МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ
СТАНДАРТИЗАЦИИ

**РМГ 83—
2007**

Государственная система обеспечения единства измерений

ШКАЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Термины и определения

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2008

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Сведения о рекомендациях

1 РАЗРАБОТАНЫ Всероссийским научно-исследовательским институтом физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ) Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

2 ВНЕСЕНЫ Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии

3 ПРИНЯТЫ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 31 от 8 июня 2007 г.)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Армения	AM	Армстандарт
Казахстан	KZ	Госстандарт Республики Казахстан
Кыргызстан	KG	Кыргызстандарт
Молдова	MD	Молдова-Стандарт
Российская Федерация	RU	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Туркменистан	TM	Главгосслужба «Туркменстандартлары»
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2007 г. № 37-ст рекомендации по межгосударственной стандартизации РМГ 83—2007 введены в действие в качестве рекомендаций по метрологии Российской Федерации с 1 августа 2008 г.

5 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Информация о введении в действие (прекращении действия) настоящих рекомендаций, изменениях и поправках к ним, а также тексты изменений и поправок публикуются в информационном указателе «Национальные стандарты»

© Стандартинформ, 2008

В Российской Федерации настоящие рекомендации не могут быть полностью или частично воспроизведены, тиражированы и распространены в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Термины и определения 1
2.1 Общие понятия 1
2.2 Типы шкал измерений 2
2.3 Элементы шкал измерений 4
2.4 Измерение свойств 5
2.5 Средства измерений и эталоны 7
2.6 Погрешности и неопределенности измерений 8
Алфавитный указатель терминов на русском языке 10
Алфавитный указатель эквивалентов терминов на немецком языке 11
Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке 12
Алфавитный указатель эквивалентов терминов на французском языке 13
Приложение А (справочное) Элементы теории шкал измерений 14
Библиография 19

Введение

Установленные настоящими рекомендациями термины расположены в систематизированном порядке, отражающем систему понятий теории шкал измерений.

Для каждого понятия установлен один термин.

Заключенная в круглые скобки часть термина может быть опущена при использовании термина в документах по стандартизации. При этом не входящая в круглые скобки часть термина образует его краткую форму.

Наличие квадратных скобок в терминологической статье означает, что в нее включены два термина, имеющих общие терминоэлементы.

В алфавитном указателе данные термины приведены отдельно с указанием номера статьи.

Приведенные определения можно при необходимости изменить, вводя в них дополнительные признаки, раскрывая значения используемых в них терминов, указывая объекты, относящиеся к определяемому понятию. Изменения не должны нарушать смысловое содержание понятий, определенных в настоящих рекомендациях.

Приведены эквиваленты установленных рекомендациями терминов на немецком (код языка — de), английском (код языка — en) и французском (код языка — fr) языках.

За основной частью настоящих рекомендаций приведены алфавитный указатель терминов на русском языке, а также алфавитные указатели эквивалентов терминов на немецком, английском и французском языках.

Основы теории шкал измерений, необходимые для понимания текста рекомендаций, приведены в приложении А.

Настоящие рекомендации, используя терминологию по РМГ 29 — 99, расширяют и дополняют ее на основе теории шкал измерений.

Рекомендуемые термины набраны полужирным шрифтом, в алфавитном указателе их краткие формы набраны светлым шрифтом.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

ШКАЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Термины и определения

State system for ensuring the uniformity of measurements. Scales of measurements. Terms and definitions

Дата введения — 2008—08—01

1 Область применения

Настоящие рекомендации устанавливают основные термины и определения понятий, необходимых для практического применения теории шкал измерений в законодательной и прикладной метрологии.

Установленные термины рекомендуется применять во всех видах документации и литературы, входящих в сферу работ по метрологии и использующих результаты этих работ.

2 Термины и определения

2.1 Общие понятия

2.1.1 **шкала (измерений)**: Отображение множества различных проявлений количественного или качественного свойства на принятое по соглашению упорядоченное множество чисел или другую систему логически связанных знаков (обозначений).

de Skala (der Messungen)
en (measurements) scale
fr échelle (des mesurages)

Примечания

1 Понятие «шкала измерений» не следует отождествлять с отсчетным устройством (шкалой) средства измерений.

2 Различают пять основных типов шкал: наименований, порядка, разностей (интервалов), отношений и абсолютные.

3 Примерами систем знаков, образующих шкалы измерений, являются множество баллов оценки свойств объектов, множество обозначений (названий) цвета, множество названий состояния объекта, совокупность классификационных символов или понятий, множество точек в модельной системе координат.

4 Шкалы разностей и отношений объединяют термином «метрические шкалы».

5 Различают одномерные и многомерные шкалы измерений.

2.1.2 **шкала величины**: Шкала измерений количественного свойства.

de Skala einer Größe
en scale of a quantity
fr échelle d'une grandeur

2.1.3 **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).

de Spezifikation für Skala der Messungen
en specification for scale of measurements
fr specification d' une échelle des mesurages

Издание официальное

Примечания

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.

