

---

---

**Величины и единицы.**

**Часть 5.**

**Термодинамика**

*Quantities and units —*

*Part 4:  
Thermodynamics*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 80000-5:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f4e-4a2e-a7f3-478d9af7f9b0/iso-80000-5-2007>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R  
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO

---

---

Ссылочный номер  
ISO 80000-5:2007(R)



### Отказ от ответственности при работе в PDF

Настоящий файл PDF может содержать интегрированные шрифты. В соответствии с условиями лицензирования, принятыми фирмой Adobe, этот файл можно распечатать или смотреть на экране, но его нельзя изменить, пока не будет получена лицензия на интегрированные шрифты и они не будут установлены на компьютере, на котором ведется редактирование. В случае загрузки настоящего файла заинтересованные стороны принимают на себя ответственность за соблюдение лицензионных условий фирмы Adobe. Центральный секретариат ISO не несет никакой ответственности в этом отношении.

Adobe — торговый знак фирмы Adobe Systems Incorporated.

Подробности, относящиеся к программным продуктам, использованные для создания настоящего файла PDF, можно найти в рубрике General Info файла; параметры создания PDF были оптимизированы для печати. Были приняты во внимание все меры предосторожности с тем, чтобы обеспечить пригодность настоящего файла для использования комитетами-членами ISO. В редких случаях возникновения проблемы, связанной со сказанным выше, просьба проинформировать Центральный секретариат по адресу, приведенному ниже.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 80000-5:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f4e-4a2e-a7f3-478d9af7f9b0/iso-80000-5-2007>



### ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2007

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Опубликовано в Швейцарии

**Содержание**

Страница

Предисловие .....	iv
<b>0 Введение .....</b>	<b>v</b>
<b>1 Область применения .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Нормативные ссылки .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Наименования, обозначения и определения.....</b>	<b>1</b>
<b>Приложение А (информативное) Единицы, основанные на футе, фунте, секунде и некоторых других связанных единицах .....</b>	<b>20</b>
<b>Приложение В (информативное) Другие единицы, не относящиеся к системе SI и приведенные для информации, особенно в части переводных коэффициентов .....</b>	<b>22</b>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 80000-5:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f4e-4a2e-a7f3-478d9af7f9b0/iso-80000-5-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f4e-4a2e-a7f3-478d9af7f9b0/iso-80000-5-2007>

## Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) является всемирной федерацией национальных организаций по стандартизации (комитетов-членов ISO). Разработка международных стандартов обычно осуществляется техническими комитетами ISO. Каждый комитет-член, заинтересованный в деятельности, для которой был создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные правительственные и неправительственные организации, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работах. ISO работает в тесном сотрудничестве с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Международные стандарты разрабатываются в соответствии с правилами, установленными в Директивах ISO/IEC, Часть 2.

Основная задача технических комитетов состоит в подготовке международных стандартов. Проекты международных стандартов, одобренные техническими комитетами, рассылаются комитетам-членам на голосование. Их опубликование в качестве международных стандартов требует одобрения, по меньшей мере, 75 % комитетов-членов, принимающих участие в голосовании.

Следует иметь в виду, что некоторые элементы этого документа могут быть объектом патентных прав. ISO не должен нести ответственность за идентификацию какого-либо одного или всех патентных прав.

ISO 80000-5 разработан Техническим комитетом ISO/TC 12, *Величины, единицы, обозначения, переводные коэффициенты*, совместно с Техническим комитетом IEC/TC 25, *Величины и единицы и их буквенные обозначения*.

Настоящее первое издание отменяет и заменяет второе издание ISO 31-4:1992 и ISO 31-4:1992/Amd.1:1998. Основные технические изменения по сравнению с предыдущими стандартами следующие:

- изменено представление *числовых выражений*;
- изменены *нормативные ссылки*;
- в конец перечня величин добавлены некоторые величины, касающиеся влажности.

ISO 80000 состоит из следующих частей под общим наименованием *Величины и единицы*:

- *Часть 1. Общие положения*
- *Часть 2. Математические знаки и обозначения, используемые в естественных науках и технике*
- *Часть 3. Пространство и время*
- *Часть 4. Механика*
- *Часть 5. Термодинамика*
- *Часть 7. Свет*
- *Часть 8. Акустика*
- *Часть 9. Физическая химия и молекулярная физика*
- *Часть 10. Атомная и ядерная физика*
- *Часть 11. Характеристические числа*
- *Часть 12. Физика твердого тела*

IEC 80000 состоит из следующих частей под общим наименованием *Величины и единицы*:

- *Часть 6. Электромагнетизм*
- *Часть 13. Информатика и информационная технология*
- *Часть 14. Телебиометрия, относящаяся к физиологии человека*

## Введение

### 0.1 Построение таблиц

Таблицы величин и единиц в настоящем международном стандарте построены так, что величины представлены с левой, а единицы — с правой стороны страниц.

