



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

**ДСТУ ISO 80000-1:2016
(ISO 80000-1:2009;
ISO 80000-1:2009/Cor.1:2011, IDT)**

ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ
Частина 1. Загальні положення

Видання офіційне



**Київ
ДП «УкрНДНЦ»
2017**

ПЕРЕДМОВА

- 1 РОЗРОБЛЕНО: Національний науковий центр «Інститут метрології» (ННЦ «Інститут метрології») спільно з Технічним комітетом стандартизації «Метрологія та вимірювання» (ТК 63)
- 2 ПРИЙНЯТО ТА НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ ДП «УкрНДНЦ» від 27 грудня 2016 р. № 439 з 2018–01–01 з урахуванням зміни, внесеної наказом ДП «УкрНДНЦ» від 25 травня 2017 р. № 123
- 3 Національний стандарт відповідає ISO 80000-1:2009; ISO 80000-1:2009/Cor.1:2011 Quantities and units — Part 1: General (Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення)
Ступінь відповідності — ідентичний (IDT)
Переклад з англійської (en)
- 4 Цей стандарт розроблено згідно з правилами, установленими в національній стандартизації України
- 5 НА ЗАМІНУ ДСТУ 3651.0–97 та ДСТУ 3651.1–97 в частині розділів 1—6

Право власності на цей національний стандарт належить державі.
Заборонено повністю чи частково видавати, відтворювати
здля розповсюдження і розповсюджувати як офіційне видання
цей національний стандарт або його частини на будь-яких носіях інформації
без дозволу ДП «УкрНДНЦ» чи уповноваженої ним особи

ДП «УкрНДНЦ», 2017

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	IV
Передмова до ISO 80000-1:2009	IV
0 Вступ до ISO 80000-1:2009	V
1 Сфера застосування.....	1
2 Нормативне посилання	1
3 Терміни та визначення понять	1
4 Величини	10
5 Розмірність	12
6 Одиниці.....	13
7 Правила друку.....	20
Додаток А (обов'язковий) Терміни, вжиті в назвах фізичних величин	27
Додаток В (обов'язковий) Округлення чисел	31
Додаток С (обов'язковий) Логарифмічні величини та їхні одиниці.....	33
Додаток D (довідковий) Міжнародні організації у сфері величин та одиниць	34
Бібліографія.....	35

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей національний стандарт ДСТУ ISO 80000-1:2016 (ISO 80000-1:2009; ISO 80000-1:2009/Cor.1:2011) «Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення», прийнятий методом перекладу, — ідентичний щодо ISO 80000-1:2009; ISO 80000-1:2009/Cor.1:2011 Quantities and units — Part 1: General (версія en).

Технічний комітет стандартизації, відповідальний за цей стандарт в Україні, — ТК 63 «Метрологія та вимірювання».

Цей стандарт прийнято на заміну ДСТУ 3651.0–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення та ДСТУ 3651.1–97 Метрологія. Одиниці фізичних величин. Похідні одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць та позасистемні одиниці. Основні поняття, назви та позначення в частині розділів 1—6.

У цьому національному стандарті зазначено вимоги, які відповідають законодавству України.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

— структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографію» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;

— слова «цей міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;

— у розділі 2 та додатку А (А.2.3) наведено «Національне пояснення», виділене рамкою;

— у таблицях 5 та 6, крім міжнародного позначення, наведено українське позначення одиниць;

— таблиці та примітки оформлено згідно з ДСТУ 1.5:2015.

Копії нормативних документів, на які є посилання в цьому стандарті, можна отримати в Національному фонді нормативних документів.

ПЕРЕДМОВА до ISO 80000-1:2009

Міжнародна організація зі стандартизації (ISO) є всесвітньою федерацією національних організацій зі стандартизації (організацій-членів ISO). Розроблення міжнародних стандартів зазвичай здійснюють технічні комітети ISO. Кожен член, зацікавлений у діяльності, для якої створено технічний комітет, має право бути представленим у цьому комітеті. Міжнародні урядові та неурядові організації, які взаємодіють з ISO, також беруть участь у роботах. ISO тісно співпрацює з Міжнародною електротехнічною комісією (IEC) з усіх питань стандартизації в галузі електротехніки.

Міжнародні стандарти розробляють відповідно до правил, установлених у Директивах ISO/IEC, частина 2.

Основним завданням технічних комітетів є підготування міжнародних стандартів. Проекти міжнародних стандартів, схвалені технічними комітетами, розсилають членам на голосування. Опублікування їх як міжнародних стандартів потребує ухвалення щонайменше 75 % організацій-членів, що беруть участь у голосуванні.

Треба мати на увазі, що деякі елементи цього стандарту можуть бути об'єктом патентних прав. ISO не повинен нести відповідальність за ідентифікацію будь-якого одного або всіх патентних прав.

ISO 80000-1 розроблено Технічним комітетом ISO/TC 12 «Величини та одиниці» спільно з Технічним комітетом IEC/TC 25 «Величини та одиниці».

Це перше видання ISO 80000-1 скасовує та замінює ISO 31-0:1992 та ISO 1000:1992. Воно також охоплює зміни ISO 31-0:1992/Amd.1:1998, ISO 31-0:1992/Amd.2:2005 та ISO 1000:1992/Amd.1:1998. Основні технічні зміни порівняно з попередніми стандартами полягають у такому:

— змінено структуру, щоб підкреслити, що на першому місці зазначають величини, а потім одиниці;

— додучено визначення згідно з ISO/IEC Guide 99:2007;

— додаткам А та В надано статус обов'язкових;

— додучено новий обов'язковий додаток С.

ISO 80000 за загальною назвою «Величини та одиниці» складається з таких частин:

— Частина 1. Загальні положення;

— Частина 2. Математичні знаки та символи, що використовують у природничих науках і технологіях;

— Частина 3. Простір і час;

— Частина 4. Механіка;

— Частина 5. Термодинаміка;

— Частина 7. Світло;

- Частина 8. Акустика;
- Частина 9. Фізична хімія та молекулярна фізика;
- Частина 10. Атомна та ядерна фізика;
- Частина 11. Характеристичні числа;
- Частина 12. Фізика твердого тіла.

IEC 80000 за загальною назвою «Величини та одиниці» складається з таких частин:

- Частина 6. Електромагнітні явища;
- Частина 13. Інформатика та інформаційні технології;
- Частина 14. Телебіометрія, що стосується фізіології людини.

0 ВСТУП до ISO 80000-1:2009

0.1 ВЕЛИЧИНИ

Системи величин або системи одиниць можна трактувати багатьма несуперечливими, але різними, способами. Який спосіб трактування застосовувати — залежить лише від прийнятої угоди.

Інформація, наведена в цьому стандарті, є основою для Міжнародної системи одиниць SI (з французької: *Système international d'unités*), схваленої Генеральною конференцією з мір та ваг, CGPM (з французької: *Conférence générale des poids et mesures*).

Величини та співвідношення між величинами, застосовуваними в цьому стандарті, майже всюди прийнято для використання в усіх природничих науках. Наразі вони представлені в більшості наукових підручників та знайомі всім ученим і технологам.

