – самая простая из всех типов шкал, это только ярлыки для различия и обнаружения изучаемых объектов (например, масло «крестьянское», масло «любительское»).

Простейший способ получения информации, который позволяет составить некоторое представление о размере измеряемой величины, заключается в сравнении его с другим по принципу "что больше (меньше)?" или "что лучше (хуже)?" При этом число сравниваемых между собой размеров может быть достаточно большим. Расположенные в порядке возрастания или убывания размеры измеряемых величин образуют шкалы порядка. Операция расстановки размеров в порядке их возрастания или убывания с целью получения измерительной информации по шкале порядка называется ранжированием. Для обеспечения измерений по шкале порядка некоторые точки на ней можно зафиксировать в качестве опорных (реперных). Точкам шкалы могут быть присвоены цифры, часто называемые баллами. Знания, например, оценивают по четырехбалльной реперной шкале, имеющей следующий вид: неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично. По реперным шкалам измеряются твердость минералов, чувствительность пленок и другие величины (интенсивность землетрясений измеряется по двенадцатибалльной шкале, называемой международной сейсмической шкалой). Недостатком реперных шкал является неопределенность интервалов между реперными точками. Например, по шкале твердости, в которой одна крайняя точка соответствует наиболее твердому минералу - алмазу, а другая наиболее мягкому - тальку, нельзя сделать заключение о соотношении эталонных материалов по твердости. Так, если твердость алмаза по шкале 10, а кварца - 7, то это не означает, что первый тверже второго в 1,4 раза. Определение твердости путем вдавливания алмазной пирамиды (метод М.М. Хрущева) показывает, что твердость алмаза - 10060, а кварца - 1120, т.е. в 9 раз больше.

Более совершенна в этом отношении шкала интервалов. Примером ее может служить шкала измерения времени, которая разбита на крупные интервалы (годы), равные периоду обращения Земли вокруг Солнца; на более мелкие (сутки), равные периоду обращения Земли вокруг своей оси. По шкале интервалов можно судить не только о том, что один размер больше другого, но и том, на сколько больше. Однако по шкале интервалов нельзя оценить, во сколько раз один размер больше другого. Это обусловлено

тем, что на шкале интервалов известен только масштаб, а начало отсчета может быть выбрано произвольно.

Наиболее совершенной является шкала отношений. Примером ее может служить 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 $273,16^{\circ}\text{C}$. По шкале отношений можно определить не только, на сколько один размер больше или меньше другого, но и во сколько раз он больше или меньше.

В зависимости от того, на какие интервалы разбита шкала, один и тот же размер представляется по-разному. Например, длина перемещения некоторого тела на 1 м может быть представлена как $L = 1 \text{ м} = 100 \text{ см} = 1000 \text{ мм}$. Отмеченные три варианта являются значениями измеряемой величины - оценками размера величины в виде некоторого числа принятых для нее единиц. Входящее в него отвлеченное число называется числовым значением. В приведенном примере это 1, 100, 1000.

Значение величины получают в результате ее измерения или вычисления в соответствии с основным уравнением измерения:

$$Q = X [Q], \quad (2)$$

где Q - значение величины; X - числовое значение измеряемой величины в принятой единице; $[Q]$ - выбранная для измерения единица,

Допустим, измеряется длина отрезка прямой в 10 см с помощью линейки, имеющей деления в сантиметрах и миллиметрах. Для данного случая $Q_1 = 10 \text{ см}$ при $X_1 = 10$ и $[Q_1] = 1 \text{ см}$; $Q_2 = 100 \text{ мм}$ при $X_2 = 100$ и $[Q_2] = 1 \text{ мм}$; $Q_1 = Q_2$, так как $10 \text{ см} = 100 \text{ мм}$. Применение различных единиц (1 см и 1 мм) привело к изменению числового значения результата измерений.

В зависимости от степени приближения к объективности различают истинное, действительное и измеренное значения физической величины. Истинное значение физической величины - это значение, идеально отражающее в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта. Из-за несовершенства средств и методов измерений истинные значения величин практически получить нельзя. Их можно представить только теоретически. А значения величины, полученные при измерении, лишь в большей или меньшей степени приближаются к истинному значению.

Действительное значение физической величины - это значение величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице, называется *единицей физической величины*.

Единицы физических величин объединяются по определенному принципу в системы единиц. Эти принципы заключаются в следующем: произвольно устанавливают единицы для некоторых величин, называемых основными единицами, и по формулам через основные получают все производные единицы для данной области измерений.

В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам Международной организации мер и весов (МОМВ) была принята Международная система единиц (СИ).

Международная система единиц состоит из семи основных единиц, двух дополнительных единиц и необходимого числа производных единиц. В таблице 1 приведены семь *основных* единиц системы СИ.

Производная единица – это единица производной физической величины системы единиц, образованная в соответствии с уравнениями, связывающими ее с основными единицами или с основными и уже определенными производными.

Три первые единицы (метр, килограмм, секунда) позволяют образовать производные единицы для измерения механических и акустических величин. При добавлении к указанным четвертой единицы - кельвина можно образовать производные единицы для измерений тепловых величин. Единицы (метр, килограмм, секунда, ампер) служат основой для образования производных единиц в области электрических, магнитных-измерений и измерений ионизирующих излучений. Единица "моль" используется для образования единиц в области физико - химических измерений.

Таблица 1 – Основные величины и основные единицы физических величин системы СИ

Величина			Единица величины		
наименование	обозначение	размерность (символ)	наименование	обозначение	
				русское	международное
Длина	l	L	метр	м	m
Масса	m	M	килограмм	кг	kg
Время	t	T	секунда	с	s
Сила электрического тока	i	I	ампер	А	A
Термодинамическая температура	T	Θ	кельвин	К	K
Сила света	J	J	кандела	кд	kd
Количество вещества	n	N	моль	моль	mol

Производные единицы системы СИ имеют собственные названия. Примеры производных единиц приведены в таблице 2.

Производные единицы бывают когерентными и некогерентными. *Когерентной* называется производная единица физической величины, связанная с другими единицами системы уравнением, в котором числовой множитель принят равным единице. Все остальные производные единицы относятся к некогерентным.

Таблица 2 – Производные величины и производные единицы

Величина			Единица величины		
наименование	обозначение	размерность	наименование	обозначение	выражение производной единицы через основные
Частота	f	T^{-1}	герц	Гц	c^{-1}
Сила	F	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$м \cdot кг \cdot c^{-2}$
Давление	P	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$м^{-1} \cdot кг \cdot c^{-2}$
Работа	A	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-2}$
Мощность	N	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$м^2 \cdot кг \cdot c^{-3}$

Дополнительные единицы - единица плоского угла - радиан и единица телесного угла - стерadian используются для образования производных единиц, связанных с угловыми величинами (например, угловая скорость, световой поток и др.). В практических задачах для измерения угловых величин используются единицы: угловой градус, минута, секунда. Дополнительные единицы существуют сами по себе, не связаны с основными никакими уравнениями, не характеризуют физической связи между ними.

В нашей стране Международная система единиц применяется с 1 января 1963 года. В настоящее время применение единиц физических величин в России узаконено Конституцией РФ (ст.71) и Законом РФ "Об обеспечении единства измерений" (ст.б). В практической деятельности следует руководствоваться единицами физических величин, регламентированных ГОСТ 8.417-81 "Единицы физических величин". В этом стандарте наряду с единицами Международной системы единиц (основные, дополнительные, производные) представлены допущенные к применению другие единицы. В стандарте приведены правила написания и обозначения единиц. Эти правила следует использовать при оформлении требований к измерительной информации.

Правила написания наименований и обозначений единиц величин в соответствии с ГОСТ 8.417.

1. Собственные наименования имеют только основные и некоторые производные единицы. Наименования остальных единиц образуются из наименований основных,

дополнительных и имеющих собственные наименования производных единиц на основе правил, изложенных в ГОСТ 8.417.

2. Для написания значений физических величин применяют обозначения единиц буквами или специальными знаками, причём установлены два вида буквенных обозначений: международные (с использованием букв латинского или греческого алфавита) и русские. В каждом отдельном издании необходимо применять или международные обозначения, или русские. Исключение сделано только для публикаций по единицам физических величин, когда можно применять и то, и другое обозначение.

2. Для буквенных обозначений единиц применяют шрифт текста, в котором они использованы. Обозначения единиц следует писать со строчных (малых) букв, за исключением обозначений единиц, наименования которых образованы по фамилиям учёных. Эти обозначения должны писаться с прописной (заглавной) буквы.

3. При написании обозначений производных единиц надлежит руководствоваться следующими правилами:

- обозначения единиц, входящих в произведение, разделяются точками на средней линии, как знаками умножения, например, Н · м (ньютон-метр), А · м² (ампер-квадратный метр);

- для указания деления одних единиц на другие в качестве знака деления применяют косую черту (например, м/с). Допускается применение горизонтальной черты (например, $\frac{м}{с}$) или обозначение единицы в виде произведения обозначений единиц, возведённых в

положительные или отрицательные степени (например, м² · с⁻¹);

- при применении косой черты произведение единиц в знаменателе следует заключать в скобки (например, Вт/(м · К));

- не допускается в обозначении производной единицы применять более одной косой или горизонтальной черты. Например, обозначение единицы коэффициента теплообмена

следует писать: Вт/(м² · К), или $\frac{Вт}{м^2 \cdot К}$, или Вт · м⁻² · К⁻¹, но не Вт/ м²/К;

- обозначения единиц по падежам и числам не изменяются, за исключением обозначения св. год, которое в родительном падеже множественного числа принимает форму св. лет.

4. Обозначение единиц следует применять только после числовых значений величин и помещать в строку с ними (без переноса на следующую строку). Между последней цифрой и обозначением единицы следует оставлять пробел: 51 м; 51 °С; 51 % (это последнее требование не распространяется на специальные обозначения для угловых единиц: 5°17'13").

5. При наличии десятичной дроби в числовом значении величины обозначение единицы следует помещать после всех цифр (например, 423,06 м; 43,25 с).
6. При указании значений величин с предельными отклонениями обозначение единицы следует приводить после каждого значения (например, $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) или же заключать числовые значения в скобки, а обозначение единицы ставить после них: $(5 \pm 1)\text{ г}$. При перечислении же нескольких значений обозначение ставят после последней цифры: 4, 6, 8 м/с.
7. Допускается применять обозначения единиц самостоятельно (без численных значений) в заголовках граф и в наименованиях строк (боковиках) таблиц и выводов, а также в пояснениях обозначений величин к формулам. Помещение обозначений единиц в строку с формулами, выражающими зависимости между величинами, не допускается.

Более полный перечень правил написания и обозначения единиц приведен в стандарте.

Числовые значения физических величин изменяются в значительных пределах. Поэтому для удобства практических измерений наряду с основными и производными единицами, называемыми *главными*, введены также *кратные и дольные* единицы, которые обычно находятся в декадном отношении к главной единице. Кратные и дольные единицы образуются добавлением соответствующих приставок к главной единице согласно таблице 3. Например: 1 пФ (пикофарада) = 10^{-12} Ф; наносекундный импульс – импульс, длительность которого 10^{-9} с; 1 мкВ (микровольт) = 10^{-6} В и т. д.

Таблица 3 – Приставки для образования кратных и дольных единиц

Кратные единицы			Дольные единицы		
Множитель, на который умножается единица	Приставка	Обозначение	Множитель, на который умножается единица	Приставка	Обозначение
10^{12}	терра	Т	10^{-2}	санти	с
10^9	гига	Г	10^{-3}	милли	м
10^6	мега	М	10^{-6}	микро	мк
10^3	кило	к	10^{-9}	нано	н
10^2	гекто	г	10^{-12}	пико	п
10^1	дека	да	10^{-15}	фемто	ф
10^{-1}	деци	д	10^{-18}	атто	а

Правило записи результата: Кратные и дольные единицы выбираются так, чтобы числовое значение физической величины лежало в интервале от 0,1 до 1000 включительно.

При проведении измерений необходимо обеспечить их единство. Для обеспечения единства измерений необходима тождественность единиц, в которых градуированы все средства измерений одной и той же физической величины. Это достигается путем точного

воспроизведения и хранения в специализированных учреждениях установленных единиц ФВ и передачи их размеров применяемым средствам измерений (СИ).

Воспроизведение единицы физической величины – это совокупность операций по материализации единицы физической величины с помощью государственного первичного эталона. Воспроизведение размеров единиц физических величин осуществляется в соответствии с требованиями ГОСТ 8.057–80 «ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения».

Хранение единицы – совокупность операций, обеспечивающих неизменность во времени размера единицы, присущего данному средству измерений.

Передача размера единицы – это приведение размера единицы физической величины, хранимой поверяемым средством измерений, к размеру единицы, воспроизводимой или хранимой эталоном, осуществляемое при их поверке (калибровке).

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

Эталон должен отвечать трем основным требованиям: неизменность (способность удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени); воспроизводимость (воспроизведение единицы с наименьшей погрешностью для данного уровня развития измерительной техники); сличаемость (способность не претерпевать изменений и не вносить каких-либо искажений при проведении сличений).

Различают: первичные, вторичные и специальные эталоны.

Первичным называется такой эталон, с помощью которого воспроизведение размера единицы достигается с наивысшей в стране точностью. В тех случаях, когда возникает необходимость прямой передачи размера единицы от первичного эталона, но реализация которой технически неосуществима, создаются специальные эталоны.

Специальный эталон воспроизводит единицу в особых условиях и заменяет при этих условиях первичный эталон.

Первичный, или специальный, эталон, официально утвержденный в качестве исходного для страны, называется *государственным*. Государственные эталоны представляют собой национальное достояние и поэтому должны храниться в метрологических институтах страны в специальных эталонных помещениях, где поддерживается строгий режим по влажности, температуре, вибрациям и другим параметрам. Для обеспечения единства измерений физических величин в международном

масштабе большое значение имеют международные сличения национальных государственных эталонов.

Вторичный эталон – эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы. Среди вторичных эталонов различают: эталоны-сравнения, применяемые для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут непосредственно сличаться друг с другом; эталоны-свидетели, предназначенные для проверки сохранности и неизменности государственного эталона и для замены его в случае порчи или утраты; эталоны-копии, используемые для передачи информации о размере единицы рабочим эталонам.