Все единицы между двумя сплошными линиями с правой стороны страниц относятся к величинам, расположенным между соответствующими сплошными линиями с левой стороны страниц.

Если нумерация пункта была изменена при пересмотре настоящей части ISO 31, номер этого пункта в предыдущем издании показан в круглых скобках с левой стороны страницы под новым номером величины; прочерк означает, что данного пункта в предыдущем издании не было.

### 0.2 Таблицы величин

Наименования наиболее важных величин на английском и французском языках, относящихся к области распространения настоящего международного стандарта, даны вместе с их обозначениями и, в большинстве случаев, с их определениями. Эти наименования и обозначения носят рекомендательный характер. Определения даны для идентификации величин в Международной системе величин (ISQ), перечисленных с левой стороны страниц таблицы; они не претендуют на полноту.

Указан скалярный, векторный или тензорный характер величин, особенно если это необходимо для определений.

В большинстве случаев дано только одно наименование и только одно обозначение величины; если для одной величины даны два или более наименований или два или более обозначений и не сделано специального различия между ними, то они находятся в равном положении. Если существует два типа курсивного шрифта (например,  $\vartheta$  и  $\theta$ ;  $\varphi$  и  $\phi$ ;  $a$  и  $\alpha$ ;  $g$  и  $g$ ), то приводят только один из них. Это не означает, что другой тип неприемлем. Не рекомендуется приводить такие варианты с различным значением. Обозначение в круглых скобках означает, что оно является резервным для использования в конкретном контексте, когда основное обозначение используется в другом значении.

В английском издании наименования величин на французском языке напечатаны курсивным шрифтом и им предшествуют буквы *fr*. Род наименования на французском языке указан буквой (m) для мужского рода и буквой (f) для женского рода непосредственно после существительного.

### 0.3 Таблицы единиц

#### 0.3.1 Общие положения

Наименования единиц для соответствующих величин приведены вместе с международными обозначениями и определениями. Эти наименования единиц зависят от языка, но обозначения являются международными и одинаковыми на всех языках. Для дальнейшей информации см. SI Brochure (8<sup>ое</sup> издание 2006) в Международном бюро мер и весов (BIPM) и ISO 80000-1<sup>1</sup>

Единицы расположены следующим образом.

- a) Сначала приведены когерентные единицы SI. Единицы SI были одобрены Генеральной конференцией по мерам и весам (CGPM). Рекомендуется использование когерентных единиц SI; десятичные кратные и дольные единицы, образованные с помощью приставок SI, рекомендуются, хотя в явном виде и не упоминаются.

<sup>1</sup>) Будет опубликован.

- b) Затем приведены некоторые единицы, не относящиеся к системе SI, которые были одобрены Международным комитетом мер и весов (CIPM) или Международной организацией законодательной метрологии (OIML), или ISO и IEC, для использования вместе с единицами SI.

Такие единицы отделены в пункте пунктирной линией от единиц SI.

- c) Единицы, не относящиеся к системе SI, одобренные в настоящее время CIPM для использования с единицами SI, даны мелкой печатью (меньше, чем размер шрифта текста) в колонке “Переводные коэффициенты и примечания”.
- d) Единицы, не относящиеся к системе SI, которые не рекомендуется использовать, даны только в приложениях к некоторым частям настоящего международного стандарта. Эти приложения являются информативными, во-первых, в отношении переводных коэффициентов, и не являются неотъемлемыми частями этого стандарта. Эти подлежащие изъятию единицы скомпонованы в две группы:
- 1) единицы в системе CGS (система сантиметр-грамм-секунда) со специальными наименованиями;
  - 2) единицы, основанные на футах, фунтах, секундах и некоторых других связанных единицах.
- e) Другие единицы, не относящиеся к системе SI и приведенные для информации, особенно в части переводных коэффициентов, даны в другом информативном приложении.

### 0.3.2 Примечания к единицам величин с размерностью единица или безразмерных величин

Когерентной единицей любой величины с размерностью единица, также называемой безразмерной величиной, является число один, обозначение 1. При выражении значения такой величины обозначение 1 обычно не пишется.

