



ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Метрологія
Одиниці фізичних величин

**ОСНОВНІ ОДИНИЦІ
ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
МІЖНАРОДНОЇ
СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ**

Основні положення,
назви та позначення

ДСТУ 3651.0–97

Видання офіційне

БЗ № 9–97/158

Київ
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ
1998



ДСТУ 3651.0-97

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

Метрологія
Одиниці фізичних величин

**ОСНОВНІ ОДИНИЦІ
ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
МІЖНАРОДНОЇ
СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ**

Основні положення,
назви та позначення

Видання офіційне

Київ
ДЕРЖСТАНДАРТ УКРАЇНИ
1998

ПЕРЕДМОВА

1 РОЗРОБЛЕНО Харківським державним політехнічним університетом;
Державним науково-дослідним інститутом «Система»;
Українським науково-дослідним інститутом стандартизації, сертифікації
та інформатики

ВНЕСЕНО Харківським державним політехнічним університетом

2 ЗАТВЕРДЖЕНО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ наказом Держстандарту України від 9 жовтня
1997 р. № 620

3 Цей стандарт відповідає:

ISO 31:1992 Quantities and units — Part 0: General principles

ISO 1000: 1992 SI units and recommendations for the use of their multiples and
of certain other units

Ступінь відповідності — нееквівалентний (неq)

4 ВВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 8.417-81)

5 РОЗРОБНИКИ: **В. Базакуца**, д-р фіз.-мат. наук (керівник розробки);
О. Величко, канд. техн. наук (керівник розробки);
О. Вінниченко; **В. Владіміров**, д-р техн. наук (керівник розробки);
Л. Коваль; **Є. Козир**; **І. Кугасян**; **О. Луковнікова**;
О. Сук, канд. фіз.-мат. наук

ЗМІСТ

	С.
1 Галузь використання	1
2 Нормативні посилання	2
3 Терміни та визначення	2
4 Основні положення	2
4.1 Одиниці та числові значення фізичних величин	2
4.2 Рівняння для величин та рівняння для їхніх числових значень	3
4.3 Розмірності величин	4
4.4 Кратні та частинні одиниці SI	4
5 Основні одиниці SI	6
Додаток А Перелік використаних міжнародних стандартів	8

ВСТУП

Групу стандартів під загальною назвою «Метрологія. Одиниці фізичних величин» розроблено на основі міжнародних стандартів ISO 31:1992 та ISO 1000:1992.

Ця група стандартів складається з трьох документів з такими назвами:

ДСТУ 3651.0–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення;

ДСТУ 3651.1–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення;

ДСТУ 3651.2–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, позначення, назви та значення.

Ступінь відповідності стандартів цієї групи міжнародним відповідникам — нееквівалентний (неq), оскільки на основі міжнародних стандартів розроблено національні стандарти іншої структури. Наведені в ДСТУ 3651 фізичні величини, одиниці фізичних величин, їхні назви, позначення та правила застосування відповідають аналогічним вимогам міжнародних стандартів.

ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

МЕТРОЛОГІЯ
ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
ОСНОВНІ ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ

Основні положення, назви та позначення

МЕТРОЛОГИЯ
ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ

Основные положения, названия и обозначения

METROLOGY
UNITS OF PHYSICAL QUANTITIES
BASE SI UNITS OF PHYSICAL QUANTITIES

General principles, names and symbols

Чинний від 1999-01-01

1 ГАЛУЗЬ ВИКОРИСТАННЯ

1.1 Цей стандарт установлює одиниці фізичних величин (далі — одиниці), які підлягають обов'язковому застосуванню в Україні, а також їхні назви, визначення і правила використання цих одиниць.

1.2 Обов'язковому застосуванню в Україні підлягають основні одиниці Міжнародної системи одиниць^{*)}, а також десяткові кратні та частинні від них одиниці.

1.3 Стандарт не поширюється на одиниці, які застосовуються у наукових дослідженнях та публікаціях їхніх результатів, якщо у них не розглядають і не використовують результати вимірювання конкретних фізичних величин, а також на одиниці, що їх отримують за експертними оцінками або умовними шкалами^{**)}.

^{*)} Міжнародна система одиниць — когерентна система одиниць, що її було прийнято та рекомендовано Генеральною конференцією з мір і ваг (ГКМВ) у 1960 р.; на наступних ГКМВ неодноразово уточнювалась.

^{**)} Приклади умовних шкал: Шкали сейсмічності Бофорта та Ріхтера, шкали твердості Роквелла та Віккерса, шкали світлочутливості матеріалів, шкали інтенсивності кольорів, міжнародна цукрова шкала.

1.4 Назви і позначення одиниць, регламентовані цим стандартом, слід використовувати у нормативних документах, у всіх видах документації, що розробляється чи переглядається, на розроблюваних засобах вимірювальної техніки, в науково-технічних публікаціях, навчальній та довідковій літературі, у навчальному процесі всіх навчальних закладів.

1.5 В усіх видах документації на експортну продукцію, включно із супровідною документацією, слід застосовувати міжнародні позначення одиниць; у документації, яка залишається у виробника, дозволяється використовувати українські позначення одиниць.

1.6 В усіх засобах вимірювальної техніки на табличках, шкалах і щитках слід застосувати міжнародні позначення одиниць. При маркуванні виробів на їхніх щитках також треба застосувати міжнародні позначення одиниць.

1.7 Одночасне застосування міжнародних і українських позначень одиниць в одному виданні не допускається, за винятком публікацій, що стосуються одиниць фізичних величин.