2.1.4 **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.

de Elemente von Skalen der Messungen
en elements of measurements scales
fr éléments d' un échelles des mesurages

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

de Skalatyp
en type of a scale
fr type d' une échelle

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

de Skalareproduction
en reproduction of measurements scale
fr reproduction de échelle des mesurages

2.1.7 **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.

de Skalatranslation
en transmission of measurements scale
fr transmission de échelle des mesurages

2.2 Типы шкал измерений

2.2.1 **шкала наименований**: Шкала измерений качественного свойства, характеризующаяся только соотношениями эквивалентности или отличиями проявлений этого свойства.

de Bezeichnungenscala
en scale of denominations
fr échelle d' un denominations

Примечания

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».

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

de Ordnungskala
en scale of an order
fr échelle d' une order

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.

2.2.3 **шкала разностей [интервалов]**: Шкала измерений количественного свойства (величины), характеризующаяся соотношениями эквивалентности, порядка, суммирования интервалов различных проявлений свойства.

de Skala der Differenzen (Zwischenräume)
en scale of differences (intervals)
fr échelle d' un différences (intervalles)

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.

2.2.4 **шкала отношений**: Шкала измерений количественного свойства (величины), характеризующаяся соотношениями эквивалентности, порядка, пропорциональности (допускающими в ряде случаев операцию суммирования) различных проявлений свойства.

de Skala der Verhältnise
en scale of ratios
fr échelle d' un relations

Примечания
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.

2.2.5 **абсолютная шкала**: Шкала отношений (пропорциональная или аддитивная) безразмерной величины.

de Absolute Skala
en absolute scale
fr échelle absolue

Примечания
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.

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

de Absolute beschränkte Skala
en absolute limited scale
fr échelle absolue limite

2.2.7 **логарифмическая шкала**: Шкала измерений, получаемая логарифмическим преобразованием измеряемой величины.

de Logarithmen Skala
en logarithmic scale
fr échelle logarithmique

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

2.2.8 **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.

de Logarithmen Skala der Differenzen
en logarithmic scale of differences
fr échelle logarithmique du différences

Примечание — Выбор опорного значения X_0 определяет нулевую точку логарифмической шкалы разностей.

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

de Logarithmen absolute Skala
en logarithmic absolute scale
fr échelle logarithmique absolue

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

2.2.10 **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.

de Biophysikalische Skala
en biophysical scale
fr échelle biophysique

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

de Eindimensionale Skala
en one-dimensional scale
fr échelle monodimensionale

2.2.12 **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).

de Veildimensionale Skala
en multidimensional scale
fr échelle multidimensionale

Примечания

1 Некоторые свойства, в принципе, невозможно описать одним параметром. Например, импеданс и комплексный коэффициент отражения описываются двумя параметрами, образующими двухмерные шкалы; 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.

2.3 Элементы шкал измерений

2.3.1 **нуль шкалы**: Начальная точка шкал порядка (некоторых), интервалов, отношений и абсолютных.

de Skalanull
en zero of a scale
fr zero d' une échelle

Примечание — Различают естественный и условный нули шкал.

2.3.2 **естественный нуль шкалы**: Нуль шкалы, соответствующий бесконечно малому количественному проявлению измеряемого свойства.

de Natürliche Skalanull
en natural zero of a scale
fr natural zero d' une échelle

2.3.3 **условный нуль шкалы**: Нуль шкалы разностей (интервалов) или шкалы порядка, которому по соглашению присвоено нулевое значение измеряемого свойства (величины).

de Verabredete Skalanull
en conventional zero of a scale
fr conventionnel zero d' une échelle

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.».

2.3.4 **точка шкалы**: Одно отдельное число или знак (обозначение) из спецификации шкалы измерений.

de Skalapunkt
en point of a scale
fr point d' une échelle

2.3.5 **класс эквивалентности**: Подмножество проявлений измеряемого свойства, принятых условно неразличимыми в шкале измерений этого свойства.

de Klasse Äquivalent
en class of equivalence
fr classe d' une équivalence

2.3.6 **диапазон шкалы измерений**: Пределы изменений измеряемого свойства, охватываемые данной конкретной реализацией шкалы.

de Bereich von Skala der messungen
en range of measurements scale
fr etendue d' une échelle des mesurages

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

de Einheit (von Größe)
en unit of measurement (of quantity)
fr unité de mesure (grandeur)

Примечания

1 Термины «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.

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

de Logarithmen Einheit
en logarithmic unit of measurement
fr unité logarithmique de mesure (grandeur)

Примечание — Получили распространение логарифмические единицы измерений: бел, децибел, лог, децилог, непер и др.

2.4 Измерение свойств

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

de Objekt der messung
en object of measurement
fr objet de mesure

Примечание — Объектами измерений являются как физические, так и нефизические объекты.

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

de Meßbare Eigenschaft
en measurable property
fr propriete de mesure

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

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

de Meßbare Größe
en measurable quantity
fr grandeur de mesure

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

2.4.4 **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).

de Messung
en measurement
fr mesurage

2.4.5 **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.

de Einheitlichkeit der Messungen
en uniformity of measurements
fr tracabilité

Примечание — Данное определение понятия «единство измерений» распространяет его на шкалы всех типов, включая шкалы наименований и порядка (см. 2.1.1).

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

de Größenwert
en value of a quantity
fr valeur d' une grandeur

Примечание — Для качественных свойств аналогичным термином является «оценка свойства».