Самыми распространенными по численности парка вторичными эталонами являются рабочие эталоны различных разрядов - 1, 2, 3-го (иногда 4-го). От рабочих эталонов низшего разряда размер передается рабочим средствам измерения (РСИ).

Передача размеров единиц физических величин от эталонов производится посредством измерений в соответствии с поверочными схемами, требования к которым регламентированы ГОСТ 8.061 «ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение». Размер единицы передается "сверху вниз", от более точных СИ к менее точным "по цепочке": первичный эталон - вторичный эталон - рабочий эталон 0-го разряда - рабочий эталон 1-го разряда... - рабочее средство измерений. РСИ обладает различной точностью измерений: наиболее точные РСИ при поверке (калибровке) получают размер от вторичных эталонов или рабочих эталонов 1-го разряда; наименее точные - от эталонов низшего разряда (3-го или 4-го).

В качестве методов передачи информации о размере единиц используют методы:

- непосредственного сравнения измеряемой величины и величины, воспроизводимых рабочим эталоном;
- непосредственного сличения (т.е. сличения меры с мерой или показаний двух приборов).

Достоверная передача размера единиц во всех звеньях метрологической цепи от эталонов или от исходного образцового средства измерений к рабочим средствам измерений производится в определенном порядке, приведенном в поверочных схемах.

Поверочная схема – это утвержденный в установленном порядке документ, регламентирующий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам.

Различают государственные и локальные поверочные схемы.

Государственная поверочная схема – поверочная схема, распространяющаяся на все средства измерений данной физической величины, имеющиеся в стране.

Локальная поверочная схема – схема, распространяемая на средства измерений данной физической величины, применяемые в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (организации).

Локальные поверочные схемы не должны противоречить государственным поверочным схемам для СИ одних и тех же ФВ. Они могут быть составлены и при отсутствии государственной поверочной схемы. В них допускается указывать конкретные типы (экземпляры) СИ.

Общий вид государственной поверочной схемы приведён на рисунке 1.

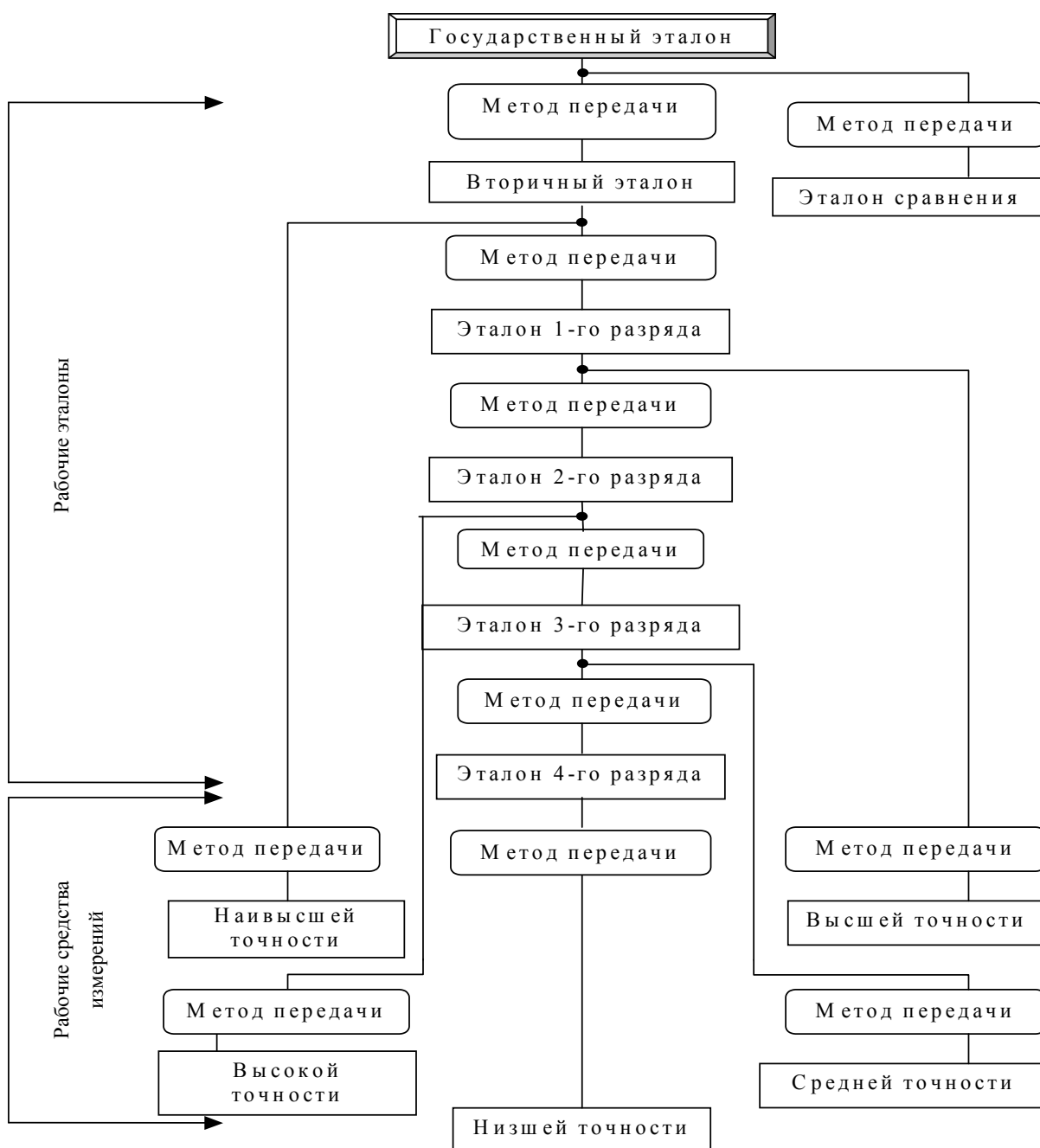


Рисунок 1 – Государственная поверочная схема

1.3 Средства измерений, основные понятия и классификация. Метрологические характеристики средств измерений

Средство измерений (СИ) представляет собой техническое устройство, предназначенное для измерений и имеющее нормированные метрологические характеристики.

По принципу действия и конструктивным особенностям (по типам) все средства измерений подразделяют на меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные системы и измерительные установки.

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

Мерами являются, например, гири, линейки с делениями, измерительная колба, генератор стандартных сигналов и др. Меры подразделяются на однозначные, многозначные, наборы мер, магазины мер. Однозначная мера – это мера, воспроизводящая физическую величину одного размера, например: гиря 1 кг, конденсатор постоянной емкости. Многозначная мера – это мера, воспроизводящая физическую величину разных размеров, например конденсатор переменной емкости. Набор мер – это комплект мер разного размера одной и той же физической величины, например набор гирь, необходимый для применения на практике как в отдельности, так и в различных сочетаниях. Если наборы мер объединены в одно конструктивное целое с приспособлением для соединения их в различных комбинациях, то в этих случаях говорят о магазинах мер (например, магазины сопротивлений).

Измерительный прибор - средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне. Измерительный прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины в сигнал измерительной информации и его индексации в форме, наиболее доступной для восприятия. Во многих случаях устройство для индикации имеет шкалу со стрелкой или другим устройством, диаграмму с пером или цифрууказатель (цифровое табло), благодаря которым может быть произведен отсчет или регистрация значений физической величины.

В зависимости от вида выходной величины различают аналоговые и цифровые измерительные приборы.

Аналоговый измерительный прибор – это измерительный прибор, показания которого или выходной сигнал являются непрерывной функцией изменений измеряемой величины, например, стрелочный вольтметр, стеклянный ртутный термометр.

Цифровой измерительный прибор – это измерительный прибор, показания которого представлены в цифровой форме.

В цифровом приборе происходит преобразование входного аналогового сигнала измерительной информации в цифровой код, и результат измерения отражается на цифровом табло.

По способу индикации значений измеряемой величины (по форме представления информации) измерительные приборы разделяют на показывающие и регистрирующие.

Показывающий измерительный прибор – измерительный прибор, допускающий только отсчитывание показаний значений измеряемой величины (микрометр, аналоговый или цифровой вольтметр).

Регистрирующий измерительный прибор – измерительный прибор, в котором предусмотрена регистрация показаний. Регистрация значений измеряемой величины может осуществляться в аналоговой или цифровой форме, в виде диаграммы, путем печатания на бумажной или магнитной ленте (термограф или, например, измерительный прибор, сопряженный с ЭВМ, дисплеем и устройством для печатания показаний).

Измерительный преобразователь - техническое средство с нормативными метрологическими характеристиками, служащее для преобразования измеряемой величины в другую величину или измерительный сигнал, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи. Полученные в результате преобразования величина или измерительный сигнал, не доступны для непосредственного восприятия наблюдателем, они определяются через коэффициент преобразования. Измерительный преобразователь или входит в состав какого-либо измерительного прибора (измерительной установки, измерительной системы и др.), или же применяется вместе с каким-либо средством измерений.

Измерительная установка - совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей и других устройств, предназначенная для измерений одной или нескольких физических величин и расположенная в одном месте.

Измерительная система - совокупность функционально объединенных мер, измерительных приборов, измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого объекта и т. п. с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому объекту, и выработки измерительных сигналов в разных целях. В зависимости от назначения измерительные системы разделяют на измерительные, информационные, измерительные контролирующие, измерительные управляющие системы и др.

По метрологическому назначению все СИ подразделяются на эталоны, рабочие эталоны и рабочие СИ. Эталон единицы физической величины (эталон) - средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке. Рабочий эталон - эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений. Рабочее средство измерений - средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений.

Метрологическая характеристика средства измерений (метрологическая характеристика; МХ) - характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

Для каждого типа средств измерений устанавливают свои метрологические характеристики. Метрологические характеристики, устанавливаемые нормативно-техническими документами, называют *нормируемыми метрологическими характеристиками*, а определяемые экспериментально — *действительными метрологическими характеристиками*. Номенклатура метрологических характеристик и способы их нормирования установлены ГОСТ 8.009–84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.

Все метрологические характеристики СИ можно разделить на две группы:

- характеристики, влияющие на результат измерения (определяющие область применения СИ);
- характеристики, влияющие на точность (качество) измерения.

К основным метрологическим характеристикам, влияющим на результат измерений, относятся диапазон измерений, коэффициент преобразования, значение меры, порог чувствительности и т.д.

Диапазон измерений средства измерений (диапазон измерений) - область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений. Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно *нижним пределом измерений* или *верхним пределом измерений*.

Пределом измерения для однозначных мер является номинальное значение воспроизводимой величины. *Номинальное значение меры* - значение величины, приписанное мере или партии мер при изготовлении. Пример: резисторы с номинальным значением 1 Ом, гиря с номинальным значением 1 кг. Нередко номинальное значение

указывают на мере. *Действительное значение меры* - значение величины, приписанное мере на основании ее калибровки или поверки. Пример: в состав государственного эталона единицы массы входит платиноиридиевая гиря с номинальным значением массы 1 кг, тогда как действительное значение ее массы составляет 1.000000087 кг, полученное в результате международных сличений с международным эталоном килограмма, хранящимся в Международном Бюро Мер и Весов (МБМВ) (в данном случае это калибровка).

Порог чувствительности средства измерений (порог чувствительности) – характеристика средства измерений в виде наименьшего значения изменения физической величины, начиная с которого может осуществляться ее измерение данным средством. Пример: если самое незначительное изменение массы, которое вызывает перемещение стрелки весов, составляет 10 мг, то порог чувствительности весов равен 10 мг.

В общем случае метрологическими характеристиками СИ могут быть: диапазон показаний, цена деления шкалы, вариации показаний, нестабильность и т.д. *Диапазон показаний* средства измерений (диапазон показаний) - область значений шкалы прибора, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы. *Цена деления* шкалы (цена деления) - разность значения величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений.

К метрологическим характеристикам, определяющим точность измерения, относится *погрешность средства измерений*.

При нормировании характеристик погрешностей средств измерений устанавливают пределы допускаемых погрешностей (положительный и отрицательный). Пределы допускаемых основной и дополнительной погрешностей выражаются в форме абсолютных, приведенных или относительных погрешностей в зависимости от характера изменения погрешностей в пределах диапазона измерений.

Абсолютная погрешность средства измерений (абсолютная погрешность) - погрешность средства измерений Δx , выраженная в единицах измеряемой физической величины.

Абсолютная погрешность вычисляется, как разность между показанием средства измерений и истинным (действительным) значением измеряемой физической величины, по формуле:

$$\Delta = x - x_d \quad (3)$$

Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности могут быть заданы в виде:

$$\Delta = \pm a \text{ или } \Delta = \pm(a + bx), \quad (4)$$

где Δ - пределы допускаемой абсолютной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; x - значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; a, b - положительные числа, не зависящие от x .

Относительная погрешность средства измерений (относительная погрешность) - погрешность средства измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к результату измерений или к действительному значению измеренной физической величины.

Относительная погрешность средства измерений вычисляется по формуле:

$$\delta = \frac{\Delta}{x_n} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где Δ - пределы допускаемой абсолютной погрешности; x - значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений.

Пределы допускаемой относительной основной погрешности устанавливают:

если $\Delta = \pm bx$, то в виде $\delta = \pm q$, (6)

если $\Delta = \pm(a + bx)$, то в виде $\delta = \pm \left[c + d \left(\left| \frac{x_k}{x} \right| - 1 \right) \right]$ (7)

где q - отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда, $1 \cdot 10^n$; $1,5 \cdot 10^n$; $(1,6 \cdot 10^n)$; $2 \cdot 10^n$; $2,5 \cdot 10^n$; $(3 \cdot 10^n)$; $4 \cdot 10^n$; $5 \cdot 10^n$; $6 \cdot 10^n$ ($n=1, 0, -1, -2$ и т.д.); x_k - больший (по модулю) из пределов измерений; c, d - положительные числа,

$$c = b + d, \quad d = \frac{a}{|x_k|},$$

где a, b - положительные числа, не зависящие от x (см. формулу 4).

В обоснованных случаях пределы допускаемой относительной основной погрешности определяют по более сложным формулам либо в виде графика или таблицы.

Приведенная погрешность средства измерения (приведенная погрешность) – относительная погрешность, выраженная отношением абсолютной погрешности средства измерений к условно принятому значению величины (нормирующему значению), постоянному во всем диапазоне измерений или в части диапазона.

