

# Метрология, стандартизация и сертификация

Основные понятия метрологии

# Метрология

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ межгосударственной стандартизации установлены [ГОСТ 1.0-92](#) "Межгосударственная система стандартизации. Основные положения" и [ГОСТ 1.2-2009](#) "Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, применения, обновления и отмены"

**РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология.  
Основные термины и определения**

# Метрология и ее разделы

**Метрология:** Наука об **измерениях**, методах и средствах обеспечения их **единства** и способах достижения требуемой **точности**.

- В зависимости от цели различают **три раздела метрологии:**
  - теоретический, законодательный и практической.
- **теоретическая метрология:** раздел метрологии, предметом которого является разработка фундаментальных основ метрологии.  
Примечание - Иногда применяют термин *фундаментальная метрология*.
- **законодательная метрология:** раздел метрологии, предметом которого является установление обязательных технических и юридических требований по применению **единиц величин, эталонов, методов и средств измерений**, направленных на обеспечение **единства** и требуемой **точности измерений**.
- **практическая (прикладная) метрология:** раздел метрологии, предметом которого являются вопросы практического применения разработок **теоретической метрологии** и положений **законодательной метрологии**

- Все объекты окружающего мира характеризуются своими свойствами
- Свойство — философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (явлениями, процессами) и обнаруживается в его отношениях к ним
- Свойство — категория качественная. Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины

- **Величина:** Свойство материального объекта или явления, общее в качественном отношении для многих объектов или явлений, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.
- Величина не существует сама по себе, она имеет место лишь постольку, поскольку существует объект со свойствами, выраженными данной величиной
- Величины можно разделить на два вида: реальные и идеальные

- **Размер величины:** Количественная определенность **величины**, присущая конкретному материальному объекту или явлению.

- **Род (величины):** Качественная определенность **величины**.

## *Примеры*

*1 Длина и диаметр детали - однородные величины.*

*2 Длина и масса детали - неоднородные величины.*



- Однородные величины в рамках данной системы величин имеют одинаковую размерность величины. Однако величины одинаковой размерности не обязательно будут однородными.

- **Значение величины:**

Выражение **размера величины** в виде некоторого числа принятых единиц, или чисел, баллов по соответствующей **шкале измерений**.

- **числовое значение (величины):**  
Отвлеченное число, входящее в **значение**  
**величины.**

- **система величин:** Согласованная совокупность **величин** и **уравнений** **связи** между ними, образованная в соответствии с принятыми принципами, когда одни величины условно принимают за независимые, а другие определяют как функции независимых величин.

- **1 Порядковые величины**, такие как твердость, измеряемая по шкале С Роквелла, обычно не рассматриваются как относящиеся к системе величин, так как они связаны с другими величинами только через эмпирические соотношения.

- 2 В названии **системы величин** применяют символы величин, принятых за основные. Так, система величин механики, в которой в качестве основных приняты длина  $L$ , масса  $M$  и время  $T$ , должна называться системой. Система основных величин, соответствующая **Международной системе единиц (СИ)**, должна обозначаться символами  $LMT\Theta N J$ , обозначающими соответственно символы основных величин - длины  $L$ , массы  $M$ , времени  $T$ , силы электрического тока  $I$ , температур  $\Theta$ , количества вещества  $N$  и силы света  $J$ .

- **уравнение связи (между величинами):**  
Математическое соотношение между **величинами** в данной **системе величин**, основанное на законах природы и не зависящее от **единиц измерения**.

- **основная величина:** Одна из **величин** подмножества, условно выбранного для данной **системы величин** так, что никакая из величин этого подмножества не может выражаться через другие величины.



- - 1 Подмножество, упоминаемое в этом определении, называется *набором основных величин*.
  - 2 Основные величины относятся к взаимно независимым, так как основная величина не может быть выражена как произведение степеней других основных величин.
-

- **производная величина: Величина, входящая в систему величин и определяемая через основные величины этой системы.**

- **Пример - Примеры производных величин механики системы ЛМТ: скорость поступательного движения, определяемая (по модулю) уравнением  $F = ma$ , где  $l$  - путь,  $t$  - время; си  $\mathcal{V}$ .  $F$ , приложенная к материальной точке, определяемая (по модулю)  $v = dl / dt$  ием, где  $m$  - масса точки,  $a$  - ускорение, вызванное действием силы  $F$ .**

- **Международная система величин: Система величин, основанная на подмножестве семи **основных величин**:**
  - длины,
  - массы,
  - времени,
  - электрического тока,
  - термодинамической температуры,
  - количества вещества
  - и силы света.