Примітка 1. Для електричних і магнітних одиниць у системах CGS-ESU, CGS-EMU¹⁾ і в Гаусовій системі є відмінності в системах величин, якими їх визначено. У системі CGS-ESU електричну сталу ϵ_0 (діелектрична проникність вакууму) визначено такою, що дорівнює 1, тобто з розмірністю один; у системі CGS-EMU магнітну сталу μ_0 (проникність вакууму) визначено такою, що дорівнює 1, тобто з розмірністю один, на відміну від тих величин в ISQ, де вони не мають розмірності один. Гаусову систему пов'язано із системами CGS-ESU та CGS-EMU й тому виникають відповідні ускладнення. У механіці закон Ньютона в загальному вигляді записано $F = c \cdot ma$. У застарілих технічних системах MKS²⁾ $c = 1/g_n$, де g_n — це стандартне прискорення вільного падіння; в ISQ $c = 1$.

Величин і співвідношень між величинами, по суті, безліч, і вони весь час з'являються по мірі розвитку нових галузей науки та техніки. Отже не можливо перерахувати всі ці величини та співвідношення в цьому стандарті; натомість представлено сукупність найчастіше застосовуваних величин і співвідношень між ними.

Як наслідок, деякі читачі, які працюють у конкретних спеціалізованих галузях, можуть виявити, що величини, які цікавлять їх для застосування, не перелічено в цьому або іншому стандарті. Однак за умови, що вони можуть визначати співвідношення величин з добре відомими наведеними тут прикладами, це не завадить їм визначати одиниці для їхніх величин.

Більшість одиниць, застосовуваних для вираження значень необхідних величин, розроблено та використано задовго до того, як розроблено концепцію системи величин. Проте співвідношення між величинами, які є просто рівняннями природничих наук, мають важливе значення, оскільки в будь-якій системі одиниць співвідношення між одиницями відіграють значну роль і розвиваються зі співвідношень між відповідними величинами.

Систему величин, зокрема й співвідношення між ними, використовувані як основні одиниці SI, названо Міжнародною Системою Одиниць, позначено «ISQ» в усіх мовах. Цю назву не застосовано в ISO 31, який був джерелом цієї гармонізованої серії. Проте назва ISQ з'являється в ISO/IEC Guide 99:2007 та брошурі SI [8], 8-е видання 2006 року. В обох випадках мета полягала в узгодженості з новою серією «Величин та одиниць», яка перебувала на стадії розроблення на момент їхньої публікації; уже оголошено, що новий термін будуть вживати. Однак потрібно розуміти, що ISQ — це просто зручна система позначення для визначення, по суті, нескінченної системи величин і рівнянь, яка постійно розвивається та розширюється, на яку спираються всі природні науки та сучасні технології. ISQ — це скорочена позначка для фрази «система величин, на якій ґрунтовано S», застосовувана в ISO 31 для цієї системи.

¹⁾ CGS — сантиметр-грам-секунда; ESU — електростатичні одиниці; EMU — електромагнітні одиниці.

²⁾ MKS — метр-кілограм-секунда.

0.2 ОДИНИЦІ

Систему одиниць розроблено, насамперед, визначенням набору основних одиниць для невеликого набору відповідних основних величин, а потім визначенням похідних одиниць, які є добутком степенів основних одиниць відповідних співвідношень, що визначають похідні величини через основні величини. У цьому стандарті й у SI є сім основних величин і сім основних одиниць. Основні величини — довжина, маса, час, електричний струм, термодинамічна температура, кількість речовини та сила світла. Відповідними основними одиницями є метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, моль і кандела. Визначення цих основних одиниць, а також їхня практична реалізація, лежать в основі SI, і відповідальність за це несуть консультативні комітети Міжнародного комітету мір та ваг, CIPM (з французької: *Comité international des poids et mesures*). Сучасні визначення основних одиниць, а також рекомендації щодо їхньої практичної реалізації наведено в брошурі SI [8], яку видає та представляє Міжнародне бюро мір та ваг, BIPM (з французької: *Bureau international des poids et mesures*). Треба звернути увагу, що на відміну від основних одиниць, кожна з яких має конкретне визначення, основні величини лише вибрано відповідно до угоди та не зроблено спроб, щоб визначити їх інакше.

0.3 РЕАЛІЗАЦІЯ ЗНАЧЕНЬ ОДИНИЦЬ

Для реалізації значення одиниці застосовують визначення одиниці для вимірювань, за яких порівнюють значення будь-якої величини такого самого роду, як й одиниця, зі значенням одиниці. Це є необхідним кроком в науці під час вимірювання значень будь-якої величини. Реалізація значень основних одиниць має особливе значення. Реалізація значень похідних одиниць впливає з принципу реалізації основних одиниць.

Може бути багато різних способів для практичної реалізації значень одиниці, і як наукові досягнення може бути розроблено нові методи. Будь-який метод відповідно до законів фізики можна застосовувати для реалізації будь-якої одиниці SI. Проте часто буває корисним провести огляд експериментальних методів для реалізації одиниць, і CIPM рекомендує методи, наведені як розділ Брошури SI.

0.4 РОЗТАШУВАННЯ ТАБЛИЦЬ

У частинах 3—14 цього стандарту величини та співвідношення між ними, які є підгрупою ISQ, подано на лівих сторінках, а одиниці SI (і деякі інші одиниці) — на правих сторінках. Деякі додаткові величини та одиниці також наведено на лівих і правих сторінках, відповідно. Номери пунктів величин зазначають так pp-пп.s (pp — номер частини стандарту; pp — поточний номер розділу, відповідно; s — порядковий номер). Номери пунктів одиниць зазначають так pp-пп.I (pp — номер частини стандарту; pp — поточний номер розділу, відповідно; I — порядкова літера).

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

ВЕЛИЧИНИ ТА ОДИНИЦІ

Частина 1. Загальні положення

QUANTITIES AND UNITS

Part 1. General

Чинний від 2018-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

У цьому стандарті наведено загальні відомості та визначення щодо величин, систем величин, одиниць, позначень величин та одиниць і когерентних систем одиниць, здебільшого Міжнародної системи величин, ISQ та Міжнародної системи одиниць SI.

Принципи, викладені в цьому стандарті, призначено для загального застосування в різних галузях науки та техніки, а також як вступу до інших частин цього стандарту.

Порядкові величини та якісні властивості перебувають поза сферою застосування цього стандарту.

2 НОРМАТИВНЕ ПОСИЛАННЯ

Наведений нижче нормативний документ потрібен для застосування цього стандарту. У разі датованого посилання застосовують лише наведене видання. У разі недатованого посилання треба користуватись останнім виданням нормативного документа (разом зі змінами).

ISO/IEC Guide 99:2007 International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM).

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ISO/IEC Guide 99:2007 Міжнародний метрологічний словник. Основні й загальні поняття та пов'язані з ними терміни (VIM).

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті вжито такі терміни та визначення позначених ними понять.

Примітка. Зміст цього розділу загалом такий, як в ISO/IEC Guide 99. Деякі примітки та приклади змінено.

3.1 величина (*quantity*)

Властивість явища, тіла чи речовини, де властивість має вимір, який можна виразити кількісно у вигляді числа та референції (основи, опори для порівняння).

