МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования**

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

«**Производство строительных материалов, изделий и конструкций»**

КАФЕДРА ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

РЕФЕРАТ

ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Сведения об исполнителе

Сафонова Е.В.

СТ V-2

очное отделение

Сведения о научном руководителе

Слесарев М. Ю

доктор технических наук

профессор

г. Москва 2010 г.

# СОДЕРЖАНИЕ

Список принятых сокращений

Введение

1. Общая характеристика объектов измерений

2. Понятие видов и методов измерений

3. Классификация и общая характеристика средств измерений

4. Метрологические свойства и метрологические характеристики средств измерений

5. Основы теории и методики измерений

Заключение

Список использованных источников и литературы

# СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ФВ - физические величины

SI (Systeme Internationai d Unites)

ИСО – Международная комиссия по стандартизации

СИ – средство измерений

СО – свойства веществ

ИП – преобразователи

АП – аналоговые преобразователи

ЦАП – цифроаналоговые преобразователи

АЦП – аналого – цифровые преобразователи

МВИ – методика выполнения измерений

ТР – технический регламент

# метрология измерение объект

# ВВЕДЕНИЕ

Целью данного реферата является рассмотрение основы технических измерений.

Достижение обозначенной цели предполагает решение следующего комплекса задач:

* Общая характеристика объектов измерений
* Понятие видов и методов измерений
* Классификация и общая характеристика средств измерений
* Метрологические свойства и метрологические характеристики средств измерений
* Основы теории и методики измерений;

Предметами исследования является:

* Общая характеристика объектов измерений
* Понятие видов и методов измерений
* Классификация и общая характеристика средств измерений
* Метрологические свойства и метрологические характеристики средств измерений
* Основы теории и методики измерений;

Объектом являются физические величины, методы и средства, виды измерений, методика выполнения измерений.

Для осуществления поставленной задачи были использованы следующие общенаучные методы исследования: сравнение, анализ, синтез, системный и функциональный подходы.

Обоснование структуры реферата

Реферат состоит из следующих пунктов:

Содержание

Список принятых сокращений

Введение

Общая характеристика объектов измерений

Понятие видов и методов измерений

Классификация и общая характеристика средств измерений

Метрологические свойства и метрологические характеристики средств измерений

Основы теории и методики измерений;

Заключение

Список использованных источников и литературы

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТОВ ИЗМЕРЕНИЯ

Основным объектом измерения в метрологии являются физические величины (ФВ). ФВ применяются для описания материальных систем и объектов (явлений, процессов и т.п.), изучаемых в любых науках (физике, химии и др.)

Совокупность ФВ, образованная в соответствии с принятыми принципами (когда одни величины принимаются за независимые, а другие являются их функциями), называется системой физических величин.

Развитие промышленного производства вызвало необходимость унификации размеров ФВ, создание системы единиц. Первой системой единиц ФВ была метрическая система. Вначале она была введена во Франции (1840), затем в других странах (Великобритании, США, России и пр.). Наряду с метрической системой в этих и других странах применялись и применяются в настоящее время и национальные системы [1, c. 160].

В Российской Федерации применяются в настоящее время единицы величин Международной системы единиц, обозначаемой сокращенно SI (начальные буквы французского наименования «Systeme International d' Unites»). На территории нашей страны SI действует с 1 января 1982 г. в соответствии с ГОСТ 8.417 «ГСИ. Единицы физических величин». В качестве основных единиц приняты:

* метр,
* килограмм,
* секунда,
* ампер,
* кельвин,
* моль и кандела.

Единицы ФВ делятся на системные и внесистемные. Системная единица — единица ФВ, входящая в одну из принятых систем. Внесистемная единица — единица ФВ, не входящая ни в одну из принятых систем.

Внесистемные единицы по отношению к единицам SI разделяют на четыре вида:

* допускаемые наравне с единицами SI (например, тон на, градус, минута, секунда, литр);
* допускаемые к применению в специальных областях (например, световой год — единица длины в астрономии; диоптрия — единица оптической силы в оптике и т.д.);
* временно допускаемые к применению наравне с единицами SI (например, карат — единица массы в ювелирно деле). Эти единицы должны изыматься из употребления соответствии с международными соглашениями;
* изъятые из употребления (например, миллиметр ртутного столба — единица давления; лошадиная сила — едница мощности и некоторые другие).