- **размерность (величины):** Выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов **основных величин** в различных степенях и отражающее связь данной **величины** с величинами, принятыми в данной **системе величин** за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1.

- 1 Степени символов основных величин, входящих в одночлен, в зависимости от связи рассматриваемой величины с основными, могут быть целыми, дробными, положительными и отрицательными. Понятие размерности распространяется и на основные величины. Размерность основной величины в отношении самой себя равна единице, т.е. формула размерности основной величины совпадает с ее символом.

2 Символы, представляющие размерности основных величин в **Международной системе величин**, приведены в таблице 1.



## Таблица 1

Длина	L
Масса	M
Время	T
Электрический ток	I
Термодинамическая температура	$\Theta$
Количество вещества	N
Сила света	J

- Таким образом, размерность величины обозначается  $Q$  как  $[Q]$ , где  $\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\varepsilon N^\zeta J^\eta I$  степени, называемые **показателями размерности**, положительные, отрицательные или равные нулю.



- **показатель размерности (величины):** Показатель степени, в которую возведена **размерность основной величины**, входящая в размерность **производной величины**.
- Примечание - Показатели степени в формуле, называют показателями размерности производной величины . Показатель размерности основной величины в отношении самой себя равен единице.

- **величина с размерностью единица; безразмерностная величина: Величина, в размерность которой основные величины входят в степени, равной нулю.**  
Примечание - величина безразмерностная в одной **системе величин** может иметь размерность отличную от единицы в другой системе. Например, электрическая постоянная  $\epsilon_0$  в электростатической системе является безразмерностной величиной, а в системе величин, соответствующей **СИ** имеет размерность  $\dim \epsilon_0 = L^{-3}M^{-1}T^4I^2$

- **единица (измерения)**  
**(величины): Величина**  
фиксированного **размера**, которой  
присвоено числовое значение, равное 1,  
определяемая и принимаемая по  
соглашению для количественного  
выражения однородных с ней величин.

Примечание - На практике широко применяется понятие *узаконенные единицы*, которое раскрывается как "система единиц и (или) отдельные единицы, установленные для применения в стране в соответствии с законодательными актами".

- **система единиц (величин); система единиц измерений:** Совокупность основных и производных единиц, вместе с их кратными и дольными единицами, определенными в соответствии с установленными правилами для данной системы единиц.

- **Международная система единиц; СИ: Система единиц, основанная на Международной системе величин, вместе с наименованиями и обозначениями, а также набором приставок и их наименованиями и обозначениями вместе с правилами их применения, принятая Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ).**

- **уравнение связи между единицами:** Математическое соотношение, связывающее **основные единицы, когерентные производные единицы** или **другие единицы измерения**.

- **основная единица (системы единиц величин):** Единица измерения, принятая по соглашению для **основной величины**.



**1 В любой когерентной системе единиц существует только одна основная единица для каждой основной величины.**

***Пример - Основные единицы Международной системы единиц (СИ): метр (м), килограмм (кг), секунда (с), ампер (А), кельвин (К), моль (моль) и кандела (кд).***



- Для количества объектов число один, обозначение 1, можно рассматривать как основную единицу в любой **системе единиц**.

- **Производная единица (системы единиц величин): Единица измерения для производной величины.**
- **Примеры**

***1 1 м/с - единица скорости, образованная из основных единиц СИ - метра и секунды.***

***2 1 Н - единица силы, образованная из основных единиц СИ - килограмма, метра и секунды.***

- **когерентная (производная) единица (величины):** Производная единица величины, которая для данной системы величин и для выбранного набора **основных единиц**, представляет собой произведение основных единиц, возведенных в степень, с коэффициентом пропорциональности, равным единице.

- **когерентная система единиц (величин): Система единиц величин, состоящая из основных единиц и когерентных производных единиц.**
- Примечание - Основные единицы и когерентные производные единицы СИ формируют когерентный набор, называемый *набор когерентных единиц СИ*.

- **системная единица (величины):**  
Единица величины, входящая в принятую систему единиц.
- Примечание - **Основные, производные, кратные и дольные единицы СИ** являются системными. Например: 1 м; 1 м/с; 1 км; 1 нм.