Примітка 1. Узагальнене поняття «величина» можна розділити на кілька рівнів конкретних понять, як показано в таблиці нижче. У лівій частині таблиці показано конкретні поняття під загальною назвою «величина». Ці поняття — загальні поняття для окремих величин у правій колонці

довжина, l	радіус r	радіус кола A , r_A або $r(A)$
	довжина хвилі λ	довжина хвилі випромінювання натрію D , λ_D або λ (Na; D)

енергія, E	кінетична енергія T	кінетична енергія частинки i в даній системі T_i
	теплова енергія Q	теплова енергія випаровування зразка води Q_i
електричний заряд Q	електричний заряд протона e	
електричний опір R	електричний опір резистора i в даному ланцюзі R_i	
концентрація кількості речовини компонента В, c_B	концентрація кількості речовини етанолу в зразку вина i , $c_i(C_2H_5OH)$	
числова концентрація компонента В, C_B	числова концентрація еритроцитів у зразку крові i , C (Erys; Bi)	
твердість за шкалою С Роквелла (навантага 150 кг), HRC(150 кг)	твердість за шкалою С Роквелла зразка сталі i , HRC i (150 кг)	

Примітка 2. Основою для порівняння може бути одиниця вимірювання, процедура (методика) вимірювання, референтний матеріал (матеріал порівняння) або їхня комбінація. Для кількісного вираження величини див. 3.19.

Примітка 3. Символи величин наведено в серіях стандартів ISO 80000 та IEC 80000 «Величини та одиниці». Символи величин друкують курсивом. Один символ може позначати різні величини.

Примітка 4. Величина в наведеному тут визначенні — скалярна. Однак вектор або тензор, компоненти яких є величинами, також розглядають як величини.

Примітка 5. Поняття «величина» в загальному сенсі може бути поділено, наприклад, на поняття «фізична величина», «хімічна величина» та «біологічна величина» чи «основна величина» та «похідна величина».

Примітка 6. Адаптовано до ISO/IEC Guide ISO 99, визначення 1.1, у якому є додаткова примітка

3.2 рід величини (*kind of quantity*)

Загальний аспект для взаємно порівнюваних величин.

Примітка 1. Рід величини часто скорочується до «роду», наприклад у величинах одного й того самого роду.

Примітка 2. Розподіл поняття «величина» на кілька родів є певною мірою довільним

Приклад 1

Величини — діаметр, довжину кола та довжину хвилі, зазвичай, вважають величинами одного роду, а саме — вони належать до роду величини, яку називають довжиною.

Приклад 2

Величини — теплову енергію, кінетичну енергію та потенційну енергію, зазвичай, вважають величинами одного роду, а саме — вони належать до роду величини, яку називають енергією.

Примітка 3. Величини одного роду в рамках цієї системи величин мають однакову розмірність величини. Проте величини однакової розмірності не обов'язково будуть однорідними.

Приклад 3

Величини — момент сили та енергію за угодою не вважають однорідними, проте вони мають однакову розмірність. Аналогічно це стосується теплоємності та ентропії, а також і кількості об'єктів, відносної магнітної проникності та масової частки.

Примітка 4. В англійській мові терміни для величин, зазначені в лівій частині таблиці в 3.1, примітка 1, часто вживають для символів. У французькій мові у висловах, таких як «Grandeurs de meme nature» (у перекладі англійською мовою «величини одного роду») вживають лише термін «nature».

Примітка 5. Адаптовано до ISO/IEC Guide ISO 99, визначення 1.2, згідно з яким термін «рід» наведено як загальновизначений термін. Додано примітку 1

3.3 система величин (*system of quantities*)

Сукупність величин разом із сукупністю несуперечливих рівнянь, пов'язаних з цими величинами.

Примітка 1. Порядкові величини (див. 3.26), такі як твердість за шкалою С Роквелла, та якісні властивості (див. 3.30), такі як колір світла, зазвичай не вважають частиною системи величин, оскільки їх пов'язано з іншими величинами лише через емпіричні співвідношення.

Примітка 2. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.3, у якому примітка 1 відрізняється

3.4 основна величина (*base quantity*)

Величина підмножини, умовно вибраної для певної системи величин, де жодної величини підмножини не можна визначити через інші величини.

Примітка 1. Підмножина, про яку йдеться в цьому визначенні, називають «набором основних величин».

Приклад

Набір основних величин у Міжнародній системі величин (ISQ) наведено в 3.6.

Примітка 2. Основні величини розглядають як взаємно незалежні, оскільки основну величину не можна виражати як добуток степенів інших основних величин.

Примітка 3. «Кількість об'єктів» можна розглядати як основну величину в будь-якій системі величин.

Примітка 4. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.4, у якому визначення несуттєво відрізняється

3.5 похідна величина (*derived quantity*)

Величина, яку в системі величин визначено через основні величини цієї системи.

Приклад

У системі величин, де основними величинами є довжина та маса, масова густина є похідною величиною, визначуваною як частка від ділення маси на об'єм (довжина в третьому степені).

Примітка. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.5, у якому приклад несуттєво відрізняється

3.6 Міжнародна Система Величин (*International System of Quantities*);

ISQ (ISQ)

Система величин, ґрунтована на семи основних величинах: довжині, масі, часі, електричному струмі, термодинамічній температурі, кількості речовини та силі світла.

Примітка 1. Цю систему величин опубліковано в серії стандартів ISO 80000 та IEC 80000 «Величини та одиниці», частини 3—14.

Примітка 2. Міжнародна система одиниць SI (див. 3.16) ґрунтується на ISQ.

Примітка 3. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.6, у якому примітка 1 відрізняється

3.7 розмірність величини (*quantity dimension*);

розмірність величини (*dimension of a quantity*);

розмірність (*dimension*)

Вираз залежності величини від основних величин системи величин як добутку степенів множників, що відповідають основним величинам, без числових множників

Приклад 1

В ISQ розмірність величини сили світла визначено як $\dim F = LMT^{-2}$.

Приклад 2

У тій самій системі величин $\dim \rho_V = ML^{-3}$ є розмірністю величини масової концентрації компонента В, а ML^{-3} , у свою чергу, є розмірністю величини масової густини ρ .

Приклад 3

Період T маятника завдовжки l на місці з локальним прискоренням вільного падіння g дорівнює:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad \text{або} \quad T = C(g)\sqrt{l},$$

де $C(g) = \frac{2\pi}{\sqrt{g}}.$

Отже $\dim C(g) = T \cdot L^{-1/2}$.

Примітка 1. Степінь співмножника — це співмножник, зведений у степінь. Кожен співмножник є розмірністю основної величини.

Примітка 2. Загальноприйняте символічне зображення розмірності основної величини — це окрема заголовна латинська буква, набрана прямим (вертикальним) шрифтом. Загальноприйняте символічне позначення розмірності похідної величини — це добуток степенів розмірностей основних величин відповідно до визначення похідної величини. Розмірність величини Q позначають як $\dim Q$.

Примітка 3. У виразі розмірності величини не враховують її скалярного, векторного або тензорного характеру.

