

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДОКУМЕНТ МОЗМ D 2

(Издание 2007 г.)

Узаконенные (официально допущенные к применению) единицы измерений

Legal units of measurement

Содержание

Предисловие

Введение

1 Общие положения

2 Единицы СИ

3 Десятичные кратные и дольные единицы СИ

4 Другие единицы

Приложение А Единицы измерений и наименования, которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются

Приложение В Единицы измерений и наименования, которые должны быть изъяты из обращения как можно скорее там, где они используются в настоящее время, и которые не должны вводиться, если они не используются

Библиография

Предисловие

Международная Организация Законодательной Метрологии (МОЗМ) – всемирная межправительственная организация, основной целью которой является согласование требований и норм метрологического контроля, применяемых национальными метрологическими службами, или аналогичными службами государств, являющихся членами данной Организации.

Основные категории публикаций МОЗМ:

Международные Рекомендации (МОЗМ R), представляющие собой модельные регламенты, устанавливающие требования к метрологическим характеристикам определенных средств измерений, и определяющие методики и оборудование, необходимые для проверки их соответствия. Государства, являющиеся членами МОЗМ, должны применять эти Рекомендации в максимально возможном объеме.

Международные Документы (МОЗМ D), носящие информативный характер и предназначенные для улучшения и гармонизации деятельности метрологических служб.

Международные Руководства (МОЗМ G), также являющиеся по своей сути информативными и предназначенные представлять руководства по применению определенных требований в области законодательной метрологии.

Международные Базовые Публикации (МОЗМ B), определяющие правила работы различных структур и систем МОЗМ.

Проекты Рекомендаций и Документы и Руководства МОЗМ разрабатываются техническими комитетами или подкомитетами, образованными из представителей государств, являющихся членами Организации. Некоторые международные и региональные организации также участвуют в роли консультантов в разработке документов. С целью минимизации требований противоречащих друг другу заключены Соглашения о сотрудничестве между МОЗМ и некоторыми организациями, такими как ИСО и МЭК. В результате, изготовители и пользователи средств измерений, испытательные лаборатории и прочие могут применять публикации МОЗМ наравне с публикациями других организаций.

Международные Рекомендации и Международные Документы, Руководства и Базовые Публикации выходят на английском языке (E), переводятся на французский язык (F) и подлежат периодическому пересмотру.

К тому же МОЗМ выпускает сама или принимает участие в публикации **Словарей (МОЗМ V)** и периодически обращается к экспертам в области законодательной метрологии написать **Экспертные Заключение (E)**. Цель

Экспертных заключений - предоставление информации и консультаций. Они являются выражением исключительно точки зрения автора, а не технического комитета или подкомитета или МКЗМ. Поэтому они не всегда отражают позицию МОЗМ.

Данная публикация – МОЗМ D 2, Консолидированное издание 2007 г. (E) – была разработана Техническим комитетом МОЗМ ТК 2 *Единицы измерений*. Предыдущее издание (1999 г.) было одобрено Международным комитетом по законодательной метрологии в 1996 г. и приведено в соответствие с 7-м изданием «Международной системы единиц» (1998 г., МБМВ). Настоящее Издание 2007 г. объединяет Издание 1999 г. (в котором имеется ряд опечаток), Дополнение 1 (2004 г.) и Дополнение 2 (2007 г.). В конечном итоге, настоящее Издание согласуется с 8-м изданием «Международной системы единиц» (2006 г. МБМВ). Публикации МОЗМ доступны на веб-сайте МОЗМ в формате PDF.

Получить дополнительную информацию о публикациях МОЗМ можно в головном офисе Организации:

Международное Бюро
Законодательной Метрологии,
д. 11, улица Тюрго – 75009
Париж - Франция
Тел: 33 (0) 1 48 78 12 82
Факс: 33 (0) 1 42 82 17 27
Электронная почта: biml@oiml.org
Интернет-сайт: www.oiml.org

Bureau International de Metrologie
Legale
11, rue Turgot – 75009 Paris-France
Tel.: 33 (0) 1 48 78 12 82
Fax: 33 (0) 1 42 82 17 27
E-mail: biml@oiml.org
Internet: www.oiml.org

УЗАКОНЕННЫЕ (ОФИЦИАЛЬНО ДОПУЩЕННЫЕ К ПРИМЕНЕНИЮ) ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Введение

Целью данного Международного Документа является содействие разработке национальных правил, касающихся применения узаконенных единиц измерений.

Данный Международный Документ составлен в соответствии со следующими принципами:

1 Международная Система Единиц (СИ), принятая Генеральной Конференцией по Мерам и Весам (ГКМВ), используется в качестве основы для национальных правил, касающихся узаконенных единиц измерений.

2 По общему правилу следует исключать единицы, не входящие в СИ. Однако для практических целей иногда необходимо широкое применение других единиц в качестве узаконенных единиц измерений (например, киловатт·час – кВт·ч).

3 Определения, содержащиеся в данном Международном Документе, которые были даны или одобрены ГКМВ, воспроизведены точно. (См. 2.2.1, 2.2.6, 2.3.1, 2.3.5, 2.3.10, 2.3.11, 2.4.1, 2.5.1, 2.5.2, 2.5.3, 2.5.5, 2.5.7, 2.5.8, 2.5.9, 2.6.1, 2.7.2 и 2.7.4).