- **внесистемная единица (величины):**  
**Единица величины, не входящая в принятую систему единиц.**  
Примечание - Внесистемные единицы (по отношению к единицам СИ) разделяются на четыре группы:
  - 1 Допускаемые к применению наравне с единицами СИ.
  - 2 Допускаемые к применению в специальных областях.
  - 3 Временно допускаемые к применению.
  - 4 Устаревшие (недопускаемые к применению).

- **кратная единица (величины):** Единица величины, в целое число раз большая **системной** или **внесистемной** единицы.
- *Пример - Единица длины 1 км =  $10 \cdot 10^3$  м, кратная метру;*

- **дольная единица величины; дольная единица: Единица величины, в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы.**
- *Единица длины 1 нм (нанометр)*



- **уравнение связи между числовыми значениями (величин):** Математическое соотношение, связывающее **числовые значения величин**, которое основано на данном **уравнении связи между величинами** и определенных **единицах измерения**.

- **исчисление величин:** Набор математических правил и операций, применяемый к **величинам**, которые не являются **порядковыми величинами**.
- Примечание - В исчислении величин **уравнение связи между величинами** предпочтительнее, чем **уравнение связи между числовыми значениями**, потому что уравнения связи между величинами не зависят от выбора **единиц измерения**, тогда как уравнения связи между числовыми значениями - зависят.

- **аддитивная величина: Величина, разные значения которой могут быть суммированы, умножены на числовой коэффициент, разделены друг на друга.**

- ***Пример - К аддитивным величинам относятся длина, масса и др.***

- **неаддитивная величина: Величина, для которой суммирование ее значений не имеет смысла.**

***Пример - Термодинамическая температура.***

- **порядковая величина: Величина,** определенная в соответствии с принятыми по соглашению **методом измерений** или **методикой измерений**, для которой может быть установлено, в соответствии с ее размером, общее порядковое соотношение с другими величинами того же **рода**, но для которой не применимы алгебраические операции над этими величинами.

- **Примеры**

**1 Твердость по шкале С Роквелла.**

**2 Октановое число для легкого топлива.**

**3 Сила землетрясения по шкале Рихтера.**

**4 Субъективный уровень боли в брюшной полости по шкале от нуля до пяти.**

- Примечания

1 Порядковые величины могут входить только в эмпирические соотношения и не имеют ни **единиц измерения**, ни **размерностей величин**. Разности и отношения порядковых величин не имеют смысла.

2 Порядковые величины располагаются в соответствии со **шкалами значений** **порядковой величины**.

# Шкалы физических величин

- Разнообразные проявления (количественные или качественные) любого свойства образуют множества, отображения элементов которых на упорядоченное множество чисел или в более общем случае условных знаков образуют шкалы измерения этих свойств
- **шкала (измерений):** Отображение множества различных проявлений количественного или качественного свойства на принятое по соглашению упорядоченное множество чисел или другую систему логически связанных знаков (обозначений).
- **шкала величины:** Шкала измерений количественного свойства.



- Шкала величины— это упорядоченная последовательность значений ФВ, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений
- Термины и определения теории шкал измерений изложены в документе **РМГ 83-2007 Государственная система обеспечения единства измерений. Шкалы измерений. Термины и определения**

В соответствии с логической структурой проявления свойств различают пять основных типов шкал измерений

- 1. Шкала наименований (шкала классификации)
- 2. Шкала порядка (шкала рангов)
- 3. Шкала разностей (шкала интервалов )
- 4. Шкала отношений
- 5. Абсолютные шкалы

- **спецификация шкалы измерений:** Принятый по соглашению документ, содержащий определение шкалы и (или) описание правил и процедур воспроизведения данной шкалы (или единицы шкалы, если она существует).

- 1 Некоторые метрические шкалы, например шкалы массы и длины, достаточно полно специфицируются стандартизованными определениями единиц измерений.
- 2 Спецификации многих, даже метрических шкал, кроме определения единиц измерений содержат дополнительные положения. Например, международная температурная шкала МТШ-90 содержит указания о воспроизведении реперных точек; спецификация шкалы световых измерений содержит не только определение единицы измерений силы света - канделы, но и табулированную функцию относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения.

- **элементы шкалы измерений:** Основные признаки, характеризующие шкалу измерений: класс эквивалентности, нуль, условный нуль, условная единица измерений, естественная (безразмерная) единица измерений, диапазон шкалы измерений, точка шкалы.

- **тип шкалы:** Специфический набор признаков, классифицирующий данную шкалу измерений и характеризующий совокупность присущих ей логических соотношений между различными проявлениями измеряемого свойства.