Примітка 4. У цій системі величин:

- величини одного роду мають однакову розмірність,
- величини різних розмірностей будуть завжди різнірідними, та
- величини, які мають однакову розмірність величини, не обов'язково будуть однорідними.

Примітка 5. Позначення, що представляють розмірності основних величин у Міжнародній системі величин ISQ, такі:

Основна величина	Позначення розмірності
довжина	L
маса	M
час	T
сила електричного струму	I
термодинамічна температура	Θ
кількість речовини	N
сила світла	J

Отже розмірність величини Q позначатимуть як $\dim Q = L^{\alpha} M^{\beta} T^{\gamma} \Theta^{\delta} N^{\epsilon} J^{\eta}$, де показники степенів, які мають назву показники розмірності, є додатними, від'ємними або дорівнюють нулю. Співмножники з показниками степеня, який становить нуль чи один, зазвичай, не наводять. Якщо всі степені дорівнюють нулю, див. 3.8.

Примітка 6. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.7, у якому примітка 5 і приклади 2 та 3 відрізняються, і терміни «розмірність величини» та «розмірність» наведено як загальновизнані

3.8 величина з розмірністю один (*quantity of dimension one*); безрозмірна (чи безрозмірна) величина (*dimensionless quantity*)

Величина, у розмірності якої всі показники степенів множників, що відповідають основним величинам, дорівнюють нулю.

Примітка 1. Термін «безрозмірна величина» широко вживаний і його збережено тут з історичних причин. Він виник з тих міркувань, що в символічному зображенні розмірності таких величин усі показники степенів дорівнюють нулю. Термін «величина з розмірністю один» відображає угоду, згідно з якою символічним зображенням розмірності таких величин є позначення 1 (див. розділ 5). Ця розмірність не є числом, а є нейтральним елементом для множення розмірностей.

Примітка 2. Одиницями вимірювання та значеннями величин з розмірністю один є числа, проте такі величини передають більше інформації, ніж просто число.

Примітка 3. Деякі величини з розмірністю один визначають як відношення двох величин одного роду. Когерентна похідна одиниця є числом один, позначення 1.

Приклад 1

Площинний кут, просторовий кут, показник заломлення, відносна магнітна проникність, масова частка, коефіцієнт тертя, число Маха.

Примітка 4. Кількість об'єктів є величиною з розмірністю один.

Приклад 2

Кількість витків у котушці, кількість молекул у цьому зразку, виродження енергетичних рівнів у квантовій системі.

Примітка 5. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.8, у якому примітки 1 та 3 відрізняються та в якому «безрозмірну величину» наведено як загальновизнаний термін

3.9 одиниця вимірювання (*unit of measurement, measurement unit*); одиниця (*unit*)

Дійсна скалярна величина, визначена та прийнята умовно, з якою можна порівняти будь-яку іншу величину того самого роду, щоб виразити відношення двох величин у вигляді числа.

Примітка 1. Одиниці вимірювання мають присвоєні їм за угодою назви та позначення.

Примітка 2. Одиниці вимірювання величин однакової розмірності можуть мати однакові назви та позначення, навіть якщо величини не є однорідними. Наприклад, джоуль на кельвін та Дж/К є відповідно назвою та позначенням як одиниці вимірювання теплоємності, так й одиниці вимірювання ентропії, які зазвичай не вважають величинами одного роду. Проте в деяких випадках застосування певних назв одиниць вимірювання обмежено вживанням винятково з величинами певного роду. Наприклад, одиницю вимірювання «секунда в степені мінус один» (1/с) називають Герц (Гц), якщо її використовують для частоти, чи Беккерель (Бк), якщо її використовують для активності радіонуклідів. Як інший приклад, джоуль (J) використовують як одиницю енергії, але в жодному разі не використовують як одиницю моменту сили, тобто ньютон на метр (Н · м).

Примітка 3. Одиницями вимірювання величин з розмірністю один є числа. У деяких випадках цим одиницям вимірювання дають спеціальні назви, наприклад радіан, стерadian і децибел, або виражають як частки, наприклад, мілімоль на моль, що дорівнює 10^{-3} , або мікрограм на кілограм, що дорівнює 10^{-9} .

Примітка 4. Для цієї величини скорочений термін «один» часто поєднують з назвою величини, наприклад «масова одиниця» або «одиниця маси».

Примітка 5. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.9, у якому визначення та примітка 2 незначно відрізняються та в якому «одиниця вимірювання» та «один» наведено як загальновизнані терміни

3.10 основна одиниця (*base unit*)

Одиниця вимірювання, умовно прийнята для основної величини.

Примітка 1. У будь-якій когерентній системі одиниць кожній основній величині відповідає лише одна основна одиниця.

Приклад 1

У SI метр — основна одиниця довжини. У системі CGS сантиметр — основна одиниця довжини.

Примітка 2. Основну одиницю можна також використовувати для похідної величини тієї самої розмірності

Приклад 2

Для похідної величини кількості опадів, визначуваної як об'єм на одиницю площі, у системі SI використовують метр як когерентну похідну одиницю.

Примітка 3. Для кількості об'єктів число один, позначення 1, можна розглядати як основну одиницю в будь-якій системі одиниць. Відповідає примітці 3 в 3.4

Примітка 4. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.10, у якому приклад в примітці 2 незначно відрізняється. Додано останнє речення в примітці 3

3.11 похідна одиниця (derived unit)

Одиниця вимірювання для похідної величини

Приклад

Метр на секунду, позначення м/с, і сантиметр на секунду, позначення см/с, — похідні одиниці швидкості в SI. Кілометр на годину, позначення км/год, — одиниця вимірювання швидкості поза системою SI, але допустимо для використання нарівні з одиницями SI. Вузол, що дорівнює одній морській милі на годину, — одиниця вимірювання швидкості поза системою SI

3.12 когерентна похідна одиниця (coherent derived unit)

Похідна одиниця, яка для цієї системи величин і для вибраного набору основних одиниць є добутком степенів основних одиниць з коефіцієнтом пропорційності, що дорівнює одиниці.

Примітка 1. Степінь основної одиниці — це основна одиниця, зведена в степінь.

Примітка 2. Когерентність може бути визначено лише відносно певної системи величин і цього набору основних одиниць.

Приклад

Якщо метр, секунда та моль — основні одиниці, то метр на секунду — когерентна похідна одиниця швидкості, якщо швидкість визначається рівнянням зв'язку між величинами $v = dr/dt$; і моль на метр кубічний — когерентна похідна одиниця молярної концентрації речовини, якщо молярну концентрацію речовини визначають рівнянням зв'язку між величинами $c = n/V$. Кілометр на годину та вузол, наведені як приклади похідних одиниць в 1.11, не є когерентними похідними одиницями в такій системі величин.

Примітка 3. Похідна одиниця може бути когерентною відносно однієї системи величин, але некогерентною — відносно іншої.

Приклад

Сантиметр на секунду є когерентною похідною одиницею швидкості в системі одиниць CGS, але не є когерентною похідною одиницею в SI.

