

Международная система единиц СИ: основные положения для изучающих физику

Данный документ, в отличие от доступного на нашем сайте *Краткого справочника*, перевода издания МКМВ *A concise summary of the International System of Units, the SI*, является существенно переработанным изложением материалов того же документа МКМВ, из которого убраны фрагменты, не представляющие на наш взгляд общего интереса для физиков, добавлен ряд пояснений и комментариев и представлена наша точка зрения на предмет. *A concise summary of the International System of Units, the SI*, представляет описание состояния СИ согласно 8-му изданию **Брошюры СИ**. В России применение системы СИ регулируется российским законодательством. Перевод документа МКМВ по системе единиц СИ не является официальным документом и, учитывая естественное запаздывание, все новое включенное в 8-е издание **Брошюры СИ** некоторое время не будет находить отражение в официальных российских документах.

Международное Бюро Мер и Весов (МБМВ) было основано Статьей 1 Метрической Конвенции 20-го мая 1875 г. с задачей создания основы единой когерентной системы измерений, применяемой во всем мире. Когерентность предполагает не самосогласованность системы, созданной из существующих единиц, а целенаправленное построение системы единиц для всех физических величин на основе небольшого числа независимых единиц. Десятичная метрическая система, берущая начало со времен Французской революции, первоначально основывалась на метре, килограмме и секунде, определенных на основе естественных, но трудно воспроизводимых, величин. Затем, по решению конвенции 1875 г., были созданы международные прототипы метра и килограмма, которые были официально утверждены первой Генеральной Конференцией Мер и Весов (ГКМВ) в 1889 г. и система стала в значительной степени основываться на материальных артефактах. Со временем эта система единиц развивалась, и сейчас она включает семь основных единиц. В 1960 г. на 11-ой ГКМВ было принято решение назвать ее Международной системой единиц, СИ. СИ не является статичной системой, а развивается с учетом возрастающих требований к измерениям всех уровней точности в науке и технике. Важную роль в современных определениях играют квантовые явления. В настоящее время лишь один артефакт, прототип килограмма, является необходимым ингредиентом СИ.

Семь **основных единиц СИ**, приведенных в Таблице 1, создают основу для определения всех остальных единиц измерений Международной системы единиц. По мере развития науки и совершенствования измерительной техники определения единиц пересматриваются. Чем выше точность измерений, тем более тщательно должны быть реализованы единицы измерений. Семью **основными величинами**, связанными с семью **основными единицами**, являются длина, масса, время, сила электрического тока, термодинамическая температура, количество вещества и сила света. **Основные величины и основные единицы** вместе с их обозначениями приведены в Таблице 2.

Перечисленные выше величины и единицы являются **основными величинами единицами системы СИ**. Кандела, как и величина, ей отвечающая, является единицей не общефизической, а для специального области исследований. Более того, целью фотометрии является исследование не физических свойств света, а его воздействия на человеческий глаз, что делает эту область исследований не чисто физической.

Понятие физической величины в физике четко не определено, и мы можем вкладывать в это понятие разный смысл. Например, мы можем говорить о массе, как некотором фундаментальном свойстве безотносительно к единицам. Мы можем говорить о массе в атомных единицах. Последняя указывает во сколько раз та или иная частица тяжелее или легче атома углерода. Масса в каких-то других единицах имеет уже несколько иной смысл. Перевод численной величины массы из атомных единиц в килограммы или астрономические единицы сопряжен с потерей точности, так что масса, измеренная в разных единицах, отвечает не только величинам с разным физическим смыслом, но и величинам независимым с измерительной точки зрения.

Некоторые величины связаны не только с тем общим свойством, которое они характеризуют, но и со способом измерения. Это явление ответственно за существование температуры и количества вещества как независимых величин. Температура характеризует среднюю энергии, приходящуюся на одну степень свободы, однако она соотносится со стабильным термодинамическим стандартом, температура которого в энергетических единицах неизвестна. Количество вещества характеризует число частиц, однако оно соотносится с массой частиц известного типа, а не напрямую с их числом. Наличие двух единиц для характеристики одного свойства, числа частиц, приводит к тому, что имеются и две единицы для массы. Одна из них, килограмм, является основной единицей СИ, а другая – универсальная атомная единица массы, является внесистемной единицей, применение которой допускается параллельно с единицами СИ.

