ГП Всероссийский научно-исследовательский институт

физико-технических и радиотехнических измерений

(ГП ВНИИФТРИ)

УТВЕРЖДАЮ

Зам директора

ГП ВНИИФТРИ"

_____ Ю. И. Брегадзе

_____ 1995 г.

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Шкалы измерений. Основные положения. Термины и определения

МИ 2365 - 96

gost.e-ecolog.ru

Группа Т80

РЕКОМЕНДАЦИЯ

ГСИ. Шкалы измерений. Основные положения. Термины и определения

МИ 2365-96

В настоящей рекомендации приведены основные положения теории шкал измерений, а также соответствующие термины и определения необходимые для правильного понимания и практического применения шкал измерений метрологами и приборостроителями.

Термин "шкала" в метрологической практике имеет, по крайней мере, два различных значения. Во-первых, шкалой или точнее шкалой измерений называют принятый по соглашению порядок определения и обозначения всевозможных проявлений (значений) конкретного свойства (величины) Во-вторых, шкалой называют отсчетные устройства аналоговых средств измерений, В настоящей рекомендации термин "шкала" используется только в первом из приведенных выше значений.

В первом разделе настоящей рекомендации даны основные положения теории шкал измерений. Второй раздел содержит термины по метрологии, определения которых учитывают положения теории и опыта практического применения шкал измерений.

1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Измерению подлежат различные проявления свойств тел, веществ, явлений, процессов. Некоторые свойства при этом проявляются количественно (длина, масса, температура и т.п.), а другие – качественно (например, цвет, т.к. не имеет смысла выражение типа "красный цвет больше (меньше) синего"). Многообразие (количественное или качественное) проявлений любого свойства образуют множества, отображение элементов которых на упорядоченные множества чисел или, в более общем случае, на систему условных знаков образуют шкалы измерения этих свойств. 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) или "сходство" (близость) этих элементов, их количественная различимость ("больше", "меньше"), допустимость выполнения определенных математических операций сложения, вычитания, умножения деления с элементами множеств и т. д. Эти особенности элементов множеств проявления свойств определяют типы (особенности 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. Каждый тип шкалы обладает определенными признаками, основные из которых рассматриваются ниже.

ШКАЛЫ НАИМЕНОВАНИЙ отражают качественные свойства. Их элементы характеризуются только соотношениями эквивалентности (равенства) и сходства конкретных качественных проявлений свойств. Примерами таких шкал является шкала классификации (оценки) цвета объектов по наименованиям (красный, оранжевый, желтый, зеленый и т.д.), опирающаяся на стандартизованные атласы цветов, систематизированные по сходству. В таких атласах, выполняющих роль своеобразных эталонов, цвета могут обозначаться условными номерами (координатами цветами). Измерения в шкале цветов выполняются путем сравнения при определенном освещении образцов цвета из атласа с цветом исследуемого объекта и установления эквивалентности их цветов.

В шкалах наименований нельзя ввести понятия единицы измерения; в них отсутствует и нулевой элемент.

Шкалы наименований, по существу, качественны; однако возможны некоторые статистические операции при обработке результатов измерений в этих шкалах, например, можно найти модальный или наиболее многочисленный класс эквивалентности.

ШКАЛЫ ПОРЯДКА – описывают свойства, для которых имеют смысл не только соотношения эквивалентности, но и соотношения порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства. Характерным примером шкал порядка являются существующие шкалы чисел твердости тел, шкалы баллов землятрясений, шкалы баллов ветра, шкала оценки событий на АЭС и т.п. Узкоспециализированные шкалы порядка широко применяются в методах испытаний различной продукции.

В этих шкалах также нет возможности ввести единицы измерений из-за того. что они не только принципиально нелинейны, но и вид нелинейности может быть различен и неизвестен на разных ее участках. Результаты измерений в шкалах твердости, например, выражаются в числах твердости по Бринеллю, Виккерсу, Роквеллу, Шору, а не в единицах измерений. Шкалы порядка допускают монотонные преобразования, в них может быть или отсутствовать нулевой элемент.