ПРИМЕР 1 Показатель преломления  $n = 1,53 \times 1 = 1,53$

Приставки не должны использоваться для образования кратных или дольных единицы. Вместо приставок рекомендуется использовать степени числа 10.

ПРИМЕР 2 Число Рейнольдса  $Re = 1,32 \times 10^3$

Учитывая, что плоский угол обычно выражают как отношение двух длин, а телесный угол как отношение двух площадей, в 1995 г. CGPM установил, что, в системе SI, радиан, обозначение rad, истерадиан, обозначение sr, являются безразмерными производными единицами. Это означает, что плоский угол и телесный угол рассматриваются как производные величины с размерностью единица. Таким образом, единицы радиан и стерадиан равны единице; их можно либо опустить, либо использовать в выражениях для производных единиц, чтобы показать различие между величинами разного характера, имеющими одинаковую размерность.

### 0.4 Числовые выражения в настоящем международном стандарте

Знак = используется для обозначения “точно равно”, знак  $\approx$  используется для обозначения “приблизительно равно” и знак := используется для обозначения “по определению равно”.

Численные значения физических величин, которые были определены экспериментально, всегда имеют соответствующую погрешность измерения. Эту погрешность следует всегда указывать. В настоящем международном стандарте величина погрешности представлена на следующем примере.

ПРИМЕР  $l = 2,347\ 82(32)\ \text{m}$

В этом примере,  $l = a(b)\ \text{m}$ , принимается, что численное значение погрешности  $b$ , указанное в круглых скобках, применимо к последним (и наименьшим значащим) цифрам численного значения  $a$  длины  $l$ . Это обозначение используется, когда  $b$  представляет собой погрешность определения среднеквадратического отклонения (среднеквадратическое отклонение оценки) последних цифр  $a$ . Приведенный выше численный пример можно интерпретировать таким образом, что наилучшая оценка численного значения длины  $l$  (когда выражено в метрах) составляет 2,347 82 а неизвестное значение  $l$  лежит между  $(2,347\ 82 - 0,000\ 32)\ \text{m}$  и  $(2,347\ 82 + 0,000\ 32)\ \text{m}$  с вероятностью, определенной с помощью погрешности определения среднеквадратического отклонения 0,000 32 м и распределения вероятностей значений  $l$ .

## Величины и единицы.

### Часть 5. Термодинамика

#### 1 Область применения

В международном стандарте ISO 80000-5 приводятся наименования, обозначения и определения величин и единиц термодинамики. При необходимости также даются переводные коэффициенты.

#### 2 Нормативные ссылки

Следующие ссылочные нормативные документы являются обязательными при применении данного документа. Для жестких ссылок применяется только цитированное издание документа. Для плавающих ссылок необходимо использовать самое последнее издание нормативного ссылочного документа (включая любые изменения).

ISO 80000-3:2006, *Величины и единицы. Часть 3. Пространство и время*<sup>2)</sup>

ISO 80000-4:2006, *Величины и единицы. Часть 4. Механика*<sup>3)</sup>

ISO 31-0:1992, *Величины и единицы. Часть 0. Общие принципы*<sup>4)</sup>

ISO 31-8:1992, *Величины и единицы. Часть 8. Физическая химия и молекулярная физика*<sup>5)</sup>

#### 3 Наименования, обозначения и определения

Наименования, обозначения и определения величин и единиц механики приводятся на нижеследующих страницах.

---

<sup>2)</sup> Пересмотр ISO 31-1:1992 и ISO 31-2:1992.

<sup>3)</sup> Пересмотр ISO 31-3:1992.

<sup>4)</sup> Будет пересмотрен как ISO 80000-1.

<sup>5)</sup> Будет пересмотрен ISO 80000-9.

ТЕРМОДИНАМИКА			ВЕЛИЧИНЫ	
№ пункта	Наименование	Обозначение	Определение	Примечания
5-1 (4-1)	термодинамическая температура thermodynamic temperature <i>fr température (f)</i> <i>thermo-dynamique</i>	$T, (\Theta)$	одна из семи основных величин Международной системы величин ISQ, на которой основана Международная система единиц SI	Термодинамическая температура — это величина, которую измеряют с помощью первичного термометра, примерами которого являются изохорические или акустические термометры или радиационные пирометры.
5-2 (4-2)	температура Цельсия Celsius temperature <i>fr température (f)</i> <i>Celsius</i>	$t, \vartheta$	$t = T - T_0$ , где $T$ — термодинамическая температура (п.5-1) и $T_0 := 273,15$ К	Термодинамическая температура $T_0$ точно на 0,01 К ниже термодинамической температуры тройной точки воды.

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 80000-5:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f1e-4a2e-a7f3-478d9af7f9b0/iso-80000-5-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f1e-4a2e-a7f3-478d9af7f9b0/iso-80000-5-2007>

ЕДИНИЦЫ			ТЕРМОДИНАМИКА	
№ пункта	Наименование	Международное обозначение	Определение	Переводные коэффициенты и примечания
5-1.a	кельвин kelvin	K	единица термодинамической температуры, равная 1/273,16 части термодинамической температуры тройной точки воды	Перепады и изменения температур в единицах измерения термодинамической температуры и температуры Цельсия идентичны. Такие перепады или изменения температур могут быть выражены либо в кельвинах, обозначение K, либо в градусах Цельсия, обозначение °C.
5-2.a	градус Цельсия degree Celsius	°C	специальное наименование кельвина для использования при установлении значений температуры Цельсия $1\text{ }^{\circ}\text{C} := 1\text{ K}$	<p>Следует отметить, что обозначению °C для градуса Цельсия должен предшествовать пробел (см. ISO 31-0, 3.4).</p> <p><b>Международная температурная шкала 1990</b></p> <p>Для практических измерений Международная температурная шкала 1990, ITS-90, была принята Международным комитетом мер и весов (CIPM) в 1989 г.</p> <p>Величины, соответствующие термодинамической температуре и температуре Цельсия, определенные по этой шкале, обозначаются <math>T_{90}</math> и <math>t_{90}</math>, соответственно (заменяя <math>T_{68}</math> и <math>t_{68}</math>, определенные по Международной практической температурной шкале 1968, IPTS-68), где</p> $t_{90} = T_{90} - T_0$ <p>Единицами измерения <math>T_{90}</math> и <math>t_{90}</math> являются кельвин, обозначение K, и градус Цельсия, обозначение °C, соответственно.</p> <p>Для дальнейшей информации см.: Международная температурная шкала 1990 (ITS-90), <i>Metrologia</i>, <b>27</b> (1990), No. 1.</p> <p>Определение кельвина относится к воде с изотопным составом, точно определенным следующими соотношениями количеств веществ: 0,000 155 76 моля <math>^2\text{H}</math> на моль <math>^1\text{H}</math>; 0,000 379 9 моля <math>^{17}\text{O}</math> на моль <math>^{16}\text{O}</math> и 0,002 005 2 моля <math>^{18}\text{O}</math> на моль <math>^{16}\text{O}</math>.</p>

(продолжение)

ТЕРМОДИНАМИКА			ВЕЛИЧИНЫ	
№ пункта	Наименование	Обозначение	Определение	Примечания
5-3.1 (4-3.1)	температурный коэффициент линейного расширения linear expansion coefficient <i>fr coefficient (m) de dilatation linéique</i>	$\alpha_l$	$\alpha_l = \frac{1}{l} \frac{dl}{dT},$ <p>где <math>l</math> — длина (ISO 80000-3:2006, п. 3-1.1) и <math>T</math> — термодинамическая температура (п. 5-1)</p>	Подстрочные индексы в обозначениях величин для пп. 5-3.3 — 5-5.2 можно опустить, если отсутствует опасность их перепутать.
5-3.2 (4-3.2)	температурный коэффициент объемного расширения cubic expansion coefficient <i>fr coefficient (m) de dilatation volumique</i>	$\alpha_V, \alpha, \gamma$	$\alpha_V = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT},$ <p>где <math>V</math> — объем (ISO 80000-3:2006, п. 3-4) и <math>T</math> — термодинамическая температура (п. 5-1)</p>	
5-3.3 (4-3.3)	относительный температурный коэффициент давления relative pressure coefficient <i>fr coefficient (m) relatif de pression</i>	$\alpha_p$	$\alpha_p = \frac{1}{p} \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V,$ <p>где <math>p</math> — давление (ISO 80000-4:2006, п. 4-15.1), <math>T</math> — термодинамическая температура (п. 5-1) и <math>V</math> — объем (ISO 80000-3:2006, п. 3-4)</p>	
5-4 (4-4)	температурный коэффициент давления pressure coefficient <i>fr coefficient (m) de pression</i>	$\beta$	$\beta = \left( \frac{\partial p}{\partial T} \right)_V,$ <p>где <math>p</math> — давление (ISO 80000-4:2006, п. 4-15.1), <math>T</math> — термодинамическая температура (п. 5-1) и <math>V</math> — объем (ISO 80000-3:2006, п. 3-4)</p>	
5-5.1 (4-5-1)	изотермическая сжимаемость isothermal compressibility <i>fr compressibilité (f) isotherme</i>	$\kappa_T$	$\kappa_T = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_T,$ <p>где <math>V</math> — объем (ISO 80000-3:2006, п. 3-4), <math>p</math> — давление (ISO 80000-4:2006, п. 4-15.1)</p>	$T$ — термодинамическая температура (п. 5-1).
5-5.2 (4-5.2)	изоэнтропийная сжимаемость isentropic compressibility <i>fr compressibilité (f) isentropique</i>	$\kappa_S$	$\kappa_S = \frac{1}{V} \left( \frac{\partial V}{\partial p} \right)_S,$ <p>где <math>V</math> — объем (ISO 80000-3:2006, п. 3-4), <math>p</math> — давление (ISO 80000-4:2006, п. 3-1.1)</p>	$S$ — энтропия (п.5-18).

ЕДИНИЦЫ			ТЕРМОДИНАМИКА	
№ пункта	Наименование	Международное обозначение	Определение	Переводные коэффициенты и примечания
5-3.a	кельвин в минус первой степени kelvin to the power minus one	$K^{-1}$ ( $K^{-1}$ )		
5-4.a	паскаль на кельвин pascal per kelvin	$Pa/K$ ( $Pa/K$ )	<a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f4e-4a2e-a80000-5-2007">https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1071402-2f4e-4a2e-a80000-5-2007</a>	Относительно единицы измерения паскаль см. ISO 80000-4:2006, п. 4-15.a.
5-5.a	паскаль в минус первой степени pascal to the power minus one	$Pa^{-1}$ ( $Pa^{-1}$ )		

(продолжение)

ТЕРМОДИНАМИКА			ВЕЛИЧИНЫ	
№ пункта	Наименование	Обозначение	Определение	Примечания
5-6 (4-6)	теплота, количество теплоты heat, amount of heat <i>fr quantité</i> (f) <i>de chaleur,</i> <i>chaleur</i> (f)	$Q$	разность между увеличением полной энергии (п. 5-20.1) физической системы и работой, выполненной этой системой при условии, что количества веществ в ней не меняются	Теплоту, передаваемую в процессе изотермического фазового перехода, следует выражать в виде изменения соответствующих термодинамических функций, например, $T \cdot \Delta S$ , где $T$ — термодинамическая температура (п. 5-1) и $S$ — энтропия (п. 5-18), или $\Delta H$ , где $H$ — энтальпия (п. 5-20.3).  ПРИМЕЧАНИЕ Подвод теплоты может соответствовать повышению термодинамической температуры или другим воздействиям, таким как изменение фазы или химические процессы.
5-7 (4-7)	тепловой поток heat flow rate <i>fr flux</i> (m) <i>thermique</i>	$\Phi$	Скорость, с которой теплота проходит через данную поверхность (п. 5-6)	
5-8 (4-8)	поверхностная плотность теплового потока areic heat flow rate, density of heat flow rate <i>fr densité</i> (f) <i>de flux thermique,</i> <i>flux thermique surfacique</i>	$q, \varphi$	$q = \Phi/A$ , где $\Phi$ — тепловой поток (п. 5-7) и $A$ — площадь (ISO 80000-3:2006, п. 3-3)	
5-9 (4-9)	коэффициент теплопроводности thermal conductivity <i>fr conductivité</i> (f) <i>thermique</i>	$\lambda, (\lambda)$	поверхностная плотность теплового потока (п. 5-8), деленная на градиент температуры (п. 5-1)	
5-10.1 (4-10.1)	коэффициент теплопередачи coefficient of heat transfer <i>fr coefficient</i> (m) <i>de transmission thermique</i>	$K, (k)$	поверхностная плотность теплового потока (п. 5-8), деленная на разность термодинамических температур (п. 5-1)	В строительстве коэффициент теплопередачи часто называют коэффициентом теплопроницаемости, обозначение $U$ .
5-10.2 (4-10.2)	коэффициент теплоотдачи surface coefficient of heat transfer <i>fr coefficient</i> (m) <i>de transmission thermique de surface</i>	$h, (\alpha)$	$q = h(T_s - T_r)$ , где $q$ — поверхностная плотность теплового потока (п. 5-8), $T_s$ — термодинамическая температура (п. 5-1) поверхности и $T_r$ — опорная термодинамическая температура окружающей среды	