Другие определения для применения в законодательной метрологии приведены в их наиболее общепринятой форме.

Данный Международный Документ состоит из следующих разделов.

1. Общие положения

Классификация и области применения узаконенных единиц измерений.

2 Единицы СИ

Каталог единиц СИ. Перечень производных единиц может быть увеличен или сокращен в зависимости от требований.

3 Десятичные кратные и дольные части единиц СИ

Каталог приставок в СИ. Правила образования десятичных кратных и дольных частей когерентных единиц СИ с помощью приставок СИ.

4 Другие единицы

Перечень единиц, которые продолжают использоваться в практических целях (хотя они не входят в Международную Систему Единиц), большинство из которых признаны МКМВ. Данный перечень не является стандартизованным на международном уровне, но желательно рассматривать его как ограничительный, чтобы не усложнять распространение Международной Системы Единиц.

Приложение А

Приложение А содержит те единицы измерений и обозначений, которые могут продолжать временно использоваться до даты, устанавливаемой национальными правилами, но которые не должны вводиться там, где они не используются.

Приложение В

Приложение В содержит те единицы измерений и обозначений, применение которых должно быть прекращено как можно скорее там, где они еще используются, и которые не должны вводиться там, где они не используются.

Перечни, приведенные в приложениях, должны составляться в соответствии с потребностями или обычаями каждой страны.

1. Общие положения

1.1 Узаконенными единицами являются:

1.1.1 Единицы СИ, названные и определенные в разделах 2 и 3.

1.1.2 Другие единицы, названные и определенные в разделе 4.

1.1.3 Составные единицы, образованные путем комбинации единиц из 1.1.1 и 1.1.2.

1.2 Единицы измерений, упомянутые в Приложениях, могут применяться вплоть до дат, которые определены национальными или региональными правилами.

1.3 Узаконенные единицы подлежат обязательному применению для:

- используемых средств измерений,
- результатов выполненных измерений,
- обозначений величин, выражаемых в единицах измерений, которые

используются в области экономики, в сферах здравоохранения и обеспечения безопасности, в образовании, стандартизации, а также в деятельности административного характера.

1.4 Данный Документ не должен влиять на использование единиц, кроме тех, которые он относит к обязательным и которые включены в международные конвенции или соглашения между правительствами в таких областях навигации, как морской, воздушный и железнодорожный транспорт.

1.5 Узаконенная единица измерений может выражаться только:

- либо ее узаконенным наименованием или ее узаконенным обозначением, указанным в данном Документе,
- либо путем использования узаконенных наименований или узаконенных обозначений единиц, составленных в соответствии с определениями соответствующих единиц.

Не разрешается добавлять какие-либо прилагательные или знаки к узаконенным наименованиям или узаконенным обозначениям единиц. (Например, электрическая мощность выражается в ваттах, Вт, но не в электрических ваттах, Вт_э).

1.6 Обозначения единиц печатаются прямым шрифтом. После обозначений точка не ставится, они не изменяются во множительном числе.

2 Единицы СИ

2.1 Общие положения

2.1.1 Единицы СИ принадлежат Международной Системе Единиц, которая имеет международную аббревиатуру СИ (SI).

2.1.2 Единицами СИ являются:

- Совокупность когерентных единиц СИ
 - основные единицы;
 - когерентные производные единицы.
- Десятичные кратные и дольные части этой совокупности

2.1.3 Наименования и обозначения основных единиц соответственно следующие:

			<i>Определение, см. пункт</i>
Длина	метр	м	2.2.1
Масса	килограмм	кг	2.3.1
Время	секунда	с	2.2.6
Сила электрического тока	ампер	А	2.5.1
Термодинамическая температура	кельвин	К	2.4.1
Количество вещества	моль	моль	2.6.1
Сила света	кандела	кд	2.7.2

2.1.4 Производные единицы выражаются алгебраически через основные единицы посредством математических символов путем умножения и деления. Некоторым производным единицам присвоены специальные наименования и обозначения.

2.1.5 Безразмерные производные единицы для плоского и телесного углов имеют следующие наименования и обозначения, соответственно:

				<i>Определение, см. пункт</i>
Плоский угол	радиан	рад		2.2.2
Телесный угол	стерадиан	ср		2.2.3

Наименования и обозначения этих безразмерных производных единиц могут, но необязательно, использоваться в выражениях для других производных единиц СИ в подходящих случаях (20-я ГКМВ, 1995 г.).

2.2 Пространство и время

2.2.1 Длина: метр (обозначение: м)

Метр равен длине пути, проходимого в вакууме светом за 1/299 792 458 долю секунды (17-я ГКМВ, 1983 г.).

2.2.2 Плоский угол: радиан (обозначение: рад)

Радиан – плоский угол между двумя радиусами окружности, дуга между которыми по длине равна радиусу.

$$1 \text{ рад} = \frac{1 \text{ м}}{1 \text{ м}} = 1$$

2.2.3 Телесный угол: стерадиан (обозначение: ср)

Стерадиан – телесный угол в форме конуса, вершина которого расположена в центре сферы и который вырезает на поверхности сферы площадь, равную площади квадрата со стороной, по длине равной радиусу сферы.

$$1 \text{ ср} = \frac{1 \text{ м}^2}{1 \text{ м}^2} = 1$$

2.2.4 Площадь: квадратный метр (обозначение: м²)

Квадратный метр – площадь квадрата со стороной равной 1 м.

$$1 \text{ м}^2 = 1 \text{ м} \cdot 1 \text{ м}$$

2.2.5 Объем: кубический метр (обозначение: м³)

Кубический метр – объем куба со стороной равной 1 м.

$$1 \text{ м}^3 = 1 \text{ м} \cdot 1 \text{ м} \cdot 1 \text{ м}$$

2.2.6 Время: секунда (обозначение: с)

Секунда равна длительности 9 192 631 770 периодов излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 (13-я ГКМВ, 1967 г.)