Примітка 4. Когерентною похідною одиницею для будь-якої похідної величини з розмірністю один у цій системі одиниць буде число один, позначення 1. Назву та позначення одиниці вимірювання зазвичай не наводять [ISO/IEC Guide 99, 1.12]

3.13 система одиниць (system of units)

Множина основних і похідних одиниць, а також їхніх кратних і частинних одиниць, визначених згідно з даними правилами для цієї системи величин

[ISO/IEC Guide 99, 1.13]

3.14 когерентна система одиниць (coherent system of units)

Система одиниць, ґрунтована на цій системі величин, у якій одиниця вимірювання для кожної похідної величини є когерентною похідною одиницею.

Приклад

Набір когерентних одиниць SI та співвідношення між ними.

Примітка 1. Система одиниць може бути когерентною лише відносно системи величин і прийнятих основних одиниць.

Примітка 2. Для когерентної системи одиниць рівняння зв'язку між числовими значеннями мають такий самий вид, охоплюючи числові коефіцієнти, як і відповідні рівняння зв'язку між величинами. Див. приклад рівнянь зв'язку між числовими значеннями в 3.25.

Примітка 3. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.14, у якому примітка 2 відрізняється

**3.15 позасистемна одиниця вимірювання (off-system measurement unit);
позасистемна одиниця (off-system unit)**

Одиниця вимірювання, що не належить даній системі одиниць.

Приклад 1

Електрон-вольт ($\approx 1,602\,18 \times 10^{-19}$ Дж) — позасистемна одиниця вимірювання енергії відносно SI.

Приклад 2

Доба, година, хвилина — позасистемні одиниці вимірювання часу відносно SI.

Примітка. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.15, у яких приклад 1 відрізняється та в якому «позасистемна одиниця» наведено як загальновизнаний термін

3.16 Міжнародна Система Одиниць (International System of Units);**SI (SI)**

Систему одиниць, що ґрунтується на Міжнародній Системі Величин ISQ, охоплюючи їхні назви та позначення, а також низку префіксів, їхні назви та позначення, правила використання прийнято Генеральною конференцією з мір та ваг (CGPM).

Примітка 1. SI ґрунтовано на семи основних величинах Міжнародної системи величин ISQ; назви та позначення відповідних основних одиниць наведено в 6.5.2.

Примітка 2. Основні одиниці та когерентні похідні одиниці SI формують когерентний набір, що має назву «набір когерентних одиниць SI».

Примітка 3. Міжнародну систему одиниць повністю описано у 8-му виданні Брошури SI, опублікованої Міжнародним бюро мір та ваг (BIPM) і доступної на веб-сайті BIPM.

Примітка 4. В обчисленні величин величину «кількість об'єктів» часто розглядають як основну величину з основною одиницею один, позначення 1

Примітка 5. Префікси в SI для кратних одиниць і частинних одиниць наведено в 6.5.4.

Примітка 6. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.16, у якому примітки 1 та 5 відрізняються

3.17 кратна одиниця (multiple of a unit)

Одиниця вимірювання, отримана через множення цієї одиниці вимірювання на ціле число, більше ніж один.

Приклад 1

Кілометр є десятиковою кратною одиницею метра.

Приклад 2

Година є недесятьковою кратною одиницею секунди.

Примітка 1. Префікси SI для десятикових кратних основних одиниць SI та похідних одиниць SI наведено в 6.5.4.

Примітка 2. Префікси SI вживають винятково для степенів числа 10 та їх не потрібно вживати для степенів числа 2. Наприклад, 1 кілобіт не можна вживати для позначення 1 024 біт (2^{10} біт), що дорівнює 1 Кібіт.

Префікси для бінарних кратних одиниць:

Коефіцієнт	Значення	Префікс	
		Назва	Позначення
$(2^{10})^8$	1 208 925 819 614 629 174 706 176	yobi йобі	Yi Йі
$(2^{10})^7$	1 180 591 620 717 411 303 424	zebi зебі	Zi Зі
$(2^{10})^6$	1 152 921 504 606 846 976	exbi ексбі	Ei Еі
$(2^{10})^5$	1 125 899 906 842 624	pebi пєбі	Pi Пі
$(2^{10})^4$	1 099 511 627 776	tebi тебі	Ti Ті
$(2^{10})^3$	1 073 741 824	gibi гібі	Gi Гі
$(2^{10})^2$	1 048 576	mebi мебі	Mi Мі
$(2^{10})^1$	1 024	kibi кібі	Ki Кі

[IEC 80000-13].

Примітка 3. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.17, у якому примітки 1 та 2 відрізняються

3.18 частинна одиниця (submultiple of a unit)

Одиниця вимірювання, отримана через ділення цієї одиниці вимірювання на ціле число, більше ніж один.

Приклад 1

Міліметр — десятикова частинна одиниця метра.

Приклад 2

Секунда для площинного кута — недесятькова частинна одиниця хвилини.

Примітка. Префікси SI для десятикових частинних основних одиниць SI та похідних одиниць SI наведено в 6.5.4 [ISO/IEC Guide 99, 1.18]

3.19 значення величини (*quantity value; value of a quantity*); значення (*value*)

Число й основа для порівняння, які разом виражають розмір величини.

Приклад 1

Довжина певного стрижня: 5,34 м або 534 см

Приклад 2

Маса певного тіла: 0,152 кг або 152 г

Приклад 3

Кривизна певної дуги: 112 м^{-1}

Приклад 4

Температура за Цельсієм для певного зразка: $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Приклад 5

Електричний імпеданс певного елемента схеми за певної частоти,
де j — уявна одиниця: $(7 + 3j) \text{ Ом}$

Приклад 6

Показник заломлення певного зразка скла: 1,32

Приклад 7

Твердість за шкалою С Роквелла для певного зразка
(навантага 150 кг): 43,5 HRC(150 кг)

Приклад 8

Масова частка кадмію в певному зразку міді: 3 мкг/кг або 3×10^{-9}

Приклад 9

Молярність Pb^{2+} у певному зразку води: $1,76 \text{ ммоль/кг}$

Приклад 10

Довільна концентрація кількості речовини лютропину в певному зразку плазми
(міжнародний стандарт Всесвітньої організації охорони здоров'я
WHO 80/552): $5,0 \text{ МО/л}$

Примітка 1. Залежно від основи для порівняння значення величини може являти собою:

— добуток числа й одиниці вимірювання (див. приклади 1, 2, 3, 4, 5, 8 та 9); для безрозмірних величин одиницю вимірювання один зазвичай не наводять (див. приклади 6 та 8), або

— число та зазначення методики вимірювання (див. приклад 7), або

— число та зазначення референтного матеріалу (матеріалу порівняння) (див. приклад 10).

Примітка 2. Число може бути комплексним (див. приклад 5).

Примітка 3. Значення величини можна подати більше ніж в один спосіб (див. приклади 1, 2 та 8).

Примітка 4. У разі векторних або тензорних величин кожен компонент має значення величини.

Приклад 11

Сила, що діє на певну частку, наприклад, у декартових координатах: $(F_x, F_y, F_z) = (-31,5; 43,2; 17,0) \text{ Н}$, де $(-31,5; 43,2; 17,0)$ числове значення вектора та Н (ньютон) — це одиниця; або $(F_x, F_y, F_z) = (-31,5 \text{ Н}; 43,2 \text{ Н}; 17,0 \text{ Н})$, де кожен компонент — величина.

