

Метрология стандартизация и сертификация

Пикула Н.П.

**Метрология –
наука
об измерениях**

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ:

- физическая величина (ФВ);
- единица ФВ;
- измерение ФВ;
- **средство измерений;**
- метод измерений;
- погрешность измерений;
- условия измерений.

Основные термины и определения понятий в области метрологии приведены в документе

Рекомендации РМГ 29-99

«ГСИ. Метрология. Основные термины и определения».

РМГ 29-99 введен в действие с
01.01.2001

**Средства измерений,
основные понятия и
классификация.**

**Метрологические
характеристики средств
измерений**

Средство измерений (СИ)

- техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и (или) хранящее единицу физической величины, размер которой принимают неизменным (в пределах установленной погрешности) в течение известного интервала времени.

тип средства измерений

- совокупность средств измерений одного и того же назначения, основанных на одном и том же принципе действия, имеющих одинаковую конструкцию и изготовленных по одной и той же технической документации.

Примечание - Средства измерений одного типа могут иметь различные модификации (например, отличаться по диапазону измерений)

вид средства измерений

- совокупность средств измерений, предназначенных для измерений данной физической величины.

Примечание - Вид средств измерений может включать несколько их типов.

Пример - Амперметры и вольтметры (вообще) являются видами средств измерений, соответственно, силы электрического тока и напряжения

По метрологическому назначению
(«метрологической соподчинённости»),
по роли в системе обеспечения единства
измерений

СИ подразделяются на 2 группы:

- рабочие и
- метрологические - эталоны
(государственные и рабочие)

рабочее СИ

- средство измерений, предназначенное для измерений, не связанных с передачей размера единицы другим средствам измерений

По условиям применения могут быть:

- лабораторными;*
- производственными;*
- полевыми.*

эталон единицы ФВ

- 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.

По уровню автоматизации

СИ подразделяются на 3 группы:

- неавтоматические;
- автоматизированные;
- автоматические

автоматическое СИ

- Средство измерений, производящее без непосредственного участия человека измерения и все операции, связанные с обработкой результатов измерений, их регистрацией, передачей данных или выработкой управляющего сигнала.

автоматизированное СИ

- Средство измерений, производящее в автоматическом режиме одну или часть измерительных операций.

Примеры:

1 Барограф (измерение и регистрация результатов).

2 Электрический счетчик электроэнергии (измерение и регистрация данных нарастающим итогом)

По уровню стандартизации

СИ подразделяются на :

- стандартизованные
- нестандартизованные
(уникальные)

стандартизованное СИ

- средство измерений, изготовленное и применяемое в соответствии с требованиями государственного или отраслевого стандарта.

Серийно выпускаются промышленными предприятиями, в обязательном порядке подвергаются государственным испытаниям и заносятся в Госреестр.

нестандартизованное СИ (НСИ)

- средство измерений, стандартизация требований к которому признана нецелесообразной.

Разрабатываются специализированными научно-исследовательскими организациями. Предназначены для решения специальной измерительной задачи.

Выпускаются единичными экземплярами.

Не проходят государственных испытаний, их характеристики определяются при метрологической аттестации

По отношению к измеряемой ФВ

СИ делятся на :

- ОСНОВНЫЕ
- ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ

основное СИ

- средство измерений той физической величины, значение которой необходимо получить в соответствии с измерительной задачей

Примеры:

1 Амперметр (измерение и регистрация значения силы тока).

2 Манометр (измерение и регистрация значения давления)

вспомогательное СИ

- средство измерений той физической величины, влияние которой на основное средство измерений или объект измерений необходимо учитывать для получения результатов измерений требуемой точности.

Пример - Термометр для измерения температуры газа в процессе измерений объемного расхода этого газа

По роли в процессе измерения и выполняемым функциям (основная классификация)

мера ФВ (элементарное СИ)

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

Примеры:

- гири, концевые меры длины, нормальные элементы (меры ЭДС) и др.

стандартный образец (СО)

- Образец вещества (материала) с установленными в результате метрологической аттестации значениями одной или более величин, характеризующими свойство или состав этого вещества (материала).

Примечания

1 Различают стандартные образцы свойства и стандартные образцы состава.