Измеряемые величины имеют качественную и количественную характеристики.

Формализованным отражением качественного различия измеряемых величин является их размерность. Согласно международному стандарту ИСО размерность обозначается символом dim . Размерность основных величин —длины, массы и времени - обозначается соответствующими заглавными буквами:

dim l =L; dim m = М; dim t=T

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

dim X = La \*Мb\* Тc  (1)

где L, М, Т — размерности соответствующих основных физических величин; а,b,c — показатели размерности (показатели степени, в которую возведены размерности основных величин).

Каждый показатель размерности может быть положительным или отрицательным, целым или дробным, нулем, ели 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 и напряжений).

Количественной характеристикой измеряемой величины служит ее размер. Получение информации о размере физической или нефизической величины является содержанием любого измерения.

Простейший способ получения информации, который дозволяет 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 12-балльной 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 — семь, то это не означает, что первый тверже второго в 1,4 раза. Определение твердости путем вдавливания алмазной пирамиды (метод Хрущева) показывает, что твердость алмаза — 10 060, а кварца — 1120, т.е. в девять 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, насколько 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 ре перной точкой служит температура таяния льда. По шкале Цельсия интервал между этими реперами равен 273,16оСПо шкале отношений можно определить не только, насколько 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 м = 100 см = 1000 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], (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 Q1=10 см при X1 = 10 и Q1= 1 см; Q2 =100 мм при X, - 100 и Q2= Q1 так как 10 см = 100 мм. Применение различных единиц (1 см и 1 мм) не привело к изменению числового значения результата измерений.

1. ПОНЯТИЕ ВИДОВ И МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Цель измерения — получение значения этой величины в форме, наиболее удобной для пользования. С помощью измерительного прибора сравнивают размер величины, информация о котором преобразуется в перемещение указателя, с единицей, хранимой шкалой этого прибора.

Измерения могут быть классифицированы :

1) по числу измерений в ряду измерений — однократные, многократные (при четырех измерениях и более) ;

2) характеру изменения получаемой информации — статические (измерение неизменной во времени физической величины, например измерение длины детали при нормальной температуре или измерение размеров земельного участка), динамические (измерение изменяющейся по размеру физической величины, например измерение переменного напряжения электрического тока, измерение расстояния до уровня земли со снижающегося самолета), статистические (измерения величины, значение которой может рассматриваться непостоянным в течение времени ] измерения, например шумовые сигналы);

3) способу получения результатов измерений — абсолютные (измерение, основанное на прямых измерениях величин и (или) использовании значений физических констант, например измерение силы F основано на измерении основной величины массы m и использовании физическом постоянной — ускорения свободного падения g и относительные (измерение отношения величины к одноименной величине, выполняющей роль единицы);

4) способу получения информации (по виду) — прямые (измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно от СИ, например измерение массы на весах, длины детали микрометром), косвенные ( измерение, при котором искомое значение величины определяют на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной, например определение твердости (НВ) металлов путем вдавливания стального шарика определенного диаметра (D) с определенной нагрузкой (Р) и получения при этом определенной глубины отпечатка (h : НВ = P/(πD х h));

5) способу комбинирования измеряемых величин — совокупные (искомое значение определяют решением системы уравнений по результатам измерений нескольких однородных величин (например, значение массы отдельных гирь набора определяют по известному значению массы одной из гирь и результатам измерений массы различных сочетаний гирь)), совместные (проводимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними (например, коэффициент загрузки склада определяется путем измерения массы товаров и занимаемой ими полезной складской площади));

1. по характеристике точности — равноточные (ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности СИ и в одних и тех же условиях), неравноточные (ряд измерений, выполненных несколько различными по Точности СИ и (или) в несколько разных условиях).

Метод измерений — прием или совокупность приемов сравнения измеряемой величины с ее единицей в соответствии с реализованным принципом измерений.

Методы измерений классифицируют по нескольким признакам:

По общим приемам получения результатов измерений различают:

1) прямой метод измерений;

2) косвенный метод измерений.

Первый реализуется при прямом измерении, второй — при косвенном измерении (такие измерения описаны выше) [1, c. 164-165].

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 объектом измерения (измерение расстояния до объекта радиолокатором, измерение температуры в доменной печи пирометром).

