

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ**

В.А.Ацюковский

### **Всеобщие физические инварианты и предложения по модернизации Международной системы единиц СИ**

Как известно, в процессе развития науки были созданы различные системы единиц. В настоящее время наиболее удобной системой единиц, получившей широкую проверку практикой и международное признание, является Международная система единиц СИ [1, 2]. Достоинствами этой системы, обеспечившими большие удобства в практических расчетах величин, являются ее универсальность (охватывает все отрасли науки и техники), когерентность, т. е. согласованность производных единиц, образующихся по уравнениям, не содержащим коэффициентов пропорциональности, которые в ней попросту отсутствуют, а также целочисленность значений степеней всех размерностей. Последним система СИ выгодно отличается от применявшихся совсем недавно в электротехнической практике систем СГСЕ, СГСМ и Гауссовской, в которых либо диэлектрическая проницаемость, либо магнитная проницаемость приравнивались к абстрактным безразмерным единицам, что лишало их физического смысла. В этих системах фигурируют дробные показатели у всех электротехнических величин, например,  $\varepsilon^{1/2}$  или  $см^{3/2}$ , что также лишено какого бы то ни было физического смысла.

Тем не менее, если механические величины, в которых фигурируют только размерности массы, длины (пространственной протяженности) и времени позволяют легко усвоить физическую сущность любой производной величины, то

в таких основных единицах как Ампер, кандела, градус Кельвина и моль физический смысл непосредственно не просматривается. Поэтому возникает вопрос, насколько последние четыре величины правомерно помещены в список основных величин и не правильно ли было бы попытаться установить их физическую сущность, а через это и физическую сущность всех производных от них величин.

Для того чтобы в определении состава основных величин, являющихся исходными для всех остальных физических величин, не было бы произвола, необходимо выбрать их на основе всеобщих физических инвариантов, т. е. категорий, изначально присутствующих абсолютно во всех физических структурах, явлениях и процессах. Несложно увидеть, что такими категориями являются не семь, а только три – *материя*, *пространство* и *время*, поскольку все предметы и структуры материальны, все они находятся в общем пространстве и все явления и процессы протекают во времени. Исключений здесь нет. Поэтому размерности этих величин – масса как мера количества материи, длина как мера пространства и время могут и должны являться исходными основными величинами для всех остальных физических величин. Такие же величины, как Ампер (мера силы тока), кандела (мера силы света), градус Кельвина (мера температуры) и моль (мера количества единиц вещества) не являются всеобщими и поэтому должны быть изъяты из основных величин и переведены в разряд производных величин. Однако для этого нужно выявить их физическую сущность и в соответствии с нею установить их размерность в основных единицах.

В системе единиц СИ имеются также дополнительные безразмерные величины – плоский угол – радиан и телесный угол – стерадиан. Однако, учитывая трехмерность пространства и то, что орты всех трех измерений перпендикулярны друг другу, необходимо полагать, что и здесь имеет место неправомерное сокращение длин, расположенных в разных направлениях, что и

привело к представлениям о безразмерности радиана истерадиана. Именно с этих величин начнем пересмотр всех единиц измерения.

### **Дополнительные единицы: плоский угол – радиан и телесный угол – стерадиан**

В системе СИ **радиан** является безразмерной величиной, поскольку его сущность – отношение длины дуги – части окружности к длине радиуса этой окружности. На самом деле, это вовсе не безразмерная величина, поскольку направляющие орты дуги и радиуса перпендикулярны друг другу и, следовательно, не могут сокращаться. Поэтому радиан как единица измерения должен обозначаться как

$$[\text{рад}] = L_\varphi/L_R, \quad (1)$$

имея при этом в виду, что масштабы  $L_\varphi$  и  $L_R$  в любой системе единиц одинаковы.

