



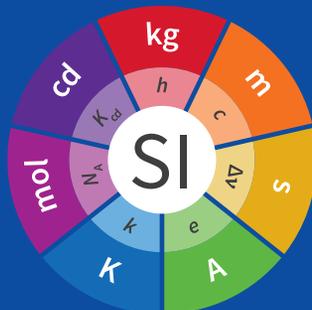
# SI

## Международная система единиц (SI)

### Краткое изложение

9-е издание  
2019

Метрология – наука об измерениях и их применении. Метрология охватывает все теоретические и практические аспекты измерений, независимо от их неопределенности и области применения.



УДК 006.915.1SI  
ББК 30.10  
М43

Белорусский государственный институт метрологии

Серия «Метрология за рубежом»

Серия основана в 2008 году

Перевели с английского Н. Ю. Ефремова, В. В. Красовский

A concise summary of the International System of Units, SI – ВІРМ, 2019

М43 **Международная система единиц (SI). Краткое изложение: пер. с англ. /**  
под общ. ред. В. Л. Гуревича, Н. А. Жагоры. – Минск : БелГИМ, 2019 –  
16 с. – ISBN 978-985-6726-73-9

Издание предназначено для специалистов-метрологов, студентов, аспирантов,  
преподавателей, инженерно-технических и научных работников.

**ISBN 978-985-6726-73-9**

УДК 006.915.1SI  
ББК 30.10

Справочное издание

Международная система единиц (SI)  
Краткое изложение

Ответственный за выпуск Л. А. Гречина

Подписано в печать 10.10.2019. Формат 60x84/16.  
Гарнитура Journal Sans ССТ. Бумага Дата Копи.  
Усл. печ. л. 1,0. Уч.-изд. л. 0,5. Тираж 200 экз. Заказ 137.

Республиканское унитарное предприятие  
«Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ)  
Свидетельство ГРИИРПИ № 1/73 ОТ 04.11.2013.  
Старовиленский тракт, 93, 220053, г. Минск.  
Тел. +375 17 233-65-76

Отпечатано в типографии ОДО «Дивимакс»,  
г. Минск, ул. Аэродромная, 125, пом. 5В

© ВІРМ, 2019

© Перевод на русский язык,  
оформление БелГИМ, 2019

С 20 мая 2019 года вступила в действие претерпевшая фундаментальные изменения, обновленная Международная система единиц (СИ). Решение о реформировании СИ было принято на международном уровне в виде резолюции на 26-м заседании Генеральной конференции по мерам и весам (ГКМВ), состоявшемся 16 ноября 2018 года во Франции (Версаль). За переход на обновленную систему проголосовали 54 государства – члена Метрической конвенции и поддержали страны – ассоциированные члены, в том числе Беларусь.

С целью знакомства читателей журнала с реформированной СИ мы публикуем перевод документа МБМВ «Международная система единиц (СИ). Краткое изложение». Представленный перевод не является официальным. Все новое, включенное в этот документ, пока не нашло отражения в отечественных ТНПА и в законодательстве Республики Беларусь по единицам измерений.

При изложении текста перевода были применены следующие правила и условности:

- текст представляет собой аутентичный перевод англоязычного издания, размещенного на сайте МБМВ (<https://www.bipm.org/utls/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-concise-EN.pdf>);
- все обозначения единиц в тексте приводятся в виде международных;
- в некоторых случаях после международных обозначений единиц в скобках приводятся русские обозначения, принятые к использованию на территории Республики Беларусь в соответствии с ТР 2007/003/ВУ;
- в тексте после наименований единиц в скобках приводится сначала международное, а затем русское обозначение единицы;
- в таблицах 2–4 по отношению к англоязычному изданию добавлены колонки с русскими обозначениями соответствующих единиц измерений, а также с русскими обозначениями приставок СИ;
- с целью отразить различие в правилах и способах написания обозначений единиц, приведенных в документе МБМВ (последний раздел) и принятых в нашей стране, которые существуют на данный момент и, видимо, сохранятся в будущем из-за существующих национальных особенностей, в тексте перевода приводятся соответствующие комментарии.