Исходя из способа сравнения измеряемой величины с ее единицей различают методы непосредственной оценки и сравнения с мерой (таблица 1)

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метод | Сущность | Примеры применения |
| 1.Непосрдственной оценки | Значение величины определяется по отсчетному устройству | Измерение давления пружинным манометром, массы-на весах, силы электрического тока-амперметром |
| 2.Сравнение с мерой | Сравнение измеряемой величины с воспроизводимой мерой | Измерение массы на рычажных весах с уравновешиванием гирей |
| 2.1.Нулевой | Результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля | Измерение электрического сопротивления электрическим мостом |
| 2.2.Дифференциальный | Измерение разницы измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой | Измерения, выполняемые при проверке мер длины сравнением с образцовой мерой на компараторе.(компаратор-средство сравнения, предназначенное для сличения мер однородных величин) |
| 2.3.Замещения | Действие измеряемой величины замещается образцовой | Взвешивание с поочередным помещением измеряемой массы и гирь на одну и ту же чашу весов (метод Борда) |
| 2.4.Совпадений | При измерении разности сравниваемых величин используется совпадение отметок шкал или периодических сигналов | Измерение длины-штангенциркулем, частоты вращения-стробоскопом |
| 2.5.Противопоставления | Измеряемая величина и величина, воспроизводимая мерой, одновременно воздействуют на прибор сравнения | Измерение массы на равноплечих весах с помещением измеряемой массы и уровновешиванием ее гирь на двух чашках весов |

1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Средством измерений (СИ) называют техническое средство (или их комплекс), используемое при измерениях и имеющее нормированные метрологические характеристики . В отличие от таких технических средств, как индикаторы, предназначенных для обнаружения физических свойств (компас, лакмусовая бумага, осветительная электрическая лампочка), СИ позволяют не только обнаружить физическую величину, но и измерить ее, т.е. сопоставить неизвестный размер с известным. Если физическая величина известного размера есть в наличии, то она непосредственно используется для сравнения (измерение плоского угла транспортиром, массы — с помощью весов с гирями). Если же физической величины известного размера в наличии нет, то сравнивается реакция (отклик) прибора на воздействие измеряемой величины с проявившейся ранее реакцией на воздействие той же величины, но известного размера (измерение силы тока амперметром). Для облегчения сравнения еще на стадии изготовления прибора отклик на известное воздействие фиксируют на кале отсчетного устройства, после чего наносят на шкалу деления в кратном и дольном отношении. Описанная процедура называется градуировкой шкалы. При измерении она позволяет по положению указателя получать результат сравнением непосредственно по шкале отношений. Итак, СИ (за исключением некоторых мер — гирь, линеек) в простейшем случае производят две операции: обнаружение физической величины; сравнение неизвестного размера с известным или сравнение откликов на воздействие известного и неизвестного размеров.

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

СИ можно классифицировать по двум признакам:

* конструктивное исполнение;
* метрологическое назначение.

По конструктивному исполнению СИ подразделяют:

1. на меры,
2. измерительные преобразователи;
3. измерительные приборы,
4. измерительные установки,
5. измерительные системы,
6. технические системы и устройства с измерительными функциями.

Меры величины — СИ, предназначенные для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров. Различают меры: однозначные (гиря 1 кг, калибр, конденсатор постоянной емкости); многозначные (масштабная линейка, конденсатор переменной емкости); наборы мер (набор гирь, набор калибров). Набор мер, конструктивно объединенных в единое устройство, в котором имеются приспособления для их соединения в различных комбинациях, называется магазином мер. Примером такого набора может быть магазин электрических сопротивлений, магазин индуктивностей. Сравнение с мерой выполняют с помощью специальных технических средств — компараторов (рычажные весы, измерительный мост и т.д.).

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

СО состава вещества (материала) — стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих содержание определенных компонентов в веществе (материале).

СО свойств веществ (материалов) — стандартный обраец с установленными значениями величин, характеризующих физические, химические, биологические и другие свойства.

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

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

В практике метрологическими службами используются СО разной категории для выполнения различных задач.

Измерительные преобразователи (ИП) — СИ, служащие для преобразования измеряемой величины в другую величину или сигнал измерительной информации, удобный для обработки, хранения, дальнейших преобразований.