2.2.7 Частота: герц (обозначение: Гц)

Герц равен частоте периодического процесса, период которого равен 1 секунде.

$$1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$$

2.2.8 Угловая скорость: радиан в секунду (обозначение: рад/с или рад · с⁻¹)

Радиан в секунду равен угловой скорости тела, равномерно вращающегося вокруг неподвижной оси со скоростью в 1 радиан за 1 секунду.

$$1 \text{ рад/с} = \frac{1 \text{ рад}}{1 \text{ с}}$$

2.2.9 Угловое ускорение: радиан в секунду в квадрате (обозначение: рад/с² или рад · с⁻²)

Радиан в секунду в квадрате равен угловому ускорению тела, вращающегося вокруг неподвижной оси с постоянным ускорением, угловая скорость которого изменяется на 1 радиан в секунду за 1 секунду.

$$1 \text{ рад/с}^2 = \frac{1 \text{ рад/с}}{1 \text{ с}}$$

2.2.10 Скорость: метр в секунду (обозначение: м/с или $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$)

Метр в секунду равен скорости точки, которая проходит 1 метр за 1 секунду, совершая равномерное движение.

$$1 \text{ м/с} = \frac{1 \text{ м}}{1 \text{ с}}$$

2.2.11 Ускорение: метр в секунду в квадрате (обозначение: м/с^2 или $\text{м} \cdot \text{с}^{-2}$)

Метр в секунду в квадрате равен ускорению тела, совершающего равномерно переменное движение со скоростью, изменяющейся за 1 секунду на 1 метр в секунду.

$$1 \text{ м/с}^2 = \frac{1 \text{ м/с}}{1 \text{ с}}$$

2.3 Механика

2.3.1 Масса: килограмм (обозначение: кг)

Килограмм есть единица массы, которая равна массе международного прототипа килограмма (3-я ГКМВ, 1901 г.).

2.3.2 Масса на единицу длины, линейная плотность: килограмм на метр (обозначение: кг/м или $\text{кг} \cdot \text{м}^{-1}$)

Килограмм на метр есть масса на единицу длины однородного тела одинакового сечения, имеющего массу 1 килограмм и длину 1 метр.

$$1 \text{ кг/м} = \frac{1 \text{ кг}}{1 \text{ м}}$$

2.3.3 Масса на единицу площади, поверхностная плотность: килограмм на квадратный метр (обозначение: кг/м^2 или $\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$)

Килограмм на квадратный метр есть масса на единицу площади однородного тела одинаковой толщины, имеющего массу 1 килограмм и площадь 1 квадратный метр.

$$1 \text{ кг/м}^2 = \frac{1 \text{ кг}}{1 \text{ м}^2}$$

2.3.4 Плотность (плотность массы): килограмм на метр кубический (обозначение: кг/м³ или кг · м⁻³)

Килограмм на метр кубический есть плотность однородного тела, имеющего массу 1 килограмм и объем 1 кубический метр.

$$1 \text{ кг/м}^3 = \frac{1 \text{ кг}}{1 \text{ м}^3}$$

2.3.5 Сила: ньютон (обозначение: Н)

Ньютон равен силе, сообщающей массе в 1 килограмм ускорение один метр в секунду за секунду.

$$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ м/с}^2$$

2.3.6 Момент силы (обозначение: Н · м)

Момент силы относительно точки равен векторному произведению любого радиус-вектора от данной точки к точке, находящейся на линии действия силы, и силы.

$$1 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1 \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{с}^2$$

2.3.7 Давление, напряжение: паскаль (обозначение: Па)

Паскаль равен равномерному давлению, оказываемому силой 1 ньютон при ее действии на плоскую поверхность площадью 1 квадратный метр перпендикулярно к этой поверхности. Он также равен равномерному напряжению, оказываемому силой 1 ньютон при её действии на плоскую поверхность площадью 1 квадратный метр.

$$1 \text{ Па} = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ м}^2}$$

2.3.8 Динамическая вязкость: паскаль-секунда (обозначение: Па · с)

Паскаль-секунда – динамическая вязкость однородной жидкости, в которой скорость изменяется равномерно по нормали к направлению потока с изменением 1 метр в секунду на расстоянии 1 метр и в которой напряжение сдвига равно 1 паскалю.

$$1 \text{ Па} \cdot \text{с} = \frac{1 \text{ Па} \cdot 1 \text{ м}}{1 \text{ м/с}}$$

2.3.9 Кинематическая вязкость: метр квадратный в секунду (обозначение: $\text{м}^2/\text{с}$ или $\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$)

Метр квадратный в секунду – кинематическая вязкость жидкости, динамическая вязкость которой равна 1 паскаль-секунде, а плотность равна 1 килограмму на кубический метр.

$$1 \text{ м}^2/\text{с} = \frac{1 \text{ Па} \cdot \text{с}}{1 \text{ кг/м}^3}$$

2.3.10 Работа, энергия, количество теплоты: джоуль (обозначение: Дж)

Джоуль равен выполненной работе, когда точка приложения силы в 1 ньютон перемещается на 1 метр в направлении действия силы.

$$1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$$

2.3.11 Поток энергии, тепловой поток, мощность: ватт (обозначение: Вт)

Ватт равен мощности, которая за 1 секунду вызывает повышение энергии на 1 джоуль.

$$1 \text{ Вт} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ с}}$$

2.3.12 Объемный расход: кубический метр в секунду (обозначение: $\text{м}^3/\text{с}$ или $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$)

Метр кубический в секунду равен объемному расходу, при котором вещество, имеющее объем 1 метр кубический, проходит через определенное поперечное сечение за 1 секунду.

$$1 \text{ м}^3/\text{с} = \frac{1 \text{ м}^3}{1 \text{ с}}$$

2.3.13 Массовый расход: килограмм в секунду (обозначение: кг/с или $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$)

Килограмм в секунду равен массовому расходу равномерного потока вещества, имеющего массу 1 килограмм, которое проходит через определенное поперечное сечение за 1 секунду.

$$1 \text{ кг/с} = \frac{1 \text{ кг}}{1 \text{ с}}$$

2.4 Теплота

2.4.1 Термодинамическая температура, температурный интервал: кельвин (обозначение: К)

Кельвин как единица термодинамической температуры равен 1/273,16 доле термодинамической температуры тройной точки воды (13-я ГКМВ, 1967 г.).

Примечание – Кроме термодинамической температуры (обозначение: T), выраженной в кельвинах, также используется температура Цельсия (обозначение: t), определяемая уравнением:

$$t = T - T_0,$$

где $T_0 = 273,15 \text{ К}$ по определению. Для выражения температуры Цельсия используется единица «градус Цельсия» (обозначение: $^{\circ}\text{C}$), равная единице «кельвин». В этом случае «градус Цельсия» является специальным наименованием, используемым вместо «кельвин». Интервал или разность температур Цельсия может быть, однако, выражен как в кельвинах, так и в градусах Цельсия.

2.4.2 Энтропия: джоуль на кельвин (обозначение: Дж/К или Дж · К⁻¹)

Джоуль на кельвин равен увеличению энтропии системы, получающей количество теплоты 1 джоуль при постоянной термодинамической температуре 1 кельвин при условии, что в системе не происходит никаких необратимых изменений.

$$1 \text{ Дж/К} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ К}}$$

2.4.3 Массовая теплоемкость, удельная теплоемкость: джоуль на килограмм-кельвин (обозначение: Дж/(кг · К) или Дж · кг⁻¹·К⁻¹)

Джоуль на килограмм-кельвин равен массовой теплоемкости однородного тела при постоянном давлении или постоянном объеме, имеющего массу 1 килограмм, в котором увеличение количества теплоты на 1 джоуль вызывает увеличение температуры на 1 кельвин.

$$1 \text{ Дж}/(\text{кг} \cdot \text{К}) = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ кг} \cdot 1 \text{ К}}$$

2.4.4 Теплопроводность: ватт на метр-кельвин (обозначение: Вт / (м · К) или Вт · м⁻¹ · К⁻¹)

Ватт на метр-кельвин равен теплопроводности однородного тела, в котором разность температур в 1 кельвин между двумя параллельными плоскостями, имеющими поверхность 1 метр квадратный и расположенными на расстоянии 1 метр друг от друга, вызывает между этими плоскостями тепловой поток в 1 ватт.

$$1 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К}) = \frac{1 \text{ Вт}/\text{м}^2}{1 \text{ К}/\text{м}}$$

2.5 Электричество и магнетизм

2.5.1 Сила электрического тока: ампер (обозначение: А)

Ампер равен силе постоянного тока, поддерживаемого при прохождении по двум прямолинейным параллельным проводникам бесконечной длины ничтожно малого поперечного сечения, расположенным на расстоянии 1 м один от другого в вакууме, вызвал бы между этими проводниками силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н на участке длины в 1 м (9-я ГКМВ, 1948 г.).

2.5.2 Количество электричества, электрический заряд: кулон (обозначение: Кл)

Кулон равен количеству электричества, переносимого за 1 секунду током при силе в 1 ампер.

$$1 \text{ Кл} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с}$$

2.5.3 Электрический потенциал, электрическое напряжение, электродвижущая сила: вольт (обозначение: В)

Вольт равен разности потенциалов между двумя точками проводящего провода, по которому протекает постоянный ток силой 1 ампер, а рассеиваемая мощность между этими точками равна 1 ватт.

$$1 \text{ В} = \frac{1 \text{ Вт}}{1 \text{ А}}$$

2.5.4 Напряженность электрического поля: вольт на метр (обозначение: В/м)

Вольт на метр равен напряженности электрического поля, которое действует с силой 1 ньютон на тело, несущее заряд, равный 1 кулону.

$$1 \text{ В/м} = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ Кл}}$$

2.5.5 Электрическое сопротивление: (обозначение: Ом)

Ом равен электрическому сопротивлению между двумя точками проводника, когда постоянная разность потенциалов в 1 вольт, приложенная к этим точкам, вызывает в проводнике ток силой в 1 ампер, а сам проводник не создаёт какой-либо электродвижущей силы.

$$1 \text{ Ом} = \frac{1 \text{ В}}{1 \text{ А}}$$

2.5.6 Проводимость (электрическая): сименс (обозначение: См)

Сименс равен проводимости проводника, имеющего электрическое сопротивление 1 ом.

$$1 \text{ См} = 1 \text{ Ом}^{-1}$$

2.5.7 Электрическая емкость: фарад (обозначение: Ф)

Фарад равен емкости конденсатора, между пластинами которого возникает разность потенциалов в 1 вольт при его заряде количеством электричества в 1 кулон.

$$1 \text{ Ф} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ В}}$$

2.5.8 Индуктивность: генри (обозначение: Гн)

Генри равен индуктивности замкнутой цепи, в которой возникает электродвижущая сила в 1 вольт, когда электрический ток в цепи изменяется равномерно со скоростью 1 ампер в секунду.

$$1 \text{ Гн} = \frac{1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с}}{1 \text{ А}}$$

2.5.9 Магнитный поток: вебер (обозначение: Вб)

Вебер равен магнитному потоку, связанному с цепью, состоящей из одного витка, который вызовет в ней электродвижущую силу, равную 1 вольту, при уменьшении потока до нуля с равномерной скоростью за 1 секунду.

$$1 \text{ Вб} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ с}$$

2.5.10 Плотность магнитного потока, магнитная индукция: тесла (обозначение: Тл)

Тесла равна плотности магнитного потока, образуемой внутри поверхности площадью 1 метр квадратный однородным магнитным потоком в 1 вебер, направленным перпендикулярно к этой поверхности.

$$1 \text{ Тл} = \frac{1 \text{ Вб}}{1 \text{ м}^2}$$

2.5.11 Магнитодвижущая сила: ампер (обозначение А)

Магнитодвижущая сила в 1 ампер вызывается вдоль любого замкнутого контура, охватывающего электрический проводник, через который проходит электрический ток, равный 1 амперу.

2.5.12 Напряженность магнитного поля: ампер на метр (обозначение: А/м или $\text{А} \cdot \text{м}^{-1}$)

Ампер на метр равен напряженности магнитного поля, образованного в вакууме вдоль окружности длиной 1 метр электрическим током силой 1 ампер, поддерживаемым в прямолинейном проводнике бесконечной длины с ничтожно малым поперечным сечением, образующим ось упомянутой окружности.

$$1 \text{ А/м} = \frac{1 \text{ А}}{1 \text{ м}}$$

2.6 Физическая химия и молекулярная физика

2.6.1 Количество вещества: моль (обозначение: моль)

2.6.1.1 Моль равен количеству вещества системы, которая содержит столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг (14-я ГКМВ, 1971 г.).

2.6.1.2 При употреблении моля структурные элементы должны быть точно обозначены и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или определенными группами таких частиц. (14-я ГКМВ, 1971 г.).

2.6.2 Каталитическая активность: катал (обозначение: кат)¹

2.6.2.1 Катал есть каталитическая активность, способная осуществлять реакцию с скоростью, равной 1 молю в 1 секунду.

2.6.2.2 Рекомендуется при использовании катала измеряемую величину указывать с ссылкой на методику измерения; в методике измерения должен быть определен индикатор реакции (21-я ГКМВ, 1999 г.).

$$1_{\text{кат}} = \frac{1_{\text{моль}}}{1_{\text{с}}}$$

2.7 Излучение и свет

2.7.1 Энергетическая сила света, сила излучения: ватт на стерадиан (обозначение: Вт/ср или Вт · ср⁻¹)

Ватт на стерадиан равен силе излучения точечного источника, излучающего равномерный поток мощностью 1 ватт в телесном угле, равном 1 стерадиану.

$$1_{\text{Вт/ср}} = \frac{1_{\text{Вт}}}{1_{\text{ср}}}$$

2.7.2 Сила света: кандела (обозначение: кд)

Кандела равна силе света источника в заданном направлении, испускающего монохроматическое излучение частотой 540×10^{12} Гц и сила

¹ Часто используется в медицине и биохимии.

излучения которого в этом направлении составляет 1/683 ватт на стерадиан (16-я ГКМВ, 1979 г.).

2.7.3 Яркость: кандела на квадратный метр (обозначение: кд/м² или кд · м⁻²)

Кандела на квадратный метр равна яркости, перпендикулярной к плоской поверхности площадью 1 квадратный метр источника, сила света которого нормальная к этой поверхности, составляет 1 канделу.

$$1 \text{ кд/м}^2 = \frac{1 \text{ кд}}{1 \text{ м}^2}$$

2.7.4 Световой поток: люмен (обозначение: лм)

Люмен равен световому потоку, испускаемому в единичном телесном угле, равном 1 стерадиану, однородным точечным источником, имеющим силу света, равную 1 канделе.

$$1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \cdot 1 \text{ ср}$$

2.7.5 Освещенность: люкс (обозначение: лк)

Люкс равен освещенности поверхности, получающей световой поток в 1 люмен, равномерно распределенный на поверхности площадью 1 квадратный метр.

$$1 \text{ лк} = \frac{1 \text{ лм}}{1 \text{ м}^2}$$

2.8 Ионизирующие излучения

2.8.1 Активность (радиоактивного источника): беккерель (обозначение: Бк)

Беккерель равен активности радиоактивного источника, в котором отношение ожидаемой величины числа самопроизвольных ядерных переходов или изомерных переходов и интервал времени, в течение которого происходят эти переходы, стремится к пределу 1/с.

$$1 \text{ Бк} = \frac{1}{1 \text{ с}}$$

2.8.2 Поглощенная доза излучения, керма: грей (обозначение: Гр)

Грей равен поглощенной дозе излучения или керме в элементе вещества массой 1 кг, которому сообщается энергия ионизирующего излучения в 1 Дж (поглощённая доза), или в котором сумма начальных кинетических энергий в 1 Дж освобождается заряженными ионизирующими частицами (керма), каждая из которых находится в условиях постоянного переноса энергии (флюэнса).

$$1 \text{ Гр} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}$$

2.8.3 Эквивалентная доза: зиверт (обозначение: Зв)¹

Зиверт равен эквивалентной дозе в элементе биологической ткани массой 1 килограмм, которой сообщается энергия ионизирующих излучений, равная 1 джоулю, значение коэффициента качества которых, оценивающего части поглощённой дозы, определяющие биологическую эффективность заряженных частиц, создающих поглощённую дозу, составляет 1 и флюенс энергии которых является постоянным.

$$1 \text{ Зв} = \frac{1 \text{ Дж}}{1 \text{ кг}}$$

2.8.4 Облучение: кулон на килограмм (обозначение: Кл/кг или Кл · кг⁻¹)

Кулон на килограмм равен экспозиционной дозе фотонного ионизирующего излучения, которое может образовать в воздухе массой 1 килограмм ионы одного знака, несущие общий электрический заряд, равный 1 кулону, когда все электроны и позитроны, освобожденные фотонами в воздухе, абсолютно неподвижны в воздухе, а перенос энергии в этой массе воздуха равномерен.

$$1 \text{ Кл/кг} = \frac{1 \text{ Кл}}{1 \text{ кг}}$$

¹ Эквивалентная доза, Н, является произведением Q и D в какой-то точке ткани, где D – поглощенная доза, а Q – коэффициент качества в данной точке, таким образом, $H = Q \cdot D$ (ICRU – Международная комиссия по радиационным единицам и измерениям, отчет 51, 1993 г.)

3 Десятичные кратные и дольные когерентных единиц СИ

3.1 Десятичные кратные и дольные когерентных единиц СИ образуются с помощью десятичных числовых множителей, приведенных ниже, на которые умножаются соответствующие когерентные единицы СИ.

3.2 Наименования десятичных кратных и дольных единиц СИ образуются с помощью приставок СИ, обозначающих десятичные числовые множители.

Множитель										Наименование	Обозначение	
1	000	000	000	000	000	000	000	000	000	$=10^{24}$	йотта	Й
	1	000	000	000	000	000	000	000	000	$=10^{21}$	зетта	З
		1	000	000	000	000	000	000	000	$=10^{18}$	экса	Э
			1	000	000	000	000	000	000	$=10^{15}$	пета	П
				1	000	000	000	000	000	$=10^{12}$	тера	Т
					1	000	000	000	000	$=10^9$	гига	Г
						1	000	000	000	$=10^6$	мега	М
							1	000	000	$=10^3$	кило	к
								100	000	$=10^2$	гекто	г
								10	000	$=10^1$	дека	да
								0,1	000	$=10^{-1}$	деци	д
								0,01	000	$=10^{-2}$	санти	с
							0,	001	000	$=10^{-3}$	милли	м
						0,	000	001	000	$=10^{-6}$	микро	мк
					0,	000	000	001	000	$=10^{-9}$	нано	н
				0,	000	000	000	001	000	$=10^{-12}$	пико	п
			0,	000	000	000	000	001	000	$=10^{-15}$	фемто	ф
		0,	000	000	000	000	000	001	000	$=10^{-18}$	атто	а
	0,	000	000	000	000	000	000	001	000	$=10^{-21}$	зепто	з
0,	000	000	000	000	000	000	000	001	000	$=10^{-24}$	йокто	й

3.3 Приставка рассматривается вместе с наименованием единицы, к которой она непосредственно присоединяется.

3.4 Обозначение приставки должно располагаться перед обозначением единицы без пробела; все это вместе образует обозначение кратной или дольной единицы. Поэтому обозначение приставки рассматривается вместе с обозначением единицы, к которой она непосредственно присоединяется и образует с ней новое обозначение единицы, которую можно возвести в положительную или отрицательную степень и которую можно объединить с другими обозначениями единиц для образования сложных производных единиц.

3.5 Составные приставки, образованные присоединением нескольких приставок СИ, не разрешаются.

3.6 Наименования и обозначения десятичных кратных и дольных единиц массы образуются присоединением приставок СИ к слову «грамм» (обозначение: г).

$$1 \text{ г} = 0,001 \text{ кг} = 10^{-3} \text{ кг}$$

3.7 Для обозначения десятичных кратных и дольных единиц от производной единицы, которая выражается в виде дроби, приставка может присоединяться к любой из единиц либо в числителе, либо в знаменателе, либо в обеих частях. В стандартизации не рекомендуется применять приставки в знаменателе.