# СИ

## МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА ЕДИНИЦ (СИ)

*Краткое изложение*



Международное бюро мер и весов (МБМВ) было учреждено во исполнение статьи 1 Метрической конвенции, подписание которой состоялось 20 мая 1875 года. МБМВ осуществляет свою деятельность под руководством Международного комитета мер и весов (МКМВ), и на него возложена задача по обеспечению необходимых базовых условий для реализации универсальной, когерентной системы измерений, предполагаемой для использования во всем мире. В 1799 году во Франции в качестве основы десятичной метрической системы, созданной еще во времена Французской революции, были приняты метр и килограмм. В соответствии с положениями Метрической конвенции были изготовлены новые международные прототипы метра и килограмма,

формальное принятие которых Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) состоялось в 1889 году. В 1960 году на 11-м заседании ГКМВ была официально представлена и утверждена Международная система единиц (SI). Впоследствии SI периодически подвергалась различным усовершенствованиям, обусловленным необходимостью учитывать текущие научные достижения, а также появлением новых областей, испытывающих потребность в измерениях. Последние масштабные изменения были приняты на 26-м заседании ГКМВ (2018 год), на котором было решено, что SI будет основываться на фиксированных числовых значениях набора из семи **определяющих констант**, из которых будут выведены определения семи основных единиц SI. В настоящем документе кратко изложено основное содержание **Брошюры SI** – специальной публикации, подготовленной МБМВ с целью подробного разъяснения актуального состояния SI.

SI представляет собой систему единиц, в которой:

- значение частоты невозмущенного сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия-133  $\Delta\nu_{Cs}$  составляет 9192631770 Hz;
- значение скорости света в вакууме  $c$  составляет 299792458 m/s;
- значение постоянной Планка  $h$  составляет  $6,62607015 \cdot 10^{-34}$  J·s;
- значение элементарного заряда  $e$  составляет  $1,602176634 \cdot 10^{-19}$  C;
- значение постоянной Больцмана  $k$  составляет  $1,380649 \cdot 10^{-23}$  J/K;
- значение постоянной Авогадро  $N_A$  составляет  $6,02214076 \cdot 10^{23}$  mol<sup>-1</sup>;
- световая эффективность монохроматического излучения с частотой  $540 \cdot 10^{12}$  Hz Kcd составляет 683 lm/W,

где герц, джоуль, кулон, люмен и ватт, с обозначениями Hz (Гц), J (Дж), C (Кл), lm (лм) и W (Вт) соответственно, соотносятся с секундой, метром, килограммом, ампером, кельвином, молем и канделой, с обозначениями s (с), m (м), kg (кг), A (А), K (К), mol (моль) и cd (кд) соответственно, таким образом, что  $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ ,  $\text{J} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $\text{C} = \text{A} \cdot \text{s}$ ,  $\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{m}^{-2} = \text{cd} \cdot \text{sr}$  и  $\text{W} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3}$ .

Эти определения устанавливают точные числовые значения для каждой константы, выраженные в соответствующих единицах SI. С помощью фиксирования точного числового значения

обеспечивается определение для единицы, поскольку произведение **числового значения** и **единицы** должно быть равно **значению** константы, которое является инвариантным.

Определяющие константы были выбраны таким образом, чтобы при их рассмотрении в единой совокупности единиц, с помощью которых они выражены, они охватывали бы все единицы SI. Прямое соответствие между определяющими константами и основными единицами SI, как правило, отсутствует, исключение составляют частота перехода состояния атома цезия  $\Delta\nu_{Cs}$  и число Авогадро  $N_A$ . Любая единица может быть представлена в виде произведения значений этих семи констант, возведенных в некоторую степень, и безразмерного коэффициента.

Например, используя равенство  $\text{Hz} = \text{s}^{-1}$ , значение одного метра может быть выведено из скорости света  $c$  и частоты перехода состояния атома цезия  $\Delta\nu_{Cs}$  по формуле

$$1 \text{ m} = \left( \frac{c}{299792458} \right) \text{s} = \frac{9192631770}{299792458} \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}} \approx 30,663319 \frac{c}{\Delta\nu_{Cs}}.$$

Концепция, базирующаяся на основных и производных единицах, использовалась для построения SI вплоть до 2018 года. Хотя на сегодняшний день классификация по этим категориям больше не является столь важной в рамках SI, она продолжает применяться по причине удобства и широкой распространенности. В таблице 1 представлены определения основных единиц, которые следуют из построения SI на основе из семи определяющих констант.

Все остальные величины называются «производными величинами» и измеряются с использованием производных единиц, которые могут быть записаны как произведения основных единиц, возведенных в некоторую степень. Двадцати двум производным единицам были даны специальные наименования, которые приведены в таблице 2.