В системе СИ **стерадиан** также является безразмерной величиной, поскольку его сущность – отношение части площади поверхности сферы ко всей площади шара. Именно поэтому полный угол, занимаемой сферой составляет  $4\pi$ . Однако если в выражении для площади

$$S = 4\pi R^2 \quad (2)$$

фигурирует радиус  $R$ , то в выражении для площади, охватываемой стерадианом, участвует доля поверхности, определяемая длинами дуг, охватывающих эту поверхность, которые лежат в направлениях  $\varphi$  и  $\theta$ , перпендикулярных радиусу. Поэтому и выражение для стерадиана должно быть

$$[\text{ср}] = L_\varphi L_\theta/L_R^2 \quad (3)$$

и обе эти дополнительные единицы – радиан и стерadian переходят из дополнительных единиц в производные.

### Ампер

В свое время Дж.К.Максвелл для вывода своих знаменитых уравнений использовал модельные представления на базе эфира, который он представлял как идеальную несжимаемую жидкость [3]. Автором была предпринята попытка продолжить эту линию, взяв, однако за основу представления об эфире как о вязком сжимаемом газе [4]. Выяснилось, что наилучшей газомеханической аналогией электрически заряженной частицы является уплотненный винтовой газовый тороид, возбуждающий вокруг себя винтовые потоки эфира. Сопоставление магнитных и электрических взаимодействий частиц с взаимодействиями двух подобных тороидов показало, что аналогом магнитного поля частиц является тороидальная составляющая винтового движения эфира, а электрического поля – кольцевая составляющая. Аналогом же полярности является знак винтового движения (правое или левое), т.е. ориентация кольцевого движения относительно тороидального.

В этом случае правомерным оказалось сопоставление энергии единицы объема электрического поля

$$w_e = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2}, \text{ Дж/м}^3 \quad (4)$$

с энергией единицы объема эфирного потока

$$w_s = \frac{\rho_0 v_k^2}{2}, \text{ Дж/м}^3 \quad (5)$$

Из сопоставления выражений и учитывая, что диэлектрическая проницаемость вакуума  $\varepsilon_0$  и плотность эфира  $\rho_0$  в обоих выражениях имеют первую степень, а напряженность электрического поля  $E$  и скорость потока кольцевого движения эфира  $v_k$  во второй степени, появляется соответствие:

$$\varepsilon_0, \Phi/\text{м} = \rho_0, \text{кг}/\text{м}^3; E, \text{В}/\text{м} = v_k, \text{м}/\text{с}. \quad (6)$$

На этом основании величина заряда  $q$  оказывается равной

$$q = \rho_0 v_k S, \text{кг}\cdot\text{с}^{-1} \quad (7)$$

где  $S$  – площадь поверхности частицы,  $\text{м}^2$ .

Таким образом, размерность заряда составит

$$[q] = \text{М}\cdot\text{Т}^{-1}, \quad (8)$$

а единица силы тока – Ампер определится как

$$I = \partial q / \partial t, \text{А} \quad (9)$$

или

$$\text{А} = \text{кг}\cdot\text{с}^{-2}. \quad (10)$$

Таким образом, размерность силы тока составит

$$[\text{А}] = \text{М}\cdot\text{Т}^{-2}. \quad (11)$$

Учитывая, что общими инвариантами реального мира являются только материя, пространство и время, а их единицами в системе МКС являются соответственно килограмм, метр и секунда, появляется возможность свести систему единиц МКСА к системе МКС, тем самым указав на возможность дальнейшего

развития механических аналогий для моделирования электромагнитных явлений (табл. 1).

Сведение всех электрических и магнитных величин в систему МКС позволяет продолжить эфиродинамическое моделирование электрических и магнитных величин, что частично сделано автором в [4], на базе чего возникают представления о постановке некоторых экспериментов.

### Градус Кельвина

Как известно, температура есть мера тепловой энергии вещества. Для газа температура определяется соотношением

$$T = \frac{mv^2}{3k}, \quad (12)$$

где  $T$  – температура газа в градусах Кельвина,  $m$  – масса молекулы газа в килограммах,  $v$  – тепловая скорость молекулы,  $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$  Дж·(°K)<sup>-1</sup> – постоянная Больцмана.