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

de Wahrer Größenwert
en true value of a quantity
fr valeur vraie d' une grandeur

Примечание — Для качественных свойств аналогичным термином является «истинная оценка свойства».

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

de Konventioneller wahrer Größenwent
en conventional true value of a quantity
fr valeur conventionellement vraie d' une grandeur

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

de Abschätzung einer Eigenschaft
en evaluation of a property
fr évaluation d' une propriete

Примечание — В некоторых случаях удобно и допустимо применять термин «значение» вместо «оценка» и для качественных свойств.

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

de Wahr Abschätzung einer Eigenschaft
en true evaluation of a property
fr valeur evaluation d' une propriete

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

de Konventionell Abschätzung einer Eigenschaft
en conventional evaluation of a property
fr évaluation conventionellement d' une propriete

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

de Meßmethode
en method of measurement
fr methode de mesure

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

de Meßergebnis
en result of measurement
fr resultat d' un mesurage

Примечания

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.

2.5 Средства измерений и эталоны

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

de Meßgerät
en measuring instrument
fr appareil de mesure

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

de Meßverkörperung
en material measure
fr mesure materialisée

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

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

de Meßgerät
en measuring instrument
fr appareil de mesure

2.5.4 **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.

de Meßumformer
en measuring transducer
fr transducteur de mesure

2.5.5 **компаратор**: Объект, предназначенный для сравнения реализаций измеряемого свойства (величины).

de Komparator
en comparator
fr comparateu

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

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

de Normal
en standard, etalon
fr étalon

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

de Normal einer Skala
en etalon of scale
fr échelle d' un étalon

Примечания

1 Эталон может воспроизводить одну точку шкалы (одно фиксированное значение величины) — см. 2.5.8.

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

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

de Normal einer Größe
en etalon of a quantity
fr étalon d' un grandeur

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).

2.6 Погрешности и неопределенности измерений

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

de Meßabweichung
en error (of measurement)
fr erreur (de mesure)

Примечания

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».

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

de Relative Meßabweichung
en relative error
fr erreur relative

Примечания

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.

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

de Meßabweichungen einer Skalareproduction
en errors of scale reproduction
fr erreurs d' une reproduction de échelle

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

de Meßabweichungen einer Skalatranslation
en errors of scale transmission
fr erreurs d' une transmission de échelle

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

de Meßunsicherheit
en uncertainty of measurement
fr incertitude de mesure

Примечания

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 двухмерных 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 неопределенностью.

2.6.6 **неопределенность воспроизведения шкалы**: Неопределенность результатов измерений, выполняемых при воспроизведении точек шкалы.

de Unsicherheit einer Skalareproduction
en uncertainty of scale reproduction
fr incertitude d' une reproduction de échelle

2.6.7 **неопределенность передачи шкалы**: Неопределенность результатов измерений, выполняемых при передаче точек шкалы.

de Unsicherheit éiner Skalatranslation
en uncertainty of scale transmission
fr incertitude d' une transmission de échelle

Алфавитный указатель терминов на русском языке

В

величина измеряемая 2.4.3
воспроизведение шкалы измерений 2.1.6

Д

диапазон шкалы измерений 2.2.6

Е

единица величины 2.3.7
единица измерений 2.3.7
единица измерений логарифмическая 2.3.8
единство измерений 2.4.5

З

значение величины 2.4.6
значение величины действительное 2.4.8
значение величины истинное 2.4.7

И

измерение 2.4.4
интервал 2.2.3

К

компаратор 2.5.5
класс эквивалентности 2.3.5

М

мера 2.5.2
метод измерения 2.4.12

Н

неопределенность воспроизведения шкалы 2.6.6
неопределенность измерений 2.6.5
неопределенность передачи шкалы 2.6.7
неопределенность результата измерений 2.6.5
нуль шкалы 2.3.1
нуль шкалы естественный 2.3.2
нуль шкалы условный 2.3.3

О

объект измерений 2.4.1
оценка свойства 2.4.9
оценка свойства действительная 2.4.11
оценка свойства истинная 2.4.10

П

передача шкалы измерений 2.1.7
погрешность воспроизведения шкалы 2.6.3
погрешность передачи шкалы 2.6.4
погрешность измерения 2.6.1
погрешность измерения относительная 2.6.2
погрешность относительная 2.6.2
погрешность результата измерения 2.6.1
преобразователь измерительный 2.5.4
прибор измерительный 2.5.3

Р

результат измерения 2.4.13

С

свойство измеряемое 2.4.2
спецификация шкалы измерений 2.1.3
средство измерений 2.5.1

Т

тип шкалы 2.1.5
точка шкалы 2.3.4

Ш

шкала 2.1.1
шкала абсолютная 2.2.5
шкала абсолютная логарифмическая 2.2.9
шкала абсолютная ограниченная 2.2.6
шкала биофизическая 2.2.10
шкала величины 2.1.2
шкала измерений 2.1.1
шкала интервалов 2.2.3
шкала логарифмическая 2.2.7
шкала многомерная 2.2.12
шкала наименований 2.2.1
шкала одномерная 2.2.11
шкала отношений 2.2.4
шкала порядка 2.2.2
шкала разностей 2.2.3
шкала разностей логарифмическая 2.2.8