Несмотря на то что и герц, и беккерель равны секунде в минус первой степени, герц используется только для циклических явлений, а беккерель – для стохастических процессов радиоактивного распада.

## Семь основных единиц СИ

Величина	Единица СИ
<b>Время</b>	<b>Секунда</b> , обозначение $s$ (с), – единица времени в СИ. Определяется путем принятия для частоты $\Delta\nu_{Cs}$ (т. е. частоты невозмущенного сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия-133) фиксированного числового значения 9192631770 при ее выражении в Hz, который равен $s^{-1}$ .
<b>Длина</b>	<b>Метр</b> , обозначение $m$ (м), – единица длины в СИ. Определяется путем принятия для скорости света в вакууме фиксированного числового значения 299792458 при ее выражении в $m \cdot s^{-1}$ , где секунда определена через $s$ и $\Delta\nu_{Cs}$ .
<b>Масса</b>	<b>Килограмм</b> , обозначение $kg$ (кг), – единица массы в СИ. Определяется путем принятия для постоянной Планка $h$ фиксированного числового значения $6,62607015 \cdot 10^{-34}$ при ее выражении в $J \cdot s$ , который равен $kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$ , где метр и секунда определены через $s$ и $\Delta\nu_{Cs}$ .
<b>Электрический ток (сила электрического тока)</b>	<b>Ампер</b> , обозначение $A$ (А), – единица электрического тока в СИ. Определяется путем принятия для элементарного заряда $e$ фиксированного числового значения $1,602176634 \cdot 10^{-19}$ при его выражении в $C$ , который равен $A \cdot s$ , где секунда определена через $\Delta\nu_{Cs}$ .
<b>Термодинамическая температура</b>	<b>Кельвин</b> , обозначение $K$ (К), – единица термодинамической температуры в СИ. Определяется путем принятия для постоянной Больцмана $k$ фиксированного числового значения $1,380649 \cdot 10^{-23}$ при ее выражении в $J \cdot K^{-1}$ , который равен $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$ , где килограмм, метр и секунда определены через $h$ , $s$ и $\Delta\nu_{Cs}$ соответственно.
<b>Количество вещества</b>	<b>Моль</b> , обозначение $mol$ (моль), – единица количества вещества в СИ. Один моль содержит ровно $6,02214076 \cdot 10^{23}$ структурных элементов. Это число является фиксированным числовым значением для постоянной Авогадро $N_A$ при ее выражении в $mol^{-1}$ и называется числом Авогадро. Количество вещества, обозначение $n$ , в некоторой степени является мерой количества определенных структурных элементов. В качестве структурных элементов могут выступать атомы, молекулы, ионы, электроны, а также любые другие частицы или определенные группы частиц.
<b>Сила света</b>	<b>Кандела</b> , обозначение $cd$ (кд), – единица силы света в заданном направлении в СИ. Определяется путем принятия для световой эффективности монохроматического излучения с частотой $540 \cdot 10^{12}$ Hz $K_{cd}$ фиксированного числового значения 683 при ее выражении в $lm \cdot W^{-1}$ , который равен $cd \cdot sr \cdot W^{-1}$ или $cd \cdot sr \cdot kg^{-1} \cdot m^{-2} \cdot s^3$ , где килограмм, метр и секунда определены через $h$ , $s$ и $\Delta\nu_{Cs}$ .