Следовательно, выражение (12) может быть переписано как

$$T = k_T mv^2, \quad (13)$$

где  $k_T$  есть всего лишь коэффициент пропорциональности для выбранной шкалы температур в градусах Кельвина. Физической же сущностью температуры является энергия, выраженная в Джоулях или в кг·м<sup>2</sup>·с<sup>-2</sup>. Таким образом, градус Кельвина имеет смысл обозначить как

$$[^\circ\text{K}] = \text{M} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-2}, \quad (14)$$

а единица измерения температуры составит:

$$^{\circ}\text{K} = k_{\text{T}} \text{ кг} \cdot \text{ м}^2 \cdot \text{ с}^{-2}. \quad (15)$$

Здесь коэффициент пропорциональности будет зависеть от выбранных единиц измерения, для метрической системы единиц и для температурной шкалы Кельвина он будет равен

$$k_{\text{T}} = 1/3k = 2,41546 \cdot 10^{22} \text{ }^{\circ}\text{K} \cdot \text{ Дж}^{-1}, \quad (16)$$

а для других систем единиц и температурных шкал этот коэффициент будет иметь иное значение.

Внесистемная единица **калория** уже сегодня имеет непосредственную связь с единицей энергии **джоулем**:

$$1 \text{ кал} = k_{\text{к}} \cdot 1 \text{ Дж} \quad (17)$$

$$k_{\text{к}} = 4,1868 \text{ (для международной калории);}$$
$$k_{\text{к}} = 4,1840 \text{ (для термохимической калории).}$$

В таблице 2 приведены основные термодинамические единицы в системе МКС.

### **Кандела.**

Как известно, кандела есть единица силы света, которая раньше выражалась в свечах. В [6] показано, что световому потоку в 1 люмен, который есть произведение канделы на стерадиан:

$$1 \text{ лм} = 1 \text{ кд} \times 1 \text{ ср} \quad (18)$$

соответствует мощность при длине волны в 0,555 мкм значение в 0,0016 Вт. В общем случае эта величина может меняться в зависимости от длины волны, однако во всех случаях значению светового потока в люменах соответствует определенная

мощность, и следовательно, учитывая безразмерность стерадиана, получим, что

$$[\text{кд}] = \text{M} \cdot \text{L}^2 \cdot \text{T}^{-3} \quad (19)$$

и в системе МКС единица силы света кандела составит

$$1 \text{ кд} = k_{\text{к}} \text{Вт} = k_{\text{к}} \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3} \quad (20)$$

Для волны в 0,555 мкм величина  $k_{\text{к}} = 0,0016/\text{ср}$ .

В таблице 3 приведены основные светотехнические единицы в системе МКС.

### **Моль**

Как известно, моль есть единица количества вещества, т.е. величины, оцениваемой количеством содержащихся в физической системе тождественных структурных элементов (атомов, молекул, ионов и других частиц) [7]. Моль равен количеству структурных единиц вещества в системе, содержащей столько структурных элементов (частиц) сколько атомов содержится в нуклиде углерода  $^{12}\text{C}$  массой в 0,012 кг и равно числу Авогадро

$$N_{\text{A}} = 6,02252 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}. \quad (21)$$

Таким образом, моль есть число структурных единиц (частиц), условно принятое за единицу (аналогией являются числа: тысяча, миллион и т.п.).

Поскольку единицей числа любых структурных единиц является «штука», то эта единица в молях составит

$$\begin{aligned} 1 \text{ шт} &= N_{\text{A}}^{-1} \text{ моль} = (6,02252 \cdot 10^{23})^{-1} = \\ &= 1,6604345 \cdot 10^{-24} \text{ моль} = k_{\text{м}} \end{aligned} \quad (22)$$



Целесообразно обозначить слово «штука» буквой «Р» от английского слова «piece». Таким образом, в русском обозначении уточненная система МКС будет обозначаться как МКСШ, а в английском как МКSP.