Примітка 5. Адаптовано до ISO/IEC Guide ISO 99, визначення 1.19, у якому приклад 10 та примітка 4 відрізняються та в якому «значення величини» та «значення» наведено як загально визнані терміни

3.20 числове значення величини (*numerical quantity value*)

числове значення (*numerical value; numerical value of a quantity*)

Число у виразі значення величини, що відрізняється від будь-якого іншого числа, використовуване як основа для порівняння.

Примітка 1. Для величин з розмірністю один основою для порівняння є одиниця вимірювання, яка є числом, але її не розглядають як частину числового значення величини.

Приклад

У величині молярної частки, що дорівнює 3 ммоль/моль , числове значення величини — 3, а одиниці — ммоль/моль. Одиниця ммоль/моль чисельно дорівнює 0,001, але це число 0,001 не є частиною числового значення величини, яке залишається таким, що дорівнює 3.

Примітка 2. Для величин, які мають одиницю вимірювання (тобто тих, які не є порядковими величинами), числове значення $\{Q\}$ величини Q часто записують як $\{Q\} = Q/[Q]$, де $[Q]$ позначає одиницю вимірювання.

Приклад

Для значення величини $m = 5,721$ кг числове значення величини буде $\{m\} = (5,721 \text{ кг})/\text{кг} = 5,721$. Те саме значення величини може бути записано як 5721 г, у цьому разі числове значення величини дорівнює $\{m\} = (5\,721 \text{ г})/\text{г} = 5\,721$. Див. 3.19.

Примітка 3. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.20, у якому примітка 2 відрізняється та в якому «числове значення величини» та «числове значення» наведено як загальновизнані терміни

3.21 обчислення величин (*quantity calculus*)

Набір математичних правил та операцій, застосовуваних до величин, що відрізняються від порядкових величин.

Примітка. Під час обчислення величин перевагу надають рівнянням зв'язку між величинами, а не рівнянням зв'язку між числовими значеннями, оскільки рівняння зв'язку між величинами не залежать від вибору одиниць вимірювання, тоді як рівняння зв'язку між числовими значеннями — залежать (див. також 4.2 та 6.3)

[ISO/IEC Guide 99, 1.21]

3.22 рівняння зв'язку між величинами (*quantity equation*)

Математичний зв'язок між величинами в цій системі величин, не залежний від одиниць вимірювання.

Приклад 1

$$Q_1 = \zeta Q_2 Q_3,$$

де Q_1 , Q_2 та Q_3 — різні величини, а ζ — числовий множник.

Приклад 2

$$T = (1/2) m v^2,$$

де T — кінетична енергія та v — швидкість певної частинки масою m .

Приклад 3

$$n = It/F,$$

де n — кількість речовини одновалентного компонента, I — електричний струм, t — тривалість електроділізу, F — стала Фарадея

[ISO/IEC Guide 99, 1.22]

3.23 рівняння зв'язку між одиницями (*unit equation*)

Математичний зв'язок між основними одиницями, когерентними похідними одиницями чи іншими одиницями вимірювання.

Приклад 1

Для величин з прикладу 1 пункту 3.22

$$[Q_1] = [Q_2] [Q_3].$$

де $[Q_1]$, $[Q_2]$ та $[Q_3]$ — одиниці вимірювання величин Q_1 , Q_2 та Q_3 , відповідно, за умови, що ці одиниці вимірювання належать до когерентної системи одиниць.

Приклад 2

$\text{Дж} := \text{кг м}^2/\text{с}^2$, де Дж, кг, м та с — позначення джоуля, кілограма, метра та секунди, відповідно. (Позначення «:=» означає «за визначенням дорівнює» згідно із серіями ISO 80000 та IEC 80000).

Приклад 3

$$1 \text{ км/год} = (1/3,6) \text{ м/с}.$$

Примітка. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.23, у якому приклад 2 відрізняється

3.24 коефіцієнт перетворення між одиницями (*conversion factor between units*)

Відношення двох одиниць вимірювання для величин одного роду.

Приклад

$$\text{км/м} = 1\,000 \text{ й, отже, } 1 \text{ км} = 1\,000 \text{ м}.$$

Примітка. Одиниці вимірювання можуть належати до різних систем одиниць.

Приклад 1

$$\text{год/с} = 3\,600 \text{ й, отже, } 1 \text{ год} = 3\,600 \text{ с}.$$

Приклад 2

$(\text{км/год})/(\text{м/с}) = (1/3,6)$ й, отже, $1 \text{ км/год} = (1/3,6) \text{ м/с}$
[ISO/IEC Guide 99, 1.24]

3.25 рівняння зв'язку між числовими значеннями (numerical value equation);**рівняння зв'язку між числовими значеннями величини (numerical quantity value equation)**

Математичний зв'язок між числовими значеннями величин на основі цього рівняння зв'язку між величинами та певними одиницями вимірювання.

Приклад 1

Для величин з прикладу 1 пункту 3.22

$$\{Q_1\} = \zeta \{Q_2\} \{Q_3\},$$

де $\{Q_1\}$, $\{Q_2\}$ та $\{Q_3\}$ позначають числові значення величин Q_1 , Q_2 та Q_3 відповідно, за умови, що їх виражено в основних одиницях або когерентних похідних одиницях, або в тих та інших.

Приклад 2

У рівнянні зв'язку між величинами для кінетичної енергії частинки $T = (1/2) mv^2$, якщо $m = 2 \text{ кг}$ та $v = 3 \text{ м/с}$, тоді $\{T\} = (1/2) \times 2 \times 3^2$ — це рівняння зв'язку між числовими значеннями, яке дає числове значення 9 для T у джоулях.

Примітка. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, визначення 1.25, у якому «рівняння зв'язку між числовими значеннями величини» наведено як загальновизнаний термін

3.26 порядкова величина (ordinal quantity)

Величина, визначувана процедурою (методикою) вимірювання, прийнятою за угодою, для якої відповідно до розміру можна встановити загальний порядковий зв'язок з іншими величинами того самого роду, але для якої серед цих величин немає алгебраїчних рівнянь.

Приклад 1

Твердість за шкалою С Роквелла.

Приклад 2

Октанове число для легкого палива.

Приклад 3

Сила землетрусу за шкалою Ріхтера.

Приклад 4

Суб'єктивний рівень абдомінального болю за шкалою від нуля до п'яти.

Примітка 1. Порядкові величини можуть входити лише в емпіричні співвідношення та не мають ні одиниць вимірювання, ні розмірностей величин. Різниці та відношення порядкових величин не мають фізичного сенсу.

Примітка 2. Порядкові величини розподіляють відповідно до шкал значень порядкової величини (див. 1.28)
[ISO/IEC Guide 99, визначення 1.26]

3.27 шкала значень величини (quantity-value scale);**шкала вимірювання (measurement scale)**

Упорядкована множина значень величин певного роду, використовувана для ранжування величин цього роду відповідно до їхнього розміру.

Приклад 1

Температурна шкала за Цельсієм.

Приклад 2

Шкала часу.