Таблица 2

## Производные единицы, имеющие специальные наименования в СИ

Производная величина	Наименование производной единицы	Обозначение единицы		Выражение через другие единицы
		международное	русское	
Плоский угол	радиан	rad	рад	m/m
Телесный угол	стерадиан	sr	ср	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Частота	герц	Hz	Гц	s <sup>-1</sup>
Сила	ньютон	N	Н	kg·m·s <sup>-2</sup>
Давление, механическое напряжение	паскаль	Pa	Па	N/m <sup>2</sup> = kg·m <sup>-1</sup> ·s <sup>-2</sup>
Энергия, работа, количество тепла	джоуль	J	Дж	N·m = kg·m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup>
Мощность, поток излучения	ватт	W	Вт	J/s = kg·m <sup>2</sup> ·s <sup>-3</sup>
Электрический заряд	кулон	C	Кл	A·s
Разность электрических потенциалов	вольт	V	В	W/A = kg·m <sup>2</sup> ·s <sup>-3</sup> ·A <sup>-1</sup>
Электрическая емкость	фарад	F	Ф	C/V = kg <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> ·s <sup>4</sup> ·A <sup>2</sup>
Электрическое сопротивление	ом	Ω	Ом	V/A = kg·m <sup>2</sup> ·s <sup>-3</sup> ·A <sup>-2</sup>
Электрическая проводимость	сименс	S	См	A/V = kg <sup>-1</sup> ·m <sup>-2</sup> ·s <sup>3</sup> ·A <sup>2</sup>
Магнитный поток	вебер	Wb	Вб	V·s = kg·m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup> ·A <sup>-1</sup>
Плотность магнитного потока	тесла	T	Тл	Wb/m <sup>2</sup> = kg·s <sup>-2</sup> ·A <sup>-1</sup>
Индуктивность	генри	H	Гн	Wb/A = kg·m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup> ·A <sup>-2</sup>
Температура Цельсия	градус Цельсия	°C	°C	K
Световой поток	люмен	lm = cd·sr	лм = кд·ср	cd·sr
Освещенность	люкс	lx = cd·sr·m <sup>-2</sup>	лк = кд·ср·м <sup>-2</sup>	lm/m <sup>2</sup>
Активность радионуклида	беккерель	Bq	Бк	s <sup>-1</sup>
Поглощенная доза, керма	грей	Gy	Гр	J/kg = m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup>
Эквивалент дозы	зиверт	Sv	Зв	J/kg = m <sup>2</sup> ·s <sup>-2</sup>
Активность катализатора	катал	kat	кат	mol·s <sup>-1</sup>

Единицей температуры Цельсия является градус Цельсия ( $^{\circ}\text{C}$ ;  $^{\circ}\text{C}$ ), который по размеру совпадает с кельвином ( $\text{K}$ ;  $\text{K}$ ), единицей термодинамической температуры. Температура Цельсия  $t$  связана с термодинамической температурой  $T$  соотношением  $t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15$ .

Для таких величин, как «направленный эквивалент дозы» и «индивидуальный эквивалент дозы», используется зиверт.

Количество величин намного превышает количество единиц. В то время как одна и та же единица SI может быть использована для выражения значений нескольких различных величин (например, единица SI  $\text{J}/\text{K}$  ( $\text{Дж}/\text{K}$ ) может использоваться для выражения значений как теплоемкости, так и энтропии) каждой величине может соответствовать только одна единица SI (хотя применение специальных наименований часто приводит к возможности ее представления различными способами). Поэтому не следует использовать единицу отдельно без указания величины. Эта рекомендация относится не только к научным текстам, но также и к выполнению работ со средствами измерений (иными словами, при записи считываемых с прибора показаний следует приводить как наименование соответствующей величины, так и единицы).

Существуют величины с размерностью «единица» (число 1), которые определяются как отношение двух величин одного и того же рода. Например, коэффициент преломления является отношением двух скоростей, а относительная диэлектрическая проницаемость – отношением проницаемости диэлектрической среды и проницаемости вакуума. Кроме того, некоторые величины носят счетный характер, например, количество клеток или биомолекулярных частиц. Размерность этих величин также равна единице. Название единицы «единица» вполне естественно является элементом любой системы единиц. Соответственно, любые величины с размерностью «единица» могут считаться прослеживаемыми к SI. Однако при указании значений безразмерных величин название единицы – «единица» – не записывается.

## Десятичные кратные и дольные единицы SI

Для совместного использования с единицами SI был принят набор приставок, которые позволяют выражать значения на несколько порядков меньше или больше, чем значение единицы SI без

приставки. Они могут использоваться с любыми единицами SI. Перечень приставок SI приведен в таблице 3.

Таблица 3

Приставки SI

Мно- житель	Назва- ние	Обозначение		Мно- житель	Назва- ние	Обозначение	
		между- народное	русское			между- народное	русское
$10^1$	дека	da	да	$10^{-1}$	деци	d	д
$10^2$	гекто	h	г	$10^{-2}$	санتي	c	с
$10^3$	кило	k	к	$10^{-3}$	милли	m	м
$10^6$	мега	M	М	$10^{-6}$	микро	$\mu$	мк
$10^9$	гига	G	Г	$10^{-9}$	нано	n	н
$10^{12}$	тера	T	Т	$10^{-12}$	пико	p	п
$10^{15}$	пета	P	П	$10^{-15}$	фемто	f	ф
$10^{18}$	экса	E	Э	$10^{-18}$	атто	a	а
$10^{21}$	зетта	Z	З	$10^{-21}$	zepto	z	з
$10^{24}$	иотта	Y	И	$10^{-24}$	иокто	y	и

При использовании приставок наименование приставки и наименование единицы объединяются и образуют одно слово. Аналогичным образом обозначение приставки и обозначение единицы записываются слитно и образуют единое обозначение, которое само по себе может быть возведено в любую степень. Например, можно записать: километр (km; км); микровольт ( $\mu V$ ; мкВ) или фемтосекунда (fs; фс).