1.8 Похідні одиниці SI та позасистемні щодо SI одиниці регламентує ДСТУ 3651.1.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

У цьому стандарті містяться посилання на:

ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення

ДСТУ 3651.1-97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

3.1 У цьому стандарті використано терміни, встановлені ДСТУ 2681, а саме:

(фізична) величина, рід (фізичної) величини, система (фізичних) величин, основна (фізична) величина, похідна (фізична) величина, розмірність (фізичної) величини, розмірнісна (фізична) величина, безрозмірнісна (фізична) величина, одиниця (фізичної) величини, система одиниць (фізичних величин), основна одиниця (системи одиниць), похідна одиниця (системи одиниць), позасистемна одиниця (фізичної величини), когерентна одиниця (системи одиниць), когерентна система одиниць (фізичних величин), кратна одиниця (фізичної) величини, значення (фізичної) величини, числове значення (фізичної) величини, Міжнародна система одиниць.

3.2 Також використано такі терміни:

3.2.1 **Символ (фізичної) величини** — умовний знак, прийнятий для позначення фізичних величин одного роду.

3.2.2 **Позначення одиниці (фізичної величини)** — умовна аббревіатура з літер, складена з літер слів, які входять до назви одиниці, або спеціальні знаки (спеціальний знак).

3.2.3 **Частинна одиниця (фізичної) величини** — одиниця, яка в ціле число разів менша за одиницю, від якої її утворено.

3.2.4 **Однорідні (фізичні) величини** — величини, які можна порівнювати між собою кількісно.

4 ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ

4.1 Одиниці та числові значення фізичних величин

4.1.1 Однорідні фізичні величини можуть бути виражені кількісно, користуючись певною величиною, що її умовно називають одиницею, як добуток цієї одиниці і числа:

$$A = \{A\} \cdot [A], \quad (1)$$

де A — символ величини, $\{A\}$ — числове значення величини A , $[A]$ — одиниця величини A .

Приклади

Однорідні величини: довжина, висота, діаметр, відстань, шлях, довжина хвилі тощо — мають одиницю метр.

Якщо довжина хвилі, що відповідає одній з ліній спектру натрію, дорівнює $\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7}$ м, то λ — символ величини — довжини хвилі; $5,896 \cdot 10^{-7}$ — числове значення довжини хвилі, вираженої в метрах; м — позначення одиниці довжини — метра (див. табл. 1).

4.1.2 Величина незалежна від вибору одиниці. Якщо величину виразити в іншій одиниці, у k разів більшій (меншій) за першу одиницю, то нове числове значення величини стає в k разів меншим (більшим) першого числового значення.

Приклад

Заміна одиниці для довжини хвилі з метра на нанометр (див. табл. 2), який у 10^9 разів менший від метра, приводить до збільшення числового значення довжини хвилі у 10^9 разів:

$$\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 5,896 \cdot 10^{-7} \cdot 10^9 \text{ нм} = 589,6 \text{ нм.}$$

Довжина хвилі при цьому не змінюється.

4.1.3 Числове значення величини, вираженої у певній одиниці, позначають її символом, взятим у фігурні дужки з доданням одиниці як нижнього індекса або у вигляді відношення величини до вибраної одиниці.

Приклад

Довжину хвилі (див. приклад у 4.1.2) виражено у нанометрах:

$$\{\lambda\}_{\text{нм}} = \lambda / \text{нм} = 589,6.$$

4.2 Рівняння для величин та рівняння для їхніх числових значень

4.2.1 Додавати чи віднімати можна лише однорідні величини.

Неоднорідні величини A і B перемножують та ділять за правилами алгебри:

$$AB = \{A\}\{B\} \cdot [A][B] \quad (2)$$

$$\frac{A}{B} = \frac{\{A\}}{\{B\}} \cdot \frac{[A]}{[B]} \quad (3)$$

де добуток $\{A\} \cdot \{B\}$ — числове значення $\{A \cdot B\}$ величини $A \cdot B$; добуток $[A] \cdot [B]$ — одиниця $[A \cdot B]$ величини $A \cdot B$; частка $\{A\} / \{B\}$ — це числове значення $\{A/B\}$ величини A/B ; частка $[A] / [B]$ — одиниця $[A/B]$ величини A/B .

Приклад

Швидкість v частинки, яка рухається рівномірно і прямолінійно, задається рівнянням $v = l/t$, де l — шлях, який пододала частинка за проміжок часу t . Якщо частинка пододала шлях $l = 6$ м за час $t = 2$ с, то її швидкість дорівнює

$$v = l/t = (6 \text{ м}) / (2 \text{ с}) = 3 \text{ м/с.}$$

4.2.2 Розрізняють два типи рівнянь: рівняння для величин, де символи величин позначають їхні значення, та рівняння для числових значень величин.

Рівняння для числових значень величин найчастіше є емпіричними формулами, отриманими безпосередньо у фізичному досліді, а їхній вигляд залежить від вибору одиниць. Одиниці всіх величин, використаних у таких рівняннях, мають бути чітко визначені у ньому самому або у контексті.

Рівняння для величин не залежать від вибору одиниць, тому саме їм треба завжди надавати перевагу.

Приклад

У разі, коли у досліді шлях вимірювали у метрах, час — у секундах, а швидкість — у кілометрах за годину, то емпірична залежність

$$\{v\}_{\text{км/год}} = 3,6\{l\}_{\text{м}} / \{t\}_{\text{с}}$$

є рівнянням для числових значень величин. Числовий множник 3,6 тут отримано як наслідок особливого вибору одиниць величин; за іншого вибору одиниць цей множник буде іншим. Співвідношення $v = l/t$ є рівнянням для величин, і його вигляд не залежить від вибору одиниць довжини, часу та швидкості.

4.3 Розмірності величин

4.3.1 Основними величинами SI є довжина, час, маса, сила електричного струму, термодинамічна температура, кількість речовини і сила світла. Розмірності перелічених величин позначаються символами L, T, M, I, Θ , N і J відповідно.

4.3.2 Розмірність будь-якої фізичної величини Q у SI виражається добутком

$$\dim Q = L^a M^b T^c I^d \Theta^e N^f, \quad (4)$$

де \dim — умовний символ розмірності; a, b, c, d, e, f — показники розмірності основних величин, які завжди є раціональними числами. Сукупність показників розмірності не можна називати розмірністю величини.

Приклад

Розмірність роботи W дорівнює $\dim W = L^2 M T^{-2}$, де показники розмірності — відповідно 2, 1, -2.

Добуток, що визначає розмірність будь-якої безрозмірної величини, дорівнює 1. Такі величини мають розмірність 1 і є числами.

4.4 Кратні та частинні одиниці SI

4.4.1 У межах SI до когерентної системи одиниць додано десяткові кратні і частинні одиниці, що їх утворено за допомогою спеціально рекомендованих множників, а їхні назви і позначення — з назв і позначень вихідних одиниць за допомогою відповідних префіксів.

Множники, префікси та їхні позначення подано у таблиці 1.

Таблиця 1 — Множники, префікси та їхні позначення для кратних і частинних одиниць SI

Множник	Префікс	Позначення		Множник	Префікс	Позначення	
		укр. (рос.)	міжн.			укр. (рос.)	міжн.
10^{24}	йота	Й	Y	10^{-1}	деци	д	d
10^{21}	зета	ЗТ	Z	10^{-2}	санти	с	c
10^{18}	екса	Е (Э)	E	10^{-3}	мілі	м	m
10^{15}	пета	П	P	10^{-6}	мікро	мк	μ
10^{12}	тера	Т	T	10^{-9}	нано	н	n
10^9	гіга	Г	G	10^{-12}	піко	п	p
10^6	мега	М	M	10^{-15}	фемто	ф	f
10^3	кіло	к	k	10^{-18}	ато	а	a
10^2	гекто	г	h	10^{-21}	зепто	зп	z
10	дека	да	da	10^{-24}	йокто	й	y

4.4.2 Позначення префікса, приєднане до позначення основної чи похідної одиниці SI, утворює нове позначення кратної чи частинної одиниці; воно може бути піднесене до додатнього чи від'ємного степеня.

Назва основної одиниці SI — кілограм вже містить префікс «кіло», тому для утворення кратних і частинних одиниць маси треба використовувати частинну одиницю грам (0,001 кг), а префікси — приєднувати до слова «грам».

Не можна трактувати позначення кратної чи частинної одиниці як добуток позначень префікса і одиниці.

Приклади

$$1 \text{ см}^3 = (10^{-2} \text{ м})^3 = 10^{-6} \text{ м}^3; 1 \text{ мкс}^{-1} = (10^{-6} \text{ с})^{-1} = 10^6 \text{ с}^{-1}.$$

4.4.3 Складені префікси (з двох чи більшої кількості префіксів поспіль) використовувати не дозволяється. Наприклад, замість одиниці мілімікрометр (1 ммкм) слід застосувати нанометр (1 нм); замість мікрокілограм (1 мккг) — міліграм (1 мг).

4.4.4 Під час вибору десяткових кратних і частинних одиниць SI слід керуватись зручністю їх застосування. Множник і префікс слід вибирати таким чином, щоб числове значення величини знаходилось між 0,1 та 1000.

Приклади

$$\begin{aligned} 1,2 \cdot 10^4 \text{ м} & \text{ можна записати як } 12 \text{ км}; \\ 0,00394 \text{ м} & \text{ можна записати як } 3,94 \text{ мм}; \\ 1401 \text{ Па} & \text{ можна записати як } 1,401 \text{ кПа}; \\ 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ с} & \text{ можна записати як } 310 \text{ мкс}. \end{aligned}$$

У таблицях числових значень однієї величини, або при порівнянні цих значень в одному тексті слід застосовувати одну кратну чи частинну одиницю величини, навіть якщо числові значення величини виходять за діапазон від 0,1 до 1000.

У деяких галузях техніки завжди використовують одну кратну чи частинну одиницю. Наприклад, лінійні розміри у машинобудівних кресленнях завжди подаються у міліметрах.

4.4.5 Слід прагнути зводити до мінімуму кількість кратних і частинних одиниць, що застосовуються.

У таблиці 1 подано рекомендовані кратні й частинні одиниці від основних одиниць SI. Правила використання кратних і частинних одиниць від похідних одиниць SI та деяких позасистемних одиниць наведено у ДСТУ 3651.1.

Перелік кратних і частинних одиниць для даної фізичної величини не є вичерпним чи суворо обмежувальним.

4.4.6 Під час обчислень слід замінювати префікси на відповідні множники (степені числа 10). У цьому випадку кінцевий результат треба подавати за допомогою кратних і частинних одиниць.

4.4.7 Для будь-якої безрозмірної величини когерентна одиниця — це число один з позначенням 1. Ця одиниця після числового значення безрозмірної величини не пишеться.

Приклад

$$\text{Показник заломлення } n = 1,53 \cdot 1 = 1,53.$$

4.4.8 Десяткові кратні і частинні одиниці не можна утворювати за допомогою префіксів від числа 1, у цьому разі вони виражаються степенями числа 10.

Приклад

$$\text{Кількість молекул } N = 1,2 \cdot 10^{23}.$$

Для числа 0,01 дозволено використовувати спеціальне позначення % (відсоток).

Приклад

$$\text{Коефіцієнт відбиття } r = 0,8 = 80 \text{ \%}.$$

Слід уникати символу $^{\circ}/_{\infty}$ (проміле) для числа 0,001.

Неприпустимо використовувати назви «масові відсотки» чи «об'ємні відсотки», відповідно недопустимими є позначення $\%(m/m)$ та $\%(V/V)$. Якщо необхідно підкреслити, що мова йде про масову чи об'ємну частку, треба застосовувати спеціальний мовний зворот, наприклад, «масова частка кальцію дорівнює 67 %», чи, відповідно, «об'ємна частка водню дорівнює 75 %». Можна також застосовувати спеціальні позначення, наприклад: масова частка 5 мг/г, об'ємна частка 4,2 мл/м³.

5 ОСНОВНІ ОДИНИЦІ SI

5.1 SI містить основні та похідні одиниці, які у сукупності утворюють когерентну систему одиниць.

Відомості про основні одиниці SI подано у таблиці 2.

Таблиця 2 – Основні одиниці SI

Величина			Одиниця					
Назва	Символ	Розмірність	Назва	Позначення		Рекомендовані кратні та частинні одиниці		Визначення
				укр. (рос.)	міжн.	укр. (рос.)	міжн.	
довжина	l, L	L	метр	м	m	км; см; мм; мкм; нм; пм; фм;	km; cm; mm; μ m; nm; pm; fm	Метр дорівнює довжині шляху, який проходить у вакуумі світло за $1/299\,792\,458$ частину секунди [17 ГКМВ (1983 р.), Резолюція 1]
маса	m	M	кілограм	кг	kg	кг; г; мг; мкг	kg; g; mg; μ g	Кілограм є одиницею маси і дорівнює масі міжнародного прототипу кілограма [3 ГКМВ (1901 р.)]
час	t, T	T	секунда	с	s	кс; мс; мкс; нс	ks; ms; μ s; ns	Секунда є час, що дорівнює 9 192 631 770 періодам випромінювання, яке відповідає переходові між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезія-133 [13 ГКМВ (1967 р.), Резолюція 1]
сила електричного струму	I	I	ампер	A	A	кА; мА; мкА; нА	kA; mA; μ A; nA	Ампер є сила незмінного струму, який під час проходження по двох безмежно довгих паралельних прямолінійних провідниках малого кругового перерізу, розташованих на відстані 1 м один від одного у вакуумі, викликав би на кожній ділянці провідника довжиною 1 м силу взаємодії $2 \cdot 10^{-7}$ Н [МКМВ (1946 р.), Резолюція 2 схвалена 9 ГКМВ (1948 р.)]
термодинамічна температура	T, Θ	Θ	кельвін	K	K	МК; кК; мК; мкК	MK; kK; mK; μ K	Кельвін є одиницею термодинамічної температури і дорівнює $1/273,16$ частині термодинамічної температури потрійної точки води [13 ГКМВ (1967 р.), Резолюція 4]
сила світла	I_v	J	кандела	кд	cd			Кандела є сила світла у заданому напрямі від джерела, яке випромінює монохромне випромінювання частотою $540 \cdot 10^{12}$ Гц, енергетична сила світла якого у цьому напрямі становить $1/683$ Вт/ср [16 ГКМВ (1979 р.), Резолюція 3]

Закінчення таблиці 2

Величина			Одиниця					
Назва	Символ	Розмірність	Назва	Позначення		Рекомендовані кратні та частинні одиниці		Визначення
				укр. (рос.)	міжн.	укр. (рос.)	міжн.	
кількість речовини	<i>N</i>	<i>N</i>	моль	моль	mol	кмоль ммоль мкмоль	kmol mmol μmol	Моль є кількість речовини системи, яка містить стільки ж структурних елементів, скільки міститься атомів у вуглецю-12 масою 0,012 кг. За застосування моля структурні елементи повинні бути специфіковані і можуть бути атомами, молекулами, йонами, електронами або іншими частинками чи специфікованими групами частинок [14 ГКМВ (1971 р.), Резолюція 3]
<p>Примітка 1. На 13 ГКМВ (1967 р., Резолюція 4) також вирішено, що одиницю кельвін та її позначення К можна використовувати для вираження інтервалу чи різниці температур.</p> <p>Примітка 2. Додатково до термодинамічної температури (символ <i>T</i>), поданої у кельвінах, дозволено використовувати температуру за Цельсієм (символ <i>t</i>), яка визначається співвідношенням $t = T - T_0$, де за визначенням $T_0 = 273,15$ К. Дозволено використовувати вираз «температура за Цельсієм» та одиницю «градус Цельсія». За розміром градус Цельсія дорівнює кельвіну. Інтервал чи різницю температур за Цельсієм можна виражати у кельвінах так само, як у градусах Цельсія.</p> <p>Примітка 3. На 20 ГКМВ (1995 р., Резолюція 8) радіан та стерадіан, що складала клас додаткових одиниць SI, визначено як безрозмірнісні похідні одиниці, назви і символи яких можуть (там, де це зручно), але не обов'язково мають використовуватись у вираженні інших похідних одиниць SI; таким чином клас додаткових одиниць вилучено зі складу SI.</p>								

ДОДАТОК А
(довідковий)

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ

- 1 ISO 31:1992 Quantities and units
- 2 ISO 1000:1992 SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units

УДК 53.081:006.354

01.060; 17.020

T80

Ключові слова: Міжнародна система одиниць, величина, одиниця, основна одиниця, кратна одиниця, частинна одиниця.