Э

элементы шкалы измерений 2.1.4
эталон величины 2.5.8
эталон 2.5.6
эталон шкалы измерений 2.5.7

Алфавитный указатель эквивалентов терминов на немецком языке

A

Abschä tzung einer Eigenschaft 2.4.9
Absolute beschränkte Skala 2.2.6
Absolute Skala 2.2.5

B

Bereich von Skala der messungen 2.3.6
Bezeichnungenskala 2.2.1
Biophysikalische Skala 2.2.10

E

Eindimensionale Skala 2.2.11
Einheit (von Größe) 2.3.7
Einheitlichkeit der Messungen 2.4.5
Elemente von Skalen der Messungen 2.1.4

G

Größenwert 2.4.6

K

Klasse Äquivalent 2.3.5
Komparator 2.5.5
Konventionell Abschätzung einter Eigenschaft 2.4.11
Konventioneller wahrer Größenwert 2.4.8

L

Logarithme Skala der Differenzen 2.2.8
Logarithmen Einheit 2.3.8
Logarithmen Skala 2.2.7
Logarithmen absolute Skala 2.2.9

M

Meßverkörperung 2.5.2
Meßabweichung 2.6.1
Meßabweichungen einer Skalareproduction 2.6.3
Meßabweichungen einer Skalatranslation 2.6.4
Meß bare Eigenschaft 2.4.2
Meßbare Größe 2.4.3
Meßergebnis 2.4.13
Meßgerät 2.5.1, 2.5.3
Meßmethode 2.4.12
Meßumformer 2.5.4
Messung 2.4.4
Meßunsicherheit 2.6.5

N

Natürliche Skalanull 2.3.2
Normal 2.5.6
Normal einer Skala 2.5.7
Normal einer Größe 2.5.8

O

Objekt der messung 2.4.1
Ordnungskala 2.2.2

R

Relative Meßabweichung 2.6.2

S

Skala (der Messungen) 2.1.1
Skala der Differenzen (Zwischenräume) 2.2.3
Skala der Verhältnise 2.2.4
Skala einer Größe 2.1.2
Skalanull 2.3.1
Skalapunkt 2.3.4
Skalareproduction 2.1.6
Skalatranslation 2.1.7
Skalatyp 2.1.5
Spezifikation für Skala der Messungen 2.1.3

U

Unsichertheit einer Skalareproduction 2.6.6
Unsichertheit einer Skalatranslation 2.6.7

V

Veildimensionale Skala 2.2.12
Verabredete Skalanull 2.3.3

W

Wahr Abschä tzung einer Eigenschaft 2.4.10
Wahrer Größenwert 2.4.7

Z

Zmischenräume 2.2.3

Алфавитный указатель эквивалентов терминов на английском языке

A

absolute limited scale 2.2.6
absolute scale 2.2.5

B

biophysical scale 2.2.10

C

class of equivalence 2.3.5
comparator 2.5.5
conventional evaluation of a property 2.4.11
conventional true value of a quantity 2.4.8
conventional zero of a scale 2.3.3

E

elements of measurements scales 2.1.4
error (of measurement) 2.6.1
errors of scale reproduction 2.6.3
errors of scale transmission 2.6.4
etalon of a quantity 2.5.8
etalon of a scale 2.5.7
evaluation of a property 2.4.9

L

logarithmic scale 2.2.7
logarithmic absolute scale 2.2.9
logarithmic scale of differences 2.2.8
logarithmic unit of measurement 2.3.8

M

material measure 2.5.2
measurable property 2.4.2
measurable quantity 2.4.3
measurement 2.4.4
measurements scale 2.1.1
measuring instrument 2.5.1, 2.5.3
measuring transducer 2.5.4
method of measurement 2.4.12
multidimensional scale 2.2.12

N

natural zero of a scale 2.3.2

O

object of measurement 2.4.1
one-dimensional scale 2.2.11

P

point of a scale 2.3.4

R

range of measurements scale 2.3.6
relative error 2.6.2
reproduction of measurements scale 2.1.6
result of measurement 2.4.13

S

scale 2.1.1
scale of a quantity 2.1.2
scale of an order 2.2.2
scale of denominations 2.2.1
scale of differences (intervals) 2.2.3
scale of ratios 2.2.4
specification for scale of measurements 2.1.3
standard, etalon 2.5.6

T

transmission of measurements scale 2.1.7
true evaluation of a property 2.4.10
true value of a quantity 2.4.7
type of a scale 2.1.5

U

uncertainty of measurement 2.6.5
uncertainty of scale reproduction 2.6.6
uncertainty of scale transmission 2.6.7
uniformity of measurements 2.4.5
unit of measurement (of quantity) 2.3.7

V

value of a quantity 2.4.6

Z

zero of a scale 2.3.1

Алфавитный указатель эквивалентов терминов на французском языке

A

appareil de mesure 2.5.1, 2.5.3

C

classe d' une equivalence 2.3.5
comparateu 2.5.5
conventionnel zero d' une échelle 2.3.3