Приведенная погрешность средства измерений определяется по формуле:

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

где Δ - пределы допускаемой абсолютной основной погрешности; x_N - нормирующее значение, выраженное в тех же единицах, что и Δ ;

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности следует устанавливать в виде:

$$\gamma = \pm p, \quad (1.5)$$

где p - отвлеченное положительное число, выбираемое из ряда, приведенного выше.

Нормирующее значение X_N принимается равным:

- конечному значению рабочей части шкалы (x_k), если нулевая отметка находится на краю или вне рабочей части шкалы (равномерной или степенной);
- сумме конечных значений шкалы (без учета знака), если нулевая отметка – внутри шкалы;
- модулю разности пределов измерений для СИ, шкала которых имеет условный нуль;
- длине шкалы или ее части, соответствующей диапазону измерений, если она существенно неравномерна. В этом случае абсолютную погрешность, как и длину шкалы, надо выражать в миллиметрах.

Характеристики, введенные ГОСТ 8.009, наиболее полно описывают метрологические свойства СИ. Однако в настоящее время в эксплуатации находится достаточно большое количество СИ, метрологические характеристики которых нормированы несколько по-другому, а именно на основе классов точности.

Класс точности средств измерений (класс точности) - обобщенная характеристика данного типа средств измерения, как правило, отражающая уровень их точности, выражаемая пределами допускаемых основной и дополнительной погрешностей, а также другими характеристиками, влияющими на точность.

Класс точности дает возможность судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений этого класса. Это важно при выборе средств измерений в зависимости от заданной точности измерения. Обозначение классов точности СИ присваивают в соответствии с ГОСТ 8.401–80. ГСИ. Классы точности средств измерений.

Правила построения и примеры обозначения классов точности в документации и на средствах измерений приведены в таблице 4.

Обозначение класса точности наносят на циферблаты, щитки и корпуса СИ, приводят в нормативной документации на СИ.

Условия эксплуатации (применения) СИ. К этому признаку относятся температура, влажность, атмосферное давление, рабочее напряжение сети, диапазон частот и т. д. Условия применения средств измерений задаются указанием значений величин внешних факторов, влияющих на работу данного средства.

Для каждого средства измерения определяют обычно четыре области условий применения:

- нормальные условия – самые удобные для измерения. Нормальные условия устанавливаются ГОСТ 8.395–80 «ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» и составляют: температура – (20 ± 5) °С или (293 ± 5) К, влажность – (65 ± 15) %, давление – (100 ± 4) кПа или (750 ± 30) мм рт. ст.;
- рабочие условия, при которых средство является пригодным для измерений;
- предельные условия, при которых средство не обязательно пригодно к измерению, но их кратковременное действие не выводит его из строя;
- условия хранения – условия, которые обеспечивают сохранность средства измерения в течение длительного времени. Независимо от рабочих условий они должны быть всегда более жесткими, чем предельные.

Таблица 4 - Примеры обозначения классов точности

Формула для определения пределов допускаемой основной погрешности	Пределы допускаемой основной погрешности	Обозначение класса точности		Примечания
		в документации	на средстве измерений	
Абсолютная: $\Delta = \pm a$	При измерении постоянного тока $\Delta = \pm 0,7 \text{ А}$	Класс точности М	М	Δ - пределы допускаемой основной погрешности, выраженной в единицах измеряемой величины на входе (выходе) или условно в делениях шкалы; x – значение измеряемой величины на входе (выходе) средств измерений или число делений, отсчитанных по шкале; a и b – положительные числа, не зависящие от x .
Абсолютная: $\Delta = (a + bx)$	При измерении линейно изменяющегося напряжения $\Delta = \pm (1 + 0,57x) \text{ мВ}$	Класс точности С	С	если нормирующее значение x_N выражено в единицах величины на входе (выходе) средств измерений;
Приведенная $\gamma = \pm p$,	$\gamma = \pm 1,5 \%$	Класс точности 1,5	1,5	если нормирующее значение x_N определяется длиной шкалы или ее части
	$\gamma = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5		
Относительная $\delta = \pm q$	$\delta = \pm 0,5 \%$	Класс точности 0,5		

Относительная $\delta = \pm \left[c + d \left(\left \frac{x_k}{x} \right - 1 \right) \right]$	$\delta = \pm \left[0,02 + 0,01 \left(\left \frac{x_k}{x} \right - 1 \right) \right]$	Класс точности 0,02/0,01	0,02/0,01	x_k – больший по модулю из пределов измерений
--	---	--------------------------------	-----------	---

Погрешность средства измерений, соответствующая нормальным условиям применения средств измерений, называется основной погрешностью. Наибольшая основная погрешность средств измерений, при которой средство измерений по техническим требованиям может быть признано годным и допущено к применению, называется пределом допускаемой основной погрешности.

Дополнительной погрешностью называется составляющая погрешности средства измерений, возникающая вследствие отклонения какой-либо из влияющих величин (внешней температуры, влажности и т. п.) от нормального ее значения или вследствие ее выхода за пределы, установленные для нормальных условий. При этом наибольшая дополнительная погрешность, вызываемая изменением влияющей величины в пределах «рабочей» области, при которой средство измерений по техническим требованиям может быть допущено к применению, называется пределом допускаемой дополнительной погрешности.

1.4 Измерение физических величин. Классификация видов и методов измерений

Измерение ФВ – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу ФВ, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины. Под техническими средствами в данном случае следует понимать меры либо измерительные приборы. Так, прикладывая линейку с делениями к какому-либо предмету, сравнивают его размер с единицей, хранимой линейкой, и, произведя отсчет, получают значение величины (длины, высоты, толщины и других параметров предмета). С помощью вольтметра измеряют напряжение в вольтах, сравнивая размер измеряемой величины, преобразованной в перемещение указателя (стрелки вольтметра), с единицей, хранимой шкалой этого прибора.

В метрологии существует множество видов (разновидностей) измерений и число их постоянно увеличивается. Виды измерений определяются физическим характером измеряемой величины, требуемой точностью измерения, условиями и режимом измерений и т. д.

В зависимости от способа получения числового значения измеряемой величины все измерения условно подразделяются на четыре основных вида: прямые, косвенные, совокупные и совместные.

- *Прямое измерение* – измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно. При прямых измерениях числовое значение измеряемой величины отсчитывается непосредственно по показаниям измерительных приборов. Символически прямое измерение может быть выражено формулой $Y \approx X$, где Y – истинное значение измеряемой величины; X – показание измерительного прибора. К этому виду измерений относятся, например, измерения тока амперметром, напряжения источника – вольтметром и т. д.
- *Косвенное измерение* – определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной. Например, площадь прямоугольника определяют по результатам измерения его сторон ($S=l \cdot d$), плотность твердого тела определяют по результатам измерений его массы и объема ($\rho = m/v$) и т.п.

Наибольшее распространение в практической деятельности получили прямые измерения, т.к. они просты и могут быть быстро выполнены. Косвенные измерения применяют тогда, когда нет возможности получить значение величины непосредственно из опытных данных (например, определение твердости твердого тела) или когда приборы для измерения величин, входящих в формулу, точнее, чем для измерения искомой величины. Деление измерений на прямые и косвенные позволяет использовать определенные способы оценивания погрешностей их результатов.

- *Совокупными измерениями* называются производимые одновременно измерения нескольких одноименных (однородных) величин, при которых искомые значения величин определяют путём решения системы уравнений, получаемых при измерении этих величин в различных сочетаниях. Пример совокупного измерения: измерение сопротивлений резисторов, соединенных треугольником, путем измерений сопротивлений между различными вершинами треугольника; по результатам трех измерений определяют сопротивления резисторов.
- При *совместных измерениях* производятся одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними. Результат измерений получают путем решения системы уравнений.

По характеру точности различают равноточные и неравноточные измерения.

- *Равноточные измерения* – ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью.
- *Неравноточные измерения* – ряд измерений какой-либо величины, выполненных различающимися по точности средствами измерений и (или) в разных условиях.

По количеству измерительной информации различают однократные и многократные измерения.

- *Однократное измерение* – измерение, выполненное один раз. Недостатком этих измерений является возможность грубой ошибки – промаха. Для предотвращения этого рекомендуется (по возможности) проводить не менее двух – трех измерений и за результат измерений принимать их среднее значение. Во многих случаях на практике выполняются именно однократные измерения. Например, измерение конкретного момента времени по часам обычно проводится один раз.
- *Многократное измерение* – измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких следующих друг за другом измерений, т. е. состоящее из ряда однократных измерений. Обычно их число $n \geq 3$. Многократные измерения проводят с целью уменьшения влияния случайных факторов на результат измерений.

По характеру изменения получаемой информации в процессе измерений измерения разделяются на статические и динамические измерения.

Статическое измерение – измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения. Они проводятся при практическом постоянстве измеряемой величины. К статическим измерениям можно отнести измерения размеров детали, измерения напряжения и сопротивления резистора постоянного тока. Пределы допускаемых отклонений не существенны по отношению к номинальному значению измеряемой величины.

Динамическое измерение – измерение изменяющейся по размеру физической величины, для получения результата измерения которой необходимо учитывать это изменение. К этим измерениям можно отнести измерение переменного тока, измерение параметров периодических и аperiodических сигналов. Результат измерений в этом случае представляется изменяющейся во времени величиной и представляется совокупностью ее значений с указанием моментов времени, которым соответствуют эти значения.

По *метрологическому назначению* используемых средств измерений измерения подразделяются на технические и метрологические.

Технические измерения – измерения с помощью рабочих средств измерений.

Метрологические измерения – измерения при помощи эталонных средств измерений с целью воспроизведения единиц физических величин для передачи их размера рабочим средствам измерений.

По *отношению к основным единицам* измерения делятся на абсолютные измерения и относительные измерения.

Абсолютное измерение – измерение, основанное на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант. Абсолютное измерение рассматривается как измерение величины в ее единицах.

Относительное измерение – измерение отношения величины к одноименной величине, играющей роль единицы, или измерение изменения величины по отношению к одноименной величине, принимаемой за исходную.

Пример. Измеритель скорости у сверхзвукового самолета, показывающий отношение скорости самолета к скорости звука, или указатель расхода бензина в автомобилях проводит относительные измерения указанных величин.

В метрологической практике под *видом измерений* понимают часть области измерений, имеющую свои особенности и отличающуюся однородностью измеряемых величин, например: измерения геометрических, механических, электрических и магнитных величин; измерения электрического сопротивления, электродвижущей силы и др. Им присваивают коды, например: 27 – измерения геометрических величин; 28 – измерения механических величин и т. д.

Взаимодействие СИ с объектом при измерении основано на физических явлениях, совокупность которых составляет *принцип измерений*, а совокупность приемов использования принципов и СИ называется *методом измерений*.

Принцип измерений – физическое явление или эффект, положенные в основу измерений.

Метод измерений – это прием или совокупность приемов сравнения измеряемой физической величины с её единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.

Метод измерений обычно обусловлен устройством средств измерений и определяет способы решения измерительной задачи по принятой методике выполнения измерений (МВИ). Под методикой понимают технологию выполнения измерений (совокупность операций) с целью наилучшей реализации метода.

По общим приемам получения результатов измерений различают: 1) прямой метод измерений; 2) косвенный метод измерений. Первый реализуется при прямом измерении, второй - при косвенном измерении.

По условиям измерения различают контактный и бесконтактный методы измерений.

Контактный метод измерений основан на том, что чувствительный элемент прибора приводится в контакт с объектом измерения (измерение температуры тела термометром). Бесконтактный метод измерений основан на том, что чувствительный элемент прибора не приводится в контакт с объектом измерения (измерение расстояния до объекта радиолокатором, измерение температуры в доменной печи пирометром).

Наибольшее распространение получила метрологическая классификация методов измерений, в соответствии с которой методы измерений подразделяются на метод непосредственной оценки и метод сравнения с мерой.

Метод непосредственной оценки - это такой метод измерений, при котором значение величины определяют непосредственно по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. В приборе прямого действия предусмотрено преобразование сигнала измерительной информации в одном направлении без применения обратной связи. Например, измерение температуры ртутным термометром. Для измерения методом непосредственной оценки применяют очень много приборов различных видов: манометры, амперметры, расходомеры, барометры и др. Достоинствами этого метода является быстрота получения результата измерения, возможность непосредственного наблюдения за изменениями измеряемой величины. Однако его точностные возможности ограничены погрешностями градуировки прибора.

Метод сравнения с мерой - это такой метод, при котором измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой. При этом используют прибор сравнения - измерительный прибор, предназначенный для непосредственного сравнения измеряемой величины с известной. Метод сравнения с мерой точнее метода непосредственной оценки. Точностные возможности метода сравнения с мерой определяются в основном погрешностью изготовления применяемых мер.

Метод сравнения с мерой имеет разновидности, которые часто рассматриваются как самостоятельные методы измерений:

- нулевой,
- дифференциальный,
- метод замещения и
- метод совпадений.

Нулевой метод измерения – метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и встречного воздействия меры на сравнивающее устройство сводят к нулю. Значение измеряемой величины принимается равным значению меры.

Пример – измерение массы на равноплечих весах, когда воздействие на весы массы m_x полностью уравнивается массой гирь m_0 (рисунок 2, а).

При *дифференциальном методе* измерения полное уравнивание не производят, а разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, отсчитывается по шкале прибора.

Пример – измерение массы на равноплечих весах, когда воздействие массы m_x , на весы частично уравнивается массой гирь m_0 , а разность масс отсчитывается по шкале весов, градуированной в единицах массы. В этом случае значение измеряемой величины $m_x = m_0 + \Delta m$, где Δm – показания весов (рисунок 2, б).

Метод замещения – метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают некоторой известной величиной, воспроизводимой мерой.

Пример – взвешивание на пружинных весах. Измерение производят в 2 приема. Вначале на чашу весов помещают взвешиваемую массу и отмечают положение указателя весов; затем массу m , замещают массой гирь m_0 , подбирая ее так, чтобы указатель весов установился точно в том же положении, что и в первом случае. При этом ясно, что $m_x = m_0$ (рисунок 2, в).