Если единицы SI используются без каких-либо приставок, то получаемый в результате набор единиц рассматривается как когерентный в следующем смысле: при условии использования только когерентных единиц уравнения, устанавливающие связи между числовыми значениями величин, принимают в точности такой же вид, что и уравнения, устанавливающие связи между самими этими величинами. Использование когерентного набора единиц имеет ряд преимуществ технического характера, например, при выполнении алгебраических вычислений (см. Брошюру SI).

Килограмм (kg; кг) представляет собой исключение из общего правила, поскольку наименование этой единицы уже включает в себя приставку, что обусловлено историческими причинами. Кратные и дольные единицы от килограмма записываются путем добавления приставок к слову «грамм»: так, пишут миллиграмм (mg; мг), а не микрокилограмм ( $\mu$ kg; мкг).

### Единицы, не входящие в SI

SI является единственной системой единиц, признаваемой во всем мире, поэтому она обладает очевидным преимуществом с точки зрения ее применения с целью установления международного диалога. Использование SI в качестве стандартной системы единиц упрощает процесс обучения научным дисциплинам. По этим причинам использование единиц SI является предпочтительным во всех отраслях науки и техники. Любые другие единицы, т. е. единицы, не входящие в SI, как правило, определяются в единицах SI с применением соответствующих переводных коэффициентов.

Несмотря на это, определенное количество единиц, не входящих в SI, по-прежнему широко используется. Некоторые из них, такие как минута, секунда и день, никогда не выйдут из употребления, поскольку являются неотъемлемой частью общечеловеческой культуры. Другие используются по историческим причинам с целью удовлетворения интересов конкретных профессиональных групп или в связи с отсутствием удобной альтернативы в рамках SI. Разумеется, возможность использовать именно те единицы, которые наилучшим образом подходят для достижения поставленной цели, всегда будет оставаться прерогативой ученых. Однако в случае использования единиц, не входящих в SI, всегда должна приводиться информация об их соотношении с единицами SI. Перечень некоторых внесистемных единиц вместе с переводными коэффициентами для перехода к единицам SI приведен в таблице 4. Более развернутый список содержится в Брошюре SI.

Обозначения единиц, наименования которых образованы от имен людей, записываются с прописной буквы (например, ампер (A; А); кельвин (K; К); герц (Hz; Гц); кулон (C; Кл). Во всех остальных случаях, кроме обозначения литра, их нужно записывать со строчной буквы (например, метр (m; м); секунда (s; с). Литр является исключением, для его обозначения буквами латинского алфавита разрешено при-

Таблица 4

## Некоторые внесистемные единицы

Величина	Единица	Обозначение		Соотношение с единицей SI
		международное	русское	
Время	минута	min	мин	1 min = 60 s
	час	h	ч	1 h = 3600 s
	день	d	д	1 d = 86400 s
Объем	литр	L или l	л	1 L = 1 dm <sup>3</sup>
Масса	тонна	t	т	1 t = 1000 kg
Энергия	электрон-вольт (e/C)	eV	эВ	1 eV = 1,602176634·10 <sup>-19</sup> J

менять как строчную «l», так и прописную букву «L». Использование прописной буквы здесь оправдано необходимостью избежать смешения строчной буквы «l» и цифры «1».

**Язык науки. Использование SI для выражения значений величин**

Значение величины записывается как произведение числа и единицы измерения. Число, умноженное на единицу, представляет собой числовое значение величины, выраженное при помощи данной единицы. Между числом и обозначением единицы всегда оставляется одиночный пробел. Числовое значение зависит от выбранной единицы, так что одна и та же величина может иметь разные числовые значения при ее выражении с помощью разных единиц, как показано в примерах ниже.

Скорость велосипеда составляет приблизительно:

$$v = 5,0 \text{ m/s} = 18 \text{ km/h.}$$

Длина волны одной из линий в составе двойной желтой линии натрия составляет:

$$\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 589,6 \text{ nm.}$$

Обозначения величин записываются курсивом (наклонным шрифтом) и, как правило, представляют собой отдельные буквы латинского или греческого алфавита. Для этой цели могут использоваться как прописные, так и строчные буквы, а дополнительная информация может добавляться в виде подстрочного индекса или записи в скобках.

Официальными международными органами, такими как Международная организация по стандартизации (ISO), и международными научными ассоциациями, такими как Международный союз теоретической и прикладной физики (IUPAP) и Международный союз теоретической и прикладной химии (IUPAC), установлены рекомендуемые обозначения для многих величин. В список вошли обозначения, такие как:

$T$  – для термодинамической температуры;

$C_p$  – для теплоемкости при постоянном давлении;

$x_i$  – для молярной (количественной) доли вещества  $i$ ;

$\mu_r$  – для относительной проницаемости.

Обозначения единиц записываются прямым (некурсивным) шрифтом независимо от стиля остального текста. Они являются математическими категориями, а не аббревиатурами, после обозначений единиц никогда не ставится точка (кроме как в конце предложения), а во множественном числе в английском языке к ним не добавляется окончание «s». Использование установленной формы для обозначений единиц является обязательным и иллюстрируется примерами, приведенными в Брошюре SI.

### ☞ **Комментарий**

В Республике Беларусь требования к обозначениям и правилам написания единиц измерений установлены в ТР 2007/003/ВУ «Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь». Причем устанавливаются два вида буквенных обозначений: международное (с использованием букв латинского или греческого алфавита) и русское (с использованием букв русского алфавита).

В конструкторских, технологических и других технических документах на продукцию различных видов применяются международные или русские обозначения единиц. При указании единиц величин на табличках, шкалах и щитках средств измерений применяются международные обозначения единиц независимо от того, какие обозначения использованы в документах на эти средства измерений.

При договорно-правовых отношениях с зарубежными странами в технических и других документах, направляемых с экспортной продукцией (включая транспортную и потребительскую тару), применяются международные обозначения единиц.

В печатных изданиях применяются либо международные, либо русские обозначения единиц. Одновременное применение обозначений обоих видов в одном и том же издании не допускается.

Обозначения единиц могут состоять из более чем одной буквы. Они записываются строчными буквами, исключением является написание

первой буквы в виде прописной в тех обозначениях, наименования единиц которых образованы от имен людей. Тем не менее, если наименование единицы приводится полностью, оно должно записываться со строчной буквы (кроме как в начале предложения), что позволяет отличить название единицы от имени лица, в честь которого она была названа (например, температура, равная 293 кельвинам).

Если значение величины записывается как произведение числового значения и единицы, то с соответствующим числом и его единицей можно выполнять действия, предусмотренные обычными алгебраическими правилами. Например, уравнение  $T = 293 \text{ К}$  может быть иначе представлено как  $T/\text{К} = 293$ . Такие операции называются исчислением величин, или алгеброй величин. Отношение величины и ее единицы бывает целесообразно использовать в заголовках столбцов в таблицах или в подписях к осям графиков для того, чтобы приводимые в таблице значения или подписи отметок на осях графика содержали только числовую информацию. В примере (таблица 5) представлена таблица зависимости между скоростью и давлением, столбцы которой озаглавлены указанным способом.

**Таблица 5**

**Оформление заголовков столбцов на примере таблицы зависимости между скоростью и давлением**

$p/\text{kPa}$	$v^2/(\text{m/s})^2$
48,73	94766
72,87	94771
135,42	94784

**☞ Комментарий**

В соответствии с требованиями национальных ТНПА в заголовках графов таблиц сначала приводят наименование и/или обозначение величины, общей для всех данных в графе, а затем после запятой указывают обозначение единицы измерения. Поэтому приведенная выше таблица 5 в отечественных документах будет выглядеть как таблица 5а.

**Таблица 5а**

**Оформление заголовков столбцов на примере таблицы зависимости между скоростью и давлением в соответствии с национальными требованиями**

Давление $p$ , кПа	Скорость в квадрате $v^2$ , $(\text{m/s})^2$
48,73	94766
72,87	94771
135,42	94784

При выполнении операций произведения или деления к обозначениям единиц применяют обычные алгебраические правила. Записывая произведение обозначений единиц, между единицами следует оставлять пробел (либо вместо него может быть вставлена точка на средней линии как знак умножения). Наличие или отсутствие пробела важно для понимания смысла: так, произведение метра и секунды обозначается буквами «m s» (с пробелом), в то время как сочетание букв «ms» (без пробела) служит для обозначения миллисекунды.

### 🔗 Комментарий

В соответствии с ТР 2007/003/ВУ буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделяются точками на средней линии как знаками умножения.

Например: N·m (Н·м); A·m<sup>2</sup> (А·м<sup>2</sup>); Pa·s (Па·с).

Кроме того, для образования сложного произведения с единицами следует использовать скобки и отрицательные значения степеней во избежание его неоднозначного прочтения. Например, значение молярной газовой постоянной  $R$  задается равенством:

$$pV_m/T = R = 8,314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1} = 8,314 \text{ Pa}\cdot\text{m}^3/(\text{mol}\cdot\text{K}).$$

### 🔗 Комментарий

В соответствии с ТР 2007/003/ВУ в буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления необходимо использовать только одну косую или горизонтальную черту. Обозначения единиц применяются в виде произведения обозначений единиц, возведенных в степени (положительные и отрицательные).

Если для одной из единиц, входящих в отношение, установлено обозначение в виде отрицательной степени (например, s<sup>-1</sup>, m<sup>-1</sup>, K<sup>-1</sup>), применять косую или горизонтальную черту не допускается. Например:

Правильно:

$$\text{W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1} (\text{Вт}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{К}^{-1});$$

$$\frac{\text{W}}{\text{m}^2\cdot\text{K}} \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\cdot\text{К}} \right);$$

Неправильно:

$$\text{W}/\text{m}^2/\text{K} (\text{Вт}/\text{м}^2/\text{К});$$

$$\frac{\text{W}}{\text{K}} \left( \frac{\text{Вт}}{\text{К}} \right).$$

При применении косой черты буквенные обозначения единиц в числителе и знаменателе помещаются в строку, произведение обозначение единиц в знаменателе заключается в скобки. Например:

$$\text{m}/\text{s} (\text{м}/\text{с}); \text{W}/(\text{m}\cdot\text{K}) [\text{Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})].$$

При форматировании чисел в качестве десятичного разделителя в зависимости от обстоятельств может выступать точка (такая же, как в конце предложения) или запятая. В англоязычных документах обычно используется точка, тогда как во многих других языках и во многих странах, как правило, ставится запятая.

### ✍ Комментарий

В Республике Беларусь для разделения десятичной части числа от целой во всех документах и изданиях принято использовать запятую на линии.

Если число состоит из большого количества цифр, эти цифры принято группировать по три относительно десятичного знака, чтобы улучшить читаемость. Данное правило не носит обязательный характер, но оно часто соблюдается и в целом себя оправдывает. В случае применения такого формата группы из трех цифр рекомендуется разделять только пробелами, точку или запятую использовать не следует.

Неопределенность числового значения величины зачастую удобно представлять путем указания неопределенности для младших разрядов в скобках после самого числа.

Например, значение массы электрона в перечне фундаментальных постоянных CODATA 2014 приведено как:

$$m_e = 9,10938356 (11) \cdot 10^{-31} \text{ kg},$$

где 11 – стандартная неопределенность для последних разрядов предшествующего числового значения.

### ✍ Комментарий

Такая форма представления значения величины с указанием стандартной неопределенности измерений среди прочих других рекомендована в ISO/IEC Guide 98-3:2008, действующем на территории Республики Беларусь в качестве ГОСТ 34100.3-2017/ISO/IEC Guide 98-3:2008 «Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения». Однако в отечественных ТНПА и технических документах наиболее часто используемой формой записи результатов измерений, включающих указание неопределенности, является форма с приведением значения расширенной неопределенности, которая может выглядеть как  $m_s = (100,02147 \pm 0,00079) \text{ г}$ , где число, стоящее после знака «±», является расширенной неопределенностью измерений, которая установлена как стандартная неопределенность измерений, умноженная на коэффициент охвата  $k = 2$ , соответствующий вероятности охвата примерно 95 %.



Подробнее см. на сайте МБМВ  
и в Брошюре SI, 9-е издание,  
которую можно найти по адресу  
[www.bipm.org](http://www.bipm.org)

Настоящее краткое изложение  
было подготовлено  
Консультативным комитетом  
по единицам измерения (CCU)  
при Международном комитете  
мер и весов (МКМВ)  
и опубликовано МБМВ.