ШКАЛЫ РАЗНОСТЕЙ (ИНТЕРВАЛОВ) – отличаются от шкал порядка тем, что для описываемых ими свойств имеют смысл не только соотношения эквивалентности и порядка, но 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, шкала длин (расстояний) – пространственных интервалов определяется путем совмещения нуля линейки с одной точкой, а отсчет делается у другой точки. К этому типу шкал относятся и шкалы температур по Цельсию, Фаренгейту, Реомюру.

Шкалы разностей имеют условные (принятые по соглашению) единицы измерений и нули, опирающиеся на какие-либо реперы.

В этих шкалах допустимы линейные преобразования, в них применимы процедуры для отыскания математического ожидания, стандартного отклонения, коэффициента ассиметрии и смещенных моментов.

ШКАЛЫ ОТНОШЕНИЙ. К множеству количественных проявлений в этих шкалах 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. Примерами шкал отношений являются шкалы массы (2-го рода), термодинамическая температурная шкала (1-го рода).

Массы любых объектов можно суммировать, но суммировать температуры разных тел нет смысла, хотя можно судить о разности и, отношении их термодинамических температур. Шкалы отношений широко используются в физике и технике, в них допустимы все арифметические и статистические операции.

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

ЛОГАРИФМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ – логарифмическое преобразование шкал, часто применяемое на практике, приводит к изменению типа шкал. Практическое распространение получили логарифмические шкалы на основе применения систем десятичных и нату-

ральных логарифмов, а также логарифмов с основанием два.

Логарифм есть число безразмерное, поэтому перед логарифмированием преобразуемая размерная величина в начале обращается в безразмерную путем ее деления на принятое по соглашению произвольное (опорное) значение той же величины, после чего выполняется операция логарифмирования.

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

При логарифмическом преобразовании шкал отношений и интервалов получается логарифмическая шкала 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, должно проводиться путем нахождения их антилогарифмов, выполнения необходимых арифметических операций и повторного логарифмирования результата.

БИОФИЗИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ. В метрологической практике сушествует 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. Будем называть такие шкалы биофизическими.

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 действие этого фактора. Такие шкалы строятся по моделям, так модифицирующим (трансформирующим) результаты измерений свойства стимула, чтобы было однозначное соответствие между результатом 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, естественно, 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 яркостей 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.

Большинство свойств описывается одномерными шкалами, однако имеются свойства, описываемые многомерными шкалами – трехмерные шкалы цвета в колориметрии, двухмерные шкалы электрических импедансов и др. Основные признаки и особенности типов шкал систематизированы в таблице 1.

Практическая реализация шкал измерений достигается путем стандартизации как самих шкал и единиц измерений, так и, в необходимых случаях, способов и условий (спецификаций) их однозначного воспроизведения. Шкалы наименований и порядка могут реализовываться и без эталонов (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 *SI*, 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).

В метрологических НД обычно говорится только об установлении и воспроизведении единиц измерений. На деле даже для величин, соответствующих основным единицам *SI* (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 воспроизводится и без них (КПД, коэффициент усиления). Особенности воспроизведения (реализации) шкал систематизированы в таблице 2.

Таблица 1

Основные признаки классификации шкал измерений

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	Эквивалентность, порядок	Эквивалентность, порядок, суммирование интервалов	Эквивалентность, порядок, пропорциональность	Эквивалентность, порядок, суммирование	Эквивалентность, порядок, суммирование
Наличие нуля	Не имеет смысла	Необязательно	Устанавливается по соглашению	Имеется естественное определение нуля	Имеется естественное определение нуля	Имеется естественное определение нуля
Наличие единицы измерения	Не имеет смысла	Не имеет смысла	Устанавливается по соглашению	Устанавливается по соглашению	Устанавливается по соглашению	Имеется естественный критерий установления размера единиц
Многомерность	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна	Возможна

Признак типа шкалы измерений	Тип шкалы измерений					
	Наименований	Порядка	Разностей (интервалов)	Отношений		Абсолютные
				1-го рода	2-го рода	
Допустимые преобразования	Изоморфное отображение	Монотонные преобразования	Монотонные преобразования	Умножение на число	Умножение на число	Отсутствуют