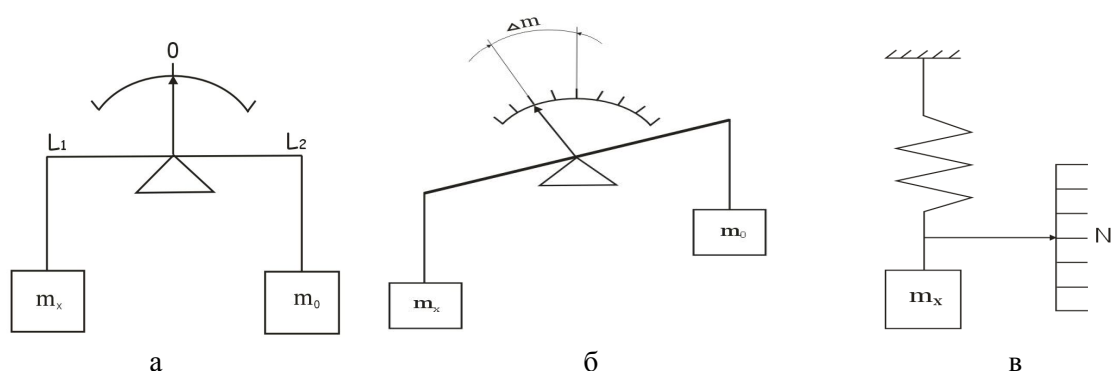


Рисунок 2 – Примеры разновидностей методов сравнения с мерой

В *метод совпадений* разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, измеряют, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов.

Пример – метод совпадений реализуется в штангенприборах, здесь используется совпадение основной и нониусной отметок шкал. Шкала нониуса штангенциркуля имеет

десять делений через 0.9 мм. Когда нулевая отметка шкалы нониуса оказывается между отметками основной шкалы штангенциркуля, это означает, что к целому числу миллиметров необходимо добавить число десятых долей миллиметра, равное порядковому номеру совпадающей отметки нониуса.

В целом, достоинством группы методов сравнения с мерой является высокая точность измерений, а недостатком – сложность. Выбор того или иного метода измерений определяется назначением их результатов, требованиям к их скорости и точности.

1.5 Погрешности измерений и оценивание их характеристик

Любое измерение, как бы тщательно и аккуратно оно ни проводилось, сопровождается погрешностями получения результата. Их возникновение зависит от многих причин: качества изготовления средств измерений, их состояния при эксплуатации; от точности эталонных средств, по которым проводится их поверка; от изменения свойств объекта измерения, от температуры, влажности, атмосферного давления, сотрясений почвы, зданий и от других внешних факторов; от алгоритмов вычислений; от опыта и внимательности лиц, проводящих измерение; от применяемого метода (схемы) измерения и т. д. Поэтому результат измерений практически всегда отличается от истинного значения физической величины – значения, которое выражает размер величины идеальным образом.

Таким образом, результат измерения представляет собой приближенную оценку истинного значения величины, найденную путем измерения.

Отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины называют **погрешностью результата измерения Δ** :

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{д}},$$

где $X_{\text{изм}}$ – измеренное значение величины; $X_{\text{д}}$ – истинное (действительное) значение измеряемой величины.

Погрешности измерения могут быть **классифицированы** по ряду признаков, в частности:

1. **по способу числового выражения:** *абсолютные и относительные.*

Абсолютной погрешностью (Δ) называют погрешность измерения, выраженную в единицах измеряемой величины и представляющую собой разность между измеренной величиной и действительным значением этой величины.

$$\Delta = X_{\text{изм}} - X_{\text{д}}$$

Например, если результат измерения равен 20,1 мм, а действительное значение – 20,0 мм, то погрешность измерения составляет $\Delta = 20,1 - 20,0 = 0,1$ мм.

Относительная погрешность измерения представляет собой отношение абсолютной погрешности измерения к действительному значению измеряемой величины. Относительная погрешность может выражаться в относительных единицах (в долях) или в процентах:

$$\delta = \frac{\Delta}{X_{\text{д}}} \quad \text{или} \quad \delta = \pm \frac{\Delta}{X_{\text{д}}} \cdot 100\%.$$

2. по характеру проявления: *систематические, случайные, грубые промахи.*

Систематическими погрешностями Δ_c называются составляющие погрешности измерения, остающиеся постоянными или закономерно изменяющиеся при повторных измерениях одной и той же величины. Они возникают под действием отдельных определенных факторов – источников погрешностей. Примером систематических погрешностей являются погрешности показаний измерительных приборов вследствие их неправильной градуировки или изменения окружающей температуры.

Причиной появления систематических погрешностей также могут быть неисправности измерительной аппаратуры, несовершенство метода измерений, неправильная установка измерительных приборов и отступление от нормальных условий работы, особенно самого оператора. Систематические погрешности в принципе могут быть выявлены и устранены. Для этого требуется проведение тщательного анализа возможных источников погрешностей в каждом конкретном случае.

Если известны причины, вызывающие появление систематической погрешности, то её можно обнаружить при измерениях и исключить из результата полностью или частично введением соответствующих поправок или устранить изменением условий измерений, юстировкой, подгонкой меры и т. д.

Поправка определяется значением величины, одноименной с измеряемой, которую необходимо прибавить к измеренному значению с целью исключения систематической погрешности. Количественно поправка c равна абсолютной систематической погрешности, взятой с обратным знаком:

$$c = -\Delta_c.$$

Однако систематическую составляющую погрешности удаётся исключить не полностью. Оставшуюся неустранённой из результатов систематическую погрешность называют *неисключённой* систематической погрешностью.

Случайная погрешность Δ – составляющая погрешности, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Случайная погрешность является результатом случайных изменений многочисленных условий измерений, учёт которых практически не осуществим, и её можно обнаружить только при многократных измерениях. Случайные погрешности неизбежны, неустранимы и всегда присутствуют в результате измерения. Их влияние может быть учтено теоретически, путём применения специальных способов обработки результатов наблюдений методами теории вероятностей и математической статистики.

Грубая погрешность (промах) – погрешность измерения, существенно превышающая ожидаемую при данных условиях погрешность.

Причиной грубой погрешности может служить невнимательность оператора, неисправность прибора, кратковременные изменения условий измерения. Как правило, грубые погрешности выявляются в результате обработки результатов измерений с помощью специальных критериев.

3. По источникам возникновения погрешности подразделяют: на *инструментальные, методические и субъективные (личные)*.

Инструментальные погрешности обуславливаются свойствами средств измерений (стабильностью, чувствительностью к внешним воздействиям и т. п.), их влиянием на объект измерений, технологией и качеством их изготовления (например, неточностью градуировки или нанесения шкалы). Основное необходимое условие оценки инструментальной составляющей погрешности измерений – информация о свойствах СИ, влияющих на результаты и погрешности измерений. Характеристики инструментальной погрешности изменяются от экземпляра к экземпляру СИ, могут самопроизвольно изменяться во времени.

Методические погрешности относятся к погрешностям, не зависящим от свойств используемых СИ. Факторы, вызывающие методические погрешности, самые разнообразные и зависят от области измерений (геометрические, радиотехнические, теплотехнические и др.), выбранного метода измерений, способов вычисления результатов измерений, различных допущений и упрощений в процессе измерения и др. При выборе метода измерений руководствуются их назначением, требуемой точностью результатов, удобствами использования и другими факторами. Методические погрешности измерений могут возникнуть вследствие недостаточной разработанности теории тех явлений, которые положены в основу измерения, и неточности тех соотношений, которые используются для нахождения оценки измеряемой величины.

Субъективные погрешности вызываются состоянием оператора, проводящего измерения, его положением во время работы, несовершенством органов чувств, эргономическими свойствами средств измерений, недоработкой программного обеспечения современных измерительных систем. Всё это, как правило, сказывается на точности визирования и отсчёта. В то же время широкое применение цифровых СИ, возможность их комплексного использования в автоматизированных системах измерений и обработки измерительной информации позволяет значительно уменьшить значения субъективных погрешностей.

Но какие бы разновидности погрешности измерений ни рассматривались при анализе конкретной измерительной задачи, в них всегда можно выделить систематическую и случайную составляющие и выразить числом в абсолютной или относительной форме.

Характеристики погрешностей измерений.

Характеристики погрешности измерений, формы их представления определяют методические указания МИ 1317–2004 «ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров».

В зависимости от области применения и способов выражения используемые характеристики погрешности измерений могут быть разделены на следующие группы:

- задаваемые в качестве требуемых или допускаемых значений – нормы характеристик погрешностей измерений;
- приписываемые любому результату измерений из совокупности результатов измерений, выполняемых по одной и той же аттестованной МВИ – приписанные характеристики погрешности измерений;
- отражающие близость отдельного, экспериментально полученного результата измерений к истинному значению измеряемой величины – статистические оценки характеристик погрешностей измерений.

Основной областью применения характеристик первых двух групп являются массовые технические измерения, выполняемые при технологической подготовке производства, в процессе производства (испытаниях, контроле), эксплуатации (потреблении) продукции, при товарообмене, торговле и др.

Характеристики третьей группы применяются для измерений, выполняемых при проведении научных исследований и метрологических работ (метрологическое исследование, определение физических констант, свойств и состава стандартных образцов и др.).

В зависимости от назначения результатов измерений, сложности и ответственности решаемых с их использованием задач *номенклатура* выбираемых характеристик погрешности измерений может быть различна. Однако во всех случаях она должна обеспечивать возможность сопоставления и совместного использования результатов измерений, достоверную оценку качества и эффективности решаемых измерительных задач.

Указанным требованиям удовлетворяют следующие *комплексы* характеристик погрешности измерений:

- среднее квадратическое отклонение (СКО) погрешности измерений – σ (или S);
- границы, в пределах которых погрешность измерений находится с заданной вероятностью – $\Delta, P_{\text{дов}}$;
- характеристики случайной $\overset{\circ}{\Delta}$ и систематической Δ_c составляющих погрешности измерений.

Анализ погрешности измерений

При анализе полноты требований к факторам, влияющим на погрешность измерений, следует учитывать, что в общем случае погрешность зависит от свойств применяемых средств измерений, способов и методов использования СИ, правильности калибровки, юстировки и поверки СИ, условий, в которых производится измерение, скорости (частоты) изменения измеряемых величин, алгоритмов вычислений, погрешности, вносимой оператором, и др. Следовательно, задача нахождения погрешности измерений – сложная комплексная задача. При оценивании погрешности необходимо обратить внимание не только на выбор СИ и связанную с ним инструментальную составляющую погрешности измерений, но и на другие факторы, влияющие на погрешности измерений.

Для корректной оценки погрешности измерений необходимо на основе имеющейся исходной информации провести расчёт характеристик составляющих погрешности, а затем найти её суммарное значение $\Delta_{\text{изм}}$. При отсутствии части исходной информации принимают те или иные допущения, предположения. Для простоты анализа обычно выделяют следующие составляющие погрешности измерений: инструментальные $\Delta_{\text{инстр}}$, методические $\Delta_{\text{мет}}$ и погрешности, вносимые оператором $\Delta_{\text{опер}}$. Инструментальную составляющую погрешности, в свою очередь, подразделяют на две: погрешность СИ в реальных условиях и режимах эксплуатации $\Delta_{\text{СИ}}$ и погрешность, обусловленную взаимодействием СИ с объектом измерений $\Delta_{\text{взаим}}$.

Модели общей погрешности, её составляющих и формул для оценивания приведены в таблицах 5 и 6. Полученную при расчёте оценку погрешности измерений

сравнивают с допускаемой (нормой точности). Если полученная оценка погрешности измерений превышает допускаемую, следует оценить возможность и целесообразность повышения точности измерений при помощи следующих способов: применения более точных средств измерений, усложнения алгоритмов измерений, ограничения условий применения данной методики измерений, определения метрологических характеристик средств измерений путём их индивидуальной метрологической аттестации.

Таблица 5 – Анализ погрешности измерений

Погрешность измерений $\Delta_{\text{изм}} = \Delta_{\text{инстр}} * \Delta_{\text{мет}} * \Delta_{\text{опер}}$			
$\Delta_{\text{инстр}} = \Delta_{\text{СИ}} * \Delta_{\text{взаим}}$		$\Delta_{\text{мет}}$	$\Delta_{\text{опер}}$
$\Delta_{\text{СИ}}$	$\Delta_{\text{взаим}}$		
<p>Модель 1 ($P < 1$):</p> $\Delta_{\text{СИ1}} = \Delta_{\text{ос}} * \overset{\circ}{\Delta}_{\text{o}} * \overset{\circ}{\Delta}_{\text{ог}} * \sum_{i=1}^l \Delta_{\text{доп.i}} * \Delta_{\text{дин}}$	<p>1. Расчёт. 2. Эксперимент</p>	<p>1. Расчёт. 2. Эксперимент. 3. Погрешность при приближённых вычислениях. 4. Погрешность определения постоянных и справочных данных</p>	<p>1. Для аналоговых СИ: не более половины цены деления. 2. Для цифровых СИ: не более кода наименьшего разряда</p>
<p>Модель 2 ($P = 1$):</p> $\Delta_{\text{СИ2}} = \Delta_{\text{o}} * \sum_{i=1}^l \Delta_{\text{доп.i}} * \Delta_{\text{дин}}$			
<p>Примечания</p> <p>1. Метрологические характеристики СИ определяют по ГОСТ 8.009–84. 2. Методы расчёта характеристик погрешности СИ по 1, 2-й моделям в соответствии с РД 50–453–84. 3. $\Delta_{\text{ос}}$ – систематическая составляющая основной погрешности СИ; $\overset{\circ}{\Delta}_{\text{o}}$ – случайная составляющая основной погрешности СИ; $\overset{\circ}{\Delta}_{\text{ог}}$ – случайная составляющая основной погрешности СИ, обусловленная гистерезисом; $\sum_{i=1}^l \Delta_{\text{доп.i}}$ – объединение дополнительных погрешностей СИ, обусловленных действием влияющих величин и неинформативных параметров входного сигнала СИ; $\Delta_{\text{дин}}$ – динамическая погрешность СИ, обусловленная влиянием скорости (частоты) изменения входного сигнала СИ; l – число дополнительных погрешностей. 4. Символ * обозначает объединение погрешностей (композицию)</p>			