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

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

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

Измерительный прибор — СИ, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины установленном диапазоне. Прибор, как правило, содержит устройство для преобразования измеряемой величины и ее индикации в форме, наиболее доступной для восприятии. Во многих случаях устройство для индикации имеет шкалу) со стрелкой или другим устройством, диаграмму с пером или цифроуказатель, с помощью которых может быть произведен отсчет или регистрация значений физический величины. В случае сопряжения прибора с мини-ЭВМ отсчет может производиться с помощью дисплея.

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

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

Измерительная система — совокупность функционально объединенных элементов — мер, измерительных приборов, Измерительных преобразователей, ЭВМ и других технических средств, размещенных в разных точках контролируемого пространства с целью измерений одной или нескольких физических величин, свойственных этому пространству. Примером может служить радионавигационная система Для определения местоположения судов, состоящая из ряда измерительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительном расстоянии друг от друга.

Технические системы и устройства с измерительными функциями — технические системы и устройства, которые наряду с основными выполняют и измерительные функции. Они имеют один или несколько измерительных каналов.

Примерами таких систем являются игровые автоматы, диагностическое оборудование.

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

Рабочие СИ (РСИ) предназначены для проведения технических измерений. По условиям применения они могут быть: 1) лабораторными, используемыми при научных исследованиях, проектировании технических устройств, медицинских измерениях; 2) производственными, используемыми для контроля характеристик технологических процессов, контроля качества готовой продукции, контроля отпуска товаров; 3) полевыми, используемыми непосредственно при эксплуатации таких технических устройств как самолеты, автомобили, речные и морские суда и др.

К каждому виду РСИ предъявляются специфические бования:

* к лабораторным — повышенная точность и чувствительность;
* к производственным — повышенная стойкость к ударно-вибрационным нагрузкам, высоким и низким температурам;
* к полевым — повышенная стабильность в углов резкого перепада температур, высокой влажности.

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

Передача размера осуществляется в процессе поверки СИ. Целью поверки является установление пригодности СИ к применению.

Соподчинение СИ, участвующих в передаче размера единицы от эталона к РСИ, устанавливается в поверочных схемах СИ .

Эталонная база в дальнейшем будет развиваться в количественном и главным образом в качественном отношении. Перспективно создание многофункциональных эталонов, т.е. эталонов, воспроизводящих на единой конструктивной и метрологической основе не одну, а несколько единиц физических величин или одну единицу, но в широком диапазоне измерений. Так, метрологические институты страны создают единый эталон времени, частоты и длины, который позволит, кстати, уменьшить погрешность воспроизведения единицы длины до 1 • 10-11

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

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

Многообразие СИ обусловливает необходимость применения специальных мер по обеспечению единства измерений.

1. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАТЕРИСТИКИ СРЕДСВ ИЗМЕРЕНИЙ

Метрологические свойства СИ — это свойства, влияющие на результат измерений и его погрешность. Показатели метрологических свойств являются их количественной характеристикой и называются метрологическими характеристиками.

Метрологические характеристики, устанавливаемые нормативным документом, называют нормируемыми метрологическими характеристиками.

Все метрологические свойства СИ можно разделить на две группы:

1) свойства, определяющие область применения СИ;

2) свойства, определяющие точность (правильность и прецизионность) результатов измерения.

К основным метрологическим характеристикам, определяющим свойства первой группы, относятся диапазон измерений и порог чувствительности.

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

Порог чувствительности — наименьшее изменение измеряемой величины, которое вызывает заметное изменение выходного сигнала. Например, если порог чувствительности весов равен 10 мг, то это означает, что заметное перемещение стрелки весов достигается при таком малом изменении массы, как 10 мг.

К метрологическим свойствам второй группы относя два главных свойства точности: правильность и прецизиность результатов.

К метрологическим характеристикам, определяю точность относятся погрешности СИ.

Погрешность средства измерений - это разность между показаниями СИ и действительным значением измеряемой величины. Поскольку истинное значение физической величины неизвестно, то на практике пользуются ее действительным значением. Для рабочего СИ за действительное значение принимают показания рабочего эталона низшего разряда (допустим, 4-го), для эталона 4-го разряда, в свою очередь, — значение величины, полученное с помощью рабочего эталона 3-го разряда. Таким образом, за базу для сравнения принимают значение СИ, которое является в поверочной схеме вышестоящим по отношению к подчиненному СИ, подлежащему поверке:

∆Хп = Хп - Х0 (3)

где ∆Хп — погрешность поверяемого СИ; Хп — значение той же самой величины, найденное с помощью поверяемого СИ; Х0 — значение СИ, принятое за базу для сравнения, т.е. действительное значение.