Таблица 2

Особенности реализации шкал измерений

Особенности реализации шкал	Тип шкалы измерений				
	Наименований	Порядка	Разностей	Отношений	Абсолютные
Введение единиц измерений	Принципиально невозможно ввести единицы измерений	Принципиально невозможно ввести единицы измерений	Есть возможность ввести единицы изменений	Есть возможность ввести единицы изменений	Есть возможность ввести единицы изменений
Необходимость эталона реализуемой шкалы	Шкалы могут реализовываться без специальных эталонов	Шкалы могут реализовываться без специальных эталонов	Большинство шкал реализуются только посредством специальных эталонов	Большинство шкал реализуются только посредством специальных эталонов	Шкалы могут быть реализованы без эталонов
Что должен воспроизводить эталон при его наличии	Весь используемый участок шкалы	Весь используемый участок шкалы	Какую либо часть или точку шкалы и условный нуль	Какую либо часть или точку шкалы	Обязательные требования отсутствуют

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Метрология

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

Законодательная метрология

Раздел метрологии, включающий взаимосвязанные законодательные и научно-технические вопросы, нуждающиеся в регламентации со стороны государства и (или) мирового сообщества, для обеспечения единства измерений.

Теоретическая метрология

Раздел метрологии, в котором изучаются и разрабатываются ее теоретические основы (теория измерений, теория шкал измерений, проблемы установления систем единиц измерений, вопросы использования в метрологии фундаментальных констант и др.).

Практическая (прикладная) метрология

Раздел метрологии, в котором изучаются и разрабатываются вопросы практического применения положений теоретической и законодательной метрологии.

Единство измерений

Состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах или шкалах измерений, а неопределенности (погрешности) результатов измерений не выходят за установленные границы (с заданной вероятностью).

Примечание. Данное определение понятия "единства измерений" не противоречит Закону "Об обеспечении единстве измерений" (статья 1), но распространяет его на шкалы наименований и порядка (см. "шкала измерений").

Шкала измерений (шкала)

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

Примечания.

1. Понятие шкала измерений (кратко – шкала) не следует отождествлять с отсчетным устройством (шкалой) средства измерений.
2. Различают пять 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 объекта, множество названий состояния объекта, совокупность классификационных символов или понятий и т. п.
4. Шкалы разностей и отношений объединяют термином "метрические шкалы".
5. Различают одномерные и многомерные шкалы измерений.

Шкала величины

Шкала измерений количественного свойства.

Тип шкалы

Классификационный признак данной шкалы измерений, характеризующий совокупность присущих ей логических соотношений.

Шкала наименований

Шкала измерений качественного свойства, характеризующаяся только соотношением эквивалентности различных проявлений этого свойства.

Примечания.

1. Множество проявлений (реализации) качественного свойства может быть упорядочено по признаку близости (сходства) и (или) по признаку возможных количественных различий в некоторых подмножествах проявления 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; возможность реализации как с помощью эталонов, так и без них; недопустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы. Чаще всего шкалы наименований определяются рядом "классов эквивалентности".

Шкала порядка

Шкала количественного свойства, 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, возможность реализации как с помощью эталонов, так и без них, недопустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы.

Шкала разностей (интервалов)

Шкала измерений количественного свойства, характеризующаяся соотношениями эквивалентности, порядка, суммирования интервалов различных, проявлений свойства.

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

Шкала отношений

Шкала измерений количественного свойства, характеризующаяся соотношениями эквивалентности, порядка, пропорциональности (допускающими в ряде случаев операцию суммирования) различных проявлений свойства.

Примечания.

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

2. Шкалы отношений, в которых не имеет смысла операция суммирования, называются "пропорциональными шкалами отношений", а шкалы, в которых эта операция имеет смысл, называют "аддитивными шкалами отношений". Например, шкала термодинамических температур – пропорциональная, шкала масс – аддитивная.

Абсолютная шкала

Шкала отношений (пропорциональная или аддитивная) безразмерной величины.