Другие единицы

4.1 Время

4.1.1 минута (обозначение: мин)

$$1 \text{ мин} = 60 \text{ с}$$

4.1.2 час (обозначение: ч)

$$1 \text{ ч} = 60 \text{ мин} = 3\,600 \text{ с}$$

4.1.3 сутки (обозначение: сут)²

$$1 \text{ сут} = 24 \text{ ч} = 86\,400 \text{ с}$$

4.2 Плоский угол

4.2.1 градус (обозначение: °)

$$1^\circ = \frac{\pi}{180} \text{ рад}$$

4.2.2 минута (обозначение: ')

$$1' = \left(\frac{1}{60}\right)^\circ = \frac{\pi}{10800} \text{ рад}$$

4.2.3 секунда (обозначение: ")

$$1'' = \left(\frac{1}{60}\right)' = \frac{\pi}{648000} \text{ рад}$$

4.2.4 Гон (обозначение: гон)

$$1 \text{ гон} = \frac{\pi}{200} \text{ рад}$$

4.3 Объем

4.3.1 литр (обозначение: л)

и кратные и дольные единицы литра образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ л} = 1 \text{ дм}^3 = 10^{-3} \text{ м}^3$$

4.4 Масса

4.4.1 Тонна (обозначение: т)

² В соответствии с грегорианским календарем, установленном в 1582 г., в году 365 дней, в високосном году - каждые 4 года - 366 дней, и к високосным годам относятся только те столетние годы, которые делятся на 400.

и кратные и дольные единицы тонны образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ т} = 1 \text{ Мг} = 10^3 \text{ кг}$$

4.4.2 Единая атомная единица массы (обозначение: а.е.м) равна 1/12 массы атома нуклида углерода-12.

Приближенное значение:

$$1 \text{ а.е.м.} = 1,660 \ 540 \text{ йг} = 1,660 \ 540 \times 10^{-27} \text{ кг}$$

Её использование разрешено только в химии и физике.

4.5 Работа, энергия, количество теплоты

4.5.1 Ватт-час (обозначение: Вт · ч)

и кратные и дольные единицы ватт-час образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ Вт} \cdot \text{ч} = 3,6 \text{ кДж} = 3,6 \times 10^3 \text{ Дж}$$

4.5.2 Электрон-вольт (обозначение: эВ)

равен кинетической энергии, получаемой электроном при прохождении в вакууме при разности потенциалов, равной 1 вольту, и кратные и дольные единицы электрон-вольта образуются в соответствии с 3.2.

Приближенное значение:

$$1 \text{ эВ} = 160,2177 \text{ зДж} = 1,602 \ 177 \times 10^{-19} \text{ Дж}$$

Использование единицы разрешено только в специальных областях.

4.6 Логарифмические величины

4.6.1 Уровень поля, например, уровень звукового давления и логарифмический декремент затухания

Единицы³ : непер (обозначение: Нп)^{4 5}

³ При использовании этих единиц особенно важно знать какая величина определяется.

⁴ Непер когерентен с СИ и принят 21-й ГКМВ в качестве единицы в 1999 г.

⁵ Для получения числовых значений величин, выраженных в неперах, должен использоваться натуральный логарифм.

бел (обозначение: Б)⁶

$$L_F = \ln(F/F_0) = \ln(F/F_0) \text{ Нп} = 2 \lg (F/F_0) \text{ Б}$$

Непер равен уровню величины поля F , если $F/F_0 = e$, где F_0 опорная величина того же рода, т.е.

$$1 \text{ Нп} = \ln(F/F_0) = \ln e = 1$$

Бел равен уровню величины поля F , если $F/F_0 = 10^{1/2}$, где F_0 – опорная величина того же рода, т.е.

$$1 \text{ Б} = \ln(F/F_0) = \ln 10^{1/2} \text{ Нп} = (1/2) \ln 10 \text{ Нп} = 2 \lg 10^{1/2} \text{ Б}$$

4.6.2 Уровень мощности, например, ослабление мощности

Единицы³: непер (обозначение: Нп)^{4,5}

бел (обозначение: Б)⁶

$$L_P = (1/2) \ln(P/P_0) = (1/2) \ln(P/P_0) \text{ Нп} = \lg (P/P_0) \text{ Б}$$

Непер равен уровню величины мощности P , если $P/P_0 = e^2$, где P_0 – опорная мощность, т.е.

$$1 \text{ Нп} = (1/2) \ln(P/P_0) = (1/2) \ln e^2 = 1$$

Бел равен уровню величины мощности P , если $P/P_0 = 10$, где P_0 – опорная мощность, т.е.

$$1 \text{ Б} = (1/2) \ln(P/P_0) = (1/2) \ln 10 \text{ Нп} = \lg 10 \text{ Б}$$

⁶ Для получения числовых значений величин, выраженных в белах, должен использоваться десятичный логарифм. Обычно используется десятичная доля бела – децибел.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Единицы измерений и наименования, которые могут временно применяться до даты, установленной национальными предписаниями, но которые не должны вводиться, если они не используются

А.1 Площадь

барн (обозначение: б)

$$1 \text{ б} = 100 \text{ фм}^2 = 10^{-28} \text{ м}^2$$

Ее использование разрешено только в атомной и ядерной физике.