Погрешности СИ могут быть классифицированы по ряду признаков, в частности:

* по способу выражения — абсолютные, относительные;
* по характеру проявления — систематические, случайные;
* по отношению к условиям применения — основные, дополнительные.

Наибольшее распространение получили метрологические свойства, связанные с первой группировкой — с абсолютными и относительными погрешностями. Определяемая по формуле (3) ∆Хп является абсолютной погрешностью. Однако в большей степени точность СИ характеризует относительная погрешность (δ), т.е. выраженное в процентах отношение абсолютной погрешности к действительному значению величины, измеряемой или воспроизводимой данным СИ:

δ =100\*∆Хп/Хо

Точность может быть выражена обратной величиной относительной погрешности — 1/ δ. Если погрешность δ = 0,1%, или 0,001=10-3, то точность равна 103.

В стандартах нормируют характеристики, связанные с другими погрешностями.

Систематическая погрешность — составляющая погрешности результата измерения, остающаяся постоянной (или же закономерно изменяющейся) при повторных измерениях одной и той же величины. Ее примером может быть погрешность градуировки, в частности погрешность показаний прибора с круговой шкалой и стрелкой, если ось последней смещена на некоторую величину относительно центра шкалы. Если эта погрешность известна, то ее исключают из результатов разными способами, в частности введением поправок. При химическом анализе систематическая погрешность проявляется в случаях, когда метод измерений не позволяет полностью выделить элемент или когда наличие одного элемента мешает определению другого.

При нормировании систематической составляющей погрешности СИ устанавливают пределы допускаемой систематической погрешности СИ конкретного типа — D.

Величина систематической погрешности определяет такое метрологическое свойство, как правильность измерений СИ, — это первая составляющая точности.

Случайная погрешность — составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом (по знаку и значению) в серии повторных измерений одного и того же размера величины с одинаковой тщательностью. В появлении этого вида погрешности не наблюдается и какой-либо закономерности. Они неизбежны и неустранимы, всегда присутствуют в результатах измерения. При многократном и достаточно точном измерении они порождают рассеяние результатов.

Характеристиками рассеяния являются средняя арифметическая погрешность, средняя квадратическая погрешность, размах результатов измерений. Поскольку рассеяние носит вероятностный характер, то при указании на значения случайной погрешности задают вероятность.

Величина случайной погрешности определяет вторую составляющую точности – прецизионность.

Оценка погрешности измерений СИ, используемых для определения показателей качества товаров, определяется спецификой применения последних. Например, погрешность измерения цветового тона керамических плиток для внутренней отделки жилища должна быть по крайней мере на порядок ниже, чем погрешность измерения аналогичного показателя серийно выпускаемых картин, сделанных цветной фотопечатью. Дело в том, что разнотонность двух наклеенных рядом на стену кафельных плиток будет бросаться в глаза, тогда как разнотонность отдельных экземпляров одной картины заметно не проявится, так как они используются разрозненно.

Номенклатура нормируемых метрологических характеристик СИ определяется назначением, условиями эксплуатации многими другими факторами. У СИ, применяемых высокоточных измерений, нормируется до десятка и болee метрологических характеристик в стандартах технических требований (технических условий) и ТУ. Нормы на ровные метрологические характеристики приводятся в эксплуатационной документации на СИ. Учет всех нормируемых характеристик необходим при измерениях высокой точности и в метрологической практике. В повседневной производственной практике широко пользуются обобщенной характеристикой — классом точности.

Класс точности СИ — обобщенная характеристика, выражаемая пределами допускаемых (основной и дополнительной) погрешностей, а также другими характеристиками влияющими на точность. Классы точности конкретного типа СИ устанавливают в НД. При этом для каждого класса точности устанавливают конкретные требования к метрологическим характеристикам, в совокупности отражающим уровень точности СИ данного класса.

Класс точности позволяет судить о том, в каких пределах находится погрешность измерений этого класса.