Примечания.

1. Отличительные признаки абсолютных шкал: наличие естественных (не зависящих от принятой системы) единиц нуля и безразмерной единицы измерений, допустимость только тождественных преобразований, реализация как с помощью эталонов, так и без них, допустимость изменения спецификаций, описывающих конкретные шкалы.

2. Результаты измерений в абсолютных шкалах могут выражаться не только в безразмерных единицах, но и в процентах, промиллях, децибелах, битах (см. логарифмические шкалы),

3. Единицы абсолютных шкал могут применяться в сочетании с размерными единицами других шкал. Пример – плотность записи информации в бит/см.

4. Разновидностью абсолютных шкал являются дискретные (целочисленные, счетные, квантованные) шкалы, в которых результат измерения выражается безразмерным числом частиц, квантов или других единичных объектов, эквивалентных по количественному проявлению измеряемого свойства.

Например, значение электрического заряда выражается числом электронов, значение энергии монохроматического электромагнитного излучения – числом квантов (фотонов).

Иногда за единицу измерений в таких шкалах принимают какое-то определенное число частиц (квантов), например, один моль, т.е. число частиц равное числу Авогадро со специальным названием (Фарадей, Эйнштейн).

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, построенная на основе систем логарифмов.

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

Логарифмическая шкала разностей

Логарифмическая шкала измерений, получаемая при логарифмическом преобразовании величины, описываемой шкалой отношений, или интервала в шкале разностей, т.е. шкала, определяемая зависимостью $L = \log (X/X_0)$, где X – текущее, а X_0 – принятое по соглашению опорное значение преобразуемой величины.

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

Логарифмическая абсолютная шкала

Логарифмическая шкала измерений, получаемая логарифмическим преобразованием абсолютных шкал, когда в выражении $L = \log X$ под знаком логарифма X – безразмерная величина, описываемая абсолютной шкалой.

Примечание. Другое название этой разновидности шкалы – логарифмическая шкала с плавающим нулем.

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 действие этого фактора.

Одномерная шкала

Шкала, используемая для измерений свойства объекта, характеризуемого одним параметром; результаты измерений в такой шкале выражаются одним числом или знаком (обозначением).

Многомерная шкала

Шкала, используемая для измерений свойства объекта, характеризуемая двумя или более параметрами; результаты измерений в такой шкале выражаются двумя или более числами или знаками (обозначениями).

Примечания.

1. Некоторые свойства, в принципе, невозможно описать одним параметром. Например, импеданс и комплексный коэффициент отражения описываются двумя параметрами, образующими двумерные шкалы; цвет описывается тремя координатами в моделях цвето-

вых пространств, образующими трехмерные шкалы,

2. Многомерные шкалы могут быть образованы сочетанием шкал различных типов.

Спецификация шкалы измерений

Принятый по соглашению документ, в котором дано определение шкалы и (или) описание правил и процедур воспроизведения данной шкалы (или единицы шкалы, если она существует).

Примечания.

1. Некоторые метрические шкалы, например, шкалы массы и длины, полностью специфицируются стандартизованными определениями единиц измерений.

2. Спецификации многих, даже метрических шкал, кроме определения единиц измерений содержат дополнительные положения. Например, спецификация шкалы световых измерений содержит не только определение единицы измерений яркости - канделы, но и табулированную функцию относительной спектральной световой эффективности монохроматического излучения для дневного зрения.

Элементы шкал измерений

Основные понятия, необходимые для определения школ: класс эквивалентности, нуль, условный нуль, условная единица измерений, естественная (безразмерная) единица измерений, диапазон шкалы измерений.

Нуль шкалы

Элемент шкал порядка (некоторых), интервалов, отношений и абсолютных, их начальная точка.

Примечание. Различают естественный и условный нули шкал.

Естественный нуль шкалы

Начальная точка шкалы, соответствующая стремящемуся к нулю количественному проявлению измеряемого свойства.

Условный нуль шкалы

Точка шкалы разностей (интервалов) или шкалы порядка, которой по соглашению присвоено нулевое значение измеряемого свойства (величины).