- **воспроизведение шкалы измерений:** Совокупность операций, имеющих целью воссоздание шкалы измерений (или ее участка) в соответствии с ее спецификацией.

- **передача шкалы измерений:** Приведение шкалы (или ее участка), хранимой поверяемым (калибруемым) эталоном или рабочим средством измерений, в соответствие со шкалой, воспроизводимой или хранимой более точным (исходным) эталоном



- **Шкала наименований** - шкала измерений качественного свойства, характеризующаяся только соотношениями эквивалентности или отличиями проявлений этого свойства.
- Такие шкалы используются для классификации эмпирических объектов, свойства которых проявляются только в отношении эквивалентности
- Эти свойства нельзя считать величинами, поэтому шкалы такого вида не являются шкалами В. Это самый простой тип шкал, основанный на приписывании качественным свойствам объектов чисел, играющих роль имен

- 1 Множество проявлений (реализаций) качественного свойства может быть упорядочено по признаку близости (сходства) качественных различий и (или) по признаку возможных количественных различий в некоторых подмножествах проявлений свойства. Например, шкалы измерений цвета опираются на трехкоординатную модель цветового пространства, упорядоченную по цветовым различиям (качественный признак) и яркости (количественный признак).

2 Отличительные признаки шкал наименований: неприменимость в них понятий нуля, единицы измерений, размерности; допустимость только изоморфных или гомоморфных преобразований; недопустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы. Чаще всего шкалы наименований устанавливаются рядом "классов эквивалентности".

**Шкала порядка:** шкала измерений количественного свойства (величины), характеризующаяся соотношениями эквивалентности и порядка по возрастанию (убыванию) различных проявлений свойства.

- Примечание - Отличительные признаки шкал порядка: неприменимость в них понятий "единица измерений" и "размерность"; необязательность наличия нуля; допустимость любых монотонных преобразований; недопустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы.

- В случаях, когда уровень познания явления не позволяет точно установить отношения, существующие между величинами данной характеристики, либо применение шкалы удобно и достаточно для практики, используют условные (эмпирические) шкалы порядка
- Условная шкала — это шкала В, исходные значения которой выражены в условных единицах
- Например, 12-балльная шкала Бофорта для измерения силы морского ветра

- Широкое распространение получили шкалы порядка с нанесенными на них реперными точками
- К таким шкалам, например, относится шкала Мооса для определения твердости минералов, которая содержит 10 опорных (реперных) минералов с различными условными числами твердости: тальк — 1; гипс — 2; кальций — 3; флюорит — 4; апатит — 5; ортоклаз — 6; кварц — 7; топаз — 8; корунд — 9; алмаз — 10.

- В условных шкалах одинаковым интервалам между размерами данной величины не соответствуют одинаковые размерности чисел, отображающих размеры
- С помощью этих чисел можно найти вероятности, моды, медианы, квантили, однако их нельзя использовать для суммирования, умножения и других математических операций

- Определение значения величин при помощи шкал порядка нельзя считать измерением, так как на этих шкалах не могут быть введены единицы измерения
- Операцию по приписыванию числа требуемой величине следует считать оцениванием. Оценивание по шкалам порядка является неоднозначным и весьма условным

- **Шкала разностей [интервалов]:** шкала измерений количественного свойства (величины), характеризующаяся соотношениями эквивалентности, порядка, суммирования интервалов различных проявлений свойства.
- Эти шкалы являются дальнейшим развитием шкал порядка и применяются для объектов, свойства которых удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности.
- Шкала интервалов состоит из одинаковых интервалов, имеет единицу измерения и произвольно выбранное начало — нулевую точку.
- К таким шкалам относится летосчисление по различным календарям, в которых за начало отсчета принято либо сотворение мира, либо Рождество Христово и т.д. Температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта и Реомюра также являются шкалами интервалов



- Примечание - Отличительные признаки шкал разностей: наличие устанавливаемых по соглашению нуля и единицы измерений; применимость понятия "размерность"; допустимость линейных преобразований; допустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы.

- На шкале интервалов определены действия сложения и вычитания интервалов
- По шкале времени интервалы можно суммировать или вычитать и сравнивать, во сколько раз один интервал больше другого, но складывать даты каких-либо событий бессмысленно

- **Шкала отношений:** шкала измерений количественного свойства (величины), характеризующаяся соотношениями эквивалентности, порядка, пропорциональности (допускающими в ряде случаев операцию суммирования) различных проявлений свойства.
- Эти шкалы описывают свойства эмпирических объектов, которые удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности (шкалы второго рода — аддитивные), а в ряде случаев и пропорциональности (шкалы первого рода — пропорциональные)
- Их примерами являются шкала массы (второго рода), термодинамической температуры (первого рода)

- 1 Отличительные признаки шкал отношений: наличие естественного нуля и устанавливаемой по соглашению единицы измерений; применимость понятия "размерность"; допустимость масштабных преобразований, допустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы.