E

échelle (des mesurages) 2.1.1
échelle absolue 2.2.5
échelle absolue limite 2.2.6
échelle biophysique 2.2.10
échelle d' un étalon 2.5.7
échelle d' un denominations 2.2.1
échelle d' un différences (intervalles) 2.2.3
échelle d' un relations 2.2.4
échelle d' une grandeur 2.1.2
échelle d' une order 2.2.2
échelle logarithmique 2.2.7
échelle logarithmique absolue 2.2.9
échelle logarithmique du différences 2.2.8
échelle monodimensionale 2.2.11
échelle multidimensionale 2.2.12
éléments d' un échelles des mesurages 2.1.4
erreur (de mesure) 2.6.1
erreur relative 2.6.2
erreurs d' une reproduction de échelle 2.6.3
erreurs d' une transmission de échelle 2.6.4
étalon 2.5.6
étalon d' un grandeur 2.5.8
étendue d' une échelle des mesurages 2.3.6
évaluation conventionellement d' une propriete 2.4.11
évaluation d' une propriete 2.4.9

G

grandeur de mesure 2.4.3

I

incertitude d' une reproduction de échelle 2.6.6
incertitude d' une transmission de échelle 2.6.7
incertitude de mesure 2.6.5

M

mesurage 2.4.4
mesure materialisée 2.5.2
methode de mesure 2.4.12

N

naturel zero d' une échelle 2.3.2

O

objet de mesure 2.4.1

P

point d' une échelle 2.3.4
propriete de mesure 2.4.2

R

reproduction de échelle des mesurages 2.1.6
resultat d' un mesurage 2.4.13

S

specification d' une échelle des mesurages 2.1.3

T

tracabilité 2.4.5
transducteur de mesure 2.5.4
transmission de échelle des mesurages 2.1.7
type d' une échelle 2.1.5

U

unité de mesure (grandeur) 2.3.7
unité logarithmique de mesure (grandeur) 2.3.8

V

valeur conventionellement vraie d' une grandeur 2.4.8
valeur d' une grandeur 2.4.6
valeur evaluation d' une propriete 2.4.10
valeur vraie d' une grandeur 2.4.7

Z

zero d' une échelle 2.3.1

Приложение А
(справочное)

Элементы теории шкал измерений

Термин «шкала» в метрологической практике имеет по крайней мере два различных значения. Во-первых, шкалой или, точнее, шкалой измерений называют абстрактное понятие, определенное в настоящих рекомендациях. Во-вторых, шкалой называют отсчетные устройства аналоговых средств измерений. В настоящих рекомендациях термин «шкала» используют только в первом из приведенных выше значений.

В настоящем приложении приведены основные теории шкал измерений, необходимые для их понимания и применения, а также примеры некоторых широко применяемых на практике шкал.

Измеряют различные свойства тел, веществ, явлений, процессов. Измеряемым свойствам дают названия, такие как масса, интервал времени, термодинамическая температура, цвет и т. д. Одни свойства при этом проявляются количественно (длина, масса, температура и т. п.), а другие — качественно. Например, цвет, поскольку не имеет смысла выражение типа «красный цвет больше (меньше) синего». Измеряемые количественные свойства называют измеряемыми величинами. Многообразие (количественное или качественное) проявлений любого свойства образует множество, отображение элементов которого на множество чисел или, в более общем случае, на систему условных знаков представляет собой шкалу измерений этого свойства. Такими системами знаков являются, например, множество обозначений (названий) цветов, совокупность классификационных символов или понятий, множество баллов оценки состояний объекта, множество действительных чисел и т. д. Элементы множеств проявления свойств находятся в определенных логических соотношениях между собой. Такими соотношениями могут быть «эквивалентность» (равенство), «отличие», «сходство» (близость) этих элементов, их количественная различимость («больше», «меньше»), реальная выполнимость операций сложения, вычитания, умножения, деления элементов множеств и т. д. Эти особенности свойств определяют типы соответствующих им шкал измерений.

В соответствии с логической структурой проявления свойств в теории измерений различают пять основных типов шкал измерений: наименований, порядка, разностей (интервалов), отношений и абсолютные шкалы. Шкалы каждого типа обладают определенными признаками, основные из которых рассмотрены ниже.

Шкалы наименований отражают качественные свойства. Их элементы характеризуются только соотношениями эквивалентности (равенства), отличия и сходства конкретных качественных проявлений свойств. В шкалах наименований нельзя ввести понятия единицы измерений, а следовательно, и размерности, в них отсутствует также нулевой элемент. Однако возможны некоторые статистические операции при обработке результатов измерений в этих шкалах, например, можно найти модальный или наиболее многочисленный по результатам измерений класс эквивалентности.

Примеры шкал наименований

- Шкалы измерений цвета — колориметрические системы, стандартизованные Международной комиссией по освещению (МКО). В наиболее распространенной стандартной колориметрической системе МКО 1931 г. цвет определяется тремя координатами цвета X, Y, Z в модельном трехмерном неэвклидовом пространстве с использованием спектральных характеристик источников оптического излучения, отражающих и пропускающих свет объектов и эмпирических стандартизованных функций сложения цветов (см. публикацию МКО № 15 [2]).

- Геодезические шкалы для обозначения местоположения на Земле в установленных системах координат (геодезические координаты, астрономические координаты, геоцентрические координаты, плоские прямоугольные геодезические координаты и др.).