В таблице 4 приведены основные единицы, связанные с количеством вещества в системе МКС.

Предложения по уточнению единиц и дальнейшему развитию системы измерений не означают жесткой необходимости изменения системы СИ в практических расчетах, однако позволяют в ряде случаев существенно уточнить представления о физической сущности используемых величин.

### **Пример.**

Исходя из размерностей, можно сделать некоторые полезные выводы о физической сущности некоторых электромагнитных величин.

Величина тока, протекающего по проводнику, составит

$$I = eNSv_q = edn/dt = dq/dt, \quad (23)$$

где  $e$  - заряд электрона, равный  $1,6 \cdot 10^{-19}$  К;  $N$  - число электронов в единице объема проводника;  $S$  - сечение проводника;  $v_q$  - скорость смещения электронов вдоль оси проводника;  $n$  - число электронов в заряде  $q$ , протекающего через сечение проводника.

Скорость перемещения электронов  $v_{пр}$  вдоль провода сечением  $S_{пр}$  определится выражением:

$$v_{пр} = \frac{I}{eNS_{пр}}. \quad (24)$$

Если полагать, как это обычно принято, что число электронов  $N$  в проводнике равно числу атомов металла, то тогда в единице объема содержится порядка  $10^{30} \text{ м}^{-3}$  электронов, следовательно, среднее расстояние между электронами составляет  $d = 10^{-10}$  м и при сечении проводника в  $S_{\text{пр}} = 1$  кв. мм получим, что в его поперечном сечении содержится  $n_s = 10^{14}$  электронов, что соответствует заряду

$$q_{\text{п}} = n_s \cdot e = 10^{14} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 1,6 \cdot 10^{-5} \text{ К.} \quad (25)$$

При токе в 1А через поперечное сечение проводника в 1с должен пройти заряд в 1 Кулон, следовательно, должно пройти  $6,25 \cdot 10^4$  зарядов  $q_{\text{п}}$ . Учитывая расстояние между электронами в  $10^{-10}$  м, получим среднюю скорость перемещения электронов вдоль проводника

$$v_{\text{впр}} = d q_{\text{п}} = 10^{-10} \cdot 6,25 \cdot 10^4 = 6,25 \cdot 10^{-6} \text{ м/с.} \quad (26)$$

Из выражения для удельной энергии магнитного поля

$$w_{\text{м}} = \frac{\mu_0 H^2}{2} = \frac{B^2}{2 \mu_0} = \frac{\varepsilon_0 c^2 B^2}{2} = \frac{\rho_0 (Bc)^2}{2}, \text{ Дж/м}^3 \quad (27)$$

где  $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума,  $H$  – напряженность магнитного поля,  $B$  – магнитная индукция,  $\varepsilon_0$  – диэлектрическая проницаемость вакуума,  $\rho_0$  – плотность эфира в вакууме,  $c$  – скорость света. Отсюда сразу видно, что магнитная индукция  $B$  должна формально быть безразмерной. Реально же выражение  $Bc$  есть скорость потока эфира  $v_{\text{п}}$  – скорость движения струи эфира в структуре магнитного поля. Таким образом, величина магнитной индукции есть отношение этой скорости к скорости света, т. е. к скорости распространения электромагнитного поля:

$$B = \frac{v_M}{c}, M_{xy}/M_z \quad (28)$$

Магнитная индукция вовсе не безразмерна, а является отношением скорости потока эфира, лежащего в плоскости  $xу$ , к скорости света т.е. к скорости второго звука в эфире в направлении  $z$ . Эти две скорости перпендикулярны друг другу, и их сокращать в размерности нельзя.

Таким образом, **физическая сущность магнитной индукции – это скорость потока эфира, выраженная в долях скорости света.**

Поскольку напряженность магнитного поля

$$H = B/\mu_0, \quad (29)$$

то

$$H = v_M/\mu_0 c = \rho_\varepsilon v_M c \quad (30)$$

Отсюда видно, что **физическая сущность напряженности магнитного поля – это поступательная скорость плотности эфира в структуре магнитного поля, т. е. удельное количество движения эфира.**

Из полученного выражения непосредственно может быть определена скорость потока эфира в структуре магнитного поля, соответствующая значению напряженности магнитного поля в 1 А/м:

$$v_M = H / \rho_\varepsilon c = 1 / 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^8 = 376,65 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}. \quad (31)$$

Значению магнитной индукции величиной в 1 Тесла соответствует отношение скорости эфирного потока к скорости света в

$$B = \mu_0 H = 4 \pi 10^{-7} = 1,256 \cdot 10^{-6} \text{ м}_x\text{y}/\text{м}_z \quad (32)$$

Проводник сечением в  $1 \text{ мм}^2$  имеет радиус в  $r_{\text{пр}} = 0,564 \text{ мм}$ , и, если по проводнику течет ток в  $1 \text{ А}$ , то на его поверхности появится магнитное поле, напряженность которого составит

$$H = \frac{i}{2\pi r_{\text{пр}}} = \frac{10^3}{2\pi \cdot 0,564} = 282 \text{ А/м}, \quad (33)$$

что соответствует скорости в  $1,06215 \cdot 10^5 \text{ м/с} = 106,215 \text{ км/с}$ .

Отсюда сразу видно, что при токе в  $1 \text{ А}$  перемещение электронов со скоростью в  $6,25 \text{ мкм/с}$  никак не может являться причиной появления во внешнем пространстве проводника магнитного поля, скорость потоков эфира в котором составляет такую величину, т. е. более чем на 10 порядков. Таким образом, сведение электротехнических величин в единую систему МКС заставляет обратить внимание на их механизм.

Из изложенного видно, что движение электронов вдоль проводника является сопутствующим явлением. Причина появления магнитного поля должна находиться в другом движении тех же электронов. У электронов, кроме поступательного движения вдоль проводника есть еще только одно движение – поворот их осей, т.е. ориентация спинов вдоль проводника, других движений нет.

Под воздействием электрического поля все электроны, в каком бы положении они ни находились, разворачивают свои оси так, что образуется некоторая общая составляющая проекций их спинов на ось проводника. По отношению к любому участку поверхности проводника половина электронов оказывается повернутой к этой поверхности, половина к противоположной, так что циркуляция от каждой пары электронов даст суммарную циркуляцию, ось которой будет ориентирована вдоль проводника.

Скорость кольцевого движения эфира на поверхности электрона составляет величину, равную [4, с. 312]:

$$v_k = 1,64 \cdot 10^{24} \text{ м.с}^{-1}, \quad (34)$$

(ограничения, накладываемые теорией относительности, во внимание не принимаются, поскольку никакого обоснования у них нет).

Достаточно, чтобы все электроны в проводнике повернулись на угол в  $1,8 \cdot 10^{-14}$  рад, чтобы обеспечить расчетную скорость потоков эфира в магнитном поле.

Таким образом, причиной появления магнитного поля вокруг проводника, по которому течет ток, является не перемещение электронов вдоль проводника, а поворот спинов электронов в общем для всех них направлении. Этот факт невозможно было бы установить, если бы не был сделан перевод размерностей электромагнитных величин в систему МКС.

### *Литература.*

1. **Бурдун Г.Д.** Справочник по Международной системе единиц. М. 1971.
2. **Широков К.П.** Международная система единиц. БСЭ 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1974. Т. 15, с. 595.
3. **Maxwell J.C.** A treatise on electricity and magnetism, v. 1-2. Oxf. 1873. В русском пер.: **Максвелл Дж.К.** Избранные главы по теории электромагнитного поля. М.: ГИТТЛ, 1952; Он же. Трактат об электричестве и магнетизме. М.: Наука, 1973.
4. **Ацюковский В.А.** Общая эфиродинамика. Моделирование структур вещества и полей на основе представлений о газоподобном эфире. М.: Энергоатомиздат, 1990. То же 2-е изд. М.: Энергоатомиздат, 2003.

5. **Ацюковский В.А.** Физические основы электромагнетизма и электромагнитных явлений. Эфиродинамическая интерпретация. М.: изд. УРСС, 2001. С. 307-309.

6. **Годжаев Н.М.** Оптика. М.: Высшая школа, 1977. С. 14-17.

7. Моль. БСЭ 3-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1974. Т. 16, с. 489.

Таблица 1.

## Перевод системы единиц МКСА в систему единиц МКС

Величина	Название единицы в современной СИ	Обозначение	Единица измерения в МКСА *	Размерность в МКС	Единица измерения в МКС
Работа и энергия	Джоуль	Дж	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^2$	$\text{ML}^2 \text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Мощность	Ватт	Вт	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{с}^3$	$\text{ML}^2 \text{T}^{-3}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$
Количество электричества (электрический заряд)	кулон	К	$\text{А} \cdot \text{с}$	$\text{MT}^{-1}$	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$
Сила тока	ампер	А	А	$\text{MT}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Поток электрического смещения (индукции)	кулон	К	$\text{А} \cdot \text{с}$	$\text{ML}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$
Электрическое смещение (индукция)	кулон на кв. метр	$\text{К} / \text{м}^2$	$\text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^2$	$\text{ML}^2 \text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Напряжение, разность потенциалов, электродвижущая сила	вольт	В	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{А} \cdot \text{с}^3$	$\text{L}^2 \text{T}^{-1}$	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
Емкость	фарада	Ф	$\text{А} \cdot \text{с}^4 / \text{м}^2 \cdot \text{кг}$	$\text{ML}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-2}$
Электрический момент	–	$\text{К} \cdot \text{м}$	$\text{А} \cdot \text{с} \cdot \text{м}$	$\text{MLT}^{-1}$	$\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$
Вектор поляризации (поляризованность)	–	$\text{К} / \text{м}^2$	$\text{А} \cdot \text{с} / \text{м}^2$	$\text{ML}^2 \text{T}^{-1}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$
Электрическая проницаемость	фарада на метр	Ф/м	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^4 / \text{м}^3 \cdot \text{кг}$	$\text{ML}^{-3}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-3}$
Напряженность электрического поля	вольт на метр	В/м	$\text{м} \cdot \text{кг} / \text{А} \cdot \text{с}^3$	$\text{LT}^{-1}$	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$
Электрическое сопротивление	ом	Ом	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{А}^2 \cdot \text{с}^3$	$\text{M}^{-1} \text{L}^2 \text{T}$	$\text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}$

Удельное электрическое сопротивление	–	Ом·м	$\text{м}^3 \cdot \text{кг} / \text{А}^2 \cdot \text{с}^3$	$\text{ML}^3\text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{с}^{-2}$
Удельная электрическая проводимость	–	1/Ом·м	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^3 / \text{м}^3 \cdot \text{кг}$	$\text{M}^{-1}\text{L}^{-3}\text{T}^2$	$\text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^{-3} \cdot \text{с}^2$
Подвижность ионов	–	$\text{м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$	$\text{А} \cdot \text{с}^2 / \text{кг}$	–	–
Магнитный поток	вебер	Вб	$\text{м}^3 \cdot \text{кг} / \text{А} \cdot \text{с}^2$	$\text{L}^2$	$\text{M}^2$
Магнитная индукция	тесла	Тл	$\text{кг} / \text{А} \cdot \text{с}^2$	$L_{xy}/L_z$	$M_{xy}/M_z$
Магнитный момент	–	$\text{А} \cdot \text{м}^2$	$\text{А} \cdot \text{м}^2$	$\text{ML}^2\text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Вектор интенсивности намагничения	–	А/м	А/м	$\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Индуктивность	генри	Гн	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} / \text{А}^2 \cdot \text{с}^2$	$\text{M}^{-1}\text{L}^2\text{T}^2$	$\text{кг}^{-1} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^2$
Магнитная проницаемость	генри на метр	Гн/м	$\text{м} \cdot \text{кг} / \text{А}^2 \cdot \text{с}^2$	$\text{M}^{-1}\text{LT}^2$	$\text{кг}^{-1} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$
Напряженность магнитного поля	ампер на метр	А/м	А/м	$\text{ML}^{-1}\text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$
Магнитодвижущая сила	ампер или ампервиток	А или Ав	А	$\text{MT}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2}$
Магнитное сопротивление	–	А/Вб или Ав/Вб	$\text{А}^2 \cdot \text{с}^2 / \text{м}^2 \cdot \text{кг}$	$\text{ML}^{-2}\text{T}^{-2}$	$\text{кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-2}$

\*По данным Справочника по физике для инженеров и студентов вузов. М., Наука, 1971, с. 904.



Таблица 2.

## Перевод термодинамических единиц системы СИ в систему единиц МКС

Величина	Название единицы в современной СИ	Обозначение	Размерность в современной СИ	Размерность в МКС	Единица измерения в МКС
Термодинамическая температура	кельвин	К	К	$M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$	$k_T \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2}$
Теплоемкость, энтропия	джоуль на кельвин	Дж/К	$L^2 \cdot M \cdot T^{-2} \cdot K^{-1}$	–	$k_T^{-1}$
Теплоемкость удельная	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг·К)	$L^2 \cdot T^{-2} \cdot K^{-1}$	$M^{-1}$	$k_T^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$
Коэффициент теплопроводности	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	$L \cdot M \cdot T^{-3} \cdot K^{-1}$	$L^{-1} \cdot T^{-1}$	$k_T^{-1} \cdot \text{м}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$
Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи	ватт на метр в квадрате-кельвин	Вт/(м <sup>2</sup> ·К)	$M \cdot T^{-3} \cdot K^{-1}$	$L^{-2} \cdot T^{-1}$	$k_T^{-1} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$
Коэффициент температуропроводности		$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$	$L^2 \cdot T^{-1}$	$L^2 \cdot T^{-1}$	$\text{м}^2 \cdot \text{с}^{-1}$

Таблица 3.

## Перевод светотехнических единиц системы СИ в систему единиц МКС

	Название единицы в современной СИ	Обозначение	Единица в современной СИ	Размерность в МКС	Единица измерения в МКС
Сила света	кандела	кд	кд	$M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$	$k_k \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-3}$
Световой поток	люмен	лм	кд·ср	$M \cdot L^2 \cdot T^{-3}$	
Яркость	нит	кд/м <sup>2</sup>	кд/м <sup>2</sup>	$M \cdot T^{-3}$	$k_k \text{ кг} \cdot \text{с}^{-3}$
Освещенность	люкс	лк	лм/м <sup>2</sup>	$M \cdot T^{-3}$	

Таблица 4.

## Перевод молярных единиц системы СИ в систему единиц МКСШ

Величина	Название единицы и обозначение в современной СИ	Размерность в МКСШ	Единица измерения в МКСШ	Соотношение с современной единицей СИ
Количество вещества	моль	Ш	шт	$k_M$
Молярная масса	кг/кмоль	$M \cdot \text{Ш}^{-1}$	кг·шт <sup>-1</sup>	$N_A$
Молярный объем	м <sup>3</sup> /моль	$L^3 \cdot \text{Ш}^{-1}$	м <sup>3</sup> ·шт <sup>-1</sup>	$N_A$
Молярная внутренняя энергия	дж/моль	$L^2 \cdot M \cdot T^{-2} \cdot \text{Ш}^{-1}$	м <sup>2</sup> ·кг·с <sup>-2</sup> ·шт <sup>-1</sup>	$N_A$
Молярная теплоемкость	дж/(моль·К)	$\text{Ш}^{-1}$	шт <sup>-1</sup>	$N_A$
Молярная концентрация	моль/м <sup>3</sup>	$\text{Ш} \cdot L^{-3}$	шт·м <sup>-3</sup>	$k_M$