2 Стандартные образцы свойств веществ и материалов по метрологическому назначению выполняют роль однозначных мер. Они могут применяться в качестве рабочих эталонов (с присвоением разряда по государственной поверочной схеме).

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)

средство сравнения

(элементарное СИ)

- Техническое средство или специально создаваемая среда, посредством которых возможно выполнять сравнения друг с другом мер однородных величин или показания измерительных приборов.

Примечание - Иногда техническое средство снабжается средством измерений, обеспечивающим функцию сравнения, которое носит название устройство сравнения (компаратор)

средство сравнения

(продолжение)

Примеры

1 Рычажные весы, на одну чашку которых устанавливается эталонная гиря, а на другую поверяемая, - есть средство для их сравнения.

2 Градуировочная жидкость для сравнения показаний эталонного и рабочего ареометров служит необходимой средой для градуирования рабочих ареометров.

3 Температурное поле, создаваемое термостатом для сравнения показаний термометров, является необходимой средой.

4 Давление среды, создаваемое компрессором, может быть измерено поверяемым и эталонным манометрами одновременно. На основании показаний эталонного прибора градуируется поверяемый прибор

компаратор

- Средство сравнения, предназначенное для сличения мер однородных величин.

Примеры:

1 Рыжачные весы.

2 Компаратор для сличения нормальных элементов

измерительный преобразователь

(элементарное СИ)

- 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
 - По виду входных и выходных величин различают:
аналоговые, цифро-аналоговые, аналого-цифровые преобразователи.
 - По характеру преобразования входной величины делятся на:
линейные и нелинейные
 - По месту в измерительной цепи различают:
первичные и промежуточные (вторичные) преобразователи.
 - Выделяют также масштабные и передающие преобразователи.

первичный измерительный преобразователь (ПИП)

- Измерительный преобразователь, на который непосредственно воздействует измеряемая физическая величина, т.е. первый преобразователь в измерительной цепи измерительного прибора (установки, системы).

Примечание - В одном средстве измерений может быть несколько первичных преобразователей.

Примеры:

1 Термопара в цепи термоэлектрического термометра.

2 Ряд первичных преобразователей измерительной контролирующей системы, расположенных в разных точках контролируемой среды

датчик

- Конструктивно обособленный первичный преобразователь, от которого поступают измерительные сигналы (он "дает" информацию).

Примечания:

1 Датчик может быть вынесен на значительное расстояние от средства измерений, принимающего его сигналы.

2 В области измерений ионизирующих излучений применяют термин детектор.

Пример - Датчики запущенного метеорологического радиозонда передают измерительную информацию о температуре, давлении, влажности и других параметрах атмосферы

измерительный прибор

(комплексное СИ)

- Средство измерений, предназначенное для получения значений измеряемой физической величины в установленном диапазоне.

Примечания

- По способу индикации значений измеряемой величины разделяют на показывающие и регистрирующие.

- По действию разделяют на интегрирующие и суммирующие.

- Различают также приборы прямого действия и приборы сравнения, аналоговые и цифровые приборы, самопишущие и печатающие приборы

измерительный прибор

(продолжение)



Обобщенная структурная схема
измерительного прибора

отсчетное устройство СИ

- элемент средства измерений, преобразующий измерительный сигнал в форму, доступную для восприятия органами чувств человека.

показывающее устройство СИ

- совокупность элементов средства измерений, которые обеспечивают визуальное восприятие значений измеряемой величины или связанных с ней величин

регистрирующее устройство СИ

- совокупность элементов средства измерений, которые регистрируют значение измеряемой или связанной с ней величины

табло цифрового измерительного прибора

- Показывающее устройство цифрового измерительного прибора

шкала СИ

- часть показывающего устройства средства измерений, представляющая собой упорядоченный ряд отметок вместе со связанной с ними нумерацией.

Примечание - Отметки на шкалах могут быть нанесены равномерно или неравномерно. В связи с этим шкалы называют равномерными или неравномерными.

ОТМЕТКА ШКАЛЫ

- знак на шкале средства измерений (черточка, зубец, точка и др.), соответствующий некоторому значению физической величины

ЧИСЛОВАЯ ОТМЕТКА ШКАЛЫ

- отметка шкалы средства измерений, у которой проставлено число

деление шкалы

- промежуток между двумя соседними отметками шкалы средства измерений

длина деления шкалы

- расстояние между осями (или центрами) двух соседних отметок шкалы, измеренное вдоль воображаемой линии, проходящей через середины самых коротких отметок шкалы

цена деления шкалы

- разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы средства измерений

длина шкалы

- длина линии, проходящей через центры всех самых коротких отметок шкалы средства измерений и ограниченной начальной и конечной отметками.