- Шкалы пространственной симметрии (шкала групп симметрии кристаллов и т. п.).

- Шкалы запахов.

- Шкала групп крови человека с учетом резус-фактора и т. п.

Шкалы порядка описывают свойства, для которых имеют смысл не только соотношения эквивалентности, но и соотношения порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства. Узкоспециализированные шкалы порядка широко применяют в методах испытаний различной продукции.

В этих шкалах также нельзя ввести единицы измерений из-за того, что они принципиально нелинейны: логически невозможно установить равенство интервалов на различных участках шкалы. Результаты измерений в таких шкалах выражают в числах, баллах, степенях, уровнях, а не в единицах измерений. Хотя результаты измерений в таких шкалах часто обозначают непрерывными множествами действительных арифметических чисел, невозможно подразумевать пропорциональность этих значений (логически невозможно определить, во сколько раз одна реализация свойства больше или меньше другой). Результаты измерений в баллах, степенях, уровнях выражают дискретными рядами натуральных чисел. Шкалы порядка допускают монотонные преобразования, в них может присутствовать или отсутствовать нуль шкалы.

Примеры шкал порядка

- Шкалы твердости материалов: металлов (международные шкалы Бринелля, Роквелла, Виккерса, Шора), минералов, резины, пластмасс и др.

- Шкалы интенсивности и балльности землетрясений.

- Шкалы силы ветра и состояния поверхности моря (шкала Бофорта и др.).

- Шкалы белизны различных объектов (материалов, продуктов, изделий), например бумаги, древесины, муки и др.

- Шкалы чисел светочувствительности фотоматериалов.

- Шкалы громкости, уровней громкости.

- Шкалы интенсивности запаха и вкуса воды.

- Шкалы октановых и цетановых чисел топлив для двигателей.

- Шкала чисел падения для зерна и муки.

- Шкала оценки событий на атомных электростанциях.

- Шкалы кислотных, йодных, бромных, перманганатных, медных, хлорных, бентонитовых, формольных, перекисных, карбонильных, эфирных и др. чисел для различных материалов и продуктов.

Шкалы разностей [интервалов] отличаются от шкал порядка тем, что для описываемых ими свойств имеют смысл не только соотношения эквивалентности и порядка, но и равенства и суммирования интервалов (разностей) между различными количественными проявлениями свойств. Характерный пример — шкала интервалов времени. Интервалы времени (например, периоды работы, периоды учебы) можно складывать и вычитать, но складывать даты каких-либо событий бессмысленно. Другой пример: шкалу длин (расстояний) — пространственных интервалов определяют путем совмещения нуля линейки с одной точкой, а отсчет выполняют у другой точки. К шкалам этого типа относятся и практические шкалы температур с условным нулем. Шкалы разностей имеют условные (принятые по соглашению) единицы измерений и условные нули, основанные на каких-либо реперах. В этих шкалах допустимы линейные преобразования, в них применимы процедуры для отыскания математического ожидания, стандартного отклонения и др.

Примеры шкал разностей

- Международная шкала равномерного атомного времени TA, в которой размер единицы соответствует определению секунды в Международной системе единиц (СИ).

- Шкала всемирного времени UT0, длительность секунды в которой равна средней солнечной секунде.

- Шкала всемирного времени UT1, отличающаяся от UT0 поправкой на перемещения полюсов Земли.

- Шкала всемирного времени UT2, отличающаяся от UT1 поправкой на сезонную неравномерность вращения Земли.

- Шкала координированного времени UTC, в которой размер секунды такой же, как в TA, но начало счета может меняться ровно на 1 с, чтобы расхождения между UTC и UT2 не превышали 0,9 с.

- Календари (григорианский, юлианский, мусульманский, лунный и др.).

- Шкала температуры по Цельсию, в которой единица измерений — градус Цельсия — равна кельвину и за условный нуль принята термодинамическая температура 273, 16 К.

- Шкала окислительных потенциалов водных растворов.

Шкалы отношений. К множеству количественных проявлений в этих шкалах отношений применимы соотношения эквивалентности и порядка, операции вычитания и умножения (шкалы отношений 1-го рода — пропорциональные шкалы), а во многих случаях и суммирования (шкалы отношений 2-го рода — аддитивные шкалы).

В шкалах отношений существуют условные (принятые по соглашению) единицы и естественные нули. Шкалы отношений широко используют в физике и технике, в них допустимы все арифметические операции, кроме суммирования в шкалах 1-го рода.

Примеры шкал отношений

- Шкала массы (аддитивная).

- Шкала частот, в которой размер единицы соответствует определению герца в СИ.

- Шкала термодинамической температуры (пропорциональная), в которой размер единицы соответствует определению кельвина в СИ (максимально приближена к этой шкале международная температурная шкала МТШ—90, опирающаяся на ряд реперных точек).

- Шкала силы света оптического излучения, в которой размер единицы соответствует определению канделы в СИ с использованием для различных по спектру излучений стандартизованной Международной комиссией по освещению (МКО) [3] эмпирической функции относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения. Эта шкала является исходной для шкал всех световых величин.