1. ОСНОВЫ ТЕОРИИ И МЕТОДИКИ ИЗМЕРЕНИЙ

Основной постулат метрологии. Выше, при рассмотрении количественной характеристики измеряемых величин, упомянуто уравнение измерения, в котором отражена процедура сравнения неизвестного размера Q с известным [Q]:Q/[Q] = X В качестве единицы измерения [Q] при измерении величин выступает соответствующая единица Международной системы единиц. Информация о ней заложена либо в градуированной характеристике СИ, либо в разметке шкалы отсчетного устройства, либо в значении вещественной меры. Указанное уравнение является математической моделью измерения по шкале отношений.

Теоретически отношение двух размеров должно быть вполне определенным, неслучайным числом. Но практически меры сравниваются в условиях множества случайных и неслучайных обстоятельств, точный учет которых невозможен. Поэтому при многократном измерении одной и той же величины постоянного размера результат, называемый отсчетом по шкале отношений, получается все время разным. Это положение, установленное практикой, формулируется в виде аксиомы, являющейся основным постулатом метрологии: отсчет является случайным числом.

Факторы, влияющие на результат измерения (влияющие факторы). При подготовке и проведении высокоточных измерений в метрологической практике учитывают влияние объекта измерения, субъекта (эксперта или экспериментатора), метода измерения, средства измерения, условий измерения.

Объект измерения должен быть всесторонне изучен. Так, при измерении плотности вещества должно быть гарантировано отсутствие инородных включений, при измерении диметра вала нужно быть уверенным в том, что он круглый. В зависимости от характера объекта и цели измерения учитывают (или отвергают) необходимость корректировки измерений. Например, при измерении площадей сельскохозяйственных угодий пренебрегают кривизной земли, что нельзя делать при измерении поверхности океанов. При измерении периода обращения Земли вокруг Солнца можно заранее пренебречь его неравномерностью, а можно, наоборот, сделать ее объектом исследования.

Субъект, т.е. оператор, привносит в результат измерения элемент субъективизма, который по возможности должен быть сведен к минимуму. Он зависит от квалификации оператора, санитарно-гигиенических условий труда, его психофизиологического состояния, учета эргономических требований при взаимодействии оператора с СИ. Санитарно-гигиенические условия включают такие факторы, как освещение, уровень шума, чистота воздуха, микроклимат.

Как известно, освещение может быть естественным и искусственным. Наиболее благоприятным является естественное освещение, производительность труда при котором на 10% выше, чем при искусственном. Дневной свет должен быть рассеянным, без бликов. Искусственное освещение помещений должно быть люминесцентным, рассеянным.

Люди с нормальным зрением способны различать мелкие предметы лишь при освещенности не менее 50—70 лк. Максимальная острота зрения наступает при освещенности 600—1000 лк. В оптимальных условиях продолжительность ясного видения (с хорошей остротой) при непрерывной работе составляет 3 ч. Уровень шума в лабораториях не должен превышать 40 — 45 дБ.

Важное значение имеют собранность, настроение, режим труда эксперта. Наибольшая работоспособность отмечается в утренние и дневные часы — с 8 до 12 и с 14 до 17. В период с12до14ч и в вечерние часы работоспособность, как правило, снижается, а в ночную смену она минимальна.

Измерительные приборы размещают в поле зрения оператора в зоне, ограниченной углами ±30° от оси в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Отсчетные устройства должны располагаться перпендикулярно линии зрения оператора. Оптимальное расстояние от шкалы до глаз оператора определяется высотой знака, подлежащего считыванию. По контрастности отметки шкал должны на порядок отличаться от фона.

По данным профессора М. Ф. Маликова, в зависимости от индивидуальных особенностей операторов, связанных с их реакцией, измерительными навыками и т.п., неточность глазомерного отсчета по шкалам измерительных приборов достигает ±0,1 деления шкалы.

Метод измерений — логическая последовательность операций, описанная в общем виде и используемая при выполнении измерений. Очень часто измерение одной и той же величины постоянного размера разными методами дает различные результаты, причем каждый из них имеет cвои недостатки и достоинства. Искусство оператора состоит в том, чтобы соответствующими способами исключить, компенсировать или учесть факторы, искажающие результаты. Если измерение не удается выполнить так, чтобы исключить или компенсировать какой-либо фактор, влияющий на результат, то в последний в ряде случаев вносят поправку.

Поправки могут быть аддитивными (от лат. «additivus» — прибавляемый) и мультипликативными (от лат. «multiplico» — умножаю). Например, для расчета сопротивления измеряют значение электрического тока, протекающего через резистор, и падение напряжения на нем. При этом возможны два варианта включения вольтметра и амперметра и соответственно различные аддитивные поправки. В одном случае из показания амперметра нужно вычесть ток, протекающий через вольтметр, в другом — из показания вольтметра нужно вычесть падение напряжения на амперметре. Другой пример (по учету мультипликативной поправки): при измерении ЭДС вольтметром учитывают сопротивление источника питания путем умножения показания вольтметра на поправочный множитель, опреде-емый расчетным путем.

Влияние СИ на измеряемую величину во многих случаях проявляется как возмущающий фактор. Например, ртутный термометр, опущенный в пробирку с охлажденной жидкостью, подогревает ее и показывает не первоначальную температуру жидкости, а температуру, при которой устанавливается термодинамическое равновесие. Другим фактором является инерционность СИ. Некоторые СИ дают постоянно завышенные или постоянно заниженные показания, что может быть результатом дефекта изготовления, некоторой нелинейности преобразования. Эти особенности СИ выявляются при их метрологическом исследовании. По итогам устанавливается аддитивная или мультипликативная поправка в виде числа или функции, она может задаваться графиком, таблицей или формулой. Например, если вследствие дефекта изготовления стрелка на шкале удлинений разрывной машины в исходном положении устанавливается не на нуле, а на делении 5 мм, то все результаты будут иметь систематическую погрешность 5 мм, на которую нужно делать аддитивную поправку при подсчете.

Условия измерения как фактор, влияющий на результат, включают температуру окружающей среды, влажность, атмосферное давление, напряжение в сети и многое другое.

Рассмотрев факторы, влияющие на результаты измерений, можно сделать следующие выводы: при подготовке к измерениям они должны по возможности исключаться, в процессе измерения компенсироваться, а после измерения учитываться.

Учет указанных факторов предполагает исключение ошибок и внесение поправок к измеренным величинам.

Появление ошибок вызвано недостаточной надежностью системы, в которую входят оператор, объект измерения, СИ и окружающая среда. В данной системе могут происходить отказы аппаратуры, отвлечение внимания человека, описки в записях, сбои в аппаратуре, колебания напряжения в сети.

При однократном измерении ошибка может быть выявлена при сопоставлении результата с априорным представлением о нем или путем логического анализа. Измерения повторяют для устранения причины ошибки.

При многократном измерении одной и той же величины ошибки проявляются в том, что результаты отдельных измерений заметно отличаются от остальных. Если отличие велико, ошибочный результат необходимо отбросить. При этом руководствуются «правилом трех сигм»: если при многократном измерении сомнительный результат отдельного измерения отличается от среднего больше чем на Зδ ( δ — среднее квадратическое отклонение значения измеряемой величины от среднего значения), то с вероятностью 0,997 он является ошибочным и его следует отбросить.

Прежде чем обрабатывать ряд измерений, необходимо убедиться в том, что все они являются равноточными. Неравноточные измерения обрабатывают с целью получения результата только в том случае, когда невозможно получит ряд равноточных измерений.

Качество измерений является главным фактором производства, базирующегося на быстропротекающих процессах, автоматических процессах, на большом числе измеряемых величин. Нередко причиной брака продукции становятся неверно назначенные СИ (в первую очередь по точности). Бывает и так, что СИ вовсе не назначаются там, где это необходимо, из-за их отсутствия [1, c. 181-182].

Методика выполнения измерений. На обеспечение качества измерений направлено применение аттестованных методик выполнения измерений (МВИ). В 1997 г. начал действовать ГОСТ Р 8.563—96 «ГСИ. Методики выполнения измерений».

Опорным понятием точности методов измерений является термин «результат измерений».

Результат измерений — значение характеристики, полученное выполнением регламентированного метода измерений.

В нормативном документе на метод измерений должно регламентироваться: сколько (одно или несколько) единичных наблюдений должно быть выполнено; способы их усреднения; способы представления в качестве результата измерений; стандартные поправки (при необходимости).

Методика выполнения измерений (МВИ) — совокупность операций и правил, выполнение которых обеспечивает получение результатов измерений с известной погрешностью. Как очевидно из определения, под МВИ понимают технологический процесс измерений. Методика измерений реализуется на основе того или иного метода. МВИ — это, как правило, документированная измерительная процедура. МНИ в зависимости от сложности и области применения излагают в следующих формах: отдельном документе (рекомендации и т.п.); разделе стандарта: части технического документа (разделе ТУ, паспорта).

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

В документах (разделах, частях документов), регламентирующих МВИ, в общем случае указывают: назначение МВИ; условия измерений; требования к погрешности измерений; метод (методы) измерений; требования к СИ (в том числе к стандартным образцам), вспомогательным устройствам, материалам, растворам и пр.; операции при подготовке к выполнению измерений; операции при выполнении измерений; операции обработки и вычисления результатов измерений; нормативы, процедуру и периодичность контроля погрешности результатов выполняемых измерений; требования к квалификации операторов, требования к безопасности выполняемых работ.

При разработке МВИ одни из основных исходных требований — требования к точности измерений, которые должны устанавливать, в виде пределов допускаемых значений характеристик, абсолютную и относительную погрешности измерений.

Наиболее распространенным способом выражения требований к точности измерений являются границы допускаемого интервала, в котором с заданной вероятностью Р должна находиться погрешность измерений.

Если граница симметрична, то перед их числовым значением ставятся знаки «±». Если заданное значение вероятности равно единице (Р = 1), то в качестве требований к точности измерений используются пределы допускаемых значений погрешности измерений. При этом вероятность Р = 1 не; указывается.

Ответственным этапом является оценивание погрешности измерений путем анализа возможных источников и составляющих погрешности измерений: методических составляющих (например, погрешности, возникающие при отборе и приготовлении проб), инструментальных составляющих (допустим, погрешности, вызываемые ограничения разрешающей способностью СИ); погрешности, вносимые оператором (субъективные погрешности).

Важной задачей нормативного обеспечения МВИ является создание методик поверки конкретных СИ и методик калибровки конкретных СИ.

В ГОСТ Р 8.563 по МВИ были внесены в 2002 г. изменения, направленные на включение в него основных положений международного стандарта ИСО 5725:1994 «Точность» (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений». Указанный стандарт, в частности, устанавливая методику сопоставления результатов, полученных в разноевремя, в разных лабораториях, разными методами. Подобные сопоставления очень актуальны для аккредитации испытательных лабораторий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования было рассмотрены основы технических измерений. Для достижения цели исследования был решен следующий комплекс задач:

* Общая характеристика объектов измерений
* Понятие видов и методов измерений
* Классификация и общая характеристика средств измерений
* Метрологические свойства и метрологические характеристики средств измерений
* Основы теории и методики измерений;

Основные цели и задачи были достигнуты.

Получены комплексные знания по оформлению научных статей и рефератов. Так же научилась работать с ГОСТ 2.105-95 и методическими рекомендациями.

Основной задачей федеральных органов исполнительной власти, в первую очередь Ростехрегулирования как национального органа по метрологии, является организация выполнения на практике положений ФЗ об обеспечении единства измерений. Реализация его положения требует пересмотра всего массива нормативных документов в области метрологии.

В связи с освоением новых, так называемых критических технологий (включая нанотехнологии) резко возрастают требования к точности измерений и, как следствие, к качеству эталонной базы. Предстоит решить комплекс задач метрологического обеспечения разработки и освоения критических технологий.

Возрастает роль метрологии в разработке технических регламентов, поскольку доказательная база внедрения и соблюдения ТР состоит преимущественно из документов, регламентирующих методики выполнения измерений, прослеживаемых к современным эталонам.

Очень важным направлением деятельности Ростехрегулирования является участие в выполнении федеральных целевых программ. Речь идет о метрологическом «сопровождении» двух программ:

1. «Глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС)
2. «Создание и развитие нанотехнологий»

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лифиц И.М. Стандартизация, метрология и подтверждение соответствия: учебник. 9-е изд., перераб и доп. - М.:Издательство Юрайт,2010.-315 с.
2. Чижикова Т.М. Стандартизация, сертификация, метрология: Учебное пособие. – М.: Колос, 2002. – 156 с.
3. .Крылова Г.Д. Основы стандартизации, сертификации, метрологии: Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 711с.