Примечание. Шкала может простираться по обе стороны от точки условного нуля. Например, в наиболее распространенной календарной шкале за условный ноль принят день Рождества Христова. Поэтому общепринято обозначение "...лет до Рождества Христова".

Диапазон шкалы измерений **Размер величины**

Количественная определенность измеряемой величины, присущая конкретному объекту деятельности.

Значение величины

Оценка размера величины по соответствующей ей шкале в виде некоторого числа принятых для нее единиц, чисел, баллов или иных количественных знаков (обозначений).

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

Оценка свойства

Нахождение местоположения качественного свойства конкретного объекта деятельности на соответствующей шкале наименований.

Истинное значение величины

Значение величины, которое идеальным образом отражает положение на соответствующей ей шкале реализации количественного свойства конкретного объекта деятельно-

сти.

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

Истинная оценка свойства

Оценка свойства, которая идеальным образом отражает положение на соответствующей шкале наименований реализации качественного свойства конкретного объекта деятельности.

Действительное значение величины

Значение величины, настолько близкое к истинному значению, что для данной цели может быть использована вместо нее.

Действительная оценка свойства

Оценка свойства, настолько близкая к истинной оценке, что для данной цели может быть использована вместо нее.

Единица измерений

Величина фиксированного размера, для которой условно (по определению) принято числовое значение, равное 1.

Примечания.

1. Термин "единица величины" является синонимом термина "единицы 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.

Система единиц (измерений)

Совокупность основных и производных единиц измерений, образованная в соответствии с принятыми по договоренности правилами (принципами).

Примечание. Термин "система единиц физических величин" не вполне корректен, так как известные системы единиц, например, Международная (*SI*), охватывают не только физические величины, но и геометрические (плоский и телесный углы), световые и др.

Пределы изменений значений измеряемого свойства, охватываемые данной конкретной реализации шкалы.

Измеряемое свойство

Проявления общего для объектов деятельности (тел, веществ, явлений, процессов) свойства, выделенного для познания и использования.

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

Измеряемая величина (величина)

Измеряемое свойство, характеризуемое количественными различиями.

Примечание. Понятие "величина" не применимо к качественным свойствам, описываемым шкалами наименований, поэтому понятие "свойство" является более общим по сравнению с понятием "величина". **Основные единицы системы**

Единицы величин, размеры и размерности которых в данной системе единиц приняты за исходные при образовании размеров и размерностей производных единиц.

Примечание. Определения и процедуры воспроизведения некоторых основных единиц могут опираться на другие основные и производные единицы, а также на размерные и безразмерные константы,

Производные единицы системы

Единицы величин, образованные в соответствии с уравнениями, связывающими их с основными единицами или основными и уже определенными производными.

Системные единицы

Единицы, входящие в одну из принятых систем единиц.

Внесистемные единицы

Единицы, не входящие в рассматриваемую систему единиц.

Примечание. Единица, внесистемная по отношению к некоторой системе, может быть системной по отношению к другой системе.

Когерентная производная единица

Производная единица, связанная с другими основными и производными единицами системы уравнением, в котором числовой коэффициент равен 1.

Когерентная система единиц

Система единиц, состоящая из основных и когерентных производных единиц.

Примечание. Примером когерентной системы единиц является Международная система единиц – *SI*.

Кратная единица

Единица, в целое число раз большая системной или внесистемной единицы.

Примечание. В *SI* образуется с множителем 10 в степени n.

Дольная единица измерений

Единица, в целое число раз меньшая системной или внесистемной единицы.

Примечание. В *SI* образуется с множителем 10 в степени минус n.

Условная единица измерений

Единица, размер которой установлен по соглашению.

Примечание. Условными единицами измерений, в частности, являются основные единицы Международной системы единиц (*SI*).

Абсолютная единица измерений

Единица измерения величины, описываемой абсолютной шкалой, размер которой однозначно определяется безразмерным характером измеряемой величины.

Примечания.

1. В абсолютных единицах измеряются такие величины, как коэффициенты отражения, пропускания, усиления, ослабления и т.п.