- Шкалы уровня звука A, B, C и D, стандартизованные на международном уровне. Уровень звукового давления в этих шкалах принято выражать в логарифмических шкалах (в децибелах относительно опорного значения $2 \cdot 10^{-5}$ Па).

- Шкалы измерений раздражающего действия шума (шумности и уровней воспринимаемого шума), стандартизованные на международном уровне.

- Аудиометрические шкалы (для измерения остроты и степени потери слуха).

- Псофометрические шкалы (для измерения мешающего действия шумов в линиях связи).

- Шкалы доз (поглощенной, эквивалентной) и мощности доз ионизирующих излучений.

- Шкала водородного показателя pH водных растворов (десятичного логарифма активности ионов водорода в грамм-молях на литр, взятого с обратным знаком), реализуемая с использованием ряда реперных растворов.

- Шкалы ионометрических показателей (десятичных логарифмов концентраций ионов химических элементов в растворе, взятых с обратным знаком).

- Шкала практической солености морской воды (ШПС—78) [4].

- Международная сахарная шкала, установленная рекомендацией Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ) — МР14 [5].

- Шкалы жесткости воды.

Абсолютные шкалы обладают всеми признаками отношений, но дополнительно в них существует естественное однозначное определение единицы измерений. Такие шкалы используют для измерений относительных величин (отношений одноименных величин: коэффициентов усиления, ослабления, КПД, коэффициентов отражений и поглощений, амплитудной модуляции и т. д.).

Примеры абсолютных шкал

- Шкалы плоских углов с единицами измерений по СИ — радиан и угловой градус.

- Шкала телесных углов с единицей измерений по СИ — стерадиан.

- Шкалы коэффициентов: амплитудной модуляции, нелинейных искажений, усиления, ослабления, отражения.

- Шкала добротности колебательных систем.

- Шкала относительной диэлектрической проницаемости.

- Шкалы блеска.

- Шкалы частотных интервалов, используемые в акустических измерениях.

- Шкалы влажности.

Большинство свойств описывается одномерными шкалами, однако существуют свойства, описываемые многомерными шкалами, — трехмерные шкалы цвета в колориметрии, двухмерные шкалы электрических импедансов, многомерная шкала параметров вращения Земли, в которой определяют положение оси вращения в теле Земли, направление оси вращения в космическом пространстве и изменения угловой скорости вращения Земли и др. Основные признаки и особенности шкал различных типов систематизированы в таблице А.1.

Таблица А.1 — Признаки и особенности шкал различных типов

Признак типа шкалы измерений	Тип шкалы измерений					
	Наименований	Порядка	Разностей (интервалов)	Отношений		Абсолютные
				1-го рода	2-го рода	
Допустимые логические и математические соотношения между проявлениями свойств	Эквивалентность, различие свойств	Эквивалентность, различие, порядок	Эквивалентность, порядок, суммирование интервалов	Эквивалентность, порядок, пропорциональность	Эквивалентность, порядок, суммирование	Эквивалентность, порядок, пропорциональность, иногда суммирование
Наличие нуля	Не имеет смысла	Необязательно	По соглашению	Имеется естественное определение нуля		
Наличие единицы измерений	Не имеет смысла		Размер единицы по соглашению			Размер единицы по естественному критерию
Допустимые преобразования	Изоморфное отображение	Монотонные преобразования	Линейные преобразования	Умножение на число		Отсутствуют

Практически реализация шкал измерений достигается путем стандартизации как самих шкал и единиц измерений, так и, при необходимости, способов и условий (спецификаций) их однозначного воспроизведения. Шкалы наименований и порядка могут быть реализованы и без специальных технических эталонных устройств (шкала-классификация Линнея, шкала запахов, шкала Бофорта), но если создание эталонов необходимо, то они воспроизводят весь применяемый на практике участок шкалы (пример — эталоны твердости). Внесение любых изменений в спецификацию, определяющую шкалу наименований или порядка, практически означает введение новой шкалы. Шкалы разностей и отношений (метрические шкалы), соответствующие СИ, как правило, воспроизводятся эталонами. Эталоны этих шкал измерений могут воспроизводить одну точку шкалы (эталон массы), некоторый участок шкалы (эталон длины) или практически всю шкалу (эталон времени).

Нормативные документы по метрологии обычно рассматривают установление и воспроизведение только единиц измерений. На практике даже для величин, соответствующих основным единицам СИ (секунда, кельвин, кандела и др.), эталоны, кроме единиц, хранят и воспроизводят шкалы (атомного и астрономического времени, температурную МТШ—90 и т. д.). При любом варианте построения эталонов поверочными схемами предусматривается воспроизведение всех необходимых для практики участков шкал. Абсолютные шкалы могут опираться на эталоны, воспроизводящие любые их участки (как эталоны метрических шкал), но могут воспроизводиться и без них (КПД, коэффициент усиления). Особенности воспроизведения (реализации) шкал систематизированы в таблице А.2.