2 Шкалы отношений, в которых не имеет смысла операция суммирования, называют "пропорциональными шкалами отношений" (1-го рода), а шкалы, в которых эта операция имеет смысл, называют "аддитивными шкалами отношений" (2-го рода). Например, шкала термодинамических температур - пропорциональная, шкала масс - аддитивная.

- В шкалах отношений существует однозначный естественный критерий нулевого количественного проявления свойства и единица измерений
- С формальной точки зрения шкала отношений является шкалой интервалов с естественным началом отсчета
- К значениям, полученным по этой шкале, применимы все арифметические действия, что имеет важное значение при измерении В

- Шкалы отношений — самые совершенные

- Они описываются уравнением

- 

- $Q = q[Q]$

- где  $Q$  — ФВ, для которой строится шкала

- $[Q]$  — ее единица измерения

- $q$  — числовое значение ФВ

- Переход от одной шкалы отношений к другой происходит в соответствии с уравнением

- $q_2 = q_1[Q_1]/[Q_2]$

- **Абсолютная шкала:** Шкала отношений (пропорциональная или аддитивная) безразмерной величины.
- Под абсолютными понимают шкалы, обладающие всеми признаками шкал отношений, но дополнительно имеющие естественное однозначное определение единицы измерения и не зависящие от принятой системы единиц измерения
- Такие шкалы соответствуют относительным величинам: коэффициенту усиления, ослабления и др
- Для образования многих производных единиц в системе СИ используются безразмерные и счетные единицы абсолютных шкал

- 1 Отличительные признаки абсолютных шкал: наличие естественных (не зависящих от принятой системы единиц) нуля и арифметической единицы измерений; допустимость только тождественных преобразований, допустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы.
- 2 Результаты измерений в абсолютных шкалах могут быть выражены не только в арифметических единицах, но и в процентах, промилле, битах, байтах, децибелах (см. логарифмические шкалы).



- 3 Единицы абсолютных шкал могут быть применены в сочетании с единицами размерных величин. Например: скорость передачи информации в битах в секунду.

4 Разновидностью абсолютных шкал являются дискретные (счетные) шкалы, в которых результат измерения выражается числом частиц, квантов или других объектов, эквивалентных по проявлению измеряемого свойства. Например, шкалы для электрического заряда ядер атомов, числа квантов (в фотохимии), количества информации. Иногда за единицу измерений (со специальным названием) в таких шкалах принимают какое-то определенное число частиц (квантов), например один моль - число частиц, равное числу Авогадро.

- Шкалы наименований и порядка называют неметрическими (концептуальными), а шкалы интервалов и отношений — метрическими (материальными)
- Абсолютные и метрические шкалы относятся к разряду линейных
- Практическая реализация шкал измерений осуществляется путем стандартизации как самих шкал и единиц измерений, так и, в необходимых случаях, способов и условий их однозначного воспроизведения

- **Абсолютная ограниченная шкала:** Абсолютная шкала, диапазон значений которой находится в пределах от нуля до единицы (или некоторого предельного значения по спецификации шкалы).

- **Логарифмическая шкала:** Шкала измерений, получаемая логарифмическим преобразованием измеряемой величины.

*Примечание - Для построения логарифмических шкал обычно используются системы десятичных или натуральных логарифмов, а также система логарифмов с основанием два.*

- **Логарифмическая шкала разностей:**  
логарифмическая шкала, получаемая логарифмическим преобразованием величины, описываемой шкалой отношений или интервалов в шкале разностей, т.е. шкала, определяемая зависимостью ,

$$L = \log(X / X_0)$$

- где  $X$  - текущее, а  $X_0$  - принятое по соглашению опорное (исходное) значение преобразуемой величины.
- Примечание - *Выбор опорного значения определяет нулевую точку логарифмической шкалы разностей.*

- **логарифмическая абсолютная шкала:**  
Логарифмическая шкала, получаемая логарифмическим преобразованием безразмерной велич  $L = \log X$  описываемой абсолютной шкалой.

Примечание - Другое наименование этой разновидности шкалы - логарифмическая шкала с плавающим нулем.

- **Биофизическая шкала:** Шкала измерений свойства физического фактора (стимула), модифицированная таким образом, чтобы по результатам измерений этого свойства можно было прогнозировать уровень или характер реакции биологического объекта на воздействие этого фактора.

- **Одномерная шкала:** шкала измерений свойства объекта, которая характеризуется одним параметром и результаты измерений в которой выражаются одним числом или знаком (обозначением).



- **Многомерная шкала:** шкала измерений свойства объекта, которая характеризуется двумя или более параметрами и результаты измерений в которой выражаются двумя или более числами или знаками (обозначениями).



1 Некоторые свойства, в принципе, невозможно описать одним параметром. Например, цвет описывается тремя координатами в моделях цветовых пространств, образующих трехмерные шкалы.

2 Многомерные шкалы могут быть образованы сочетанием шкал различных типов.

3 Часто в многомерных шкалах устанавливается пространственная или абстрактная система специальных координат, например для измерения векторов скоростей, ускорений, для геодезических координат.

## Элементы шкал измерений

- **нуль шкалы:** Начальная точка шкал порядка (некоторых), интервалов, отношений и абсолютных.
  - естественный нуль шкалы:** нуль шкалы, соответствующий бесконечно малому количественному проявлению измеряемого свойства.
  - условный нуль шкалы:** Нуль шкалы разностей (интервалов) или шкалы порядка, которому по соглашению присвоено нулевое значение измеряемого свойства (величины).

# Примечание

- Шкала может простираться по обе стороны условного нуля. Например, в наиболее распространенной календарной шкале за условный нуль принято событие - Рождество Христово. Поэтому общепринято обозначение даты некоторого события "... н.э. (нашей эры)" или "... до н.э."

- **точка шкалы:** Одно отдельное число или знак (обозначение) из спецификации шкалы измерений.
- **класс эквивалентности:** Подмножество проявлений измеряемого свойства, принятых условно неразличимыми в шкале измерений этого свойства.
- **диапазон шкалы измерений:** Пределы изменений измеряемого свойства, охватываемые данной конкретной реализацией шкалы.

- **единица измерений**  
**[величины]:** величина фиксированного размера, которой условно (по определению) присвоено числовое значение, равное единице в соответствующей шкале измерений.

- 1 Термин "единица величины" является эквивалентным термину "единица измерений".
- 2 Термин "единица физической величины", обозначающий более узкое понятие, применять не рекомендуется, так как невозможно определить границы его применения.
- 3 Понятие "единица измерений" не имеет смысла для свойств, описываемых шкалами наименований и порядка.
- 4 Размер единиц измерений величин, описываемых абсолютными шкалами, однозначно определяется безразмерным характером измеряемых величин.

- **логарифмическая единица измерений:** Единица измерений логарифмической шкалы.

Примечание - получили распространение логарифмические единицы измерений: бел, децибел, лог, децилог, непер и др.



# Измерение свойств

- **объект измерений:** Объект деятельности (тело, вещество, явление, процесс), одно или несколько конкретных проявлений количественных или качественных свойств которого подлежат измерению.

Примечание - Объектами измерений являются как физические, так и нефизические объекты

- **измеряемое свойство:** Общее свойство объектов измерений, которое выбрано для исследования путем измерения.

Примечание - Измеряют количественные и качественные свойства не только физических, но и нефизических объектов (биологических, психологических, социальных, экономических и др.).

- **измеряемая величина:** Измеряемое свойство, характеризуемое количественными различиями.

Примечание - Понятие "величина" неприменимо к качественным свойствам, описываемым шкалами наименований, поэтому понятие "свойство" является более общим по сравнению с понятием "величина".

- **измерение:** Сравнение конкретного проявления измеряемого свойства (измеряемой величины) со шкалой (частью шкалы) измерений этого свойства (величины) в целях получения результата измерения (оценки свойства или значения величины).

- **единство измерений:** Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах измерений (величин) или шкалах измерений и оценены неопределенности или пределы погрешностей результатов измерений.
- Примечание - Данное определение понятия "единство измерений" распространяет его на шкалы всех типов, включая шкалы наименований и порядка

- **значение величины:** Выражение размера величины по соответствующей шкале в виде некоторого числа принятых единиц, чисел, баллов или иных знаков (обозначений).

Примечание - Для качественных свойств аналогичным термином является "оценка свойства".

