

# 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