Таблица 1 Семь основных единиц СИ

Величина, единица, символ ¹	Определение единицы
<p>время</p> <p>секунда, с (s)</p>	<p>Секунда – это промежуток времени, равный 9 192 631 770 периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133.</p> <p><i>Из определения следует, что величина сверхтонкого расщепления основного состояния атома цезия-133, $\nu(\text{hfs Cs})$, равна 9 192 631 770 Гц точно.</i></p> <p>Пояснение является физически правильным, в отличие от собственно определения, т.к. ни излучение, ни поглощение света атомом, ни распространение света – не являются периодическим явлениями.</p> <p>Понятие „соответствует“ лишено смысла. К счастью, при современной точности воспроизведения секунды, частоты излучения и поглощения свободного покоящегося атома совпадают.</p>
<p>длина</p> <p>метр, м (m)</p>	<p>Метр – это расстояние, проходимое светом в вакууме за промежуток времени, равный 1/299 792 458 доли секунды.</p> <p><i>Из определения следует, что скорость света в вакууме, c_0, равна 299 792 458 м/с точно.</i></p> <p>В современной физике скорость света в вакууме является одной из наиболее фундаментальных величин и давно уже обозначается c без всяких индексов.</p> <p><i>Из определений метра и секунды следует, что длина волны излучения, упомянутого в определении секунды, равна $299\,792\,458 \times 9\,192\,631\,770$ точно.</i></p>
<p>масса</p> <p>килограмм, кг (kg)</p>	<p>Килограмм – это единица массы, равная массе международного прототипа килограмма.</p> <p><i>Из определения следует, что масса международного прототипа килограмма, $m(\text{К})$, всегда точно равна 1 кг.</i></p> <p>Это не означает, что масса прототипа постоянна, а лишь то, что постоянна ее численная величина. В уравнение Ньютона входит производная от импульса по времени и изменение массы – это наблюдаемый эффект независимо от выбора единиц массы.</p>
<p>электрический ток (сила электрического тока)</p> <p>ампер, А (A)</p>	<p>Ампер – это сила постоянного тока, который, при прохождении по двум прямолинейным параллельным проводникам бесконечной длины и бесконечно малого сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 метр один от другого, вызывает на каждом участке проводника длиной в 1 метр силу, равную 2×10^{-7} ньютонов.</p> <p><i>Из определения следует, что магнитная постоянная (вакуума), μ_0, также известная как магнитная проницаемость вакуума, равна $4\pi \times 10^{-7}$ Гн/м точно.</i></p>
<p>термодинамическая температура</p> <p>кельвин, К (K)</p>	<p>Кельвин – это единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды.</p> <p><i>Из определения следует, что термодинамическая температура тройной точки воды, $T_{\text{тр.в.}}$, равна 273,16 К точно.</i></p>
<p>количество вещества</p> <p>моль, моль (mol)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Моль – это количество вещества системы, которая содержит столько же частиц, сколько атомов содержится в 0,012 килограммах углерода-12. 2. При использовании моля частицы должны быть указаны; это могут быть атомы, молекулы, ионы, электроны и другие частицы или определенные группы таких частиц. <p><i>Из определения следует, что молярная масса углерода-12, $M(^{12}\text{C})$, равна 12 г/моль точно.</i></p> <p>Моль применяется в термодинамике газов и химии. Понятие „содержит“ трактуется по-разному. Газ состоит из изолированных объектов, молекул. В твердом и жидком веществе и в молекулах электроны обобщены. Молекула водорода не состоит из двух атомов, а состоит из тех же составляющих, что и два атома и диссоциирует на них.</p>
<p>Сила света</p> <p>кандела, кд (cd)</p>	<p>Кандела – это сила света в заданном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение частотой 540×10^{12} герц, энергетическая сила которого в этом направлении составляет 1/683 ватт на стерадиан.</p> <p><i>Из определения следует, что спектральная эффективность свечения, K, монохроматического излучения частотой 540×10^{12} Гц равна 683 лм/Вт точно.</i></p>

¹ В России допускается применение как российских (кг), так и международных (kg) символов, которые и приводятся во всех таблицах. Не рекомендуется одновременно применение обоих типов символов в одном тексте.