- **истинное значение величины:** Значение величины, которое идеальным образом отражает положение на соответствующей ей шкале реализации количественного свойства конкретного объекта деятельности.

Примечание - Для качественных свойств аналогичным термином является "истинная оценка свойства".

- **действительное значение величины:** Значение величины, настолько близкое к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.



- **оценка свойства:** Выражение местоположения качественного свойства конкретного объекта измерений на соответствующей шкале наименований.

Примечание - В некоторых случаях удобно и допустимо применять термин "значение" вместо "оценка" и для качественных свойств.

- **истинная оценка свойства:** Оценка свойства, которая идеальным образом отражает положение на соответствующей шкале наименований реализации качественного свойства конкретного объекта измерений.
- 
-

- **действительная оценка свойства:** Оценка свойства, настолько близкая к истинной оценке, что для данной цели может быть использована вместо нее.

- **метод измерения:** Прием или совокупность приемов сравнения конкретного проявления измеряемого свойства (измеряемой величины) со шкалой измерений этого свойства (величины)

- **результат измерения:** Значение величины или оценка свойства, полученное(ая) путем измерений.

- 1 За результат измерения в шкалах разностей (интервалов), отношений и абсолютных чаще всего принимают среднеарифметическое значение из ряда результатов равноточных наблюдений.

2 В шкалах порядка за результат измерения можно принять медиану результатов ряда наблюдений, но нельзя принимать среднеарифметическое значение.

3 Результат измерения в шкалах наименований выражается эквивалентностью конкретного проявления свойства точке или классу эквивалентности соответствующей шкалы.

4 Результат измерения должен также содержать информацию о его неопределенности или пределах погрешности.

- **средство измерений:** Объект, предназначенный для выполнения измерений, воспроизводящий и(или) хранящий какую-либо часть (точку) шкалы и имеющий нормированные метрологические характеристики.



- **мера:** Средство измерений, воспроизводящее и(или) хранящее одну или несколько точек шкалы измерений.

Примечание - Понятие меры применимо в шкалах, описывающих как количественные свойства (величины - "мера величины"), так и качественные свойства, например "мера цвета".

- **измерительный прибор:** Средство измерений, предназначенное для получения значения измеряемой величины или оценки свойства в установленном диапазоне (участке) шкалы измерений.

- **измерительный преобразователь:** Средство измерений (или его часть), служащее для получения информации об измеряемом количественном или качественном свойстве и преобразования ее в форму, удобную для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

- **компаратор:** Объект, предназначенный для сравнения реализации измеряемого свойства (величины).

Примечание - Используются компараторы количественных свойств (величин) и качественных свойств, например компараторы цвета.

- **эталон:** Объект, предназначенный и узаконенный для воспроизведения и(или) хранения шкалы, ее части или размера единицы измерений и передачи их средствами измерений.

- **эталон шкалы измерений:** Эталон, воспроизводящий всю шкалу или какую-либо часть шкалы измерений.



### Примечания

1 Эталон может воспроизводить одну точку шкалы (одно фиксированное значение величины)

2 В шкалах наименований и порядка эталоны обязательно воспроизводят целиком используемый участок шкалы.



- **эталон величины:** Эталон, воспроизводящий одно или несколько значений измеряемой величины (точек шкалы).

Примечание - Чаще всего воспроизводимое эталоном значение величины отличается от размера единицы измерений. В настоящее время значение единицы измерений воспроизводят эталоны массы, длины, интервалов времени, электрического напряжения (исключительно или в ряду других значений).

# Погрешности и неопределенности измерений

- **погрешность (результата) измерения:** Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины или истинной оценки качественного свойства.



- 1 Практическая оценка погрешности осуществляется путем замены истинного значения величины или истинной оценки качественного свойства соответственно на действительное значение или действительную оценку.
- 2 В двухмерных шкалах и шкалах большей мерности погрешность характеризуется отклонением точки шкалы, соответствующей результату измерения, от точки шкалы, соответствующей истинному значению (истинной оценке) в соответствующем модельном пространстве.
- 3 В шкалах отношений и абсолютных шкалах для отличия от термина "относительная погрешность" применяют термин "абсолютная погрешность".

- **относительная погрешность (измерения):** Отношение погрешности измерения к истинному значению измеряемой величины.