А.2 Динамическая вязкость

пуаз (обозначение: П)

$$1 \text{ П} = 0,1 \text{ Па} \cdot \text{с} = 10^{-1} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

сантипуаз (обозначение: сП)

$$1 \text{ сП} = 1 \text{ мПа} \cdot \text{с} = 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

А.3 Кинематическая вязкость

стокс (обозначение: Ст)

$$1 \text{ Ст} = 100 \text{ мм}^2/\text{с} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$$

сантистокс (обозначение: сСт)

$$1 \text{ сСт} = 1 \text{ мм}^2/\text{с} = 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$$

А.4 Активность (радиоактивного источника)

кюри (обозначение: Ки)

и кратные и дольные единицы кюри образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ Ки} = 37 \text{ ГБк} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$$

А.5 Поглощенная доза

рад (обозначение: рад)

и кратные и дольные единицы рад образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ рад} = 0,01 \text{ Гр} = 10^{-2} \text{ Гр}$$

А.6 Облучение (Экспозиционная доза)

рентген (обозначение: Р)

и кратные и дольные единицы рентген образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ Р} = 0,258 \text{ мКл/кг} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$$

А.7 Давление

миллиметр ртутного столба (обозначение: мм рт.ст.)

$$1 \text{ мм рт.ст.} = 133,322 \text{ Па}$$

Ее использование разрешено только в специальных областях

бар (обозначение: бар)

и кратные и дольные единицы бар образуются в соответствии с 3.2.

$$1 \text{ бар} = 100 \text{ кПа} = 10^5 \text{ Па}$$

А.8 Плоский угол

оборот (виток), (обозначение: об)

$$1 \text{ об} = 2\pi \text{ рад}$$

А.9 Оптическая сила

диоптрия

$$1 \text{ диоптрия} = 1 \text{ м}^{-1}$$

А.10 Площадь земельных участков и угодий

ар (обозначение: а)

$$1 \text{ а} = 100 \text{ м}^2 = 10^2 \text{ м}^2$$

гектар (обозначение: га)

$$1 \text{ га} = 0,01 \text{ км}^2 = 10^4 \text{ м}^2$$

А.11 Метрический карат (обозначение: кар)⁷

$$1 \text{ кар} = 0,2 \text{ г} = 2 \times 10^{-4} \text{ кг}$$

Его использование разрешено только для указания массы жемчуга и драгоценных камней.

⁷ Обозначение «кар» не принято ни МКМВ, ни ИСО, но находит широкое применение.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Единицы измерений и наименования, которые должны быть изъяты из обращения как можно скорее там, где они используются в настоящее время, и которые не должны вводиться, если они не используются

В.1 Длина

ангстрем (обозначение: Å)

$$1 \text{ Å} = 0,1 \text{ нм} = 10^{-10} \text{ м}$$

дюйм (обозначение: дм)

$$1 \text{ дм} = 2,54 \text{ см} = 2,54 \times 10^{-2} \text{ м}$$

В.2 Объем (лесное хозяйство и торговля лесом)

стер (обозначение: ст)

$$1 \text{ ст} = 1 \text{ м}^3$$

В.3 Масса

центнер, кинтал (обозначение: ц)

$$1 \text{ ц} = 100 \text{ кг} = 10^2 \text{ кг}$$

фунт (обозначение: фунт)

$$1 \text{ фунт} = 453,592 \text{ г} = 0,453 \text{ 592 кг}$$

В.4 Сила

килограмм-сила (обозначение: кгс)

килопонд (обозначение: кп)

и их десятичные кратные и дольные единицы.

$$1 \text{ кгс} = 1 \text{ кп} = 9,806 \text{ 65 Н}$$

В.5 Давление

нормальная (стандартная) атмосфера (обозначение: атм)

$$1 \text{ атм} = 101,325 \text{ кПа} = 1,013 25 \times 10^5 \text{ Па}$$

техническая атмосфера (обозначение: ат)

$$1 \text{ ат} = 98,066 5 \text{ кПа} = 0,980 665 \times 10^5 \text{ Па}$$

торр (обозначение: Торр)

$$1 \text{ Торр} = \frac{101325}{760} \text{ Па}$$

метр водяного столба (обозначение мН₂О)

$$1 \text{ мН}_2\text{О} = 9,806 65 \text{ кПа} = 9,806 65 \times 10^3 \text{ Па}$$

В.6 Работа, энергия, количество тепла

килограмм-сила-метр (обозначение: кгс·м)

килопонд-метр (обозначение: кп·м)

$$1 \text{ кгс}\cdot\text{м} = 1 \text{ кп}\cdot\text{м} = 9,806 65 \text{ Дж}$$

калория (обозначение: кал)

и ее десятичные кратные и дольные единицы.

$$1 \text{ кал} = 4,186 8 \text{ Дж}$$

В.7 Мощность

метрическая лошадиная сила (обозначение: л.с.)

$$1 \text{ л.с.} = 0,735 498 75 \text{ кВт} = 735,498 75 \text{ Вт}$$

В.8 Яркость

стильб (обозначение: сб)

$$1 \text{ сб} = 10 \text{ ккд/м}^2 = 10^4 \text{ кд/м}^2$$

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Международная Система Единиц. – 8-е издание МБМВ, 2006.
2. Величины и единицы измерения. Серия стандартов ISO 31.
3. ISO 1000. Единицы СИ и рекомендации по применению кратных и дольных от них и некоторых других единиц.