Таблица 2 Основные величины и основные единицы СИ

Основная величина	Обозначение	Основная единица	Обозначение	
			Российское	международное
длина	l, h, r, x	метр	м	m
масса	m	килограмм	кг	kg
время	t	секунда	с	s
сила электрического тока	I, i	ампер	А	A
термодинамическая температура	T	кельвин	К	K
количество вещества	n	моль	моль	mol
сила света	I_v	кандела	кд	cd

Ядро системы СИ как системы физических единиц составляют секунда, метр, килограмм, ампер, кельвин и моль, причем в физических исследованиях моль преимущественно относится к термодинамике и молекулярно-кинетической газовой теории и также не является общепринятой величиной. В то же время, тесно связанная с молью атомная единица массы играет важную роль во многих разделах физики. Мы систематически убрали из последующих таблиц *A concise summary of the International System of Units* все, имеющее специальный интерес. В частности, это относится к производным величинам.

Все величины системы СИ, кроме основных, рассматриваются как **производные величины** и измеряются в **производных единицах**, которые определяются как результат произведения степеней основных единиц. Примеры производных величин и единиц приведены в Таблице 3.

Таблица 3 Примеры производных величин и единиц

Производные величины	Обозначение	Производные единицы	Обозначение	
			российское	международное
объем	V	кубический метр	м ³	m ³
скорость	v	метр в секунду	м/с	m/s
ускорение	a	метр на секунду в квадрате	м/с ²	m/s ²
волновое число	$\sigma, \tilde{\nu}$	метр в минус первой степени	м ⁻¹	m ⁻¹
плотность, массовая плотность	ρ	килограмм на кубический метр	кг/м ³	kg/m ³
удельный объем	v	кубический метр на килограмм	м ³ /кг	m ³ /kg
плотность электрического тока	j	ампер на квадратный метр	А/м ²	A/m ²
напряженность магнитного поля	H	ампер на метр	А/м	A/m
молярная концентрация	c	моль на кубический метр	моль/м ³	mol/m ³
коэффициент отражения	n	число единица	1	1

Коэффициент отражения является примером безразмерной величины, для которой единицей СИ является число единица, 1; которое обычно не указывается.

Некоторым **производным единицам** даны **специальные названия**, которые являются просто компактными формами представления часто используемых комбинаций **основных величин**. Так, например, джоуль, кратко обозначаемый Дж (J), по определению равен комбинации м² кг с⁻² (m² kg s⁻²). В настоящее время в системе СИ приняты 22 специальных названия единиц. Те из них, которые представляют общий интерес приведены в Таблице 4.

Таблица 4 Наиболее важные производные единицы СИ, имеющие специальные названия

Производная величина	Название производной единицы	Обозначение единицы		Выражение через основные единицы СИ
		русское	международное	
плоский угол	радиан	рад	rad	$\text{м/м} = 1$
телесный угол	стерадиан	ср	sr	$\text{м}^2/\text{м}^2 = 1$
частота	герц	Гц	Hz	с^{-1}
сила	ньютон	Н	N	м кг с^{-2}
давление, напряжение	паскаль	Па	Pa	$\text{Н/м}^2 = \text{м}^{-1} \text{кг с}^{-2}$
энергия, работа, количество теплоты	джоуль	Дж	J	$\text{Н м} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-2}$
мощность, поток излучения	ватт	Вт	W	$\text{Дж/с} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-3}$
электрический заряд, количество электричества	кулон	Кл	C	с А
разность электрических потенциалов	вольт	В	V	$\text{Вт/А} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-3} \text{А}^{-1}$
емкость	фарад	Ф	F	$\text{Кл/В} = \text{м}^{-2} \text{кг}^{-1} \text{с}^4 \text{А}^2$
электрическое сопротивление	ом	Ом	Ω	$\text{В/А} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-3} \text{А}^{-2}$
электрическая проводимость	сименс	См	S	$\text{А/В} = \text{м}^{-2} \text{кг}^{-1} \text{с}^3 \text{А}^2$
магнитный поток	вебер	Вб	Wb	$\text{В с} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-1}$
магнитная индукция	тесла	Т	T	$\text{Вб/м}^2 = \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-1}$
индуктивность	генри	Гн	H	$\text{Вб/А} = \text{м}^2 \text{кг с}^{-2} \text{А}^{-2}$
температура Цельсия	градус Цельсия	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	K

Единицей температуры по шкале Цельсия является градус Цельсия, $^{\circ}\text{C}$, величина которого равна кельвину, K, единице термодинамической температуры. Величина температуры Цельсия t связана с термодинамической температурой T соотношением $t/^{\circ}\text{C} = T/\text{K} - 273,15$.

Углы в системе СИ измеряются в радианах. Угловые величины возникают в самых разнообразных задачах, часто не имеющих никакого отношения к геометрии. Характерным примером негеометрических углов являются периодические явления, в которых необходимо измерять фазу и скорость ее измерения. Тем не менее, в силу традиции и потребностей в геометрических прецизионных измерениях, радиан рассматривается в первую очередь как плоский угол обычного пространства и при этом он становится производной единицей от единицы именно длины (т.к. выражается через отношение длины дуги к радиусу).

Для каждой величины принята только одна единица СИ (однако, часто она может по-разному выражаться через единицы со специальными наименованиями). Одна и та же единица СИ может использоваться для нескольких различных величин (например, единица Дж/К применяется для измерения и теплоемкости, и энтропии). Поэтому важно указывать не только единицу для характеристики величины, но и саму измеряемую величину. Это относится как к научным работам, так и к измерительной технике (т.е., в показаниях приборов необходимо указывать и единицу, и соответствующую величину).

Безразмерные величины, также называемые величинами размерности единицы, обычно определяются как отношение двух величин одного типа (например, коэффициент отражения – это отношение двух скоростей, а относительная диэлектрическая проницаемость – это отношение диэлектрической проницаемости диэлектрика к диэлектрической проницаемости вакуума). Таким образом, единицы безразмерных величин являются отношением двух тождественных единиц СИ, и поэтому они всегда равны единице. При представлении значения безразмерной величины обозначение единицы, 1, опускается.

Рассмотрение безразмерных величин как производных практикуемое в системе СИ не является бесспорным с физической точки зрения. Возможность проведения относительных измерений является необходимым, но не достаточным свойством физической величины. Основа измерений многих безразмерных величин закладывается до определения единиц размерных величин и часто до окончательного определения самих размерных величин, отношением которых является данная безразмерная величина.

Десятичные кратные и дольные единицы системы СИ

В системе СИ принят набор приставок к единицам, используемых в случае, когда значения измеряемых величин много больше, либо много меньше, чем единица СИ, используемая без приставки. Приставки СИ перечислены в Таблице 5. Они могут использоваться с любыми **основными единицами и производными единицами**, имеющими специальное наименование.

Приставка и наименование единицы пишутся слитно; обозначение приставки и единицы представляет собой единый символ, который может быть возведен в любую степень. Например, можно писать: километр, км; микровольт, мкВ; фемтосекунда, фс; $50 \text{ В/см} = 50 \text{ В} (10^{-2} \text{ м})^{-1} = 5000 \text{ В/м}$.

Набор единиц, получающийся при использовании **основных** и **производных** единиц без приставок, является когерентным. Использование когерентного набора единиц имеет технические преимущества (смотри **Брошюру СИ**). Однако использование приставок оправдано тем, что оно позволяет избегать использования фактора 10^n для обозначения очень больших или очень маленьких величин. Например, длину волны лазера удобнее приводить в нанометрах, нм, чем в метрах, м, а расстояние от Лондона до Парижа удобнее приводить в километрах, км, чем в метрах, м.

Таблица 5 Приставки СИ

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

Килограмм, кг, по историческим причинам является исключением из общего правила: несмотря на то, что это **основная единица**, ее название уже содержит приставку. Десятичные кратные и дольные единицы килограмма обозначаются присоединением приставки к наименованию единицы грамм: так следует писать миллиграмм, мг, а не микрокилограмм, мкг. Другим исключением является секунда. Так дольные единицы образуются по общим правилам, тогда как кратные единицы применения не находят. В тех случаях, когда высокая точность не нужна, вместо кратных единиц используют традиционные (минуты, сутки, годы), а для астрономически больших промежутков времени используют кратные производные от года (гигагод).

Единицы, не входящие в систему СИ

Система СИ – единственная универсальная система единиц, применимая в любых областях науки и техники. Это дает ей определенные преимущества, которые, однако, не следует переоценивать. Так, в международной торговле, используются традиционные единицы, и, например, объемы продажи нефти скорее измеряются в галлонах и баррелях, чем в литрах. Прочие единицы, т.е. не единицы СИ, в основном определяются в терминах единиц СИ, однако, переводные коэффициенты в ряде случаев являются предметом измерения и могут быть известны недостаточно точно. Характерными примерами этого являются атомные и астрономические единицы. Использование системы СИ предпочтительно для научного и технического образования, при котором необходимо изучать широкий круг явлений в рамках единого подхода.

В силу своей уникальности и будучи продуктом направленной деятельности организаций, отвечающих в своих странах или своих профессиональных областях именно за стандартизацию, система СИ является системой единиц и величин, использование которой в той или иной степени рекомендовано во всех областях науки и техники во всех странах мира. Другим важным преимуществом системы СИ является ее приспособленность к нуждам прецизионных измерений.

Тем не менее, многие единицы, не входящие в систему СИ, все еще широко используются. Некоторые, такие как единицы времени минута, час и сутки, будут использоваться достаточно долго, потому что они являются составной частью нашей культуры. Другие единицы используются по историческим причинам, для удовлетворения потребностей специфических групп людей, или потому, что у них нет подходящей альтернативы в СИ.

Выбор единиц, наиболее подходящих для решения тех или иных задач, остается неотъемлемым правом ученого, и, учитывая то, что ученые-физики не занимаются физикой в целом, а лишь своими сравнительно узкими областями исследований, то разумно ожидать систематическое использование различных специальных единиц и, иногда, целых систем единиц, развитых для нужд таких областей. При использовании единиц, не являющихся общепринятыми, следует указывать связь этих единиц с общепринятыми, в т.ч. с единицами системы СИ. Документы по системе СИ вместо этого правила рекомендуют выражать используемые не-СИ единицы в единицах СИ, игнорируя практику применения единиц. В ряде областей не-СИ единицы или целые специальные системы единиц доминируют и являются общепринятыми. Так, импульс частицы в ускорительной физике приводится в единицах $\text{ГэВ}/c$, где c – скорость света, и, если его привести в единицах СИ, то это потребует пояснений.

Вместе с тем, есть две важных причины, почему во многих случаях следует приводить основные результаты в единицах СИ. Часто в исследование вовлечены несколько областей физики. Так, теоретические расчеты для спектроскопической линии могут проводиться в атомных единицах, характерных для атомной теории, а ее положение – измеряться спектроскопически в единицах СИ. Вовлечение разных областей, где традиционно используются разные единицы, делает полезным приведение основных результатов в виде, понятном всем, т.е. в единицах СИ. Кроме того, в силу максимальной приспособленности системы СИ к прецизионным измерениям, важно приводить результаты (теоретических расчетов) в тех единицах, в которых эти результаты могут быть непосредственно измерены.

Несколько единиц, не входящих в систему СИ, приведены в Таблице 6 вместе с соответствующими переводными множителями. Более полный список можно найти в **Брошюре СИ** или на веб-сайте МБМВ.

Таблица 6 Некоторые внесистемные единицы

Величина	Единица	Обозначение		Значение в единицах СИ
		русское	международное	
время	минута	мин	min	1 мин = 60 с
	час	ч	h	1 ч = 3600 с
	сутки	сут	d	1 сут = 86 400 с
объем	литр	л	L или l	1 л = 1 дм ³
масса	тонна	т	t	1 т = 1000 кг
энергия	электронвольт	эВ	eV	1 эВ $\approx 1,602 \times 10^{-19}$ Дж
давление	бар	бар	bar	1 бар = 100 кПа
	миллиметр ртутного столба	мм рт. ст.	mmHg	1 мм рт. ст. $\approx 133,3$ Па
длина	ангстрем	Å	Å	1 Å = 10^{-10} м
сила	дина	дин	dyn	1 дин = 10^{-5} Н
энергия	эрг	э	erg	1 э = 10^{-7} Дж

Обозначения единиц начинаются с прописной буквы, если их наименование происходит от имени собственного (например, ампер, А; кельвин, К; герц, Гц; кулон, Кл). В остальных случаях символы единиц начинаются со строчной буквы (например, метр, м; секунда, с). Международное

обозначение литра является исключением и может писаться как строчной, l, так и прописной буквой, L, во избежание путаницы между строчной буквой l и единицей, l.

Язык науки: использование системы СИ для выражения значений (физических) величин

Значение измеряемой величины записывается как произведение некоторого числа и единицы; число, умножаемое на единицу, является численным значением величины в этих единицах. Между числом и единицей следует оставлять пробел. Для безразмерных величин, т. е. величин, единицами которых является число 1, единицы опускаются. Численное значение зависит от выбора единицы, так что одному и тому же значению физической величины в разных единицах будут соответствовать разные численные значения, как показано в приведенных примерах.

Скорость велосипеда приблизительно равна

$$v = 5,0 \text{ м/с} = 18 \text{ км/ч.}$$

Длина волны одной из желтых линий натрия составляет

$$\lambda = 5,896 \times 10^{-7} \text{ м} = 589,6 \text{ нм.}$$

Обозначение величины печатается курсивом (наклонным шрифтом). Как правило, используются однобуквенные символы с использованием латинского или греческого алфавита. Возможно использование как прописных, так и строчных букв, а дополнительная информация может быть добавлена как индекс или указана в скобках.

Существуют международные рекомендованные обозначения для многих величин, введенные организациями, такими как ИСО (Международная Организация по Стандартизации) и различными научными объединениями, такими как IUPAP (Международный союз чистой и прикладной физики). В Российской Федерации рекомендованные обозначения определяются российским законодательством.

Примеры обозначений:

T для температуры

C_p для теплоемкости при постоянном давлении

μ_t для относительной магнитной проницаемости

$m(K)$ для массы международного прототипа килограмма K .

Символы единиц обозначаются при печати прямым шрифтом вне зависимости от типа шрифта окружающего текста. Они являются математическими объектами, а не сокращениями, за ними никогда не следует точка (за исключением случая, когда предложение заканчивается символом). Некоторые внесистемные единицы описательного характера, принятые в Российской Федерации, являются исключением из этого правила, как, например, мм рт. ст. Правильное использование обозначений обязательно, и в случае международных обозначений показано на примерах в **Брошюре СИ**. Единицы могут обозначаться более чем одной буквой. Они пишутся прописными буквами, за исключением случаев, когда название единицы образовано от имени собственного и первая буква в обозначении должна быть прописной. Однако, если наименование единицы приводится целиком, то его следует писать со строчной буквы (за исключением начала предложения), чтобы отличать название единицы от имени человека.

При записи значения величины как произведения численного значения и единицы, как к числу, так и к единице применимы обычные алгебраические операции. Например, уравнение $T = 293 \text{ К}$ может быть записано как $T/\text{К} = 293$. Часто удобно озаглавить столбцы таблицы или разметить оси на графике так, чтобы внутри таблицы или по оси графика располагались только числа.

При образовании произведения или частного к единицам применяются обычные алгебраические правила. При печати произведения единиц следует оставлять между ними пробел (или использовать точку как знак умножения). Правильное использование пробела может быть очень важно. Например, **м с** обозначает произведение метра на секунду, а **мс** обозначает миллисекунду. Для сложной комбинации единиц рекомендуется использовать скобки и отрицательные

показатели степени во избежание неопределенностей. Например, универсальная газовая постоянная равна

$$\begin{aligned} pV_m/T = R &= 8,314 \text{ Па м}^3 \text{ моль}^{-1} \text{ К}^{-1} \\ &= 8,314 \text{ Па м}^3/(\text{моль К}). \end{aligned}$$

Во многих странах десятичный разделитель между целой и дробной частью числа обозначается точкой, а не запятой, и, в частности, в англоязычных странах. Некоторые компьютерные редакторы также используют этот разделитель как основной или по умолчанию.

Если численное значение содержит много знаков, то их обычно группируют по три от знака конца целой части для упрощения прочтения. Это не обязательно, но часто используется и, в целом, удобно. В этом случае группы из трех чисел должны быть разделены (небольшим) пробелом. Погрешность численного значения величины часто указывают, приводя ее значение в единицах последней значащей цифры в скобках после самого значения.

Пример: Рекомендованное значение (КОДАТА, 2002) величины элементарного заряда приводится как $e = 1,602\ 176\ 53\ (14) \times 10^{-19}$ Кл,

где 14 является стандартной погрешностью, приведенной в единицах последнего знака численного значения величины.

За более подробной информацией о единицах СИ можно обратиться на веб-сайт МБМВ или к 8-му изданию **Брошюры СИ**, доступному на сайте <http://www.bipm.org/en/si>. Планируется перевод этого издания на русский язык.

Данный документ не является прямым переводом *A concise summary of the International System of Units, the SI*, официального документа, подготовленного Консультативным Комитетом по единицам (ККЕ) Международного Комитета Мер и Весов (МКМВ), хотя во многом и отражает его содержание. При подготовке данного документа был использован *A concise summary of the International System of Units, the SI*, выполненный С. Г. Каршенбоймом и Е. Ю. Корзининым.

Текст подготовлен С. Г. Каршенбоймом (ВНИИМ им. Д. И. Менделеева), отражает точку зрения автора и не является ни официальным изданием по системе единиц СИ, ни переводом подобного издания.