Приклад 3

Шкала твердості С Роквелла.

Примітка. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, 1.27, у якому «шкала вимірювання» наведено як загальновизнаний термін

3.28 шкала значень порядкової величини (ordinal quantity-value scale);**шкала порядкових значень (ordinal value scale)**

Шкала значень для порядкових величин.

Приклад 1

Шкала твердості С Роквелла.

Приклад 2

Шкала октанових чисел для легкого палива.

Примітка 1. Шкалу значень порядкових величин можна встановити методом вимірювання відповідно до процедури (методики) вимірювання.

Примітка 2. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, 1.28, у якому «шкала порядкових значень» наведено як загальновизнаний термін

3.29 умовна (прийнята) референтна шкала (*conventional reference scale*)

Шкала значень величини, встановлена за формальною домовленістю [ISO/IEC Guide 99, визначення 1.29]

3.30 номінальна (якісна) властивість (*nominal property*)

Властивість явища, тіла чи речовини, яка не має кількісного вираження.

Приклад 1

Стать людини.

Приклад 2

Колір зразка фарби.

Приклад 3

Колір краплинної проби в хімії.

Приклад 4

Дволітерний код країн згідно з ISO.

Приклад 5

Послідовність амінокислот у поліпептидах.

Примітка 1. Номінальна властивість має значення, яке може бути виражено словами, літерно-числовим кодом або в інші способи.

Примітка 2. «Значення номінальної властивості» не потрібно плутати з «номінальним значенням величини», не використовуваним у цьому стандарті.

Примітка 3. Адаптовано до ISO/IEC Guide 99, 1.30, у якому примітка 2 відрізняється.

4 ВЕЛИЧИНИ

4.1 Поняття величини

У цьому стандарті розглядають величини, використовувані для кількісного опису явища, речовини або тіла.

У цьому стандарті не розглянуто порядкових величин, розташованих відповідно до шкал значень величини (наприклад, шкала Бофорта, шкала Ріхтера та шкала інтенсивності кольору) або виражених в результаті стандартних випробувань (наприклад, твердість і стійкість до корозії). Жодних якісних властивостей, таких як стать людини або дволітерні коди країн згідно з ISO, а також валюти в цьому стандарті не розглянуто.

4.2 Рід величини — обчислення величин

Величини може бути згруповано за категоріями величин, які є взаємно порівнянними. Діаметри, відстані, висоти, довжини хвиль тощо, далі будуть представляти таку категорію, яку в загальному сенсі називають *довжиною*. Взаємно порівнянні величини називають *величинами одного роду*.

Математичні операції можуть бути виконані для величин, які відрізняються від порядкових величин, як описано нижче.

Дві або кілька величин не може бути додано або віднято, якщо вони не належать до тієї самої категорії взаємно порівнянних величин. Отже величини з кожного боку знака рівності в рівнянні також мають бути однорідними.

Величини множаться та діляться одна на одну за правилами алгебри, створюючи в результаті обчислення нові величини.

Виконання математичних операцій додавання, віднімання, множення та ділення величин називають *обчисленням величин*. Під час обчислення величин алгебраїчні вирази мають бути величинами або числами.

4.3 Система величин — основні величини та похідні величини

Величини, пов'язані через рівняння, які виражають закони природи або визначають нові величини. Кожне рівняння між величинами називають *рівнянням зв'язку між величинами*.

Зручно розглядати деякі неоднорідні величини як взаємно незалежні одна від одної. Такі величини називають основними величинами. Інші величини, які називають похідними величинами, визначають або виражають через основні величини за допомогою рівнянь.

Це питання вибору, скільки та які величини розглядати як основні величини. Це також питання вибору, які рівняння використовують для визначення похідних величин. Кожну сукупність несуперечливих рівнянь між величинами називають системою величин.

4.4 Універсальні константи й емпіричні константи

Деякі величини вважають сталими за будь-яких умов. Такі величини називають *універсальними константами* або *фундаментальними фізичними сталими*.

Приклад 1

Стала Планка $h = 6,626\,068\,96\,(33) \times 10^{-34}$ Дж·с [CODATA].

Приклад 2

Стала Фарадея $F = 96\,485,339\,9(24)$ Кл/моль [CODATA].

Інші величини можуть бути сталими за деяких умов, але залежать від інших. Їхні значення, зазвичай, отримують вимірюванням. Їх називають *емпіричними константами*.

Приклад 3

Результат вимірювання на певній ділянці довжини l та періоду T , для кожної з кількох точок маятника, можна виразити одним рівнянням зв'язку між величинами:

$$T = C\sqrt{l},$$

де C — емпірична константа, яка залежить від місця розташування.

Теорія показує, що

$$C(g) = \frac{2\pi}{\sqrt{g}},$$

де g — локальне прискорення вільного падіння, яке є ще однією емпіричної константою.

4.5 Постійні множники в рівняннях зв'язку між величинами

Рівняння між величинами іноді містять постійні множники. Ці множники залежать від визначень, вибраних для величин, що належать до рівняння, тобто до вибраної системи величин. Такі множники можуть бути лише числовими й у такому разі їх називають *числовими множниками*.

Приклад 1

У системі CGS довжина, маса та час — три основні величини. У цій системі кінетичну енергію частинки в класичній механіці виражають так:

$$T = \frac{1}{2}mv^2,$$

де T — кінетична енергія, m — маса та v — швидкість.

Те саме співвідношення справедливо також в ISQ.

Множник може охоплювати одну чи кілька універсальних констант.

Приклад 2

В ISQ закон Кулона для електричних зарядів

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1q_2}{r^2},$$

де F — сила, q_1 та q_2 — два електричні заряди, r — відстань та ϵ_0 — універсальна стала, тобто електрична стала.

Множник може також охоплювати одне чи кілька прийнятих значень величини.

Приклад 3

На сьогодні застарілою вважають систему MKS, у якій довжина, маса та час — три основні величини. У цій системі закон руху Ньютона:

$$F = \frac{1}{g_n} \cdot ma,$$

де F — сила, m — маса, a — прискорення, а g_n — прийняте значення величини, тобто стандартне прискорення вільного падіння, прийняте CGPM 1901. (У цій системі сила та маса мають однакову розмірність).

Крім інших числових множників, постійні множники часто називають «коефіцієнтами».

4.6 Міжнародна система величин ISQ

Спеціальний набір основних величин і рівнянь зв'язку між величинами, охоплюючи множники, наведені в ISO 80000 та IEC 80000, визначає Міжнародну систему величин, позначену «ISQ» на всіх мовах. Похідні величини може бути визначено через основні одиниці рівняннями зв'язку між величинами. Є сім основних величин в ISQ: довжина, маса, час, електричний струм, термодинамічна температура, кількість речовини та сила світла.

5 РОЗМІРНІСТЬ

У цій системі величин будь-яку величину Q може бути виражено через основні величини за допомогою рівняння. Вираз може складатися із суми членів. Кожен з цих членів може бути виражено у вигляді добутку степенів основних величин A, B, C, \dots з вибраної сукупності, іноді помножений на числовий множник ζ , тобто $\zeta A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$, де сукупність показників степенів $\alpha, \beta, \gamma \dots$ — однакова для кожного члена.