Таблица 6 – Расчёт погрешности измерений

Виды измерений	Формулы для оценивания $\Delta_{\text{изм}}$	Вероятность	Закон распределения составляющих погрешности измерений
Прямые	$\Delta_{\text{изм}} = \Delta_{\text{инстр}} + \Delta_{\text{мет}} + \Delta_{\text{опер}}$	$P = 1$	Любой
	$\Delta_{\text{изм}} = \sqrt{\Delta_{\text{инстр}}^2 + \sum_{j=1}^n \Delta_j^2}$	$P < 1$	Нормальный
	$\Delta_{\text{изм}} = \kappa_{\text{ср}} \sqrt{\left(\frac{\Delta_{\text{инстр}}}{\kappa_0}\right)^2 + \sum_{j=1}^n \left(\frac{\Delta_j}{\kappa_j}\right)^2}$	$P < 1$	Любой
	$\Delta_{\text{изм}} = \kappa_{\text{ср}} \sqrt{\left(\frac{\Delta_{\text{инстр}}}{\kappa_0}\right)^2 + \sum_{j=1}^n \left(\frac{\Delta_j}{\kappa_j}\right)^2 + 2 \sum_{j \prec \varepsilon}^{\varepsilon} r_{j\varepsilon}}$	$P < 1$	Любой
Косвенные $A = f(a_1, a_2, \dots, a_n)$	$\Delta_{\text{изм}} = \kappa_{\text{ср}} \sqrt{\sum_{j=1}^n \left(\frac{\partial f(a_1, a_2, \dots, a_n)}{\partial a_j} \cdot \frac{\Delta_{\text{изм.а } j}}{\kappa_j}\right)^2}$	$P < 1$	Любой
<p>П р и м е ч а н и я</p> <p>1. Критерий ничтожных погрешностей $\Delta_j = (0,05 \div 0,20) \cdot \Delta_{\text{изм}}$.</p> <p>2. κ_0, κ_j – коэффициенты перехода $\Delta_{\text{инстр}}$ и Δ_j к соответствующим средним квадратическим отклонениям (СКО) с учётом закона распределения;</p> <p>$\kappa_{\text{ср}}$ – коэффициент перехода от суммарного значения СКО к суммарной предельной абсолютной погрешности;</p> <p>$r_{j\varepsilon}$ – корреляционные моменты, характеризующие имеющиеся связи между суммируемыми погрешностями;</p> <p>a_1, a_2, \dots, a_n – измеряемые прямым способом параметры при косвенных измерениях A;</p> <p>$\Delta_{\text{изм.а } j}$ – погрешность измерений прямым способом a_j-го параметра</p>			

Последовательность и содержание операций при проведении измерений

При проведении научных исследований и метрологических работ (определение физических констант, свойств и состава стандартных образцов; калибровка средств измерений и МВИ, др.) характеристики погрешности оценивают непосредственно в процессе выполнения измерений и обработки их результатов. В этом случае необходимо предусмотреть организацию подготовки и проведения измерений и соответствующую

обработку полученных экспериментальных данных. Последовательность и содержание операций при проведении измерений приведена на рисунке 6.

Последовательность и содержание операций при проведении измерений

Подготовка к измерениям	I этап → ↓	Устранение источников систематических погрешностей
Проведение измерений	II этап →	Экспериментальное исключение систематической погрешности
Обработка результатов наблюдений ↓ ↓	III этап →	Исключение известных систематических погрешностей. Введение поправок
Косвенные измерения	→	МИ 2083–90
Прямые:		
– многократные измерения;	→	ГОСТ 8.207–76
– однократные измерения	→	Р 50.2.038–2004
	↓	
Запись результатов и характеристик их погрешностей	IV этап →	 МИ 1317–2004

Окончание измерений. Анализ полученных данных

Рисунок 3 – Схема операций при проведении измерений

2 ОРГАНИЗАЦИОННАЯ И ПРАВОВАЯ (ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ) ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

2.1 Государственная система обеспечения единства измерений

Метрологическая деятельность весьма разнопланова и своеобразна. Ее теоретической основой является наука метрология; собственно процесс деятельности определяется понятием метрологическое обеспечение; а регулирование взаимоотношений в этой деятельности возлагается на государственную функцию - **обеспечение единства измерений**.

Единство измерений (ЕИ) относится к важнейшим, ключевым понятиям законодательной и прикладной метрологии. В соответствии с законом Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений» *под единством измерений понимается* такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью.

Деятельность по обеспечению единства измерения направлена на охрану прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики путем защиты от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений во всех сферах жизни общества на основе конституционных норм, законов, постановлений Правительства РФ и нормативных документов (НД).

Обеспечение единства измерений в стране осуществляется:

- на государственном уровне;
- на уровне федеральных органов исполнительной власти;
- на уровне юридических лиц.

Цель государственной системы обеспечения единства измерений — создание общегосударственных правовых, нормативных, организационных, технических и экономических условий для решения задач по обеспечению единства измерений и предоставление всем субъектам деятельности возможности оценивать правильность выполняемых измерений.

Основные задачи ГСИ:

- разработка оптимальных принципов управления деятельностью по обеспечению единства измерений;
- организация и проведение фундаментальных научных исследований с целью создания более совершенных и точных методов и средств воспроизведения единиц и передачи их размеров;
- установление системы единиц величин и шкал измерений, допускаемых к применению;

- установление основных понятий в метрологии, унификация их терминов и определений;
- установление экономически рациональной системы государственных эталонов, их создание, утверждение, применение и совершенствование;
- установление систем передачи размеров единиц величин от государственных эталонов средствам измерений, применяемым в стране;
- создание и совершенствование вторичных и рабочих эталонов, комплектных поверочных установок и лабораторий;
- установление общих метрологических требований к эталонам, средствам измерений, методикам выполнения измерений, методикам поверки (калибровки) средств измерений и всех других требований, соблюдение которых является необходимым условием обеспечения единства измерений;
- разработка и экспертиза разделов метрологического обеспечения федеральных и иных государственных программ, в том числе программ создания и развития производства оборонной техники; осуществление государственного метрологического контроля: поверка средств измерений;
- испытания с целью утверждения типа средств измерений, лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений;
- осуществление государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц физических величин, соблюдением метрологических норм и правил; разработка принципов оптимизации материально-технической и кадровой базы органов государственной метрологической службы;
- аттестация методик выполнения измерений;
- калибровка и сертификация средств измерений, не входящих в сферы государственного метрологического контроля и надзора;
- аккредитация метрологических служб и иных юридических и физических лиц по различным видам метрологической деятельности;
- аккредитация поверочных, калибровочных, измерительных, испытательных и аналитических лабораторий, лабораторий неразрушающего и радиационного контроля в составе действующих в Российской Федерации систем аккредитации;
- участие в работе международных организаций, деятельность которых связана с обеспечением единства измерений;

- разработка совместно с уполномоченными федеральными органами исполнительной власти порядка определения стоимости метрологических работ и регулирование тарифов на эти работы;
- организация подготовки и переподготовка кадров метрологов;
- информационное обеспечение по вопросам обеспечения единства измерений;
- совершенствование и развитие ГСИ.

Государственная система обеспечения единства измерений состоит из следующих подсистем:

- правовой,
- организационной;
- технической.

Правовая подсистема – комплекс взаимосвязанных законодательных и подзаконных актов, объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к взаимосвязанным объектам деятельности по обеспечению единства измерений.

Деятельность по ОЕИ осуществляется в соответствии:

- с Конституцией Российской Федерации (статья 71р);
- законом РФ «Об обеспечении единства измерений» и "О техническом регулировании";
- постановлениями Правительства РФ;
- НД ГСИ, принимаемыми и утверждаемыми Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Ростехрегулирование, бывший Госстандарт России).

Вся метрологическая деятельность в Российской Федерации основывается на конституционной норме, которая устанавливает, что в федеральном ведении находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени, и закрепляет централизованное руководство основными вопросами законодательной метрологии, такими, как единицы ФВ, эталоны и связанные с ними другие метрологические основы. В развитие этой конституционной нормы приняты законы "Об обеспечении единства измерений" и "О техническом регулировании", детализирующие основы метрологической деятельности.

Основными целями Закона N 102-ФЗ "Об обеспечении единства измерений", принятого 26 июня 2008 г. и заменившего собой Закон РФ от 27 апреля 1993 г. N 4871-1 "Об обеспечении единства измерений", являются:

- установление правовых основ обеспечения единства измерений в Российской Федерации;
- регулирование отношений государственных органов управления с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений;
- защита прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики России от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;
- содействие прогрессу на основе создания и применения государственных эталонов единиц ФВ;
- гармонизация российской системы измерений с мировой практикой.

Текущая метрологическая деятельность регламентируется *постановлениями Правительства РФ*. Это различные постановления и положения. Например: о порядке создания и правилах пользования федеральным фондом государственных (национальных) стандартов; о государственных научных метрологических центрах и т.п.

Для реализации положений законов и постановлений правительства разрабатываются и принимаются подзаконные акты – *нормативные документы*. Это документы, устанавливающие правила, общие принципы или характеристики, касающиеся различных видов деятельности в области метрологического обеспечения. Нормативная база ГСИ насчитывает более 2500 обязательных и рекомендательных документов, регламентирующих все аспекты в области метрологии. В их числе государственные и межгосударственные стандарты, правила по метрологии (ПР), методические инструкции (МИ), руководящие документы (РД), методические указания (МУ) и др. К правилам (ПР) по метрологии относятся документы в области метрологии, устанавливающие обязательные для применения организационно-технические и общетехнические положения, порядки (правила процедуры), методы (способы, приемы) выполнения работ, а также обязательные требования к оформлению результатов этих работ. К рекомендациям относятся документы в области метрологии, содержащие добровольные для применения организационно-технические и общетехнические положения, порядки (правила процедуры), методы (способы, приемы) выполнения работ, а также рекомендуемые – правила оформления результатов этих работ. Основным основополагающим документом в области обеспечения единства измерений является ГОСТ Р 8.000 «ГСИ. Основные положения».

Техническая подсистема представлена совокупностью:

- межгосударственных, государственных эталонов, эталонов единиц величин и шкал измерений;

- стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
- стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;
- средств измерений и испытательного оборудования, необходимых для осуществления метрологического контроля и надзора;
- специальных зданий и сооружений для проведения высокоточных измерений в метрологических целях;
- научно-исследовательских, эталонных, испытательных, калибровочных и измерительных лабораторий.

Техническая основа состоит из 114 государственных эталонов, 76 установок высшей точности, около 15 млн. рабочих эталонов и средств испытаний, более 8000 типов стандартных образцов.

Организационная подсистема представлена метрологическими службами.

2.2 Метрологические службы

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

В настоящее время метрологическая служба России состоит из

- Государственной метрологической службы (ГМС),
- метрологических служб органов Государственного управления и юридических лиц.

Государственная метрологическая служба находится в ведении Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и включает:

- государственные научные метрологические центры (ГНМЦ) и метрологические научно-исследовательские институты;
- органы Государственной метрологической службы на территориях субъектов Российской Федерации (органами являются Центры стандартизации, метрологии и сертификации - ЦСМС).

Государственные научные метрологические центры несут ответственность за создание, совершенствование, хранение и применение государственных эталонов, а также за разработку нормативных документов по обеспечению единства измерений. Научные центры являются хранителями государственных эталонов, проводят исследования в области теории измерений, принципов и методов высокоточных измерений, разработки научно-методических основ совершенствования Российской системы измерений.

Органы Государственной службы проводят работы по поверке и калибровке средств измерений, осуществляют Государственный метрологический контроль и надзор за обеспечением единства измерений.

Обеспечением единства измерений заняты и другие Государственные службы:

- Государственной службой времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ),
- Государственной службой стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО);
- Государственной службой стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

Руководство этими службами осуществляет Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.

ГСВЧ обеспечивает межрегиональную и межотраслевую координацию работ по обеспечению единства измерений времени, частоты и определения параметров вращения Земли; обеспечивает воспроизведение, хранение и передачу размеров единиц времени и частоты, шкал атомного, всемирного и координированного времени, координат полюсов Земли.

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

ГСССД занимается созданием достоверных характеристик физических констант, свойств веществ и материалов, минерального сырья и др., периодически публикуя справочные данные.

Метрологическая служба государственных органов управления организуется приказом руководителя государственного органа управления.

Метрологическая служба государственных органов управления содержит:

- отдел (службу) главного метролога в центральном аппарате государственного органа;
- головные и базовые организации метрологической службы в отраслях и подотраслях;
- метрологические службы предприятия, организации и учреждений.

Головные и базовые организации метрологической службы образуются государственным органом управления из числа ведущих научно-производственных

(производственных) объединений, научно-исследовательских, проектно-конструкторских и технологических организаций.

Метрологические службы юридических лиц организуются в виде самостоятельных структурных подразделений для решения вопросов по обеспечению единства и требуемой точности измерений при проведении исследований, разработок, испытаний, в производстве и эксплуатации продукции. В состав метрологической службы входят калибровочные лаборатории, а также структурные подразделения по ремонту СИ. Структура, основные задачи, права и обязанности метрологических служб содержатся в Положении о метрологической службе, разработанной в соответствии с правилом по метрологии ПР50-732-93 «Типовое положение о метрологической службе государственных органов управления РФ и юридических лиц».

Положение о метрологической службе государственных органов управления подписывается его руководителем. В моментах, когда деятельность государственных органов управления РФ производится в сферах действия государственного метрологического контроля и надзора, Положения о метрологических службах государственных органов управления РФ должны согласовываться с Росстандартом России.

К основным задачам метрологических служб государственных органов управления и юридических лиц относятся:

- организация единства и требуемой точности измерений, увеличение уровня и совершенствование техники измерений в объединениях, на предприятиях;
- обозначение основных направлений действий и производство работ по метрологическому обеспечению исследований, разработки, производства, испытаний и эксплуатации продукции;
- использование современных методов и средств измерений, автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, информационно-измерительных систем и комплексов, эталонов, используемых для калибровки СИ;
- проведение метрологического контроля производством калибровки средств измерений, проводя проверку представления средств измерения на испытания в целях утверждения типа во время, а также на проведение поверки;
- проведение надзора за состоянием и использованием СИ, аттестованными МВИ, выполнением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений.

2.3 Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН)

Государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН) осуществляется ГМС с целью проверки соблюдения правил законодательной метрологии - Закона РФ от 27.04.93 № 4871-1 "Об обеспечении единства измерений", государственных стандартов, правил по метрологии и других НД.

Объектами ГМКиН являются: средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений, количество товаров, другие объекты, предусмотренные правилами законодательной метрологии.