2. Широко распространено применение дольных абсолютных единиц: процентов, промилле.

Логарифмическая единица измерений

Единица измерений логарифмической шкалы.

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

Размер единицы

Размер величины, принятой за единицу измерения.

Измерение

Сравнение конкретного проявления измеряемого свойства (измеряемой величины) со шкалой (частью шкалы) измерений этого свойства (величины) с целью получения результата измерения (значения величины или оценки свойства).

Объект измерений

Объект деятельности (тело, вещество, явление, процесс), одно или несколько конкретных проявлений свойств которого подлежат измерениям.

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

Средство измерений

Объект, предназначенный для выполнения измерений, имеющий нормированные метрологические характеристики, воспроизводящий и (или) хранящий какую-либо часть (точку) шкалы с установленной погрешностью (неопределенностью) в течение заданного интервала времени.

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" – стандартизованный образец цвета.

Однозначная мера

Мера, воспроизводящая и (или) хранящая одну точку шкалы.

Многозначная мера

Мера, воспроизводящая и (или) хранящая две или более точек шкалы.

Примечание. Многозначная мера может воспроизводить и (или) хранить некоторый участок шкалы. Пример: градуированный конденсатор переменной емкости.

Набор мер

Комплект мер, воспроизводящих точки шкалы (шкал), применяемых как в отдельности, так и, если это имеет смысл, в различных сочетаниях. Примеры: набор гирь, набор мер твердости, набор образцов цвета и т.д.

Измерительный прибор

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

Примечание. Измерительный прибор, как правило, содержит меру и устройства для преобразования измеряемой величины (измеряемого свойства) в сигнал измерительной информации и его индикации в форме, доступной для восприятия.

Стандартный образец (вещества или материала)

Мера специфического свойства (величины), в том числе характеризующего состав или значение величины (величин), для измерения которой необходимо учитывать особенности данного вещества (материала).

Примечания.

1. Стандартные образцы, в основном, применяются непосредственно при выполнении измерений, но могут применяться и как эталоны при поверке (калибровке) средств измерений.

2. Существуют стандартные образцы неколичественнык (качественных) свойств, например, в колориметрии широко применяются наборы стандартных образцов цвета объек-

тов – атласы цветов.

Измерительный преобразователь

Средство измерений или его часть, служащее для получения и преобразования информации об измеряемой величине (измеряемом свойстве) в форму, удобную для обработки, хранения, дальнейших преобразований, индикации или передачи.

Компаратор

Устройство, среда, объект, используемый для сравнения хранимых или воспроизводимых средствами измерений участков (точек) шкал измерений.

Примечание. Компаратор в совокупности с мерой может использоваться для измерений.

Шкала средства измерений

Часть отсчетного устройства средства измерений, представляющая собой упорядоченный ряд оцифрованных отметок, соответствующих хранимой и (или) воспроизводимой части шкалы измерений.

Принцип измерений

Явление или эффект, положенный в основу метода измерений.

Метод измерений

Прием или совокупность приемов сравнения конкретного проявления измеряемого свойства (измеряемой величины) со шкалой измерений возможных проявлений этого свойства (величины).

Результат измерений

Значение величины или оценка свойства, полученные путем измерений.

Примечания.

1. За результат измерений в шкалах разностей (интервалов), отношений и абсолютных, чаще всего принимают среднее арифметическое из ряда результатов равноточных наблюдений.

2. В шкалах порядка за результат измерений можно принять медиану результатов ряда наблюдений, но нельзя принимать среднее арифметическое3. Результат измерений в шкалах наименований выражается эквивалентностью конкретного проявления свойства точке или классу эквивалентности соответствующей шкалы.

4. Результат измерений должен также содержать информацию о его неопределенности (погрешности).

Неопределенность результата измерений

Область (участок) шкалы измерений, в которой предположительно находится истинная оценка свойства или истинное значение измеряемой величины.

Погрешность результата измерений (погрешность измерений)

Отклонение результата измерения от истинного значения измеряемой величины.

Примечания.

1. На практике всегда имеют дело с приближенной оценкой погрешности измерений, чаще всего получаемой как отклонение от действительного значения.

2. Термин "погрешность измерений" неприменим к результатам измерений в шкалах порядка и наименований, где применяется понятие "неопределенность результата измерения".

3. Различают по различным классификационным признакам погрешности измерений и их составляющие: систематические и случайные, инструментальные, метода измерений,

абсолютные и относительные и др.

Абсолютная погрешность измерений (абсолютная погрешность)

Погрешность измерений, выраженная в единицах измеряемой величины.

Примечание. Термин "абсолютная погрешность" применим к результатам измерений в шкалах разностей (интервалов), отношений и абсолютных.

Относительная погрешность измерений (относительная погрешность)

Погрешность измерений, выраженная отношением абсолютной погрешности измерений к значению измеряемой величины.

Примечания.

1. Распространено представление относительной погрешности в процентах.

2. Понятие "относительная погрешность" применимо в 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 измерений температуры по шкале Цельсия или погрешность датировки события.

Неопределенность воспроизведения шкалы

Неопределенности результатов измерений, выполняемых при воспроизведении шкалы.

Погрешности воспроизведения шкалы

Погрешности результатов измерений, выполняемых при воспроизведении точек шкалы.

Погрешность воспроизведения единицы измерений

Погрешность воспроизведения какой-либо точки шкалы разностей, отношений или абсолютной.

Неопределенности передачи шкалы

Неопределенности результатов измерений, выполняемых при передаче шкалы.

Погрешности передачи шкалы

Погрешности результатов измерений, выполняемых при передаче точек шкалы.

Погрешность передачи размера единицы измерений

Погрешность передачи какой-либо точки шкалы разностей, отношений или абсолютной.

Эталон (шкалы или единицы измерений)

Устройство, предназначенное и утвержденное для воспроизведения и (или) хранения и передачи шкалы или размера единицы измерений средствам измерений.

Примечание. В Законе РФ "Об обеспечении единства измерений" используется термин "эталон единицы величины", по смыслу соответствующий термину "эталон шкалы или единицы измерений".

Эталон шкалы измерений

Эталон, воспроизводящий всю или какую-либо часть шкалы измерений.

Примечания.

1. Эталон может воспроизводить одну точку шкалы (одно фиксированное значение величины) – см. эталон единицы измерений.

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

Эталон единицы измерений

Эталон, воспроизводящий одно значение измеряемой величины (одну точку шкалы).

Примечание. Воспроизводимое эталоном единицы измерений значение величины может отличаться от единицы измерений.

В настоящее время воспроизводят значение единицы измерений эталоны массы, длины, интервалов времени, электрического напряжения (исключительно или в ряду других значений).

Первичный эталон

Эталон, предназначенный для передачи шкалы или (и) размера единицы измерений вторичным и (или) рабочим эталонам, а также высокоточным средствам измерений.

Вторичный эталон

Эталон, которому путем сличения передается шкала или размер единицы от соответствующего первичного эталона для последующей передачи рабочим эталонам и другим средствам измерений.

Государственный эталон

Эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства.

Примечание. При международных сличениях государственные эталоны и другие, принадлежащие отдельным государствам эталоны, принято называть "национальными эталонами".

Международный эталон

Эталон, принятый по международному соглашению в качестве первичного международного эталона и служащий для согласования с ним шкал и размеров единиц измерений, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами.

Рабочий эталон

Эталон, предназначенный для передачи шкалы (или размера единицы) рабочим эталонам низших разрядов (образцовым средствам измерений) и рабочим средствам измерений.

Примечания.

1. Рабочие эталоны могут по иерархической подчиненности подразделяться на рабочие эталоны 1, 2-го и т.д. разрядов.
2. Рабочие эталоны применяют для поверки и калибровки средств измерений.

Эталон сравнения

Эталон, применяемый для сличения эталонов, которые не могут быть по разным причинам непосредственно сличены друг с другом.

Эталон-переносчик

Пригодный для транспортирования эталон, конструктивно предназначенный для передачи шкалы или размера единицы поверяемому или калибруемому рабочему эталону или средству измерений на месте его эксплуатации.

Воспроизведение (шкалы или единицы измерений)

Совокупность операций, имеющих целью воссоздание шкалы измерений (или ее участка) или размера единицы, соответствующих их спецификации (определению).

Передача шкалы (или размера единицы измерений)

Приведение шкалы (или ее участка) или размера единицы, хранимой поверяемым (калибруемым) эталоном или рабочим средством измерений в соответствие со шкалой (раз-

мером единицы измерений), воспроизводимой или хранимой более точным (исходным) эталоном.

Поверка средств намерений

Совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям.

Примечания.

1. Поверке подвергают средства измерений, применяемые в сфере распространения государственного метрологического контроля и надзора.

2. Как правило, основной операцией поверки является сравнение поверяемого средства измерений с более точным эталоном, применяемым при поверке. Этим самим осуществляется передача шкалы измерений рабочему средству измерений с регламентированной точностью. Часто при поверке проводится градуировка поверяемого средства измерений по эталону.

Калибровка средства измерений

Совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не применяемого в сфере, подлежащей государственному метрологическому контролю и надзору.

Примечание. Калибровка является метрологической услугой, основной задачей которой является передача калибруемому средству шкалы измерений в интересующем заказчика (потребителя) диапазоне измерений при приемлемой точности.

Градуировка средств измерений (градуировка)

Экспериментальное определение градуировочной характеристики средства измерений, т.е. установление соответствия между сигналами измерительной информации (отсчетами) и шкалой измерений.

Примечание. Операции градуировки используются как при поверке, так и при калибровке. При этом могут устанавливаться поправки к показаниям градуируемых средств измерений.

АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ ТЕРМИНОВ

В

Величина измеряемая
Воспроизведение (шкалы или единицы измерения)

Г

Градуировка средств измерений

Д

Диапазон шкалы измерений

Е

Единство измерений
Единица измерений
Единица измерений абсолютная
Единица измерений внесистемная
Единица измерений дольная
Единица измерений кратная
Единица измерений логарифмическая
Единица измерений производная
Единица измерений производная когерентная
Единица измерений системная
Единица измерений системная основная
Единица измерений системная производная
Единица измерения условная

З

Значение величины
Значение величины действительное
Значение величины истинное

И

Измерение

К

Калибровка средств измерений
Компаратор

М

Мера
Мера многозначная
Мера однозначная
Метрология
Метрология законодательная
Метрология практическая (прикладная)
Метрология теоретическая
Метод измерения

Н

Набор мер
Неопределенность воспроизведения шкалы
Неопределенность передачи шкалы
Неопределенность результата измерений
Нуль шкалы
Нуль шкалы естественный

Нуль шкалы условный

О

Образец стандартный
Объект измерений
Оценка свойств
Оценка свойств действительная
Оценка свойств истинная

П

Передача шкалы (или размера единицы измерения)
Поверка средств измерений
Погрешность воспроизведения единицы
Погрешность воспроизведения шкалы
Погрешность измерения абсолютная
Погрешность измерения относительная
Погрешность передачи размера единицы измерений
Погрешность передачи шкалы
Погрешность результата измерений
Преобразователь измерительный
Прибор измерительный Принцип измерений

Р

Размер величины
Размер единицы
Результат измерений

С

Свойство измеряемое
Система единиц Система единиц когерентная
Спецификация шкалы измерений
Средство измерений

Т

Тип шкалы

Ш

Шкала абсолютная
Шкала абсолютная ограниченная
Шкала биофизическая
Шкала величин
Шкала измерений
Шкала логарифмическая
Шкала логарифмическая абсолютная
Шкала логарифмическая разностей
Шкала многомерная
Шкала наименований
Шкала одномерная
Шкала отношений
Шкала порядка
Шкала разностей (интервалов)
Шкала средств измерений

Э

Эталон
Эталон вторичный
Эталон государственный
Эталон единицы измерений
Эталон международный Эталон рабочий
Эталон сравнения
Эталон первичный
Эталон-переносчик
Эталон шкалы измерений
Элемент шкалы измерений

gost.e-ecolog.ru