

## О пересмотре Международной системы единиц (SI)

### Резолюция 1

Генеральная конференция по мерам и весам (ГКМВ) на 26-м заседании, **принимая во внимание,**

– что существенным требованием Международной системы единиц (SI) является её единообразие и доступность во всём мире для целей международной торговли, высокотехнологического производства, защиты здоровья и безопасности населения, охраны окружающей среды, изучения глобальных изменений климата и фундаментальной науки, на котором базируется все вышеперечисленное;

– что единицы SI должны сохранять стабильность в течение длительного периода времени, быть внутренне непротиворечивыми и пригодными для практической реализации, опираясь на современное теоретическое описание природных явлений, выполненное на наивысшем доступном уровне;

– что пересмотр SI, призванный обеспечить выполнение этих требований, был инициирован в соответствии с Резолюцией 1, получившей единогласное одобрение на 24-м заседании ГКМВ (2011 г.) и подробно излагающей новые способы описания SI, основанные на использовании набора из семи определяющих констант, восходящих к фундаментальным физическим и другим природным постоянным, из которых могут быть выведены определяющих констант, восходящих к фундаментальным физическим и другим природным постоянным, из которых могут быть выведены определения семи основных единиц измерений;

– что необходимые условия для утверждения такой пересмотренной версии SI, сформулированные на 24-м (2011 г.) и подтверждённые на 25-м заседаниях ГКМВ (2014 г.), к настоящему времени выполнены,

**постановляет,** что начиная с 20 мая 2019 г. Международная система единиц (SI) должна рассматриваться как система единиц, в которой:

♦ значение частоты невозмущённого сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия-133  $\Delta\nu_{\text{Cs}}$  составляет **9 192 631 770 Гц**;

♦ значение скорости света в вакууме **c** составляет **299 792 458 м/с**;

♦ значение постоянной Планка **h** составляет **6,626 070 15·10<sup>-34</sup> Дж·с**;

♦ значение элементарного заряда **e** составляет **1,602 176 634·10<sup>-19</sup> Кл**;

♦ значение постоянной Больцмана **k** составляет **1,380 649·10<sup>-23</sup> Дж/К**;

♦ значение постоянной Авогадро **N<sub>A</sub>** составляет **6,022 140 76·10<sup>23</sup> моль<sup>-1</sup>**;

♦ световая эффективность монохроматического излучения частотой 540·10<sup>12</sup> Гц **K<sub>cd</sub>** составляет **683 лм·Вт<sup>-1</sup>**,

где герц, джоуль, кулон, люмен и ватт с обозначениями соответственно Гц, Дж, Кл, лм и Вт соотносятся с единицами секунды, метра, килограмма, ампера, кельвина, моля и канделы с обозначениями соответственно с, м, кг, А, К, моль и кд таким образом, что Гц=с<sup>-1</sup>, Дж=кг·м<sup>2</sup>·с<sup>-2</sup>, лм=кд·м<sup>2</sup>·м<sup>-2</sup>=кд·ср, Кл=А·с, а Вт=кг·м<sup>2</sup>·с<sup>-3</sup>;

**учитывает** то, каким образом изменения согласно Резолюции 1, одобренной на 24-м заседании ГКМВ (2011 г.), должны повлиять на использование основных единиц SI, и подтверждает внесение таких изменений в приведённых далее Приложениях к настоящей Резолюции, имеющих с ней одинаковую силу,

**приглашает** Международный комитет мер и весов (МКМВ) заняться подготовкой новой редакции публикуемой им брошюры под заголовком «*Международная система единиц*» и привести в ней полное описание пересмотренной SI.

#### Приложение 1. Прекращение действия прежних определений основных единиц

Из нового определения SI, представленного выше, следует, что начиная с 20 мая 2019 г. прекращают свое действие:

♦ определение секунды, введённое в обращение в 1967–68 гг. (13-е заседание ГКМВ, Резолюция 1);

♦ определение метра, введённое в обращение в 1983 г. (17-е заседание ГКМВ, Резолюция 1);

♦ определение килограмма, введённое в обращение в 1889 г. (1-е заседание ГКМВ, 1889 г., 3-е заседание ГКМВ, 1901 г.) и основанное на значении массы международного прототипа килограмма;

♦ определение ампера, введённое в обращение в 1948 г. (9-е заседание ГКМВ) и основанное на определении, которое было предложено МКМВ (1946 г., Резолюция 2);

♦ определение кельвина, введённое в обращение в 1967–68 гг. (13-е заседание ГКМВ, Резолюция 4);

♦ определение моля, введённое в обращение в 1971 г. (14-е заседание ГКМВ, Резолюция 3);

♦ определение канделы, введённое в обращение в 1979 г. (16-е заседание ГКМВ, Резолюция 3);

♦ решение об утверждении условных значений постоянной Джозефсона  $K_{J-90}$  и постоянной фон Клитцинга  $R_{K-90}$ , принятое МКМВ (1988 г., Рекомендации 1 и 2) в соответствии с запросом ГКМВ (18-е заседание ГКМВ, 1987 г., Резолюция 6) о реализации представлений вольты и ома, устанавливаемых на основе эффекта Джозефсона и квантового эффекта Холла, соответственно.

## Приложение 2. Статус констант, использовавшихся в прежних определениях единиц

Из нового определения SI, приведённого выше, и из рекомендованных значений в соответствии с материалами специального согласования значений физических величин за 2017 г., подготовленными Комитетом по данным для науки и техники (Committee on Data for Science and Technology – CODATA), на которых основываются значения определяющих констант, вступающие в силу 20 мая 2019 г., следует, что:

- ♦ масса международного прототипа килограмма  $m(K)$  равняется 1 кг в пределах относительной стандартной неопределённости, соответствующей неопределённости рекомендованного значения  $h$  на момент принятия настоящей Резолюции, т. е.  $1,0 \cdot 10^{-8}$ . В будущем её значение будет определяться экспериментальным путём;

- ♦ магнитная проницаемость вакуума  $\mu_0$  равняется  $4\pi \cdot 10^{-7}$  Гн·м<sup>-1</sup> в пределах относительной стандартной неопределённости, соответствующей неопределённости рекомендованного значения тонкоструктурной постоянной  $\alpha$  на момент принятия настоящей Резолюции, т. е.  $2,3 \cdot 10^{-10}$ , а в будущем её значение будет определяться экспериментальным путём;

- ♦ термодинамическая температура тройной точки воды  $T_{TRW}$  равняется 273,16 К в пределах относительной стандартной неопределённости, близко соответствующей неопределённости рекомендованного значения  $k$  на момент принятия настоящей Резолюции, т. е.  $3,7 \cdot 10^{-7}$ , а в будущем её значение будет определяться экспериментальным путём;

- ♦ молярная масса углерода-12,  $M(^{12}C)$ , равняется  $0,012$  кг·моль<sup>-1</sup> в пределах относительной стандартной неопределённости, соответствующей неопределённости рекомендованного значения  $N_A h$  на момент принятия настоящей Резолюции, т. е.  $4,5 \cdot 10^{-10}$ , а в будущем её значение будет определяться экспериментальным путём.

## Приложение 3. Основные единицы SI

В соответствии с новым определением SI, представленным как набор фиксированных числовых значений определяющих констант, каждая из семи её основных единиц может быть в зависимости от необходимости описана с помощью одной или нескольких таких констант для получения следующих определений, вступающих в силу 20 мая 2019 г.:

- ♦ Секунда, условное обозначение с, – единица времени в SI. Она определяется путём принятия фиксированного числового значения частоты  $\Delta\nu_{Cs}$  невозмущённого сверхтонкого перехода основного состояния атома цезия-133 равным  $9\,192\,631\,770$  в единицах Гц, где герц соответствует с<sup>-1</sup>.

- ♦ Метр, условное обозначение м, – единица длины в SI. Она определяется путём принятия фиксированного числового значения скорости света в вакууме с равным  $299\,792\,458$  в единицах м/с, где секунда определена через  $\Delta\nu_{Cs}$ .

- ♦ Килограмм, условное обозначение кг, – единица массы в SI. Она определяется путём принятия фиксированного числового значения постоянной Планка  $h$  равным  $6,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$  в единицах Дж·с, что соответствует кг·м<sup>2</sup>·с<sup>-1</sup>, где метр и секунда определены через с и  $\Delta\nu_{Cs}$ .

- ♦ Ампер, условное обозначение А, – единица силы электрического тока в SI. Она определяется путём принятия фиксированного числового значения элементарного заряда  $e$  равным  $1,602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$  в единицах Кл, что соответствует А·с, где секунда определена через  $\Delta\nu_{Cs}$ .

- ♦ Кельвин, условное обозначение К, – единица термодинамической температуры в SI. Она определяется путём принятия фиксированного числового значения постоянной Больцмана  $k$  равным  $1,380\,649 \cdot 10^{-23}$  в единицах Дж·К<sup>-1</sup>, что соответствует кг·м<sup>2</sup>·с<sup>-2</sup>·К<sup>-1</sup>, где килограмм, метр и секунда определены через  $h$ , с и  $\Delta\nu_{Cs}$  соответственно.

- ♦ Моль, условное обозначение моль, – единица количества вещества в SI. Один моль содержит ровно  $6,022\,140\,76 \cdot 10^{23}$  элементарных структурных единиц. Это число соответствует фиксированному числовому значению постоянной Авогадро  $N_A$  в единицах моль<sup>-1</sup> и называется числом Авогадро. Количество вещества в некоторой системе, обозначаемое символом  $\nu$ , является мерой числа заданных элементарных структурных единиц. В качестве таких элементарных структурных единиц могут выступать атомы, молекулы, ионы, электроны, а также любые другие частицы или группы частиц.

- ♦ Кандела, условное обозначение кд, единица силы света в заданном направлении в SI. Она определяется путём принятия фиксированного числового значения световой эффективности монохроматического излучения частотой  $540 \cdot 10^{12}$  Гц  $K_{cd}$  равным 683 в единицах лм·Вт<sup>-1</sup>, что соответствует кд·ср·Вт<sup>-1</sup> или кд·ср·кг<sup>-1</sup>·м<sup>-2</sup>·с<sup>3</sup>, где килограмм, метр и секунда определены через  $h$ , с и  $\Delta\nu_{Cs}$  соответственно.