В соответствии со ст. 13 вышеназванного Закона ГМКиН распространяется на строго ограниченные сферы (их 23), объединенные в 10 направлений:

- 1) здравоохранение, ветеринария, охрана окружающей среды, обеспечение безопасности;
- 2) торговые операции и взаимные расчеты между покупателем и продавцом, в том числе операции с применением игровых автоматов и устройств;
- 3) государственные учетные операции;
- 4) обеспечение обороны государства;
- 5) геодезические и гидрометеорологические работы;
- 6) банковские, налоговые, таможенные и почтовые операции;
- 7) продукция, поставляемая по государственным контрактам в соответствии с Федеральным законом от 13.12.94 № 60-ФЗ "О поставках продукции для федеральных государственных нужд" (в ред. от 06.05.99);
- 8) испытания и контроль качества продукции на соответствие обязательным требованиям государственных стандартов Российской Федерации и при обязательной сертификации продукции;
- 9) измерения, проводимые по поручению органов суда, прокуратуры, арбитража, других органов государственного управления;
- 10) регистрация национальных и международных спортивных рекордов.

Анализируя указанный перечень, следует отметить следующее: перечень возглавляют непроизводственные сферы, недостоверность измерений в этих сферах может иметь очень серьезные последствия - угрозу безопасности (здравоохранение, охрана окружающей среды), а также большие финансовые потери (торговые, банковские операции) для населения и страны в целом.

Законом предусмотрено три вида контроля и три вида надзора.

Государственный метрологический контроль (ГМК) включает:

- утверждение типа средств измерений;
- поверку средств измерений;
- лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Государственный метрологический надзор (ГМН) осуществляется:

- за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм;
- за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций;
- за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже.

Характеристика видов государственного метрологического контроля

Утверждение типа средств измерений является видом государственного метрологического контроля и проводится в целях обеспечения единства измерений в стране и постановки на производство и выпуск в обращение средств измерений, соответствующих требованиям конструкторской документации. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений регламентирован правилами по метрологии ПР 50. 2. 009-94.

Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений включает:

- испытания средств измерений для целей утверждения их типа;
- принятие решения об утверждении типа, его государственную регистрацию и выдачу сертификата об утверждении типа;
- испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу при контроле соответствия средств измерений утвержденному типу;
- признание утверждения типа или результатов испытаний типа средств измерений, проведенных компетентными организациями зарубежных стран;
- информационное обслуживание потребителей измерительной техники.

При испытаниях средств измерений (СИ) для утверждения типа проверяют соответствие технической документации и технических характеристик средств измерений требованиям технического задания, проекта технических условий и распространяющихся на них нормативных и эксплуатационных документов, а также обеспеченности средств измерений методами и средствами поверки.

При положительных результатах испытаний Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии принимает решение об утверждении типа средств измерений и выдает сертификат об утверждении типа средств измерений. Срок

действия сертификата устанавливает Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии при его выдаче.

Средства измерений, на которые выданы сертификаты об утверждении типа средств измерений, регистрируются в Государственном реестре в разделе «Средства измерений утвержденных типов». Заявитель наносит на средства измерений, тип которых утвержден, и на эксплуатационную документацию, сопровождающую каждый экземпляр средств измерений Знак утверждения типа средств измерений установленной формы (рис. 3). Если из-за особенностей конструкции нецелесообразно наносить Знак утверждения типа на средство измерений, допускается его нанесение только на эксплуатационные документы.



Рисунок 3 – Изображение Знака утверждения типа средств измерений

Заявки на проведение испытаний средств измерений для **утверждения типа** направляются в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Последнее принимает решение по заявке и направляет поручение государственным центрам испытаний средств измерений (ГЦИ СИ) на проведение испытаний средств измерений для утверждения типа.

Возмещение расходов, связанных с проведением испытаний средств измерений для целей утверждения их типа, рассмотрением их материалов и оказанием других услуг, производится в соответствии с условиями договора, заключаемого между заявителем, представляющим средства измерений на испытания, и исполнителями этих работ.

Поверка СИ - поверка средств измерений - выполнение определенных операций, которые необходимо выполнить в целях определения - соответствуют средства измерений заявленным метрологическим требованиям или нет.

СИ, подлежащие ГМКиН, подвергаются поверке органами ГМК при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту и эксплуатации. В отличие от процедуры утверждения типа, в которой участвует типовой представитель СИ, поверке подлежит каждый экземпляр СИ. В Российской Федерации используется более миллиарда СИ,

силами одной Государственной метрологической службы такой объем не поверить. Поэтому поверку средств измерений допускается производить в установленном порядке аккредитованным в области обеспечения единства измерений юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям. Для организации этой работы имеется документ ПР 50-2.014-2002 «ГСИ. Аккредитация метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений». Для проведения поверки необходимо иметь специалистов, аттестованных в качестве поверителей - ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений». Обязательно нужно обучить поверителя в специализированном учебном заведении.

Результатом поверки является подтверждение пригодности средств измерений к применению или признание средства измерений непригодным к применению.

Если средство измерений по результатам признано

- пригодным, то на него или на техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма или выдается «Свидетельство о поверке».

- непригодным к применению, оттиск поверительного клейма и (или) "Свидетельство о поверке" аннулируются и выписывается "Извещение о непригодности" или делается соответствующая запись в технической документации.

В России применяются следующие виды поверок средств измерений: первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная, экспертная

Первичной поверке подвергаются средства измерений утвержденных типов, которые произведены или отремонтированы в России, ввезены по импорту за исключением ситуации действия соответствующего соглашения (договора) о взаимном признании результатов поверки между Агентством и национальной организацией по метрологии другой страны.

исключением ситуации действия соответствующего соглашения (договора) о взаимном признании результатов поверки между Агентством и национальной организацией по метрологии другой страны.

Периодической поверке подлежат находящиеся в эксплуатации (или хранящиеся) средства измерения. Поверочные интервалы устанавливаются на основе действующих законодательных положений.

Внеочередную поверку проводят при эксплуатации (хранении) средств измерений в случае повреждения знака поверительного клейма, а также утраты свидетельства о поверке; ввода в эксплуатацию средств измерений после длительного хранения (более одного межповерочного интервала); проведения повторной настройки после известного или предполагаемого ударного воздействия на средство измерений или

неудовлетворительной работы прибора; продажи (отправки) потребителю средств измерений, не реализованных по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов на них; применения средств измерений в качестве комплектующих по истечении срока, равного половине межповерочных интервалов на них.

Инспекционную поверку проводят для выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении государственного метрологического надзора.

Экспертную поверку проводят при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

Лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений.

Лицензирование деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ, применяемых в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора, порядок лицензирования установлен правилами по метрологии ПР 50.2.005-94 "ГСИ. Порядок лицензирования деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений".

Лицензия - разрешение, выдаваемое компетентным органом ГМС на закрепленной за ним территории юридическому или физическому лицу (лицензиату) на осуществление им деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату СИ. Лицензия действительна на всей территории РФ.

Основанием для выдачи лицензии является:

1. заявление юридического или физического лица;
2. положительные результаты проверки органом ГМС условий осуществления лицензируемого вида деятельности на их соответствие нормативных документов по обеспечению единства измерений.

Требования, предъявляемые к лицензиатам:

1. иметь комплект конструкторско-технологической документации на изготовление СИ, имеющих сертификат об утверждении их типа;
2. обеспечить условия для изготовления СИ в соответствии с конструкторско-технологической документацией;
3. обеспечить условия для проведения органом ГМС по месту расположения лицензиата испытаний на соответствие СИ утвержденному типу;
4. аттестат аккредитации на право поверки СИ данного типа или договор на проведение поверки данных СИ с организацией, обладающей этим правом.

Лицензия на изготовление СИ дает лицензиату право на их продажу и ремонт.

Лицензиаты, претендующие на получение лицензии на ремонт СИ для сторонних организаций, должны иметь:

1. рабочие помещения, соответствующие требованиям к организации ремонта СИ и условиям их хранения;
2. необходимое технологическое оборудование, СИ, ремонтную документацию;
3. квалифицированные кадры, выполняющие работы по ремонту, юстировке, наладке СИ;
4. аттестат аккредитации на право поверки СИ данного типа или договор на проведение поверки данных СИ с организацией, обладающей этим правом.

Лицензиаты, претендующие на получение лицензии на продажу или прокат СИ, должны иметь:

1. рабочие помещения, соответствующие требованиям к условиям хранения СИ;
2. помещения, квалифицированные кадры и необходимое оборудование, обеспечивающие условия для демонстрации работоспособности СИ;
3. аттестат аккредитации на право поверки СИ данного типа или договор на проведение поверки данных СИ с организацией, обладающей этим правом.

Соответствие установленным требованиям должно быть подтверждено лицензиатом в виде обобщающих справок и копий соответствующих документов.

Порядок выдачи лицензии

Юридическое или физическое лицо (далее - Заявитель), изъявившее желание осуществлять один или несколько видов лицензируемой деятельности, подает заявление по установленной форме в орган ГМС по месту расположения Заявителя.

Орган ГМС регистрирует заявление и направляет Заявителю проект договора на проведение работ по лицензированию (в 2-х экз.). Заявитель подписывает договор и возвращает один экземпляр в орган ГМС.

Орган ГМС проводит лицензирование не позднее 30 дней со дня получения договора.

В случае обнаружения недостатков в организации лицензируемой деятельности, препятствующих выдаче лицензии, орган ГМС формулирует в акте проверки мотивированный отказ.

В выдаче лицензии Заявителю может быть отказано, если:

1. в представленных сведениях содержатся недостоверные сведения;
2. условия осуществления лицензируемой деятельности не соответствуют требованиям нормативных документов ГСИ;
3. не истек установленный срок после лишения Заявителя предыдущей лицензии;

4. систематически не выполняются Заявителем условия осуществления лицензируемой деятельности.

Акт проверки и лицензия (при положительных результатах проверки лицензируемой деятельности) оформляются в двух экземплярах каждый. Один экземпляр передается Заявителю, второй - хранится в органе ГМС. Лицензия выдается на срок не более 5 лет. Повторное лицензирование на основании заявления Заявителя может быть осуществлено по полной или сокращенной программе по решению органа ГМС. Перерегистрация лицензии производится по истечении срока ее действия или в случае реорганизации Заявителя.

Выдача или перерегистрация лицензии производится только при наличии у Заявителя сертификата соответствия требованиям безопасности, выданного или признанного органом РФ по сертификации.

Контроль за соблюдением условий осуществления лицензируемой деятельности

Контроль за соблюдением условий осуществления лицензируемой деятельности проводит орган ГМС, выдавший лицензию. Порядок контроля устанавливается органом ГМС.

Если при проверке обнаружены нарушения в соблюдении условий осуществления лицензируемой деятельности, орган ГМС может:

1. приостановить действие лицензии на срок до устранения нарушений, что отражается в акте поверки;
2. прекратить действие лицензии (аннулирование лицензии осуществляется путем ее изъятия).

В последнем случае рекомендуется дать информацию в специальном бюллетене или в средствах массовой информации.

Лицензиат может обжаловать решение органа ГМС в арбитражном суде по месту выдачи лицензии.

Орган ГМС может без предупреждения лишить лицензиата лицензии за нарушение действующего законодательства или за действия, в результате которых возникает опасность аварий, катастроф, угроза жизни людей, нанесения ущерба их здоровью.

Общая характеристика Государственного метрологического надзора

Государственный метрологический надзор осуществляется на предприятиях, в организациях и учреждениях (далее - предприятиях) независимо от их подчиненности и форм собственности в виде проверок соблюдения метрологических правил и норм в соответствии с Законом РФ "Об обеспечении единства измерений" и действующими НД, главным образом Правил по метрологии.

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

1) измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений;

2) выпуск из производства предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений эталонов единиц величин, стандартных образцов и средств измерений, а также их ввоз на территорию Российской Федерации, продажу и применение на территории Российской Федерации;

3) расфасовку товаров.

Проверки проводят должностные лица Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - государственные инспекторы по обеспечению единства измерений РФ. Согласно ст. 20 Закона «Об обеспечении единства измерений», государственные инспекторы вправе беспрепятственно при предъявлении служебного удостоверения посещать объекты метрологической деятельности предприятия, относящиеся к сфере распространения государственного надзора.

Проверки могут быть плановыми (периодическими), внеплановыми (внеочередными) и повторными. Плановые проверки проводятся не реже 1 раза в 3 года в соответствии с графиком, составляемым ГМС. Внеплановые проверки проводятся по инициативе потребителей продукции, органов самоуправления, обществ защиты прав потребителей, торговых инспекций и пр. в целях выявления и устранения отрицательных последствий недостоверных результатов измерений. Повторные проверки проводятся в целях контроля за выполнением предписаний органов госнадзора, полученных предприятием после проведения предыдущей проверки.

Результаты каждой проверки оформляются актом, который подписывают все участники проверки. Содержание акта доводят до сведения руководителя предприятия, который его подписывает. При обнаружении нарушений госинспектор составляет предписание об устранении обнаруженных нарушений.

ГМН за выпуском, состоянием и применением СИ, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц величин, соблюдением метрологических правил и норм. Порядок подготовки, проведения и оформления результатов такого надзора определен правилами по метрологии ПР 50.2.002-94 "Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами

единиц величин и соблюдением метрологических правил и норм". Орган ГМС, осуществляющий проверку не позднее, чем за 5 дней до ее начала, информирует предприятие, на котором предполагается осуществить проверку, о календарных сроках ее проведения, а также приглашает в случае необходимости представителей других контрольно-надзорных органов.

Госинспекторы проверяют:

- 1) наличие и полноту перечня СИ, подлежащих ГМКиН;
- 2) соответствие состояния СИ и условий их эксплуатации установленным техническим требованиям;
- 3) наличие сертификата об утверждении типа СИ;
- 4) наличие поверительного клейма или свидетельства о поверке, а также соблюдение межповерочного интервала;
- 5) наличие документов, подтверждающих аттестацию методик выполнения измерений;
- 6) наличие лицензии на изготовление и ремонт СИ предприятием, занимающимся указанными видами деятельности;
- 7) наличие документа, подтверждающего право проведения поверки СИ силами МС данного юридического лица;
- 8) наличие документов, подтверждающих органами ГМС аттестацию лиц, осуществляющих поверку СИ, в качестве поверителей;
- 9) правильность хранения и применения эталонов, используемых для поверки СИ в соответствии с НД.