Примечания:

1 Линия может быть реальной или воображаемой, кривой или прямой.

2 Длина шкалы выражается в единицах длины независимо от единиц, указанных на шкале

начальное значение шкалы

- наименьшее значение измеряемой величины, которое может быть отсчитано по шкале средства измерений.

конечное значение шкалы

- наибольшее значение измеряемой величины, которое может быть отсчитано по шкале средства измерений.

Пример - Для медицинского термометра начальным значением шкалы является $34,3\text{ }^{\circ}\text{C}$, конечным - $42\text{ }^{\circ}\text{C}$

указатель средства измерений

- часть показывающего устройства, положение которой относительно отметок шкалы определяет показания средства измерений (измерительного прибора).

Примеры:

1 У барометра-анероида указателем является подвижная стрелка.

2 У ртутного термометра - поверхность столбика жидкости

показание средства измерений

- значение величины или число на показывающем устройстве средства измерений

вариация показаний измерительного прибора

- разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе к этой точке со стороны меньших и больших значений измеряемой величины.

Примечание - В высокочувствительных (особенно в электронных) измерительных приборах вариация приобретает иной смысл и может быть раскрыта как колебание его показаний около среднего значения (показание "дышит")

диапазон показаний СИ

- область значений шкалы прибора, ограниченная начальным и конечным значениями шкалы

диапазон измерений СИ

- область значений величины, в пределах которой нормированы допускаемые пределы погрешности средства измерений.

Примечание - Значения величины, ограничивающие диапазон измерений снизу и сверху (слева и справа), называют соответственно нижним пределом измерений или верхним пределом измерений

смещение нуля

- показание средства измерений, отличное от нуля, при входном сигнале, равном нулю.

Примечание - Различают смещение механического нуля, наблюдаемое как отклонение указателя от нуля шкалы приборов с механическими указателями, и смещение электрического нуля, наблюдаемое как существование выходного сигнала при нулевом входном сигнале приборов

дрейф показаний средства измерений

- Изменение показаний средства измерений во времени, обусловленное изменением влияющих величин или других факторов.

Пример - Ход хронометра, определяемый как разность поправок к его показаниям, вычисленных в разное время. Обычно ход хронометра определяют за сутки (суточный ход)

Примечание - Если происходит дрейф показаний нуля, то применяют термин дрейф нуля

измерительная установка

(комплексное СИ)

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

Примечания - Измерительную установку, применяемую для поверки, называют поверочной установкой. Измерительную установку, входящую в состав эталона, называют эталонной установкой.

Примеры:

1 Установка для измерений удельного сопротивления электротехнических материалов.

2 Установка для испытаний магнитных материалов

измерительная машина (ИМ)

- Измерительная установка крупных размеров, предназначенная для точных измерений физических величин, характеризующих изделие.

Примеры

1 Силоизмерительная машина.

2 Машина для измерения больших длин в промышленном производстве.

3 Делительная машина.

4 Координатно-измерительная машина

измерительная система (ИС)

(комплексное СИ)

- 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.

измерительная система (ИС)

Примечания: (продолжение)

1 В зависимости от назначения измерительные системы разделяют на измерительные информационные, измерительные контролирующие, измерительные управляющие системы и др.

2 Измерительную систему, перестраиваемую в зависимости от изменения измерительной задачи, называют гибкой измерительной системой (ГИС).

3 В зависимости от числа измерительных каналов системы подразделяются на одно-, двух-, трёх- и многоканальные

Примеры:

1 Измерительная система теплоэлектростанции, позволяющая получать измерительную информацию о ряде физических величин в разных энергоблоках. Она может содержать сотни измерительных каналов.

2 Радионавигационная система для определения местоположения различных объектов, состоящая из ряда измерительно-вычислительных комплексов, разнесенных в пространстве на значительное расстояние друг от друга

измерительно-вычислительный комплекс (ИВК) (комплексное СИ)

- Функционально объединенная совокупность средств измерений, ЭВМ и вспомогательных устройств, предназначенная для выполнения в составе измерительной системы конкретной измерительной задачи

измерительные принадлежности

- вспомогательные средства, служащие для обеспечения необходимых условий для выполнения измерений с требуемой точностью.

Примеры:

1 Термостат.

2 Барокамера.

3 Специальные противовибрационные фундаменты.

4 Устройства, экранирующие влияние электромагнитных полей.

5 Тренога для установки прибора по уровню

узаконенное СИ

- средство измерений, признанное годным и допущенное для применения уполномоченным на то органом.

Примеры:

1 Государственные эталоны страны становятся таковыми в результате утверждения первичных эталонов национальным органом по стандартизации и метрологии.

2 Рабочие средства измерений, предназначенные для серийного выпуска, узакониваются путем утверждения типа

средства поверки

- эталоны, поверочные установки и другие средства измерений, применяемые при поверке в соответствии с установленными правилами.

Примечание - Применительно к одному средству термин может применяться в единственном числе - средство поверки

метрологическая характеристика СИ (МХ СИ)

- характеристика одного из свойств средства измерений, влияющая на результат измерений и на его погрешность.

Примечания

1 Для каждого типа средств измерений устанавливают свои метрологические характеристики.

2 МХ, устанавливаемые нормативно-техническими документами, называют нормируемыми МХ, а определяемые экспериментально – действительными МХ

чувствительность СИ

- свойство средства измерений, определяемое отношением изменения выходного сигнала этого средства к вызывающему его изменению измеряемой величины.

Примечание - Различают абсолютную и относительную чувствительность (см. формулы вычисления)

порог чувствительности СИ

- характеристика средства измерений в виде наименьшего значения изменения физической величины, начиная с которого может осуществляться ее измерение данным средством.

Примечания

1 Если самое незначительное изменение массы, которое вызывает перемещение стрелки весов, составляет 10 мг, то порог чувствительности весов равен 10 мг.

2 На практике применяются также термины: реагирование и порог реагирования, подвижность средства измерений и порог подвижности, срабатывание и порог срабатывания. Иногда применяют термин пороговая чувствительность. Это свидетельствует о том, что терминология для выражения понятий, связанных со свойствами средства измерений реагировать на малые изменения измеряемых величин, еще не устоялась. В целях упорядочения терминологии эти термины следует рассматривать как синонимы и не применять их

разрешение СИ

- характеристика средства измерений, выражаемая наименьшим интервалом времени между отдельными импульсами или наименьшим расстоянием между объектами, которые фиксируются прибором раздельно.

Примечание - Исходя из указанного определения различают временное разрешение и пространственное разрешение

градуировочная характеристика СИ

- зависимость между значениями величин на входе и выходе средства измерений, полученная экспериментально.

Примечание - Градуированная характеристика может быть выражена в виде формулы, графика или таблицы

зона нечувствительности СИ

- диапазон значений измеряемой величины, в пределах которого ее изменения не вызывают выходного сигнала средства измерений.

Примечание - Иногда зону называют мертвой.

Она наблюдается вблизи некоторых радионавигационных систем или измерительных установок.

Например, зона нечувствительности у судовой радиолокационной установки, зависящая от размеров судна и высоты антенны радиолокационной установки над судовыми надстройками

метрологическая исправность СИ

- состояние средства измерений, при котором все нормируемые метрологические характеристики соответствуют установленным требованиям

метрологическая надежность СИ

- надежность средства измерений в части сохранения его метрологической исправности

метрологический отказ СИ

- выход метрологической характеристики средства измерений за установленные пределы.

Пример - Если погрешность средства измерений класса точности 0,01 стала превышать 0,01%, то это значит, что произошел метрологический отказ и средство измерений уже не соответствует установленному ранее классу точности.

Если не установлены технические неполадки, то средству измерений может быть присвоен другой, более низкий класс точности.

Нормативная база

- МИ 2439-97 ГСИ. Метрологические характеристики измерительных систем. Номенклатура. Принципы регламентации, определения и контроля;
- ГОСТ 8.009-84 ГСИ. Нормирование и использование метрологических характеристик средств измерений;
- ГОСТ 8.401-80 ГСИ. Классы точности средств измерений