

Единицы измерений

«ЧЕЛОВЕК ИЗМЕРЯЮЩИЙ»

Человек видит свое предназначение в познании мира.

На пути к нему опыт привел его к количественному сравнению физических величин, привел к выводу: чтобы знать – надо измерять.

Чтобы измерять, надо выбрать меру, установить единичное значение величины- единицу.

Отсюда возникала необходимость эталона - предельно точного и стабильного материального воплощения этой единицы.

И далее, вся история человеческой цивилизации -это История становления и развития Измерительной Культуры, это путь, пройденный от сравнений на основе органов чувств до Научных Основ измерений.

Это История «Человека Измеряющего»,
создавшего в Мире физических величин
МИР ИЗМЕРЕНИЙ

Ян Фабр «Человек, измеряющий облака»



Статья 5 (ФЗ Об обеспечении единства измерений. Требования к измерениям)

1. Измерения, относящиеся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, должны выполняться по первичным референтным методикам (методам) измерений, референтным методикам (методам) измерений и другим аттестованным методикам (методам) измерений, за исключением методик (методов) измерений, предназначенных для выполнения прямых измерений, с применением средств измерений утвержденного типа, прошедших поверку. **Результаты измерений должны быть выражены в единицах величин, допущенных к применению в Российской Федерации.**

Определение из РМГ-29-2013

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

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

Физическая величина X может быть при помощи математических действий выражена через другие физические величины $A, B, C \dots$ уравнением вида:

$$X = k A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots ,$$

где k – коэффициент пропорциональности;
 $\alpha, \beta, \gamma \dots$ – показатели степени.

ГОСТ 8.417-2002

УДК 53.081:006.354

T80

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

Государственная система обеспечения единства измерений

ЕДИНИЦЫ ВЕЛИЧИН

State system for ensuring the uniformity of measurements.
Units of quantities

МКС 17.020
ОКСТУ 0008

Дата введения 2003-09-01

4 Общие положения

4.1 Подлежат обязательному применению единицы Международной системы единиц²⁾, а также десятичные кратные и дольные этих единиц (разделы 5 и 7).

²⁾ Международная система единиц (международное сокращенное наименование — SI, в русской транскрипции — СИ) принята в 1960 г. XI Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) и уточнена на последующих ГКМВ [2].

4.2 Допускается применять наравне с единицами по 4.1 некоторые единицы, не входящие в СИ, в соответствии с 6.1 и 6.2, их сочетания с единицами СИ, а также некоторые нашедшие широкое применение на практике десятичные кратные и дольные перечисленных в настоящем пункте единиц.

4.3 Временно допускается применять наравне с единицами по 4.1 единицы, не входящие в СИ, в соответствии с 6.3, а также некоторые получившие распространение кратные и дольные единицы и сочетания этих единиц с единицами по 4.1 и 4.2.

4.4 В разрабатываемых или пересматриваемых документах, а также в других публикациях значения величин выражают в единицах СИ, десятичных кратных и дольных этих единиц, и (или) в единицах, допустимых к применению в соответствии с 4.2.

4.7 Учебный процесс (включая учебники и учебные пособия) в учебных заведениях основывают на применении единиц в соответствии с 4.1—4.3.

4.8 При договорно-правовых отношениях в области сотрудничества с зарубежными странами, а также в поставляемых за границу вместе с экспортной продукцией (включая транспортную и потребительскую тару) технических и других документах применяют международные обозначения единиц.

В документах на экспортную продукцию, если эти документы не отправляют за границу, допускается применять русские обозначения единиц.

4.9 В нормативных, конструкторских, технологических и других технических документах на продукцию различных видов применяют международные или русские обозначения единиц.

При этом независимо от того, какие обозначения использованы в документах на средства измерений, при указании единиц величин на табличках, шкалах и щитках этих средств измерений применяют международные обозначения единиц.

4.10 В публикациях допускается применять либо международные, либо русские обозначения единиц. Одновременное применение обозначений обоих видов в одном и том же издании не допускается, за исключением публикаций по единицам величин.

5. Единицы международной системы единиц (СИ)

5.1. Основные единицы СИ приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Основные единицы СИ

Величина		Единица			
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		Определение
			международное	русское	
Длина	L	метр	m	м	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458\text{ s}$ [XVII ГКМВ (1983 г.) Резолюция 1]
Масса	M	килограмм	kg	кг	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма [I ГКМВ (1889 г.) и III ГКМВ (1901 г.)]
Время	T	секунда	s	с	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 1]

Сила электрического тока	I	ампер	A	A	г.), Резолюция 1] Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным прямолинейным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ N [МКМВ (1946 г.), Резолюция 2, одобренная IX ГКМВ (1948 г.)]
Термодинамическая температура	Θ	кельвин	K	K	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды [XIII ГКМВ (1967 г.), Резолюция 4]
Количество вещества	N	моль	mol	моль	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 kg. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами,
					частицами или специфицированными группами частиц [XIV ГКМВ (1971 г.), Резолюция 3]
Сила света	J	кандела	cd	кд	Кандела есть сила света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ W/sr [XVI ГКМВ (1979 г.), Резолюция 3]

5.2. Производные единицы СИ

5.2.1 Производные единицы СИ образуют по правилам образования когерентных производных единиц СИ (приложение Б).

5.2.2 Примеры производных единиц СИ, образованных с использованием основных единиц СИ, приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Примеры производных единиц СИ, наименования и обозначения которых образованы с использованием наименований и обозначений основных единиц СИ

Величина		Единица		
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение	
			международное	русское
Площадь	L^2	квадратный метр	m^2	$м^2$
Объем, вместимость	L^3	кубический метр	m^3	$м^3$
Скорость	LT^{-1}	метр в секунду	m/s	$м/с$
Ускорение	LT^{-2}	метр на секунду в квадрате	m/s^2	$м/с^2$
Волновое число	L^{-1}	метр в минус первой степени	m^{-1}	$м^{-1}$
Плотность	$L^{-3}M$	килограмм на кубический метр	kg/m^3	$кг/м^3$
Удельный объем	L^3M^{-1}	кубический метр на килограмм	m^3/kg	$м^3/кг$
Плотность электрического тока	$L^{-2}I$	ампер на квадратный метр	A/m^2	$А/м^2$
Напряженность магнитного поля	$L^{-1}I$	ампер на метр	A/m	$А/м$
Молярная концентрация компонента	$L^{-3}N$	моль на кубический метр	mol/m^3	$моль/м^3$
Яркость	$L^{-2}J$	кандела на квадратный метр	cd/m^2	$кд/м^2$

Таблица 3 - Производные единицы СИ, имеющие специальные наименования и обозначения

Величина		Единица			
Наименование	Размерность	Наименование	Обозначение		Выражение через основные и дополнительные единицы СИ
			международное	русское	
Плоский угол	l	радиан	rad	рад	$m \cdot m^{-1} = 1$
Телесный угол	l	стерадиан	sr	ср	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
Частота	T^{-1}	герц	Hz	Гц	s^{-1}
Сила	$LM T^{-2}$	ньютон	N	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Давление	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Pa	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Энергия, работа, количество теплоты	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	J	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Мощность	$L^2 M T^{-3}$	ватт	W	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Электрический заряд, количество электричества	IT	кулон	C	Кл	$s \cdot A$
Электрическое напряжение, электрический потенциал, разность электрических потенциалов, электродвижущая сила	$L^2 M T^{-3} I^{-1}$	вольт	V	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Электрическая емкость	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	F	Ф	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Электрическое сопротивление	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ω	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Электрическая проводимость	$L^{-2} M^{-1} T^3 I^2$	сименс	S	См	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
Поток магнитной индукции, магнитный поток	$L^2 M T^{-2} I^{-1}$	вебер	Wb	Вб	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
Плотность магнитного потока, магнитная	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	T	Тл	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

(образованных с использованием этих единиц) и в других случаях.

5.2.6 Обозначения производных единиц, не имеющих специальных наименований, должны содержать минимальное число обозначений единиц СИ со специальными наименованиями и основных единиц с возможно более низкими показателями степени, например:

Правильно:

A/kg; A/кг

$\Omega \cdot m$; Ом·м.

C/(kg·s);

V·m/A;

$m^3 \cdot kg / (s^3 \cdot A^2)$;

Неправильно:

Кл/(кг·с)

В·м/А

$m^3 \cdot кг / (с^3 \cdot A^2)$.

Таблица 5 — Внесистемные единицы, допустимые к применению наравне с единицами СИ

Наименование величины	Единица				
	Наименование	Обозначение		Соотношение с единицей СИ	Область применения
		международное	русское		
Масса	тонна	t	т	$1 \cdot 10^3 \text{ kg}$	Все области
	атомная единица массы ^{1), 2)}	u	а.е.м	$1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ (приблизительно)	Атомная физика
Время ^{2), 3)}	минута	min	мин	60 s	Все области
	час	h	ч	3600 s	
	сутки	d	сут	86400 s	
Плоский угол ²⁾	градус ^{2), 4)}	...°	...°	$(\pi/180) \text{ rad}$ $1,745329 \dots \cdot 10^{-2} \text{ rad}$	= Все области
	минута ^{2), 4)}	...'	...'	$(\pi/18000) \text{ rad}$ $2,908882 \dots \cdot 10^{-4} \text{ rad}$	=
	секунда ^{2), 4)}	..."	..."	$(\pi/648000) \text{ rad}$ $4,848137 \dots \cdot 10^{-6} \text{ rad}$	=
	град (гон)	gon	град	$(\pi/200) \text{ rad}$ $1,57080 \dots \cdot 10^{-2} \text{ rad}$	= Геодезия
Объем, вместимость	литр ³⁾	l	л	$1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$	Все области
Длина	астрономическая единица	ua	а.е.	$1,49598 \cdot 10^{11}$ (приблизительно)	m Астрономия
	световой год	ly	св. год	$9,4605 \cdot 10^{15}$ (приблизительно)	m
	парсек	pc	пк	$3,0857 \cdot 10^{16}$ (приблизительно)	m
Оптическая сила	диоптрия	—	дптр	$1 \cdot \text{m}^{-1}$	Оптика
Площадь	гектар	ha	га	$1 \cdot 10^4 \text{ m}^2$	Сельское и лесное хозяйство

Таблица 6 — Некоторые относительные и логарифмические величины и их единицы

Наименование величины	Единица			Значение
	Наименование	Обозначение		
		между- народное	русское	
1 Относительная величина (безразмерное отношение физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную): КПД; относительное удлинение; относительная плотность; деформация; относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости; магнитная восприимчивость; массовая доля компонента; молярная доля компонента и т. п.	единица	1	1	1
	процент	%	%	$1 \cdot 10^{-2}$
	промилле	‰	‰	$1 \cdot 10^{-3}$
	миллионная доля	ppm	млн ⁻¹	$1 \cdot 10^{-6}$
2 Логарифмическая величина (логарифм безразмерного отношения физической величины к одноименной физической величине, принимаемой за исходную): уровень звукового давления; усиление, ослабление и т. п. ²⁾	бел ¹⁾	В	Б	$1 \text{ В} = \lg(P_2/P_1)$ при $P_2 = 10P_1$ $1 \text{ В} = 2 \lg(F_2/F_1)$ при $F_2 = \sqrt{10}F_1$, где P_1, P_2 — одноименные энергетические величины (мощность, энергия, плотность энергии и т. п.); F_1, F_2 — одноименные «силовые» величины (напряжение, сила тока, напряженность поля и т. п.)

Таблица 7 - Внесистемные единицы, временно допустимые к применению

Наименование величины	Единица				Область применения
	Наименование	Обозначение		Соотношение с единицей СИ	
		международное	русское		
Длина	морская миля	n mile	миля	1852 m (точно)	Морская навигация
Масса	карат	—	кар	$2 \cdot 10^{-4}$ kg (точно)	Добыча и производство драгоценных камней и жемчуга
Линейная плотность	текс	tex	текс	$1 \cdot 10^{-6}$ kg/m (точно)	Текстильная промышленность
Скорость	узел	kn	уз	0,514(4) m/s	Морская навигация
Ускорение	гал	Gal	Гал	$0,01 \text{ m/s}^2$	Гравиметрия
Частота вращения	оборот в секунду оборот в минуту	r/s r/min	об/с об/мин	1 s^{-1} $1/60 \text{ s}^{-1} =$ $0,016(6) \text{ s}^{-1}$	Электротехника
Давление	бар	bar	бар	$1 \cdot 10^5 \text{ Pa}$	Физика

7. Правила образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

7.1. Наименования и обозначения десятичных кратных и дольных единиц СИ образуют с помощью множителей и приставок, указанных в таблице 8.

Таблица 8 - Множители и приставки, используемые для образования наименований и обозначений десятичных кратных и дольных единиц СИ

Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки		Десятичный множитель	Приставка	Обозначение приставки	
		международное	русское			международное	русское
10^{24}	котта	Y	И	10^{-1}	деци	d	д
20^{21}	зетта	Z	З	10^{-2}	санти	c	с
10^{18}	экса	E	Э	10^{-3}	мили	m	м
10^{17}	пета	P	П	10^{-6}	микро	μ	мк
10^{12}	тера	T	Т	10^{-9}	нано	n	н
10^9	гига	G	Г	10^{-12}	пико	p	п
10^6	мега	M	М	10^{-15}	фемто	f	ф
10^3	кило	k	к	10^{-18}	атто	a	а
10^2	гекто	h	г	10^{-21}	zepto	z	з
10^1	дека	da	да	10^{-24}	нокто	y	н

7.2. Присоединение к наименованию и обозначению единицы двух или более приставок подряд не допускается. Например, вместо наименования единицы микромикрофарад следует писать пикофарад.

7.4 Если единица образована как произведение или отношение единиц, приставку или ее обозначение присоединяют к наименованию или обозначению первой единицы, входящей в произведение или в отношение.

Правильно:

килопаскаль-секунда на метр

(кПа·с/м; кПа·с/м).

Неправильно:

паскаль-килосекунда на метр

(Па·кс/м; Па·кс/м).

Между последней цифрой числа и обозначением единицы оставляют пробел.

Правильно:

100 kW; 100 кВт

80 %

Неправильно:

100kW; 100кВт

80%

Единицы количества информации

Таблица А.1

Наименование величины	Наименование	Единица		Значение	Примечание
		Обозначение			
		международное	русское		
Количество информации ¹⁾	бит ²⁾ байт ^{2), 3)}	bit В (byte)	бит Б (байт)	1 1 Б = 8 бит	Единица информации в двоичной системе счисления (двоичная единица информации)

¹⁾ Термин «количество информации» используют в устройствах цифровой обработки и передачи информации, например в цифровой вычислительной технике (компьютерах), для записи объема запоминающих устройств, количества памяти, используемой компьютерной программой.

²⁾ В соответствии с международным стандартом МЭК 60027-2 единицы «бит» и «байт» применяют с приставками СИ (таблица 8 и раздел 7) [7].

³⁾ Исторически сложилась такая ситуация, что с наименованием «байт» некорректно (вместо $1000 = 10^3$ принято $1024 = 2^{10}$) использовали (и используют) приставки СИ: 1 Кбайт = 1024 байт, 1 Мбайт = 1024 Кбайт, 1 Гбайт = 1024 Мбайт и т. д. При этом обозначение Кбайт начинают с прописной буквы в отличие от строчной буквы «к» для обозначения множителя 10^3 .