ГМН за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций, осуществляется в целях определения массы, объема, расхода или других величин, характеризующих количество товаров, отпускаемых продавцом покупателю. Порядок подготовки, проведения и оформления результатов такого надзора определен правилами по метрологии ПР 50.2.003-94 "Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством товаров, отчуждаемых при совершении торговых операций". Рассматриваемый вид надзора осуществляется в основном в виде *контрольной закупки*. В этом случае госинспектор предъявляет удостоверение после осуществления контрольной закупки. При осуществлении контрольной закупки госинспектор обязан брать не менее трех наименований товаров. Количество отчуждаемого товара определяется в результате процедуры измерений, а стоимость фиксируется.

Нарушениями метрологических правил и норм считаются:

1) отчуждение меньшего количества товара по сравнению с заявленным для продажи (обмер, обвес). Расхождение между заявленным количеством, полученным при контрольном измерении, не должно превышать норм, установленных правилами торговли. При отсутствии этих норм расхождение не должно превышать суммы абсолютных пределов допускаемых погрешностей СИ, применяемых продавцом и госинспектором;

2) отчуждение меньшего количества товара, чем то, которое соответствует заплаченной цене (обсчет).

ГМН за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже осуществляется в случаях, когда содержимое упаковки не может быть изменено без ее вскрытия или деформации, а масса, объем, длина, площадь или иные величины, указывающие количество содержащегося в упаковке товара, обозначены на упаковке. Порядок подготовки, проведения и оформления результатов такого надзора определен правилами по метрологии ПР 50.2.004-94 "Порядок осуществления государственного метрологического надзора за количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже".

Фасованные товары в упаковках как объект надзора - это товары, которые упаковывают и запечатывают в отсутствие покупателя, при этом содержимое упаковки не может быть изменено без ее вскрытия или деформации, а масса, объем, длина или иные величины, указывающие на номинальное количество потребительского товара, обозначены на упаковке.

Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте регламентированы стандартом ГОСТ Р 8.579-2001 ГСИ. Требования к количеству фасованных товаров в упаковках любого вида при их производстве, расфасовке, продаже и импорте.

Маркировка упаковочной единицы должна содержать информацию о *номинальном количестве* потребительского товара в упаковках (включая информацию о массе основного продукта без жидкости для товаров в упаковках с наличием заливочной жидкости).

Соответствие количества фасованных товаров в упаковках установленным требованиям может быть удостоверено знаком "Ф". Этот знак свидетельствует о том, что субъект деятельности, выпускающий данную продукцию в обращение (производитель, фасовщик или импортер), осуществляет метрологический надзор за количеством фасованных товаров в упаковках и обеспечивает соответствие его установленным требованиям. Право применения знака "Ф" предоставляют как юридическим, так и

индивидуальным предпринимателям. Знак "Ф" наносят на упаковку в том же поле зрения, что и указание номинального количества.

Ответственность за нарушение метрологических правил

В соответствии со ст. 25 Закона РФ от 27.04.93 № 4871-1 "Об обеспечении единства измерений" юридические и физические лица, а также государственные органы управления РФ, виновные в нарушении настоящего Закона, несут в соответствии с действующим законодательством уголовную, административную либо гражданско-правовую ответственность.

В соответствии со ст. 14.7 Кодекса РФ "Об административных правонарушениях" обмеривание и обвешивание или иной обман потребителей в организациях, осуществляющих реализацию товаров, а равно гражданами, зарегистрированными в качестве предпринимателей в сфере торговли (услуг), влечет наложение штрафа в размере: от 10 до 20 МРОТ на должностных лиц; на юридических лиц - от 100 до 200 МРОТ; на граждан - от 5 до 10 МРОТ.

В Уголовном кодексе РФ (далее - УК) отсутствуют специальные нормы об уголовной ответственности за нарушение метрологических правил и норм. Однако, как свидетельствует практика ГМКиН, нарушения, выявляемые госинспекторами, зачастую характеризуются теми или иными признаками составов преступлений, предусмотренных УК (например, обмеривание и обвешивание потребителей путем применения неверных, неисправных, непригодных СИ).

Так, согласно ст. 200 УК "Обман потребителей" виновное лицо может быть привлечено к уголовной ответственности за любой обман потребителей, в том числе за обман, наступивший в результате применения непригодных СИ, в случае, если:

- а) обман совершен в организациях, осуществляющих реализацию товаров или оказывающих услуги населению, либо гражданами, зарегистрированными в качестве предпринимателей в сфере торговли (услуг);
- б) эти деяния совершены в значительном или крупном размере.

При отсутствии одного из указанных признаков преступления уголовная ответственность не наступает.

Применение предусмотренных ч. 2 ст. 200 УК повышенных мер уголовной ответственности допускается лишь при наличии хотя бы одного из установленных признаков:

- совершение преступления лицом, ранее судимым за обман потребителей;

- совершение этого преступления группой лиц по предварительному сговору или организованной группой;
- совершение преступления в крупном размере.

Так, обмеривание, обвешивание наказываются:

- штрафом от 50 до 300 МРОТ с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до 5 лет;
- лишением свободы на срок до 2 лет.

Те же действия, совершенные повторно либо по предварительному сговору группой лиц, наказываются:

- штрафом от 300 до 1000 МРОТ;
- лишением свободы на срок до 5 лет.

По мнению, основная трудность при определении мер за метрологические нарушения заключается в том, что в большинстве случаев санкции могут быть предусмотрены только за факт нарушения (например за применение не поверенного прибора, за просрочку лицензии), но не за последствия этих нарушений (например, взрыв, авария и др.), ибо последствия наступают, как правило, позднее, иногда с большим отрывом по времени, и на практике невозможно выявить причинную зависимость между ними и совершенным нарушением. Поэтому мера ответственности должна быть адекватна тяжести нарушения.

2.4 Метрологическая экспертиза

Метрологическая экспертиза (МЭ) – анализ и оценивание экспертами-метрологами правильности применения требований, правил и норм, в первую очередь связанных с единством и точностью измерений.

Различают экспертизу документации и экспертизу различных объектов.

Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации – это анализ и оценка технических решений по выбору параметров, подлежащих измерению, установлению норм точности измерений и обеспечению методами и средствами измерений процессов разработки, изготовления, испытания и применения продукции.

Основные цели и задачи метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации на сегодняшний день определяет нормативный документ

МИ 1325–86 "Методические указания. ГСИ. Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации. Основные положения и задачи".

Целью метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации является обеспечение эффективности контрольно-измерительных операций на стадиях разработки, изготовления, испытания и применения продукции.

Метрологическую экспертизу эффективно проводить на самых ранних стадиях разработки документов, начиная с заявок и технического задания. Ее проведение на следующих этапах разработки продукции ведет к материальным потерям. Своевременно проведенные исследование и анализ технических решений в области метрологического обеспечения разрабатываемой продукции дают возможность выбрать оптимальный вариант решения, вовремя оформить заказы на разработку методов и средств измерений. Проведение метрологической экспертизы направлено:

- на внедрение в производство наиболее современных методов и средств контроля, обеспечивающих заданную точность, снижение трудоемкости и себестоимости контрольно-измерительных операций;
- на соответствие применяемых во всех подразделениях предприятия методов и средств измерений требованиям обеспечения оптимальных режимов технологических процессов и контроля качества продукции.

Метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации осуществляется в соответствии с положениями стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ), Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы технологической подготовки производства (ЕСТПП) и других стандартов, устанавливающих метрологические правила, нормы и положения.

К основным задачам метрологической экспертизы относятся:

- определение оптимальности номенклатуры измеряемых параметров при контроле с целью обеспечения эффективности и достоверности контроля качества и взаимозаменяемости;
- оценка обеспеченности конструкции изделия возможностями контроля необходимых параметров в процессе изготовления, испытания, эксплуатации и ремонта изделий;
- установление соответствия показателей точности измерений требованиям эффективности и достоверности контроля и взаимозаменяемости;
- установление соответствия показателей точности измерений требованиям оптимальных режимов технологических процессов;

- установление полноты и правильности требований к средствам измерений и методикам выполнения измерений;
- оценка правильности выбора средств измерений (в том числе нестандартизованных) и методик выполнения измерений;
- выявление возможности применения унифицированных автоматизированных средств измерений, обеспечивающих получение заданной точности измерений и необходимой производительности;
- оценка обеспечения применяемыми средствами измерений минимальных трудоемкости и себестоимости контрольных операций при заданной точности измерений;
- установление преимущественного применения стандартизованных методик выполнения измерений;
- оценка соответствия производительности средств измерений производительности технологического оборудования;
- определение целесообразности обработки на ЭВМ результатов измерений, наличие стандартных и специальных программ обработки и соответствие их требованиям, предъявляемым к обработке результатов измерений, а также формам представления результатов измерений, контроля и испытаний;
- установление правильности наименований и обозначений физических величин и их единиц;
- установление правильности указаний по организации и проведению измерений для обеспечения безопасности труда.

Метрологической экспертизе могут быть подвергнуты: чертежи деталей, сборочный, габаритный и монтажный чертежи, пояснительная записка, технические условия, программа и методика испытаний, расчет, эксплуатационные и ремонтные документы, спецификация, маршрутная и операционная карты, карта эскизов, технологические инструкции, карты технологического процесса, типового технологического процесса, типовой операции, технологический регламент.

Экспертизе подвергают также и другие документы: методику выполнения измерений, научно-технические отчеты, извещения о изменениях документов, в которых установлена норма точности измерений или содержатся сведения о методах или средствах измерений, карты технического уровня и качества продукции и т. д.

Виды конструкторских и технологических документов, подлежащих экспертизе, зависят от вида изделия и определяются разработчиками документов.

2.5 Анализ состояния измерений

Анализ состояния измерений, испытаний и контроля на предприятии проводится с целью установления соответствия достигнутого уровня метрологического обеспечения определенным требованиям и разработки на этой основе предложений по его улучшению. При разработке документированной процедуры, регламентирующей проведение анализа, целесообразно руководствоваться рекомендацией МИ 2240-98 "ГСИ. Анализ состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии, в организации, объединении. Методика и порядок проведения работ".

Анализ состояния измерений, контроля, испытаний на предприятии производится:

1. добровольно - с периодичностью 1-2 года с целью разработки текущих планов организационно-технических мероприятий по дальнейшему повышению эффективности производства на основе совершенствования МО, в том числе реализации интересов предприятия в поставках и разработках средств измерений, контроля, испытаний, подготовке материалов для осуществления маркетинговой деятельности в области измерений, контроля, испытаний и метрологического обслуживания (поверки, калибровки, ремонта СИ);
2. в обязательном порядке - при аттестации производства, сертификации систем качества, аккредитация испытательных и измерительных лабораторий, по решению вышестоящих органов (например, с целью разработки федеральных и иных целевых программ), по требованию Государственного заказчика (при наличии государственных контрактов на закупки и поставку предприятием продукции для федеральных и государственных нужд).

По решению предприятия могут проводиться целевые работы по анализу измерений, контроля, испытаний в производстве новых видов продукции, при освоении новых технологий, при учете топливно-энергетических и других материальных ресурсов, в области безопасности труда, при испытаниях продукции для целей сертификации, при анализе состояния производства в целом и т.д.

Работы по анализу состояния измерений, контроля и испытаний рекомендуется проводить комиссией, назначаемой руководителем предприятия и возглавляемой главным метрологом предприятия, при необходимости с привлечением экспертов из других организаций, а также представителей основных потребителей продукции. В проведении анализа принимают участие специалисты всех технических служб предприятия.

Для официального удостоверения наличия на предприятии условий, необходимых для выполнения измерений, контроля и испытаний (например, для получения лицензии на вид деятельности и т.п.) анализ состояния измерений, контроля и испытаний проводится

на договорной основе ГНМЦ, органами ГМС или МС федеральных органов исполнительной власти или объединений юридических лиц (службой главного метролога, головными, базовыми организациями МС).

В этих случаях по результатам анализа составляется акт и выдается свидетельство о состоянии МО производства на предприятии (или о состоянии МО закрепленных видов деятельности).

При проведении анализа состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии проводится следующее.

1. Анализ состояния действующей нормативной, проектной, конструкторской, технологической документации, а также при необходимости - анализ контрактов на поставку продукции заказчиком, с точки зрения возможности выполнения предприятием требований к измерениям, контролю и испытаниям характеристик и параметров продукции с целью обеспечения необходимого ее качества в соответствии с инженерно-техническими условиями контракта.

В ходе анализа рассматривается действующая НД на выпускаемую продукцию и методы ее испытаний, а также сырье, материалы, комплектующие изделия, в том числе государственные стандарты и стандарты отрасли, технические условия, стандарты предприятия, а также проектная, конструкторская, технологическая документация, методики пооперационного, входного и приемочного контроля, стандарты Системы безопасности труда и Системы охраны природы с точки зрения правильности отражения в этих документах требований к средствам и методам измерений, испытаний и контроля основных параметров продукции и производственных процессов.

При проведении анализа действующей документации должны быть рассмотрены следующие вопросы:

1. правильность установленных в документации норм точности измерений параметров продукции и производственных процессов, оценка возможности проведения измерений с требуемой в документации точностью, установление соответствия показателей точности измерений (испытаний) требованиям эффективности производства и достоверности контроля, а также требованиям выражения точности измерений и испытаний в соответствии;
2. достоверность нормируемого метода оценки результатов измерений, испытаний и контроля;
3. наличие, уровень унификации и стандартизации МВИ, связанных с обеспечением качества продукции, ее безопасности, системой ее учета и с соблюдением правил безопасности труда;

4. оценка правильности выбора МВИ и их соответствие ГОСТ Р 8.563-96;
5. оценка правильности выбора СИ, стандартных образцов (СО) состава и свойств веществ и материалов, реагентов, испытательного оборудования, обеспечивающих получение заданной точности измерений, выполнение измерений (контроля) с необходимой производительностью и периодичностью, а также применение мер предупредительного характера против неправильной эксплуатации СИ;
6. выявление требований к измерениям, контролю и испытаниям, определяющих потребительские и другие свойства продукции, оценка правильности установления требований к средствам измерений, испытаний и контроля (с учетом научно-технических и технологических требований, предъявляемых заказчиками в контрактах на поставки отдельных видов продукции);
7. соответствие регламентируемых в документации требований к производительности средств и методик измерений производительности технологического оборудования;
8. установление достоверности и правильности применения данных о физических константах и свойствах веществ и материалов.