Таблица А.2 — Особенности реализации шкал измерений

Особенности реализации шкалы	Тип шкалы измерений				
	Наименований	Порядка	Разностей (интервалов)	Отношений	Абсолютные
Введение единиц измерений	Принципиально невозможно ввести единицы измерений		Есть возможность ввести единицы измерений		
Необходимость эталона реализуемой шкалы	Шкалы могут быть реализованы без специального технического эталонного устройства		Большинство шкал может быть реализовано только посредством специального технического эталонного устройства		Шкалы могут быть реализованы без эталонов
Эталон должен воспроизводить (при его наличии)	Весь используемый участок шкалы		Какую-либо часть или точку шкалы и условный нуль	Какую-либо часть или точку шкалы	Обязательные требования отсутствуют

Шкалы разностей (интервалов), отношений и абсолютные шкалы допускают логарифмическое преобразование, часто применяемое на практике, что приводит к изменению типа шкал. Такие шкалы называют логарифмическими. Практическое распространение получили логарифмические шкалы на основе применения систем десятичных и натуральных логарифмов, а также логарифмов с основанием два.

Операция логарифмирования может быть применена только к безразмерным величинам, поэтому перед логарифмированием размерную величину вначале преобразуют в безразмерную путем ее деления на принятое по соглашению произвольное (опорное) значение той же величины, после чего вычисляют логарифм полученной безразмерной величины.

В зависимости от типа шкалы, подвергнутой логарифмическому преобразованию, логарифмические шкалы могут быть двух видов. При логарифмическом преобразовании абсолютных шкал получают абсолютные логарифмические шкалы, называемые иногда логарифмическими шкалами с плавающим нулем, поскольку в них не зафиксировано опорное значение. Примерами таких шкал являются шкалы усиления (ослабления) сигнала в децибелах. Для значений величин в абсолютных логарифмических шкалах допустимы операции сложения и вычитания.

При логарифмическом преобразовании шкал отношений и интервалов получают логарифмическую шкалу интервалов с фиксированным нулем, соответствующим принятому опорному значению преобразуемой шкалы. В радиотехнике в качестве опорного чаще всего принимают значения 1 мВт, 1 В, 1 мкВ; в акустике — 20 мкПа и др. К этим шкалам в общем случае нельзя прямо применять ни одно арифметическое действие; сложение и вычитание величин, выраженных в значениях таких шкал, должны быть проведены путем нахождения их антилогарифмов, выполнения необходимых арифметических операций и повторного логарифмирования результата.

В метрологической практике существует ряд шкал, которыми описываются реакции биологических объектов, прежде всего человека, на воздействующие на них физические факторы. К ним относятся шкалы световых и цветовых измерений, шкалы восприятия звуков, шкалы эквивалентных доз ионизирующих излучений и др. Такие шкалы любого типа принято называть биофизическими шкалами.

Биофизическая шкала — шкала измерений свойств физического фактора (стимула), модифицированная таким образом, чтобы по результатам измерений этих свойств можно было прогнозировать уровень или характер

реакции биологического объекта на воздействие этого фактора. Такие шкалы строят по моделям, так модифицирующим (трансформирующим) результаты измерений свойства стимула, чтобы было достигнуто однозначное соответствие между результатами измерений и характеристикой биологической реакции (гомоморфное отображение множества стимулов на множество реакций). При этом некоторому подклассу множества стимулов могут соответствовать эквивалентные реакции. Такая модифицированная шкала стимулов по логической структуре приближается к структуре шкалы реакций и приобретает некоторую прогностическую ценность. Однако, как правило, биофизическая шкала стимулов и шкала соответствующих реакций являются шкалами разных типов, поэтому на прогностические суждения о реакциях, вызываемых стимулами, нельзя прямо переносить логические соотношения шкалы стимулов. Так, например, шкала силы света с точки зрения стимулов является неограниченной аддитивной шкалой отношений, а с точки зрения восприятия человеком — шкалой порядка в ограниченном снизу и сверху диапазоне значений стимулов.

Библиография

[1] РМГ 43—2001 Государственная система обеспечения единства измерений. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений»

[2] Publication CIE 15:2004 Colorimetry
Публикация МКО 15:2004 Колориметрия

[3] Publication CIE 41:1978 Light as a true visual quantity: Principles of measurement
Публикация МКО 41:1978 Свет как соответствующая визуальная величина. Принципы измерений

[4] ГСССД 77—84 Морская вода. Шкала практической солености 1978 г.

[5] OIML P 14 Polarimetric saccharimeters graduated in accordance with the ICUMSA International Sugar Scale
МОЗМ МР 14 Сахариметры поляриметрические, градуированные в соответствии с сахарной шкалой Международной комиссии по унификации методов анализа сахара

УДК 389.6(038):006.354 МКС 01.040.17 Т80 ОКСТУ 0008

Ключевые слова: метрология, шкала, шкала измерений, шкала величин, спецификация шкалы, элементы шкалы, типы шкал, измеряемое свойство, эталон шкалы измерений, неопределенность результата измерений

Рекомендации по межгосударственной стандартизации

Государственная система обеспечения единства измерений

ШКАЛЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Термины и определения

РМГ 83—2007

БЗ 1—2008

Редактор *Л.В. Афанасенко*
Технический редактор *Н.С. Гришанова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 06.03.2008. Подписано в печать 11.04.2008. Формат 60×84 1/8. Бумага офсетная. Гарнитура Ариал. Печать офсетная. Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,20. Тираж 720 экз. Зак. 334. Изд. № 3626/4.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru