



Урок по системам измерения физических величин



Международный
эталон метра,
использовавшийся с
1889 по 1960 год

В физике и технике единицы измерения (единицы физических величин), используются для стандартизованного представления результатов измерений. Численное значение физической величины представляется как отношение измеренного значения к некоторому стандартному значению, которое и является единицей измерения. **Число с указанием единицы измерения называется именованным.**

Различают базовые единицы измерения, которые определяются с помощью **эталонов**, и производные единицы, определяемые с помощью базовых.

Выбор величины и количества базовых единиц измерения может быть произвольным и

определяется только традициями или соглашениями. Существует большое количество различных систем единиц измерения, которые различаются выбором базовых единиц измерения.

Государство, как правило, законодательно устанавливает какую-либо систему единиц.

Метрология непрерывно работает над улучшением единиц измерения и базовых единиц и эталонов.

Метрические системы

СИ

СГС

МКС

МКГСС

Традиционные системы мер

Русская система мер

Английская система мер

Французская система мер

Китайская система мер

Японская система мер

Давно устаревшие (древнегреческая, древнеримская, древнеегипетская, древневавилонская, древнееврейская)

Единицы измерения, сгруппированные по физическим величинам

- Единицы измерения массы (масса)
- Единицы измерения температуры (температура)
- Единицы измерения расстояния (расстояние)

- Единицы измерения площади (площадь)
- Единицы измерения объёма (объём)
- Единицы измерения информации (информация)
- Единицы измерения времени (время)
- Единицы измерения давления (давление) Единицы измерения потока тепла (поток тепла)

СИ (SI, фр. *Systeme International d'Unites*) — международная система единиц, современный вариант метрической системы. СИ является наиболее широко используемой системой единиц в мире, как в повседневной жизни, так и в науке и технике. Тем не менее, в большинстве научных работ по электродинамике используется **Гауссова система единиц**, из-за ряда недостатков системы СИ. В частности, в системе СИ напряжённость и индукция имеют разную размерность: возникает т. н. диэлектрическая проницаемость вакуума, что лишено физического смысла. В настоящее время СИ принята в качестве основной системы единиц большинством стран мира и почти всегда используется в области техники, даже в тех странах, в которых в повседневной жизни используются традиционные единицы. В этих немногих странах (например, в США), определения традиционных единиц были изменены — они стали определяться через единицы СИ.

СИ была принята **XI Генеральной конференцией по мерам и весам**, некоторые последующие конференции внесли в СИ ряд изменений. СИ определяет семь основных и производные единицы физических величин (далее — единицы), а также набор приставок. Установлены стандартные сокращённые обозначения для единиц и правила записи производных единиц.

Основные единицы СИ: килограмм, метр, секунда, ампер, кельвин, моль и кандела. В рамках СИ считается, что эти единицы имеют независимую размерность, т.е. ни одна из основных единиц не может быть получена из других. Производные единицы получаются из основных с помощью алгебраических действий, таких как умножение и деление. Некоторым из производных единиц в СИ присвоены собственные названия. Приставки можно использовать перед названиями единиц; они означают, что единицу нужно умножить или разделить на определённое целое число, степень числа 10.

Таблица . ПРИСТАВКИ И МНОЖИТЕЛИ ДЕСЯТИЧНЫХ КРАТНЫХ И ДОЛЬНЫХ ЕДИНИЦ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СИ					
экса	Э	10^{18}	деци	д	10^{-1}
пета	П	10^{15}	санتي	с	10^{-2}
тера	Т	10^{12}	милли	м	10^{-3}

гига	<i>Г</i>	10^9	микро	<i>мк</i>	10^{-6}
мега	<i>М</i>	10^6	нано	<i>н</i>	10^{-9}
кило	<i>к</i>	10^3	пико	<i>п</i>	10^{-12}
гекто	<i>г</i>	10^2	фемто	<i>ф</i>	10^{-15}
дека	<i>да</i>	10^1	атто	<i>а</i>	10^{-18}

Например, приставка «кило» означает умножение на 1000 (километр = 1000 метров).

Приставки СИ называют также десятичными приставками.

Международные и русские обозначения

В России действует **ГОСТ 8.417—2002**, предписывающий обязательное использование единиц СИ. В нём перечислены единицы физических величин, разрешённые к применению, приведены их международные и русские обозначения и установлены правила их использования. По этим правилам, при договорно-правовых отношениях в области сотрудничества с зарубежными странами, а также в поставляемых за границу вместе с экспортной продукцией технических и других документах разрешается применять только международные обозначения единиц. Применение международных обозначений обязательно также на шкалах и табличках измерительных приборов. В остальных случаях, например, во внутренних документах и обычных публикациях можно использовать либо международные, либо русские обозначения. Не допускается одновременно применять международные и русские обозначения, за исключением публикаций по единицам величин.

История

СИ является развитием метрической системы мер, которая была создана французскими учёными и впервые широко внедрена после Великой Французской революции. До введения метрической системы единицы выбирались случайно и независимо друг от друга. Поэтому пересчёт из одной единицы в другую был сложным. К тому же в разных местах применялись разные единицы, иногда с одинаковыми названиями. Метрическая система должна была стать удобной и единой системой мер и весов.

В 1799 г. были утверждены два эталона

- для единицы длины (**метр**) и
- для единицы массы (**килограмм**).

В 1874 г. была введена система **СГС**, основанная на трёх единицах — **сантиметр, грамм и секунда**. Были также введены десятичные приставки от микро до мега. В 1889 г. 1-я Генеральная конференция по мерам и весам приняла систему мер, сходную с СГС, но основанную на метре, килограмме и секунде, так как эти единицы были признаны более удобными для практического использования. В последующем были введены базовые единицы для физических величин в области электричества и оптики.

В 1960 XI Генеральная конференция по мерам и весам приняла стандарт, который впервые получил название «Международная система единиц (СИ)». В 1971 XIV Генеральная конференция по мерам и весам внесла изменения в СИ, добавив, в частности, единицу количества вещества (моль). Единицы СИ Названия единиц СИ пишутся со строчной буквы, после обозначений единиц СИ точка не ставится, в отличие от обычных сокращений. Основные единицы

Величина	Единица измерения		Обозначение	
	русское	международное	русское	международное
Длина	метр	metre (meter)	м	m
Масса	килограмм	kilogram	кг	kg
Время	секунда	second	с	s
Сила тока	ампер	ampere	А	A
Термодинамическая	кельвин	kelvin	К	K
Сила света	кандела	candela	кд	cd
Количество вещества	моль	mole	моль	mol

Производные единицы

Производные единицы могут быть выражены через основные с помощью математических операций: умножения и деления. Некоторым из производных единиц, для удобства, присвоены собственные названия, такие единицы тоже можно использовать в математических выражениях для образования других производных единиц. Математическое выражение для производной единицы измерения вытекает из физического закона, с помощью которого эта единица измерения определяется или определения физической величины, для которой она вводится.

Например, скорость — это расстояние, которое тело проходит в единицу времени; соответственно, единица измерения скорости — **м/с (метр в секунду)**. Часто одна и та же единица может быть записана по-разному, с помощью разного набора основных и производных единиц (см., например, последнюю колонку в таблице Производные единицы с собственными названиями). Однако на практике используются установленные (или просто общепринятые) выражения, которые наилучшим образом отражают физический смысл величины. Например, для записи значения момента силы следует использовать Н·м, и не следует использовать м·Н или Дж.

Производные единицы с собственными названиями

Величина	Единица измерения		Обозначение		Выражение
	русское	международное	русское	международное	

Плоский угол	радиан	radian	рад	rad	$\text{м} \cdot \text{м}^{-1} = 1$
Телесный угол	стерадиан	steradian	ср	sr	$\text{м}^2 \cdot \text{м}^{-2} = 1$
Температура по	градус	degree Celsius	°C	°C	K
Частота	герц	hertz	Гц	Hz	-1
Сила	ньютон	newton	Н	N	$\text{кг} \cdot \text{м} / \text{с}^2$
Энергия	джоуль	joule	Дж	J	$\text{Н} \cdot \text{м} = \text{кг} \cdot$
Мощность	ватт	watt	Вт	W	$\text{Дж} / \text{с} = \text{кг} \cdot$
Давление	паскаль	pascal	Па	Pa	$\text{Н} / \text{м}^2 = \text{кг} \cdot \text{м} \cdot$
Световой поток	люмен	lumen	лм	lm	кд · ср
Освещённость	люкс	lux	лк	lx	$\text{лм} / \text{м}^2 = \text{кд} \cdot$
Электрический	кулон	coulomb	Кл	C	Ас
Разность	вольт	volt	В	V	$\text{Дж} / \text{Кл} = \text{кг} \cdot$
Сопротивление	ом	ohm	Ом	Ω	$\text{В} / \text{А} = \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot$
Емкость	фарад	farad	Ф	F	$\text{Кл} / \text{В} = \text{кг}^{-1} \cdot$
Магнитный	вебер	weber	Вб	Wb	$\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Магнитная	тесла	tesla	Тл	T	$\text{Вб} / \text{м}^2 = \text{кг} \cdot \text{с} \cdot$
Индуктивность	генри	henry	Гн	H	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-2}$
Электрическая	сименс	Siemens	См	S	$\text{Ом}^{-1} \cdot \text{кг} \cdot \text{м} \cdot$
Активность	беккерель	becquerel	Бк	Bq	-1
Поглощённая	грэй	gray	Гр	Gy	$\text{Дж} / \text{кг} =$
Эффективная	зиверт	sievert	Зв	Sv	$\text{Дж} / \text{кг} =$
Активность	катал	katal	кат	kat	$\text{моль} \cdot \text{с}^{-1}$

1. Градус Цельсия — равен одному кельвину.
2. Шкалы Кельвина и Цельсия связаны между собой следующим образом:

$$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$$

Единицы, не входящие в СИ

Некоторые единицы, не входящие в СИ, по решению Генеральной конференции по мерам и весам «допускаются для использования совместно с СИ».

Единица измерения	Международное название	Обозначение		Величина в единицах СИ
		русское	международное	
минута	minute	мин	min	60 с
час	hour	ч	h	60 мин = 3600 с
сутки	day	сут	d	24 ч = 86 400 с
градус	degree	°	°	($\pi/180$) рад

угловая минута	<i>minute</i>	¹	¹	$(1/60)^\circ = (\pi/10\,800)$
угловая секунда	<i>second</i>	"	"	$(1/60)' = (\pi/648)$
литр	<i>litre (liter)</i>	л	l, L	$1/1000 \text{ м}^3$
тонна	<i>tonne</i>	т	t	1000 кг
непер	<i>neper</i>	Нп	Np	
бел	<i>bel</i>	Б	B	
электронвольт	<i>electronvolt</i>	эВ	eV	$-1,60217733 \cdot 10^{-19}$
атомная единица	<i>unified atomic mass</i>	а. е. м.	u	$-1,6605402 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
астрономическая	<i>astronomical unit</i>	а. е.	ua	$-1,49597870691 \cdot 10^{11} \text{ м}$
морская миля	<i>nautical mile</i>	миля		1852 м (точно)
узел	<i>knot</i>	уз		1 морская миля в час
ар	<i>are</i>	а	a	10^2 м^2
гектар	<i>hectare</i>	га	ha	10^4 м^2
бар	<i>bar</i>	бар	bar	10^5 Па
ангстрем	<i>angstrom</i>	А	Å	10^{-10} м
барн	<i>barn</i>	б	b	10^{-28} м^2

Кроме того, **ГОСТ 8.417-2002** разрешает применение следующих единиц:

град, световой год, парсек, диоптрия, киловатт-час, вольт-ампер, вар, ампер-час, карат, текс, гал, оборот в секунду, оборот в минуту.

Разрешается применять единицы относительных и логарифмических величин, такие как *процент, промилле, миллионная доля, фон, октава, декада.*

Допускается также применять единицы времени, получившие широкое распространение, например, *неделя, месяц, год, век, тысячелетие.*

Другие единицы применять не разрешается.

Тем не менее, в различных областях иногда используются и другие единицы.

Единицы системы СГС: эрг, гаусс, эрстед и др.

Внесистемные единицы, широко распространённые до принятия СИ: *кюри, калория, ферми, микрон* и др.

Некоторые страны не приняли систему СИ, или приняли её лишь частично и продолжают использовать английскую систему мер или сходные единицы.

Кратные и дольные единицы

Десятичные кратные и дольные единицы образуют с помощью стандартных множителей и приставок СИ, присоединяемых к названию или обозначению единицы.

Правила написания обозначений единиц

- Обозначения единиц печатают прямым шрифтом, точку как знак сокращения после обозначения не ставят.

- Обозначения помещают за числовыми значениями величин через пробел, перенос на другую строку не допускается.
- Исключения составляют обозначения в виде знака над строкой, перед ними пробел не ставится. Примеры: **10 м/с**, **15°**.
- Если числовое значение представляет собой дробь с косой чертой, его заключают в скобки, например: **(1/60) с⁻¹**.
- При указании значений величин с предельными отклонениями их заключают в скобки или проставляют обозначение единицы за числовым значением величины и за её предельным отклонением:
(100,0 ± 0,1) кг, **50 г. ± 1 г.**
- Обозначения единиц, входящие в произведение, отделяют точками на средней линии (**Н·м**, **Па·с**), не допускается использовать для этой цели символ «х».
- В машинописных текстах допускается точку не поднимать или разделять обозначения пробелами, если это не может вызвать недоразумения.
- В качестве знака деления в обозначениях можно использовать горизонтальную черту или косую черту (только одну). При применении косой черты, если в знаменателе стоит произведение единиц, его заключают в скобки. Правильно: **Вт/(м·К)**, неправильно: **Вт/м/К**, **Вт/м·К**.
- Допускается применять обозначения единиц в виде произведения обозначений единиц, возведённых в степени (положительные и отрицательные): **Вт·м⁻²К⁻¹**, **А·м²**. При использовании отрицательных степеней не разрешается использовать горизонтальную или косую черту (знак деления).
- Допускается применять сочетания специальных знаков с буквенными обозначениями, например: **°/с** (градус в секунду).
- Не допускается комбинировать обозначения и полные наименования единиц. Неправильно: **км/час**, правильно: **км/ч**.
- Обозначения единиц, произошедшие от фамилий, пишутся с заглавной буквы, в том числе с приставками СИ, например: ампер — **А**, мегапаскаль — **МПа**, килоньютон — **кН**, гигагерц — **ГГц**.