- 1 Понятие "относительная погрешность" применимо при измерениях величин по шкалам отношений и абсолютным шкалам, а также к интервалам величин, описываемых шкалами разностей (интервалов). Однако к самим величинам, описываемым шкалами разностей, это понятие неприменимо. Например, бессмысленно (невозможно) выражать в процентах погрешность измерения температуры по шкале Цельсия или погрешность датировки события.
- 2 Понятие "относительная погрешность" неприменимо при измерениях по шкалам порядка и наименований.

- **погрешность воспроизведения шкалы:** Погрешность результатов измерений, выполняемых при воспроизведении точек шкалы.

- **погрешность передачи шкалы:**  
Погрешность результатов измерений,  
выполняемых при передаче точек шкалы

- **неопределенность (результата) измерений:** Соответствующая  $\delta$  возможному рассеянию результатов измерений область (участок) шкалы  $\epsilon$  измерений, в которой предположительно находится оценка свойства или значение измеряемой величины.

- 1 В одномерных шкалах (отношений, интервалов и абсолютных) неопределенность измерений принято характеризовать параметром в виде среднеквадратичного отклонения — стандартной неопределенности и расширенной неопределенности в соответствии с «Руководством по выражению неопределенности измерений» [1]. 2
- В двумерных шкалах и шкалах большей мерности область (участок) шкалы, характеризующая неопределенность измерений, представляет собой многомерную (двухмерную) область в соответствующем модельном пространстве вокруг точки шкалы, соответствующей результату измерения.
- 3 В шкалах порядка и наименований неопределенность измерения можно характеризовать размахом, но не стандартной

- **неопределенность воспроизведения шкалы:** Неопределенность результатов измерений, выполняемых при воспроизведении точек шкалы.
- **неопределенность передачи шкалы:** Неопределенность результатов измерений, выполняемых при передаче точек шкалы.



- Основные и дополнительные единицы физических величин системы СИ

Величина			Единица		
Наименование	Размерность	Рекомендуемое обозначение	Наименование	Обозначение	
				русское	международное
Основные					
Длина	L	l	метр	м	m
Масса	M	m	килограмм	кг	kg
Время	T	t	секунда	с	s
Сила электрического тока	I	I	ампер	A	A
Термодинамическая температура	Q	T	кельвин	K	K
Количество вещества	N	n, ν	моль	моль	mol
Сила света	J	J	канделла	кд	cd
Дополнительные					
Плоский угол	—	—	радиан	рад	rad
Телесный угол	—	—	стерадиан	ср	sr

- Производные единицы системы СИ, имеющие специальное название

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	Выражение через единицы СИ
Частота	$T^{-1}$	герц	Гц	$c^{-1}$
Сила, вес	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot c^{-2}$
Давление, механическое напряжение	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot c^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3}$
Количество электричества	$T I$	кулон	Кл	$c \cdot A$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot c^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-3} \cdot A^{-2}$
Электрическая проводимость	$L^{-2} M^{-1} T^3 I^2$	сименс	См	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot c^3 \cdot A^2$
Поток магнитной индукции	$L^2 M T^{-2} I^{-1}$	вебер	Вб	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
Магнитная индукция	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-1}$
Индуктивность	$L^2 M T^{-2} I^{-2}$	генри	Гн	$m^2 \cdot kg \cdot c^{-2} \cdot A^{-2}$
Световой поток	$J$	люмен	лм	кд·ср
Освещенность	$L^{-2} J$	люкс	лк	$m^{-2} \cdot кд \cdot ср$
Активность радионуклида	$T^{-1}$	беккерель	Бк	$c^{-1}$
Поглощенная доза ионизирующего излучения	$L^2 T^{-2}$	грей	Гр	$m^2 \cdot c^{-2}$
Эквивалентная доза излучения	$L^2 T^{-2}$	зиверт	Зв	$m^2 \cdot c^{-2}$

- Внесистемные единицы по отношению к единицам СИ разделяют на четыре вида:
  1. Допускаемые наравне с единицами СИ, например: единицы массы — тонна; плоского угла — градус, минута, секунда; объема — литр
  2. Допускаемые к применению в специальных областях, например: астрономическая единица, парсек, световой год — единицы длины в астрономии; диоптрия — единица оптической силы в оптике; электрон-вольт — единица энергии в физике
  3. Временно допускаемые к применению наравне с единицами СИ, например: морская миля — в морской навигации; карат — единица массы в ювелирном деле и др. Эти единицы должны изыматься из употребления в соответствии с международными соглашениями;
- 4. Изъятые из употребления, например: миллиметр ртутного столба — единица давления; лошадиная сила — единица мощности и некоторые другие.

Bce.....