ДСТУ 3651.0–97

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

Метрология

Единицы физических величин

**ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ
ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
МЕЖДУНАРОДНОЙ
СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ**

Основные положения,
наименования и обозначения

Издание официальное

Киев
ГОССТАНДАРТ УКРАИНЫ
1998

ПРЕДИСЛОВИЕ

- 1 РАЗРАБОТАН Харьковским государственным политехническим университетом;
Государственным научно-исследовательским институтом «Система»;
Украинским научно-исследовательским институтом стандартизации,
сертификации и информатики
- ВНЕСЕН Харьковским государственным политехническим университетом
- 2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ приказом Госстандарта Украины от 9 октября
1997 г. № 620
- 3 Этот стандарт соответствует:
ISO 31:1992 Quantities and units — Part 0: General principles
ISO 1000: 1992 SI units and recommendations for the use of their multiples
and of certain other units
Уровень соответствия — неэквивалентный (neq)
- 4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ (с отменой в Украине ГОСТ 8.417-81)
- 5 РАЗРАБОТЧИКИ: **В. Базакуца**, д-р физ.-мат. наук (руководитель разработки);
О. Величко, канд. техн. наук (руководитель разработки);
О. Винниченко; В. Владимиров, д-р техн. наук (руководитель разработки);
Л. Коваль; Е. Козырь; И. Кугасян; Е. Луковникова;
А. Сук, канд. физ.-мат. наук

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован
и распространен в качестве официального издания без разрешения
Госстандарта Украины

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Термины и определения	2
4 Основные положения	2
4.1 Единицы и числовые значения физических величин	2
4.2 Уравнения для величин и уравнения для их числовых значений	3
4.3 Размерности величин	4
4.4 Кратные и дольные единицы SI	4
5 Основные единицы SI	6
Приложение А Перечень использованных международных стандартов	8

ВВЕДЕНИЕ

Группу стандартов под общим наименованием «Метрология. Единицы физических величин» разработано на основании международных стандартов ISO 31:1992 и ISO 1000:1992.

Эта группа стандартов состоит из трех документов с такими наименованиями:

ДСТУ 3651.0–97 Метрология. Единицы физических величин. Основные единицы физических величин Международной системы единиц. Основные положения, наименования и обозначения;

ДСТУ 3651.1–97 Метрология. Единицы физических величин. Производные единицы физических величин Международной системы единиц и внесистемные единицы. Основные понятия, наименования и обозначения;

ДСТУ 3651.2–97 Метрология. Единицы физических величин. Физические постоянные и характеристические числа. Основные положения, обозначения, наименования и значения.

Уровень соответствия стандартов этой группы соответствующим международным стандартам — неэквивалентный (neq), поскольку на основании международных стандартов разработано национальные стандарты другой структуры. Приведенные в ДСТУ 3651 физические величины, единицы физических величин, их наименования, обозначения и правила применения соответствуют аналогичным требованиям международных стандартов.

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ УКРАИНЫ

МЕТРОЛОГИЯ
ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЕДИНИЦ

Основные положения, названия и обозначения

МЕТРОЛОГІЯ
ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
ОСНОВНІ ОДИНИЦІ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН
МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ

Основні положення, назви та позначення

METROLOGY
UNITS OF PHYSICAL QUANTITIES
BASE SI UNITS OF PHYSICAL QUANTITIES

General principles, names and symbols

Дата введения 1999–01–01

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт устанавливает единицы физических величин (далее - единицы), которые подлежат обязательному применению в Украине, а также их названия, обозначения и правила использования этих единиц.

1.2 Обязательному применению в Украине подлежат основные единицы Международной системы единиц^{*)}, а также десятичные кратные и частичные от них единицы.

1.3 Стандарт не распространяется на единицы, используемые в научных исследованиях и публикациях их результатов, если в них не рассматривают и не используют результаты измерения конкретных физических величин, а также на единицы, которые получают по экспертным оценкам или условным шкалам^{**)}.

^{*)} Международная система единиц — когерентная система единиц, принятая и рекомендованная Генеральной конференцией по мерам и весам (ГКМВ) в 1960 г.; на последующих ГКМВ неоднократно уточнялась.

^{**)} Примеры условных шкал: Шкалы сейсмичности Бофорта и Рихтера, шкалы твердости Роквелла и Виккерса, шкалы светочувствительности материалов, шкалы интенсивности цветов, международная сахарная шкала.

1.4 Названия и обозначения единиц, регламентируемые настоящим стандартом, следует использовать в нормативных документах, во всех видах разрабатываемой или пересматриваемой документации, на разрабатываемых средствах измерительной техники, в научно-технических публикациях, учебной и справочной литературе, в учебном процессе всех учебных заведений.

1.5 Во всех видах документации на экспортную продукцию, включая сопроводительную документацию, следует применять международные обозначения единиц; в документации, остающейся у производителя разрешается использовать украинские обозначения единиц.

1.6 Во всех средствах измерительной техники на табличках, шкалах и щитках следует применять международные обозначения единиц. При маркировании изделий на их щитках также необходимо применять международные обозначения единиц.

1.7 Одновременное применение международных и украинских обозначений единиц в одном издании не допускается, за исключением публикаций, относящихся к единицам физических величин.

1.8 Производные единицы SI и внесистемные относительно SI единицы регламентирует ДСТУ 3651.1.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящем стандарте содержатся ссылки на:

ДСТУ 2681–94 Метрология. Термины и определения

ДСТУ 3651.1–97 Метрология. Единицы физических величин. Производные единицы физических величин Международной системы единиц и внесистемные единицы. Основные понятия, наименования и обозначения.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 В настоящем стандарте использованы термины, установленные ДСТУ 2681, а именно:

(физическая) величина, род (физической) величины, система (физических) величин, основная физическая величина, производная (физическая) величина, размерность (физической) величины, размерная (физическая) величина, безразмерная (физическая) величина, единица (физической) величины, система единиц (физических величин), основная единица (системы единиц), производная единица (системы единиц), внесистемная единица (физической величины), когерентная единица (системы единиц), когерентная система единиц (физических величин), кратная единица (физической) величины, значение (физической) величины, числовое значение (физической) величины, Международная система единиц.

3.2 Кроме того использованы следующие термины:

3.2.1 **Символ (физической) величины** — условный знак, принятый для обозначения однородных физических величин.

3.2.2 **Обозначение единицы (физической величины)** — условная аббревиатура, составленная из букв, входящих в название единицы или специальные знаки (специальный знак).

3.2.3 **Однородные (физические) величины** — величины, которые можно сравнивать между собой количественно.

4 ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 **Единицы и числовые значения физических величин**

4.1.1 Однородные физические величины могут быть выражены количественно при использовании определенной величины, условно называемой единицей, в виде произведения этой единицы и числа:

$$A = \{A\} \cdot [A], \quad (1)$$

где A — символ величины, $\{A\}$ — числовое значение величины A , $[A]$ — единица величины A .

Примеры

Однородные величины: длина, высота, диаметр, расстояние, путь, длина волны и т.д. — имеют единицу метр.

Если длина волны, соответствующая одной из линий спектра натрия, равна $\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7}$ м, то λ — символ величины — длины волны; $5,896 \cdot 10^{-7}$ — числовое значение длины волны, выраженной в метрах; м — обозначение единицы длины — метра (см. табл.1).

4.1.2 Значение величины не зависит от выбора единицы. Если величину выразить в другой единице, которая в k раз больше (меньше) первой, то новое числовое значение величины станет в k раз меньшим (большим) первого числового значения.

Пример

Замена единицы длины волны с метра на нанометр (см.табл.2), который в 10^9 раз меньше метра, приводит к увеличению числового значения длины волны в 10^9 раз:

$$\lambda = 5,896 \cdot 10^{-7} \text{ м} = 5,896 \cdot 10^{-7} \cdot 10^9 \text{ нм} = 589,6 \text{ нм}.$$

Значение длины волны при этом не изменяется.

4.1.3 Числовое значение величины, выраженной в данной единице, обозначается: ее символом, заключенным в фигурные скобки с добавлением единицы в качестве нижнего индекса или в виде отношения величины к избранной единице.

Пример

Длина волны (см. пример в 4.1.2) выражена в нанометрах:

$$\{\lambda\}_{\text{нм}} = \lambda / \text{нм} = 589,6.$$

4.2 Уравнения для величин и уравнения для их числовых значений

4.2.1 Складывать и вычитать можно только однородные величины.

Неоднородные величины A и B умножаются и делятся по правилам алгебры:

$$AB = \{A\}\{B\} \cdot [A][B] \tag{2}$$

$$\frac{A}{B} = \frac{\{A\}}{\{B\}} \cdot \frac{[A]}{[B]} \tag{3}$$

где произведение $\{A\} \cdot \{B\}$ есть числовое значение $\{A \cdot B\}$ величины $A \cdot B$; произведение $[A] \cdot [B]$ — единица $[A \cdot B]$ величины $A \cdot B$; дробь $\{A\}/\{B\}$ есть числовое значение $\{A/B\}$ величины A/B ; дробь $[A]/[B]$ — единица $[A/B]$ величины A/B .

Пример

Скорость v частицы, движущейся равномерно и прямолинейно, определяется уравнением $v = l/t$, где l — путь, пройденный частицей за промежуток времени t . Если частица прошла путь $l = 6$ м за время $t = 2$ с, то ее скорость равна

$$v = l/t = (6 \text{ м}) / (2 \text{ с}) = 3 \text{ м/с}.$$

4.2.2 Различают два типа уравнений: уравнения для величин, где символы величин обозначают их значения, и уравнения для числовых значений величин.

Уравнения для числовых значений величин чаще всего представляют собой эмпирические формулы, т.е. соотношения, полученные непосредственно в физическом эксперименте, и их вид зависит от выбора единиц. Единицы всех величин, использованных в таких уравнениях, должны быть четко определены в нем самом или в контексте.

Уравнения для величин не зависят от выбора единиц, поэтому именно им следует всегда отдавать предпочтение.

Пример

Если в опыте путь измеряли в метрах, время в секундах, а скорость — в километрах в час, то эмпирическая зависимость

$$\{v\}_{\text{км/час}} = 3,6\{l\}_{\text{м}} / \{t\}_{\text{с}}$$

есть уравнение для числовых значений величин. Числовой множитель 3,6 получен здесь вследствие специального выбора единиц величин, при ином выборе единиц этот множитель будет другим. Соотношение $v = l/t$ — уравнение для величин и его вид не зависит от выбора единиц длины, времени и скорости.

4.3 Размерности величин

4.3.1 Основными величинами SI являются длина, время, масса, сила электрического тока, термодинамическая температура, количество вещества и сила света. Размерности перечисленных величин обозначаются символами L, T, M, I, Θ, N, J соответственно.

4.3.2 Размерность любой физической величины Q в SI выражается произведением

$$\dim Q = L^a M^b T^c I^d \Theta^e N^f, \quad (4)$$

где dim — условный символ размерности; a, b, c, d, e, f — показатели размерности основных величин, всегда являющиеся рациональными числами. Совокупность показателей размерности нельзя именовать размерностью величины.

Пример

Размерность работы W равна $\dim W = L^2 M T^{-2}$, где показатели размерности соответственно равны 2, 1, -2.

Произведение, определяющее размерность любой безразмерной величины, равно 1. Такие величины имеют размерность 1 и представляют собой числа.

4.4 Кратные и дольные единицы SI

4.4.1 В рамках SI к когерентной системе единиц добавлены десятичные кратные и дольные единицы, которые образуются с помощью специально рекомендованных множителей, а их названия и обозначения — из названий и обозначений исходных единиц с помощью соответствующих приставок.

Множители, приставки и их обозначения приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Множители, приставки и их обозначения для кратных и дольных единиц SI

Множитель	Приставка	Обозначения		Множитель	Приставка	Обозначения	
		укр. (рус.)	межд.			укр. (рус.)	межд.
10^{24}	йотта	Й	Y	10^{-1}	деци	д	d
10^{21}	зетта	ЗТ	Z	10^{-2}	санци	с̇	с
10^{18}	экса	Е (Э)	E	10^{-3}	милли	м	m
10^{15}	пета	П	P	10^{-6}	микро	мк	μ
10^{12}	тера	Т	T	10^{-9}	нано	н	n
10^9	гига	Г	G	10^{-12}	пико	п	p
10^6	мега	М	M	10^{-15}	фемто	ф	f
10^3	кило	к	k	10^{-18}	атто	а	a
10^2	гекто	г	h	10^{-21}	зепто	зп	z
10	дека	да	da	10^{-24}	йокто	й	y

4.4.2 Обозначение приставки, присоединенное к обозначению основной или производной единицы SI, образует новое обозначение кратной или дольной единицы; его можно возводить в положительную или отрицательную степень.

Наименование основной единицы SI — килограмма уже содержит приставку «кило», поэтому для образования кратных и дольных единиц массы следует использовать дольную единицу грамм (0,001 кг), а приставки присоединять к слову «грамм».

Нельзя трактовать обозначение кратной или дольной единицы как произведение обозначений приставки и единицы.

Пример

$$1 \text{ см}^3 = (10^{-2} \text{ м})^3 = 10^{-6} \text{ м}^3; 1 \text{ мкс}^{-1} = (10^{-6} \text{ с})^{-1} = 10^6 \text{ с}^{-1}.$$

4.4.3 Составные приставки (состоящие из двух или большего числа приставок подряд) использовать нельзя. Например, вместо единицы миллимикрометр (1 ммкм) необходимо применять нанометр (1 нм); вместо микрокилограмм (1 мккг) — миллиграмм (1 мг).

4.4.4 При выборе десятичных кратных и дольных единиц СИ следует руководствоваться удобством их применения. Множитель и приставку нужно выбирать таким образом, чтобы численное значение величины находилось между 0,1 и 1000.

Примеры

1,2 · 10⁴ м можно записать как 12 км;
 0,00394 м можно записать как 3,94 мм;
 1401 Па можно записать как 1,401 кПа;
 3,1 · 10⁻⁴ с можно записать как 310 мкс.

В таблицах числовых значений одной величины или при сравнении этих значений в одном тексте следует использовать одну кратную или дольную единицу величины, даже если ее числовые значения выходят за диапазон от 0,1 до 1000.

В некоторых отраслях техники допустимо всегда использовать одну кратную или дольную единицу. Например, линейные размеры в машиностроительных чертежах всегда приводятся в миллиметрах.

4.4.5 Следует стремиться сводить к минимуму количество используемых кратных и дольных единиц.

В таблице 1 приведены рекомендованные кратные и дольные единицы от основных единиц СИ. Правила использования кратных и дольных единиц от производных единиц СИ и некоторых внесистемных единиц даны в ДСТУ 3651.1.

Перечень кратных и дольных единиц для данной физической величины не является исчерпывающим или строго ограничительным.

4.4.6 При вычислениях следует заменять приставки на соответствующие множители (степени числа 10). В этом случае конечный результат приводится с помощью кратных и частичных единиц.

4.4.7 Для любой безразмерной величины когерентной единицей СИ является число один, имеющее обозначение 1. Эта единица после числового значения безразмерной величины не пишется.

Пример

Показатель преломления $n = 1,53 \cdot 1 = 1,53$.

4.4.8 Десятичные кратные и дольные единицы нельзя образовывать с помощью приставок от числа 1, в этом случае они выражаются степенями числа 10.

Пример

Количество молекул $N = 1,2 \cdot 10^{23}$.

Для числа 0,01 разрешается использовать специальное обозначение % (процент).

Пример

Коэффициент отражения $r = 0,8 = 80 \%$.

Следует избегать использования символа ‰ (промилле) для числа 0,001.

Не следует использовать наименований «массовые проценты» или «объемные проценты», соответственно недопустимы обозначения $\%(m/m)$ и $\%(V/V)$. Если необходимо подчеркнуть, что речь идет о массовой или объемной доле, необходимо применить специальный речевой оборот, например «массовая доля кальция равна 67 %» или, соответственно, «объемная доля водорода равна 75 %». Можно также применять специальные обозначения, например: массовая доля 5 мг/г, объемная доля 4,2 мл/м³.

5 ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ SI

5.1 Система SI содержит основные, дополнительные и производные единицы, которые в совокупности образуют когерентную систему единиц.

Основные единицы SI приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные единицы SI

Величина			Единица					
Наименование	Символ	Размерность	Наименование	Обозначение		Рекомендованные кратные и дольные единицы		Определение
				укр. (рус.)	межд.	укр. (рус.)	межд.	
длина	l, L	L	метр	м	m	км; см; мм; мкм; нм; пм; фм;	км; см; мм; μ м; нм; пм; фм	Метр есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени $1/299\,792\,458$ с [17 ГКМВ (1983 г.), Резолюция 1]
масса	m	M	килограмм	кг	kg	кг; г; мг; мкг	кг; г; мг; μ г	Килограмм есть единица массы, равная массе международного прототипа килограмма [3 ГКМВ (1901 г.)]
время	t, T	T	секунда	с	s	кс; мс; мкс; нс	кс; мс; μ с; ns	Секунда есть время, равное $9\,192\,631\,770$ периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома цезия-133 [13 ГКМВ (1967 г.), Резолюция 1]
сила электрического тока	I	I	ампер	A	A	кА; мА; мкА; нА	кА; мА; μ А; нА	Ампер есть сила неизменяющегося тока, который при прохождении по двум параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным в вакууме на расстоянии 1 м один от другого, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 м силу взаимодействия, равную $2 \cdot 10^{-7}$ Н [МКМВ (1946 г.), Резолюция 2 одобренная 9 ГКМВ (1948 г.)]
термодинамическая температура	T, Θ	Θ	кельвин	K	K	МК; кК; мК; мкК	МК; кК; мК; μ К	Кельвин есть единица термодинамической температуры, равная $1/273,16$ части термодинамической температуры тройной точки воды [13 ГКМВ (1967 г.), Резолюция 4]
сила света	I_v	J	кандела	кд	cd			Кандела есть сила света в заданном направлении от источника, испускающего монохроматическое излучение частотой $540 \cdot 10^{12}$ Гц, энергетическая сила света которого в этом направлении составляет $1/683$ Вт/ср [16 ГКМВ (1979 г.), Резолюция 3]

Окончание таблицы 2

Величина			Единица					Определение
Наименование	Символ	Размерность	Наименование	Обозначение		Рекомендованные кратные и дольные единицы		
				укр. (рус.)	межд.	укр. (рус.)	межд.	
количество вещества	<i>N</i>	<i>N</i>	моль	моль	mol	кмоль ммоль мкмоль	kmol mmol μmol	Моль есть количество вещества системы, содержащей столько же структурных элементов, сколько содержится атомов в углероде-12 массой 0,012 кг. При применении моля структурные элементы должны быть специфицированы и могут быть атомами, молекулами, ионами, электронами и другими частицами или специфицированными группами частиц [14 ГКМВ (1971 г.), Резолюция 3]
<p>Примечание 1. На 13 ГКМВ (1967 г., Резолюция 4) также решено, что единицу кельвин и ее обозначение К можно использовать для выражения интервала или разности температур.</p> <p>Примечание 2. Дополнительно к термодинамической температуре (символ <i>T</i>), выражаемой в кельвинах, допускается применять также температуру Цельсия (символ <i>t</i>), определяемую соотношением $t = T - T_0$, где по определению $T_0 = 273,15$ К. Разрешено использовать выражение «температура Цельсия» и единицу градус Цельсия. По размеру градус Цельсия равен кельвину. Интервал или разность температур Цельсия допускается выражать как в кельвинах, так и в градусах Цельсия.</p> <p>Примечание 3. На 20 ГКМВ (1995 г., Резолюция 8), радиан и стерadian, которые составляли класс дополнительных единиц SI, определены как безразмерные производные единицы, наименования и обозначения которых могут (там, где это удобно), но не обязательно должны использоваться в выражениях других производных единиц SI; таким образом класс дополнительных единиц исключен из состава SI.</p>								

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МЕЖДУНАРОДНЫХ СТАНДАРТОВ

- 1 ISO 31:1992 Quantities and units
- 2 ISO 1000:1992 SI units and recommendations for the use of their multiples and of certain other units

УДК 53.081:006.354

01.060; 17.020

Т80

Ключевые слова: Международная система единиц, величина, единица, основная единица, кратная единица, дольная единица

Редактори **Г. Петровська**
Технічний редактор **Т. Новікова**
Коректор **Т. Нагорна**
Комп'ютерна верстка **В. Перекрест**

Підписано до друку 20.11.98. Формат 60×84 1/8.
Ум.друк.арк. 3,25. Замовлення **3039** Ціна договірна.

Відділ оперативного друку УкрНДІСІ
252006, Київ-6, вул. Горького, 174