В результате такого анализа документации выявляется взаимосвязь требований к точности контроля основных параметров с качеством выпускаемой продукции, системой учета материальных ресурсов и устанавливается, какие дополнительные требования должны быть включены в документацию или в каком направлении должны быть повышены предъявляемые требования в целях обеспечения достоверного контроля параметров, улучшения качества выпускаемой продукции и условий труда.

2. Анализ состояния оснащения производственных (технологических) процессов.

Выявляется оснащенность всех стадий производства отдельных видов продукции *СИ и МВИ*, соответствующими по диапазонам и точности измерения контролируемых параметров установленным требованиям к допускаемым отклонениям номинальных значений измеряемых параметров (в отдельных точках процесса) и нормам точности измерений этого параметра.

Составляется ведомость параметров качества деталей, сборочных единиц, изделий в целом (или параметров технологических процессов и готовой продукции) по отдельным производственным участкам (точкам технологического процесса), параметров опасных и вредных производственных факторов, не обеспеченных необходимым контролем (измерениями) с выявлением причин и последствий отсутствия необходимых средств и методов измерений.

В подготовке материалов следует учитывать обратную связь с потребителем - претензии к качеству продукции, если это качество неудовлетворительно из-за недостатков в МО производства.

При анализе состояния оснащения производственных процессов СИ, отвечающими требованиям к точности контроля параметров процессов и продукции, в ряде случаев рекомендуется оценить не только соответствие фактической точности измерений требованиям действующей документации, но и обоснованность установленных в документации норм и их соответствие требованиям обеспечения эффективности производства (оптимизации технологических режимов, повышению производительности, сокращению расходных коэффициентов, снижению затрат на выполнение измерений и т.д.).

Анализируется обеспеченность испытаний выпускаемой продукции необходимым испытательным оборудованием, предусмотренным в нормативной, конструкторской, технологической документации, контрактах с заказчиком.

В тех случаях, когда применяемые средства испытаний по каким-либо параметрам (диапазону воспроизводимых режимов и условий испытаний, точности, производительности, уровню автоматизации), не отвечают требованиям НД, то в ведомости указывается наименование и тип испытательного оборудования, отвечающего требованиям НД, и необходимого предприятию.

Анализируется обеспеченность контролем (измерениями) содержания вредных веществ в выбросах в атмосферу, в стоках и в почве в целях охраны окружающей среды.

Анализ проводится по всем цехам, технологическим установкам, оборудованию, являющимся источником загрязнения окружающей среды. При этом анализируется соответствие фактического состояния измерений содержания вредных веществ в выбросах в атмосферу, в стоки и в почву по номенклатуре контролируемых веществ, диапазонам измеряемого содержания, точности измерений и периодичности контроля требованиям, установленным в проектной, технологической или нормативной документации, В результате такого анализа выявляется перечень методик и средств измерений, подлежащих доработке или разработке вновь в целях обеспечения требуемой чувствительности, точности и производительности измерений, выполняемых на предприятии в целях контроля экологической чистоты применяемых технологий.

В результате анализа состояния оснащения производственных (технологических) процессов определяются:

1. потребность предприятия в выпускаемых СИ;

2. предложения предприятия по разработке новых средств измерений, испытаний и контроля, соответствующих по точности и исполнению требованиям производства;
3. потребность предприятия в импортных средствах измерений, контроля и испытаний.

Подготовка предложений по дооснащению предприятия необходимыми средствами измерений, контроля и испытаний, в том числе предлагаемыми к разработке вновь, производится, как правило, МС предприятия на основе обобщения предложений.

При подготовке предложений особое внимание должно быть уделено технико-экономическому обоснованию капитальных затрат на дооснащение предприятия.

3. Анализ деятельности МС предприятия.

При проведении анализа деятельности МС предприятия устанавливается:

1. наличие утвержденного положения о МС предприятия, разработанного в соответствии с Типовым положением ПР 50-732-93;
2. укомплектованность МС квалифицированными кадрами, в т.ч. специалистами, аттестованными в качестве экспертов, участвующих в проведении аттестации МВИ; наличие плана повышения квалификации кадров МС;
3. наличие актуализированного фонда нормативных документов по обеспечению единства измерений;
4. наличие лицензии на изготовление и ремонт СИ для сторонних организаций в соответствии с требованиями ПР 50.2.005-94;
5. соблюдение установленных действующим законодательством правил поверки и калибровки СИ, в том числе эталонов, применяемых для целей поверки и калибровки в соответствии с требованиями ПР 50.2.006-99 и ПР 50.2.016-94;
6. степень участия специалистов МС в обеспечении качества конкретных видов продукции (в повышении эффективности контрольных операций, внедрении нового поколения средств измерений, контроля, испытаний, в рассмотрении рекламаций и других документов по возмещению убытков при возникновении претензий заказчика (потребителя) к качеству и оценке количества продукции, вызванных недостаточной точностью средств измерений, контроля и испытаний и (или) некорректной обработкой результатов и т.д.);
7. состояние основных форм метрологического контроля за СИ на предприятии, наличие учета СИ, наличие утвержденных поверочных схем, наличие и соблюдение графиков поверки (калибровки) находящихся в обращении СИ, наличие информации о применяемых МВИ, об эталонах и других средствах, применяемых для поверки или калибровки СИ;

8. наличие информации об отказах средств измерений, контроля, испытаний в процессе эксплуатации, о состоянии и условиях их хранения, об эффективности использования;
9. эффективность взаимодействия МС по вопросам МО производства с другими техническими службами предприятия: осуществляется ли контроль соблюдения всеми службами правил законодательной метрологии и локальных актов по вопросам метрологии, ведется ли анализ причин нарушений правил законодательной метрологии;
10. формы взаимодействия и сотрудничества МС предприятия с органами ГМС.

Проведение анализа состояния средств измерений, контроля и испытаний, применяемых на предприятии.

Представляются сведения о СИ (по видам и областям измерений и общему количеству на предприятии), обеспеченных поверкой, калибровкой и ремонтом с указанием организаций, осуществляющих эти работы.

Выявляется номенклатура СИ, не обеспеченных поверкой и калибровкой, и потребность предприятия в эталонах, другом поверочном оборудовании, стандартных образцах состава и свойств веществ и материалов, НД, а также специальных помещениях для ведения метрологических работ, соответствующих по площади, состоянию и условиям (температуре, влажности, освещенности, виброизоляции, снабжению водой, теплом и т.д.), санитарным нормам, требованиям выполнения измерений, поверки и калибровки.

На основе результатов анализа обеспеченности поверкой и калибровкой применяемых на предприятии средств измерений метрологической службой определяются:

1. потребность предприятия в эталонах, стандартных образцах состава и свойств веществ и материалов;
2. потребность в разработке новых средств поверки и калибровки более высокой точности и производительности в новых типов стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов, необходимых для обеспечения калибровкой СИ, находящихся в обращении на предприятии.

Выявляется номенклатура применяемых на предприятии СИ, не обеспеченных ремонтом, составляется их перечень и разрабатываются предложения по организации ремонта.

1. Представляются сведения о состоянии испытательного оборудования, применяемого на предприятии.
2. Выявляются претензии предприятия к качеству изготовления и техническим характеристикам средств измерений, контроля и испытаний, применяемых на данном предприятии, и рассматриваются предложения по устранению этих недостатков.
3. Составляются предложения по пересмотру отдельных пунктов НД на средства измерений, методики их поверки и калибровки в целях уточнения или повышения требований к выполнению измерений, снижения трудоемкости поверочных работ, либо в целях уточнения правил по использованию и ремонту СИ и т.д.

В тех случаях, когда в сопроводительной НД на СИ отсутствуют методики проведения поверки (калибровки) средств измерений в условиях эксплуатации, предприятием должны быть сформулированы предложения изготовителю по разработке или дополнению сопроводительной НД.

Проводится анализ всех применяемых на предприятии методик выполнения измерений, испытаний и контроля с целью установления соответствия нормируемых в НД на методики номенклатуры и значений показателей точности измерений требованиям к точности, эффективности и достоверности измерительного контроля или погрешности результатов испытаний, установленным в конструкторской и технологической документации.

При этом устанавливается:

1. наличие документов, регламентирующих МВИ в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96;
2. соответствие применяемых СИ, в т.ч. эталонов и средств вычислительной техники, условий измерений, порядка подготовки и выполнения измерений, обработки и оформления результатов измерений, указанным в документе, регламентирующем МВИ;
3. соблюдение требований контроля точности измерений по МВИ, если такая процедура регламентирована;
4. соответствие квалификации операторов, выполняющих измерения, регламентированной в документе МВИ;
5. соблюдение требований по обеспечению безопасности труда и экологической безопасности при выполнении измерений.

В результате анализа могут быть подготовлены предложения по совершенствованию действующих методик (планы и графики их пересмотра или отмены в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96) и введению системы контроля правильности

выполняемых измерений в целях повышения их точности и достоверности (например, по обеспечению предприятия стандартными образцами, необходимыми для аттестации методик и периодического контроля правильности выполняемых измерений, или по замене типа средств измерений, используемых для реализации методики и т.д.) В планы целесообразно также включать подготовку специалистов предприятия для проведения работ по метрологической экспертизе и аттестации.

На основе обобщения материалов анализа состояния измерений, контроля и испытаний на предприятии (в организации) должны быть подготовлены предложения по улучшению метрологического обеспечения производства и меры по их реализации.

Если анализ состояния измерений проводился на предприятии с целью официального удостоверения соответствия достигнутого на предприятии уровня МО современным требованиям производства и нормативных документов по обеспечению единства измерений, то организацией его проводившей, по результатам анализа составляется акт и оформляется соответствующее свидетельство.

В результате обобщения материалов анализа состояния измерений, контроля и испытаний на ряде предприятий, выпускающих однородную продукцию, могут быть получены данные, характеризующие состояние МО отрасли, на основе которых может быть разработана программа МО производства данного вида продукции (или отрасли) или подготовлены мероприятия по МО, предлагаемые к включению в федеральные целевые или иные программы.

По результатам анализа состояния измерений, контроля и испытаний на предприятиях (в организациях) региона могут разрабатываться региональные программы МО.

2.6 Метрологическое обеспечение испытаний продукции

Метрологическое обеспечение испытаний продукции осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 51672-2000 «Метрологическое обеспечение испытаний продукции для целей подтверждения соответствия. Основные положения.

Метрологическое обеспечение испытаний - это установление и применение научных и организационных основ, технических средств, метрологических правил, необходимых для получения *достоверной измерительной информации* о значениях показателей качества и безопасности продукции и услуг.

Цели и задачи метрологического обеспечения испытаний:

- создание необходимых условий для получения достоверной измерительной информации при испытаниях;
- разработка методик испытания, обеспечивающих получение результатов с погрешностью и воспроизводимостью, не выходящих за пределы установленных норм;
- разработка программ испытаний и проведение метрологической экспертизы программ и методик испытания;
- обеспечение поверки СИ, используемых в сферах ГМКН и применяемых для контроля параметров испытуемой продукции;
- обеспечение аттестации испытательного оборудования в соответствии с установленными требованиями (по ГОСТ Р 8.568);
- обеспечение калибровки СИ, не подлежащих ГМКН;
- подготовка персонала испытательных подразделений к выполнению измерений и испытаний, техническому обслуживанию оборудования.

Основные требования к метрологическому обеспечению испытаний. На предприятиях, где проводят испытания для целей обязательной сертификации (декларирования соответствия), должна быть создана метрологическая служба или иная организационная структура по ОЕИ. Типы СИ, применяемые для проведения испытаний, должны быть утверждены Росстандартом России. Экземпляры СИ, используемые при проведении испытаний, в частности при контроле характеристик испытуемой продукции, контроле параметров опасных и вредных производственных процессов, состояния окружающей среды, должны быть поверены. Экземпляры СИ, используемые для целей добровольной сертификации (в сферах, на которые не распространяется ГМКН), сертифицируют и калибруют. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов, используемые при проведении испытаний для целей обязательной сертификации, должны быть утвержденных типов.

Результаты испытаний фиксируют в протоколе, в котором в числе прочих сведений должны быть указаны:

- наименование объектов испытания;
- наименование и обозначение документов, регламентирующих методику испытаний;
- характеристики условий испытаний и внешних воздействующих факторов;
- результаты испытаний (с указанием характеристики погрешности);
- наименования, типы или основные характеристики эталонов и СИ, использованных при испытаниях;
- реквизиты испытательного подразделения.

Список использованной литературы

1. Лифиц И. М. Стандартизация, метрология и сертификация: учебник. – М.: Юрайт-издат., 2006. – 350 с.
2. Медовикова Н. Я., Рейх Н. Н. Погрешности измерений и оценивание их характеристик: конспект лекций. – М.: ВИСМ, 1991. – 79 с.
3. Рейх Н. Н., Тупиченков А. А. Цейтлин В. Г. Метрологическое обеспечение производства: учебное пособие для ВИСМ / под ред. Л. К. Исаева. – М.: Изд-во стандартов, 1987 с.: ил.
4. Сергеев А. Г. Метрология: учебник для вузов. – М.: Логос, 2005. – 272 с.
5. Сергеев А. Г., Латышев М. В., Терегеря В. В. Метрология. Стандартизация. Сертификация: учебное пособие для вузов. – М.: Логос, 2005. – 559 с.
6. ГОСТ 8.417–2002. ГСИ. Единицы величин.
7. ГОСТ 8.057–80. ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения.
8. ГОСТ 8.061–80. ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение.
9. МИ 1317–04. ГСИ. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представлений. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров.
10. ГОСТ 8.009–84. ГСИ. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
11. МИ 2083–90. ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.
12. ГОСТ 8.207–76. ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения.
13. Р 50.2.038–04. ГСИ, Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.
14. ГОСТ 8.401–80. ГСИ. Классы точности средств измерений. Общие требования.
15. ГОСТ 8.395–80. ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования.
16. ГОСТ 8.000–2000. ГСИ. Государственная система обеспечения единства измерений. Общие положения.

17. ПР 50.2.009–94. ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждение средств измерений.

18. ПР 50.2.006–94. ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения.