

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. С.ТОРАЙГЫРОВА



3 '2003

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



КАЗАХСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

МАЗМҰНЫ

ЖАРАТЫЛЫСТАНУ ҒЫЛЫМДАРЫ

- В.В. Рындин, Д.В. Рындина**
Термодинамикада қолданылатын физикалық өлшемдер туралы 7
- Б.Т. Әбдрахманов, В.И. Фандюшин**
Гуманитарлықтар үшін математика және информатика жөнінде 19
- Е.С. Мұстафин, Б.К. Қасенов, Ж.И. Сағынтаева, Ж.С. Бектұрғанов, Е.К. Жұмаділов, А. Нухұлы, М.А. Исабаева**
NdMe¹CaMn₂O₈ (Me¹-Li, Na, K, Cs) магниттерінің рентгенографиялық зерттелуі 23
- В.В. Рындин**
Философиялық және физикалық заңдардың сақталуы ... 26
- Б.Ү. Садық, В.М. Юров**
Эпоксиполимерлердің органикалық бояулармен оптикалық спектрлері 38
- Б.Н. Сатбаев**
Ыстыққа төзімді қорытпалар мен композициялық құралдарды өндірудің ерекшеліктері 45
- Г. Хабдолла, Д. Жантөрина, А. Кәрібаева, К. Аяпбергенов**
Шабуылдаушы хлор ионының (оң) ең ықтимал бағыты 50

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Нухұлы А., д.х.н., проф. (*главный редактор*)
Утегулов Б.Б., д.т.н., проф. (*зам. гл. редактора*)
Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (*отв. секретарь*)
Члены редакционной коллегии:
Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
Газалиев А.М., д.х.н., проф., член-корр. НАН РК
Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
Глазырин А.И., д.т.н., проф.
Даукеев Г.Ж., к.т.н., проф.
Ергожиш Е.Е., д.х.л., проф., академик НАН РК
Кислов А.П., к.т.н., доц.
Кленель М.Я., д.т.н., проф.
Кудерин М.К., к.т.н., доц.
Мансуров З.А., д.х.н., проф.
Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
Сагинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
Сулеев Д.К., к.т.н., проф.
Сейтахметова Г.Н. (*тех. редактор*)

Адрес редакции:
637034, г. Павлодар,
ул. Ломова, 64.
Тел.: (3182) 45-11-43
(3182) 45-38-60
Факс: (3182) 45-11-23
E-mail: publish@psu.kz
nauka@psu.kz

С. Торайғыров
ПАВЛОДАР ММУ-дiн
академик С. Бейсембаев
атындағы ғылыми
КІТАПХАНАСЫ

УДК 536:53

О ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИНАХ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕРМОДИНАМИКЕ

В.В. Рындин, Д.В. Рындина

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Фізикалық өлшемдер мен объективті реальділік ұғымдарының айырмашылықтары (қасиеті, үрдісі, құбылысы) түсіндіріледі.

Проводится разграничение понятий физической величины и объективной реальности (свойства, процесса, явления), для количественной характеристики которой она и вводится.

The differentiation of concepts of physical value and objective reality (property, process, phenomenon) will be carried out, for quantitative characteristic which it and is entered.

В настоящее время в физике вообще и в термодинамике в частности многие используемые термины являются многозначными. Наиболее вредной для учебников является категориальная многозначность, когда под данным термином вначале рассматривается физическая величина (ФВ), а затем само свойство материи (процесс), для количественной характеристики которого и введена данная величина. В результате возникают определённые затруднения в понимании отдельных контекстов. Приведём такие контексты.

«Энергия не исчезает и не возникает вновь, она лишь превращается из одного вида в другой в различных физических и химических процессах. Иными словами, для любой изолированной системы количество энергии, заключенной в этой системе, сохраняется неизменным» [1]. «Место материи должна была занять единственная универсальная всеобъемлющая величина – энергия» [2]. «Теплота – форма теплового движения. Передача энергии (формы обмена энергией) происходит двумя способами – работой L и теплотой Q » [3].

Во всех этих контекстах теплота, работа, энергия обозначают некую объективную реальность (нечто, напоминающее вещество или поле), ко-

торая имеет количество и может передаваться, превращаться или переноситься (быть способом передачи энергии, т. е. процессом). В то же время под этими же терминами понимают физические величины: Q – теплоту; W – работу; E – энергию.

Тогда возникает вопрос, что же такое физическая величина – само свойство изучаемого объекта или описание, характеристика этого свойства. Поскольку изложение физических величин составляет содержание любого курса, то в зависимости от того, что понимается под физической величиной, будет зависеть и само изложение любой технической дисциплины. В связи с этим *разделение* таких понятий, как *физическая величина* и *свойство реального объекта*, для количественной характеристики которого и вводится данная ФВ, является актуальной задачей физики. Рассмотрим подробно содержание этого непростого вопроса.

Понятие «физическая величина». Для раскрытия содержания понятия «физическая величина» обратимся к соответствующим контекстам:

1. «Физические величины – *измеримые свойства* (далее везде форматирование наше. – В.Р. и Д.Р.) или *характеристики* физических тел, состояний или процессов, поддающихся количественной оценке и используемые для описания явлений природы с помощью математических уравнений» [4].

2. «Физическая величина – *свойство*, общее в качественном отношении многим *физическим объектам*, но в количественном отношении индивидуальное для каждого объекта» [5].

3. «Физические величины *характеризуют свойства*, параметры, состояния физических объектов (систем), происходящие в них процессы и, будучи измеренными, позволяют получить полную информацию, которую можно обработать и получить с помощью математических методов» [6].

4. «Для *описания свойств* вводятся физические величины, каждая из которых является качественно общей для многих объектов, но в количественном отношении различной для разных объектов» [7].

5. «Физическая величина (в отличие от математической) – *характеристика* одного из *свойств* физического объекта, общая в качественном отношении многим физическим объектам, но в количественном отношении индивидуальная» [8].

6. «Физической величиной называют *свойство*, общее в качественном отношении для многих *веществ*, фаз, систем, но индивидуальное в количественном отношении для конкретного вещества, конкретной фазы или системы» [9].

Из приведенных контекстов следует, что под термином «физическая величина» авторами понимаются различные понятия. При систематизации понятий необходимо в первую очередь определить, к какой группе, множеству, совокупности понятий, иными словами, *категории* относится данное понятие. В естественных и технических науках необходимо различать следующие категории: *предметы из мира вещей* – вещи (тела и материальные поля), явления (процессы), *свойства* и *предметы из мира идей* – мысленные модели (*характеристики свойств*, теории, математические уравнения и т.п.).

Проанализируем приведённые контексты и определим, к какой категории авторы относят понятие «физическая величина» – к предметам из мира вещей или из мира идей, или к той и другой одновременно.

В первом контексте под физической величиной понимается и само *свойство* (предмет из мира вещей) и его *характеристика* (предмет из мира идей). В остальных случаях авторы под физической величиной понимают либо само *свойство* физического объекта – предмет из мира вещей (2-й и 6-й контексты), либо *характеристику* этого свойства – предмет из мира идей (3–5-й контексты). Следовательно, у авторов нет единого мнения, к какой категории следует отнести ФВ.

Если считать, что физическая величина – само объективное *свойство материи*, то она существует реально, независимо от человека и измерительных приборов; она может действовать (например, сила), передаваться, распространяться (например, теплота), превращаться (например, энергия в работу или теплоту) и может измеряться (например, масса гирей, давление манометром и т. п.).

Если же под физической величиной понимается *характеристика свойства* (мысленная модель свойства), а не само свойство физического объекта, то она не может подвергаться действиям, совершаемым над реальными телами, например, она не может висеть (масса на верёвке), переноситься (объём по трубе), превращаться (энергия в массу, теплоту, вещество) и не может измеряться и храниться в качестве единицы физической величины в измерительном приборе.

Исходя из существующей терминологии («измерение физических величин», «единицы измерения физических величин», «энергия превратилась в работу», «мощность двигателя 5 кВт» и т. п.), следует, что *термин «физическая величина»* обладает *категориальной многозначностью*: в отдельных случаях он означает само *свойство*, а в других – *числовую характеристику* этого *свойства*.

Очевидно, что само свойство (вещь) и его количественная характеристика – физическая величина – не одно и то же, как не одно и то же девушка и её образ на портрете: нельзя жениться на портрете любимой девушки. На недопустимость смешения вещей и физических величин давно обращал внимание Р. В. Поль: «Во всех физических сущностях надо чётко отличать гирию, т. е. кусок металла от веса, т. е. силы. Приходится указать на неиско- ренимое, по-видимому, употребление слова «масса» вместо «тело». Снова и снова, например, мы находим в учебниках подвешенную на бечёвке мас- су вместо подвешенного тела» [10].

Чтобы понять устойчивость словосочетаний «измерение физических величин» (например, мощности), «энергия – мера движения», «масса – мера инертности», в которых физические величины выступают в качестве объек- тивной реальности, необходимо обратиться к истории возникновения мер.

Первоначально в качестве мер использовались части человеческого тела (реальные вещи), которые назывались единицами измерения, например, ступня ноги – фут, толщина большого пальца руки – дюйм, длина пред- плечья – локоть, расстояние от кончика носа до конца указательного паль- ца вытянутой руки одного из английских королей – ярд и т. п. Сам *процесс измерения*, например толщины доски, заключался в прикладывании боль- шого пальца руки к доске; количество материи (ткани) определялось пу- тём наматывания её на предплечье; количество овса определялось порци- ей овса (которая называлась «мера») путем *определения* (измерения) *числа* таких *порций – мер* в данной куче овса.

Следовательно, измерялись *сами вещи* (доски, материя, овёс и т. п.) или, точнее, их свойства (протяжённость, инертность, упругость, твёрдость и т. п.) *с помощью самих же вещей* (пальца, локтя, меры овса, гири ...), содер- жащих порцию (меру) измеряемых свойств. Такое *опытное сравнение свойств предметов и явлений с мерами (порциями) этих свойств для получе- ния количественных оценок и будет называться измерением*. Все измеритель- ные приборы хранят единицу, *порцию свойства, меру* этого свойства в своей памяти.

Однако в метрологии *мера – средство измерений*, предназначенное для хранения и воспроизведения порции свойства, принятой за единицу изме- рения данного свойства. Т. е. здесь мера не свойство, хранимое в теле-эта- лоне, а *само тело*, хранящее единичную порцию свойства (единицу изме- рения свойства), например, *гирия, концевая мера, калибр*.

В результате измерений свойств физических тел (физических свойств) получают числа, над которыми стали производить определенные мате-

математические действия. Для того, чтобы подчеркнуть, результатом каких измерений являются *полученные числа*, им стали присваивать *те же наименования*, что и *измеряемому свойству*. Поскольку выбор порции (единицы) свойства в качестве меры сравнения произволен, то необходимо было подчеркнуть, что было взято в качестве единичной меры при получении каждого числа. Для этого каждой единичной порции свойства стали присваивать соответствующее наименование, которое зачастую совпадало с наименованием самого тела, хранящего единичную порцию измеряемого свойства, например, фут, дюйм, локоть ... В результате таких измерений стали *получать именованные числа* (5 локтей, 7 дюймов, 2 м/с, 10 Вт ...) – величины, или *физические величины*.

Поскольку в состав физической величины входит «чистое число» – продукт человеческого ума, предмет из мира идей, – то и саму физическую величину следует отнести к предмету из мира идей. Следовательно, *физическая величина – количественная характеристика одного из свойств физического объекта (системы, явления или процесса)*. Можно дать и такое определение: *физическая величина – наиболее общее понятие (категория), служащее для количественного выражения свойств тел, явлений или процессов и для описания явлений природы с помощью математических уравнений*.

В связи с данными определениями физическую величину (именованное число) нельзя измерять, как нельзя измерить вес невесты по её фотографии. Поэтому следует заменять словосочетания типа «*измерения физических величин*» на «*измерения физических свойств*».

В свете изложенного *физическая величина не может быть мерой свойства (мерой является порция свойства или, менее точно, тело, содержащее эту порцию свойства)*. Поэтому в словосочетаниях типа «энергия – мера движения» слово «мера» следует заменить словом «характеристика», т. е. следует использовать словосочетание типа «*энергия – количественная характеристика движения*».

Атрибуты физической величины. Понятие «физическая величина» включает в себя *три неотъемлемые части (атрибута)*.

1. *Название физической величины*, которое конкретизирует измеряемое свойство, выделяя его из бесчисленного множества других свойств. Например, термин «масса» указывает, что данная ФВ используется для количественной оценки инерционных свойств тел.

2. *Числовое значение физической величины*, показывающее во сколько раз размер измеряемого свойства в данном объекте отличается от размера этого свойства, принятого за единицу сравнения.

3. *Наименование единицы физической величины, указывающее на размер (порцию) свойства, принятый в качестве основы для количественной оценки рассматриваемого свойства.* Например, наименование единицы массы «килограмм» (сокращенно кг) указывает на то, что в качестве основы для количественной оценки инерционного свойства тел взят размер (количество) этого свойства, содержащегося в специально изготовленной гире: данный размер (количество) свойства является мерой, единицей сравнения и ему присвоено числовое значение равное единице, т.е. единицей массы является 1 кг.

Итак, *единица физической величины – название порции (размера) свойства, принятой за единицу сравнения.* Но *единица измерения физического свойства – порция (размер) свойства, принятая за единицу (в качестве меры) сравнения.* Не следует говорить и писать «единица измерения физической величины», т.к. измерить физическую величину (именованное число – мысленный образ) и определить её размер нельзя. Можно определить размер свойства и размер единицы этого свойства. Поэтому следует писать «единица физической величины давление 1 Па» или «единица давления 1 Па».

Таким образом, *физическая величина выполняет следующие функции при измерении размера какого-либо физического свойства:*

- 1) своим названием конкретизирует само измеряемое свойство;
- 2) названием своей единицы конкретизирует размер этого свойства, принятый за единицу сравнения (эталон);
- 3) своим числовым значением показывает, во сколько раз размер данного свойства отличается от размера этого свойства, принятого за единицу сравнения.

Все перечисленные атрибуты физической величины можно наглядно представить в виде формулы $X = \{X\}[X]$,

где X – значение конкретной физической величины;

$\{X\}$ – числовое значение физической величины (отвлечённое число) в принятой единице (число единичных порций свойства в данном размере свойства);

$[X]$ – принятая единица физической величины.

Например, в выражении для давления $p = 101$ кПа, 101 – отвлечённое число, представляющее числовое значение давления: $\{p\} = 101$; кПа – принятая в данном случае единица давления (вернее, обозначение единицы давления – килопаскаля): $[p] = 1$ кПа; 101 кПа – значение давления.

Как размер (количество) свойства не зависит от выбранной меры (от размера этого свойства, выбранного в качестве единицы сравнения), так и

значение физической величины, оценивающей размер свойства, не зависит от значения выбранной единицы физической величины. Ещё раз подчеркнём, что нет *размера* (количества) *физической величины*, но есть *значение физической величины*. *Размер имеют* само измеряемое свойство и *порция* этого свойства, принятая за единицу сравнения, – мера свойства.

Размерность физических величин. В большинстве случаев при рассмотрении физических величин знание их размерности не требуется, т.к. достаточно знать единицу этой величины и её связь с единицами основных величин¹. В то же время в литературе широко укоренились утверждения (*ошибочные*) типа: «размерность скорости – метр в секунду», «моль – размерность количества вещества» и т. п. Ошибочность утверждений такого типа обусловлена отождествлением единицы физической величины и её обозначения с размерностью, а также тем, что раньше квадратные скобки $[X]$, содержащие обозначение величины X , означали размерность величины, а теперь означают единицу физической величины. Неправильно заключать в квадратные скобки единицу величины, например, [Па].

Символическое выражение производной (вторичной) величины через основные (первичные) называется *размерностью физической величины*. Она отражает связь данной величины с величинами, принятыми за основные в рассматриваемой системе величин.

Так, система величин, которая определяется Международной системой единиц, содержит семь основных системных величин l, m, t, I, T, n и J , где l – длина, m – масса, t – время, I – сила электрического тока, T – термодинамическая температура, n – количество вещества, J – сила света. Для этих величин условно приняты следующие *размерности*: для длины – L, массы – M, времени – T, силы электрического тока – I, термодинамической температуры – Θ , количества вещества – N и силы света – J. Размерности записываются прописными буквами и печатаются прямым шрифтом.

Над размерными величинами, как и над самими величинами, можно производить действия умножения, деления, возведения в степень и извлечения корня. *Показатель степени*, в которую возведена размерность основной величины, входящей в степенной одночлен, называют *показателем размерности*.

Размерность величины X обозначается так: $\dim X$ (англ. dimension – размерность). Например, размерность силы: $\dim F = LMT^{-2}$.

¹ Метод размерностей находит применение, например, в теории подобия при определении чисел подобия, когда уравнения исследуемых процессов неизвестны.

Различают размерные и безразмерные величины. *Размерной физической величиной* называют такую величину, в размерности которой хотя бы один из показателей размерности не равен нулю. *Безразмерной физической величиной* называют физическую величину, в размерности которой *все показатели размерности равны нулю, а размерность равна единице* (а не нулю, как принято считать).

Следует строго различать следующие понятия: «*обозначение физической величины*», «*размерность физической величины*», «*единица физической величины*», «*обозначение единицы физической величины*». Разграничение этих понятий наглядно представлено в виде таблицы.

Таблица

Физическая величина (наименование величины)	Обозначение физической величины	Размерность физической величины	Единица физической величины (наименование единицы)	Обозначение единицы физической величины
Скорость	c	$\dim c = LT^{-1}$	метр в секунду	$[c] = \text{м/с}$

Определения физических величин в соответствии с уравнениями связи.

Определения физических величин должны находиться в строгом соответствии с уравнениями связи между величинами, из которых их выводят. *Уравнениями связи между физическими величинами* являются уравнения, в которых под буквенными символами понимаются физические величины. Определения физических величин в соответствии с уравнениями связи формулируются так:

Плотность однородного вещества – физическая величина, равная отношению его массы к объёму: $\rho = m/V$.

В связи с тем, что физическая величина – первичное понятие, а единица физической величины – вторичное понятие и физическая величина не зависит от единиц, в которых её выражают, неприемлемы такие определения физических величин, которые содержат единицы или обозначения физических величин, например:

Плотность однородного тела – это масса единицы объёма (1 м^3), или масса тела, отнесённая к единице объёма.

Оба эти утверждения неправильны. *Плотность* это вовсе не масса, а физическая величина другой природы с размерностью массы, делённой на объём. Плотность не является также массой, отнесенной к единице объё-

ма, т. е. $\rho \neq m/V^1$, где $V^1 = 1 \text{ м}^3$ — единичный объём (СИ). Кроме того, термины «единица объёма», «единичный объём» неоднозначны, поскольку любой объём (1 л, 1 см³, 1 м³ и т. д.), может быть принят в качестве единичного объёма, а физическая величина, как уже отмечалось, не зависит от единиц, в которых её выражают.

Однако, кроме определения величины, следующего из формулы связи между физическими величинами, полезно давать дополнительные пояснения, которые способствуют усвоению физического смысла величины. Например, «единицей плотности СИ является килограмм на кубический метр, равный плотности однородного вещества, масса которого при объёме 1 м³ равна 1 кг» или «числовое значение плотности равно числовому значению массы тела единичного объёма», т.е. *плотность может равняться массе* тела единичного объёма лишь численно.

Расчётные формулы рекомендуется записывать в виде уравнений между физическими величинами, когда отсутствуют коэффициенты, зависящие от единиц, в которых выражены физические величины. При подстановке в такие формулы значений ФВ (вместо буквенных обозначений величин), выраженных в единицах СИ, результат будет получаться также в единицах СИ. При этом не потребуется затрачивать время на проверку правильности выбора единиц и на выяснение, в каких единицах выражены числовые коэффициенты и сам результат вычисления. Поэтому запись уравнений состояния и теплоёмкости через числовые множители:

$$pV_{\mu} = 8314 T; \quad c' = C_{\mu} / 22,4,$$

как это иногда практикуется в курсах термодинамики, нельзя считать рациональной по трём причинам: во-первых, числовое значение величины не является полной характеристикой физической величины и, в отличие от значения физической величины, зависит от выбранной единицы; во-вторых, нарушается размерность левой и правой частей уравнения и, в-третьих, числовые значения опытных величин, к которым следует отнести молярную газовую постоянную и молярный объём, в процессе повышения точности измерений всё время уточняются, а значит, постоянно нужно уточнять и запись соответствующий уравнений.

О наименовании физических величин. Первоначально наименование физических величин осуществлялось по схеме: «количество свойства» или «величина свойства». Например, «количество вещества», «количество движения», «количество тепла», «величина массы», «величина энергии» и др. Данные словосочетания имеют смысл, если под словом «величина» пони-

мать количество, размер свойства, наименование которого следует за словом «величина». Например, «величина массы» дословно должно означать *количество свойства*, именуемого словом «масса», «количество тепла» – *количество свойства*, именуемого словом «тепло» (например, «количество теплорода»).

Постепенно стали применяться сокращенные наименования физических величин, названия которых зачастую совпадали с названиями свойств. Например, под массой стали понимать в первую очередь не свойство тела (инертность), а физическую величину, характеризующую это свойство с количественной стороны. Поэтому стали критиковаться выражения типа «на нити висит масса 5 кг», «элементарный объем вошёл через клапан», «энергия превращается», «заряд перемещается» и т. п. Рекомендуется разделять названия физических величин и физических свойств, например, записывая приведённые выше выражения так: «на нити висит тело массой 5 кг», «элемент среды входит через клапан», «движение изменяет свою форму, или вид», «заряженные частицы перемещаются» и т. д. С этой же целью для вновь вводимых величин стали использовать названия, не совпадающие с названиями физических свойств, например, «энтальпия», «энтропия», «эксергия» (уже никому в голову не придёт мысль сказать, что «энтропия превратилась в энтальпию», т. к. всем ясно, что это *физические величины*, а они *превращаться ни во что не могут*).

В настоящее время не рекомендуется применять термины «величина» (в смысле количества) и «количество» в сочетании с наименованием физической величины. Например, писать «величина массы», «количество энергии», «количество тепла» и т. п., так как эти словосочетания *двусмысленны* из-за многозначности терминов «величина», «масса», «энергия», «тепло», означающих и *физическую величину* (числовую характеристику свойства), и *само свойство*. В приведённых примерах слово «величина» следует опускать как излишнее; в отдельных случаях его можно заменить термином «значение», например, «значение массы».

Более того, некоторые свойства оказались столь общими, многогранными (например, «вещество» и «движение»), что для количественной характеристики отдельных сторон этих свойств стали использовать различные величины. В результате *использование общих терминов «количество движения» и «количество вещества» для наименования только одной из физических величин*, характеризующих эти свойства, оказалось *нецелесообразным*.

В настоящее время *общая количественная характеристика движения «количество движения»* стала включать в себя несколько количественных

характеристик (физических величин): импульс, энергия, момент импульса и др. Следовательно, под *количеством движения КД* следует понимать *обобщающую величину*: КД $\{E, m\vec{c}, \vec{r} \times m\vec{c} \text{ и др.}\}$.

Аналогичным образом, оказалось, что для характеристики запаса (размера, количества) вещества (материи) в системе могут использоваться различные количественных характеристики (физические величины): масса, число частиц, объём, вес. Поэтому использование *общего термина «количество вещества»* для наименования одной из величин (ν), характеризующей запас (количество) вещества *через порцию частиц (моль) нецелесообразно*. По аналогии с количеством движения *количество вещества (материи) КВ (КМ)* следует рассматривать в качестве *обобщающей величины*: КВ $\{m, V, N, \nu \text{ и др.}\}$.

Для каждой физической величины, как правило, допускается применение только одного наименования. Для производных величин, получаемых *от деления* какой-либо величины *на массу* тела, следует дополнительно применять прилагательное «удельный»; при отношении к объёму – «пространственный», или «объёмный»; при отношении к количеству вещества – «молярный» (но не мольный и не молекулярный); при отношении к числу частиц – «молекулярный»; при отношении к длине – «линейный»; при отношении к площади поверхности – «поверхностный».

Не следует использовать устаревшие наименования физических величин, даже если они встречаются в литературе. Например, следует использовать термины *вместимость сосуда*, а не ёмкость сосуда; *динамическая вязкость*, а не коэффициент динамической вязкости; *теплопроводность материала*, а не коэффициент теплопроводности; *количество вещества*, а не число молей; *молярная масса*, а не мольная или молекулярная масса; *массовый или объёмный расход*, а не весовой, часовой или секундный расход; *энтальпия*, а не *теплосодержание* и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кириллин В. А., Сычев В. В. и Шейдлин А. Е. Техническая термодинамика: Учеб. для маш. спец. вузов. – Изд. 2-е. – М.: Энергия, 1974. – 448 с.
2. Гельфер Я. М. Законы сохранения. – М.: Наука, 1967. – 263 с.
3. Теплотехника: Учеб. для вузов. / Под ред. В. И. Крутова. – М.: Машиностроение, 1986. – 432 с.: ил.
4. Калашиков Н. Б. и др. Единицы измерений и обозначения физико-технических величин. – М.: Недра, 1966.
5. ГОСТ 16263–70. Метрология. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 1970.

6. *Ферстер*. Единицы, величины, уравнения и их практическое использование. Пер. с нем. Л.С. Пригожего / Под ред. П. Н. Селиванова, Н. А. Ерюхиной. – Киев: Вища шк., 1984. – 199 с.
 7. *Сена Л. А.* Единицы физических величин и их размерности: Учебно-справочное руководство. – 3-изд. – М.: Наука, 1988. – 432 с.: ил.
 8. *Чертов А. Г.* Физические величины (терминология, определения, обозначения, размерности, единицы). // Справ. пособие. – М.: Высш. шк., 1990. – 335 с.: ил.
 9. *Стерин Б. Д.* Применение Международной системы единиц физических величин в химии: Практич. пособие. – М.: Высш. шк., 1990. – 76 с.: ил.
 10. *Поль Р. В.* Механика, Акустика и учение о теплоте. – М.: Гостехтеорегинтиздат, 1957. – 484 с.: ил.
-