

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Для практического измерения единицы величины применяются технические средства, которые имеют нормированные погрешности и называются *средствами измерений (СИ)*. К СИ относятся: меры, измерительные преобразователи, измерительные приборы, измерительные установки и системы, измерительные принадлежности.

Мерой называется средство измерения, предназначенное для воспроизведения физических величин заданного размера. К данному виду средств измерений относятся гири, концевые меры длины, катушка сопротивления и т.п. На практике используют однозначные и многозначные меры, а также наборы и магазины мер.

Однозначные меры воспроизводят величины только одного размера (гиря 1 кг).

Многозначные меры воспроизводят несколько размеров физической величины. Например, миллиметровая линейка дает возможность выразить длину предмета в сантиметрах и в миллиметрах.

Наборы и магазины представляют собой объединение (сочетание) однозначных или многозначных мер для получения возможности воспроизведения некоторых промежуточных или суммарных значений величины.

Набор мер представляет собой комплект однородных мер разного размера, что дает возможность применять их в научных сочетаниях, например, набор лабораторных гирь.

Магазин мер – сочетание мер, объединенных конструктивно в одно механическое целое, в котором предусмотрена возможность посредством разных или автоматизированных переключателей, связанных с отчетным устройством, соединить составляющие магазина мер в научном сочетании.

К однозначным мерам относят 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 вещества (материалов) – стандартный образец с установленными значениями величин, характеризующих физические, химические, биологические и другие свойства.

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

Примером СО состава является СО состава углеродистой стали определенной марки. Примером СО свойства является шкала твердости Мооса, которая представляет собой набор 10 эталонных минералов для определения числа твердости по условной шкале.

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

Одна из главных функций СО состава и свойства – контроль методики выполнения измерений (МВИ) в порядке внутреннего контроля испытательных лабораторий и внешнего контроля.

Измерительный преобразователь – это СИ, которое служит для преобразования сигнала измерительной информации в форму, удобную для обработки или хранения, а также передачи в показывающее устройство. Измерительные преобразователи либо входят в конструктивную схему измерительного прибора, либо применяются совместно с ним, но сигнал преобразования не поддается непосредственному восприятию наблюдателем. Например, преобразователь может быть необходим для передачи информации в память компьютера, для усиления напряжения и т.д. Преобразуемую величину называют входной величиной. Основной МХ измерительного преобразователя считается соотношение между входной и выходной величинами называемой функцией преобразования.

Измерительные приборы – это средства измерений, которые позволяют получать измерительную информацию в форме, удобной для восприятия пользователем. Различаются измерительные приборы прямого действия и приборы сравнения.

Приборы прямого действия отображают измеряемую величину на показывающем устройстве, имеющего соответствующую градуировку в единицах этой величины. Изменение рода физической величины при этом не происходит. К приборам прямого действия относят, например, амперметры, вольтметры, термометры и т.п.

Приборы сравнения предназначены для сравнения измеряемых величин с величинами, значения которых известны. Такие приборы широко используются в научных целях, а также и на практике, для измерения таких величин, как яркость источников излучения, давление сжатого воздуха и др.

Измерительные установки и системы – это совокупность средств измерений, объединенных по функциональному признаку со вспомогательными устройствами, для измерения одной или нескольких физических величин объекта измерений. Обычно такие системы автоматизированы и обеспечивают ввод информации в систему, автоматизацию самого процесса измерения, обработку и отображение результатов измерений для восприятия их пользователем. Такие установки (системы) используются и для контроля (например, производственных процессов), что особенно актуально для метода статистического контроля.

Измерительные принадлежности – это вспомогательные средства измерений величин. Они необходимы для вычленения поправок к результатам измерений, если требуется высокая степень точности. Например, термометр может быть вспомогательным средством, если показания прибора достоверны при строго регламентированной температуре; психрометр, если строго оговаривается влажность окружающей среды.

По метрологическому назначению средства измерений делят на два вида: рабочие средства измерений и эталоны.

Рабочие средства измерений (РСИ) применяют для определения параметров характеристик технических устройств, технологических процессов окружающей среды и др.

РСИ могут быть лабораторными (для научных исследований), производственными (для обеспечения и контроля заданных характеристик технологических процессов), полевыми (для самолетов, автомобилей, судов и т.п.).

Каждый из этих видов рабочих средств отличается особыми показателями. Так, *лабораторные* средства измерений самые точные и чувствительные, а их показания характеризуются высокой стабильностью.

Производственные обладают устойчивостью и воздействием различных факторов производственного процесса: температура, влажность, вибрации и т.п., что может сказаться на достоверности и точности показаний приборов.

Полевые средства измерений работают в условиях, постоянно изменяющихся в широких пределах внешних воздействий. Особым средством измерений является эталон.

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

Многообразие СИ обуславливается необходимостью применения специальных мер по обеспечению единства измерений. Одно из условий соблюдения единства измерений – установление для СИ определенных (нормированных) метрологических характеристик (МХ).

Средство измерения (СИ) – это техническое средство, предназначенное для измерений, имеющих нормированные метрологические характеристики, воспроизводящих и (или) хранящих единицу ФВ, размер которой принимается неизменным (в пределах установленной погрешности, в течение известного интервала времени).

Под **метрологическими характеристиками** понимают такие характеристики СИ, которые позволяют судить об их пригодности для измерений в известном диапазоне с известной точностью. В отличие от СИ приборы или вещества, не имеющие нормированных МХ, называют *индикаторами*.

По ГОСТ 8.009-84 ГСИ устанавливают перечень МХ, способы их нормирования и формы представления. МХ, определенные документами,

считаются действительными. На практике наиболее распространены следующие МХ СИ:

Диапазон измерений – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые пределы погрешности СИ.

Предел измерений – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерения. Для мер – это номинальное значение воспроизводимой величины.



Неравномерная шкала СИ

Начальный участок шкалы сжат, поэтому производить отсчеты на нем неудобно. Тогда предел измерения по шкале составляет 50 ед., а диапазон – 10 ... 50 ед.

Цена деления шкалы – это разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Приборы с равномерной шкалой имеют постоянную цену деления, а с неравномерной – переменную. В этом случае нормируется минимальная цена деления.

Чувствительность – отклонение изменения сигнала Δy на выходе СИ к вызвавшему это изменение Δx сигнала на входе:

$$S = \Delta y / \Delta x$$

Например, для стрелочного СИ – это отношение перемещения dl конца стрелки к вызвавшему его изменению dx измеряемой величины:

$$S = dl / dx$$

Чувствительность нельзя отождествлять с порогом 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. Величину, обратную чувствительности, называют постоянной прибора:

$$C = 1 / S$$

Как правило, выходным сигналом СИ является отсчет (показание) в единицах величины. В этом случае постоянная прибора C равна цене деления. Поэтому для СИ с неравномерной шкалой чувствительность – величина переменная.

Основная МХ СИ – погрешность СИ – это разность между показаниями СИ и истинным (действительным) значениями ФВ. Все погрешности СИ в зависимости от внешних условий делятся на основные и дополнительные.

Основная погрешность – это погрешность СИ при нормальных условиях эксплуатации. Как правило, нормальными условиями эксплуатации являются: температура 293 ± 5 К или 20 ± 5 °С, относительная влажность воздуха 65 ± 15 % при 20 °С, напряжение в сети питания 220 ± 10 % с частотой 50 Гц ± 1 %, атмосферное давление от 97,4 до 104 кПа, отсутствие электрических и магнитных полей (наводок).