Розмірність (див 3.7) величини Q виражають *добутком розмірностей*

$$\dim Q = A^\alpha B^\beta C^\gamma \dots$$

де A, B, C, \dots позначають розмірності основних величин A, B, C, \dots , відповідно, та $\alpha, \beta, \gamma, \dots$ — показники розмірності.

Величина, у якій усі показники розмірності дорівнюють нулю, має добуток, позначений $A^0 B^0 C^0 \dots = 1$, де позначення 1 означає відповідну розмірність. Таку величину називають величиною з розмірністю один та виражають числом 1.

Примітка. З історичних причин величину з розмірністю один часто називають безрозмірною величиною. Див. примітку 1 у 3.8.

В ISQ розмірності семи основних величин — довжини, маси, часу, електричного струму, термодинамічної температури, кількості речовини та сили світла, позначають L, M, T, I, Θ, N та J , відповідно. Отже в ISQ розмірність величини Q у цілому позначають $\dim Q = L^\alpha M^\beta T^\gamma I^\delta \Theta^\epsilon N^\zeta J^\eta$.

Приклад

Величина	Розмірність
швидкість	LT^{-1}
частота	T^{-1}
сила	LMT^{-2}
енергія	L^2MT^{-2}
ентропія	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}$
електрична напруга	$L^2MT^{-3}I^2$
магнітний потік	$L^2MT^{-2}I^{-1}$
освітленість	$L^{-2}J$
молярна ентропія	$L^2MT^{-2}\Theta^{-1}N^{-1}$
коефіцієнт корисної дії	1

6 ОДИНИЦІ

6.1 Одиниці та числові значення

Якщо конкретний приклад величини цього роду вибрано як опорну величину, названу *одиноцею* (див. 3.9), то будь-яку іншу величину того самого роду може бути виражено через цю одиницю як добуток цієї одиниці та числа. Це число називають *числовим значенням величини*, вираженої в цій одиниці.

Приклад 1

Довжина хвилі однієї зі спектральних ліній натрію:

$$\lambda \approx 5,896 \times 10^{-7} \text{ м},$$

де λ — символ для величини довжини хвилі; м — позначення одиниці довжини, метр; $5,896 \cdot 10^{-7}$ — числове значення довжини хвилі, вираженої в метрах.

За формального розгляду величин й одиниць це співвідношення може бути виражено як:

$$Q = \{Q\} \cdot [Q],$$

де Q — символ величини, $[Q]$ — позначення одиниці та $\{Q\}$ — позначення числового значення величини Q , виражене в одиницях вимірювання $[Q]$. Для векторів і тензорів компоненти є величинами, які може бути виражено так, як описано вище. Вектори та тензори також може бути виражено у вигляді числових значень вектора чи тензора, відповідно, помножених на одиницю.

Якщо величину виражено через іншу одиницю, що перевищує в k раз першу одиницю, то нове числове значення становить $1/k$ від першого числового значення, оскільки величина, яка є добутком числового значення й одиниці, не залежить від одиниці.

Приклад 2

Переведення одиниці довжини хвилі в попередньому прикладі з метра в нанометр, який становить 10^{-9} метра, призводить до числових значень, яке становить 10^9 числового значення величини, вираженої в метрах.

Так

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

Необхідно розрізнати саму величину та числове значення величини, виражене в специфічних одиницях. Числове значення величини, виражене в специфічній одиниці, може бути наведено за допомогою дужок (фігурних дужок) навколо символу величини й одиниці, застосовуваної як нижній індекс, наприклад $\{\lambda\}_{\text{нм}}$. Однак переважно однозначно наводити числове значення як відношення величини до одиниці.

Приклад 3

$$\lambda_{\text{нм}} \approx 589,6.$$

Цей символ особливо рекомендовано для використання в графіках і заголовках стовпців у таблицях.

6.2 Математичні операції

Добуток і відношення двох величин Q_1 та Q_2 має задовольняти співвідношення:

$$\{Q_1\}\{Q_2\} = \{Q_1\}\{Q_2\} \cdot [Q_1] [Q_2];$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{\{Q_1\}}{\{Q_2\}} \cdot \frac{[Q_1]}{[Q_2]}.$$

Отже добуток $\{Q_1\}\{Q_2\}$ є числовим значенням $\{Q_1 Q_2\}$ величини $Q_1 Q_2$, і добуток $[Q_1] [Q_2]$ є одиницею $[Q_1 Q_2]$ величини $Q_1 Q_2$. Аналогічно, відношення $\{Q_1\}/\{Q_2\}$ — числове значення $\{Q_1/Q_2\}$ величини Q_1/Q_2 , а відношення $[Q_1]/[Q_2]$ — одиниця $[Q_1/Q_2]$ величини Q_1/Q_2 . Одиниці, такі як $[Q_1] [Q_2]$ та $[Q_1]/[Q_2]$, називають *складеними похідними одиницями*.

Приклад 1

Швидкість v частинки в рівномірному русі задано рівнянням

$$v = l/t,$$

де l — відстань, пройдена за проміжок часу t .

Отже, якщо частинка подолає відстань $l = 6$ м за час $t = 2$ с, то її швидкість v дорівнює

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

Примітка. Величину, визначену як A/B , називають «відношенням А до В» або «А на В», але не «А на одиницю В».

Рівняння між числовими значеннями, такими як $\{Q_1 Q_2\} = \{Q_1\}\{Q_2\}$, називають *рівняннями зв'язку між числовими значеннями*. Рівняння між одиницями, такі як $[Q_1 Q_2] = [Q_1] [Q_2]$, називають *рівняннями зв'язку між одиницями*.

Аргументами експоненціальної функції, логарифмічної функції, тригонометричної функції тощо, є числа, числові значення чи комбінації розмірностей однієї з величин (див. розділ 5).

Приклад 2

$$\exp(E/kT); \ln(p/\text{kPa}); \sin(\pi/3); \cos(\omega t + \alpha).$$

Співвідношення двох величин одного роду та будь-якої функції цього співвідношення, такої як логарифм цього співвідношення, є різними величинами, хоча вони й описують той самий фізичний стан.

Приклад 3

p/p_0 та $\ln(p/p_0)$ — різні величини. Потрібно зауважити, що в математиці для чисел $\ln(p/p_0) = \ln p - \ln p_0$, але $\ln p$ та $\ln p_0$ не мають значення в обчисленні величин, де p позначає тиск.

6.3 Рівняння зв'язку між величинами та рівняння зв'язку між числовими значеннями

У науці та техніці використовують три типи рівнянь, наведені вище, тобто рівняння зв'язку між величинами, рівняння зв'язку між числовими значеннями та рівняння зв'язку між одиницями. Рівняння зв'язку між величинами, рівняння зв'язку між числовими значеннями широко вживані; рівняння зв'язку між одиницями використовують рідше. Рівняння зв'язку між числовими значеннями (і, зазвичай, рівняння зв'язку між одиницями) залежать від вибору одиниць, тоді як рівняння зв'язку між величинами мають перевагу в тому, що вони не залежать від цього вибору. Отже настійно рекомендовано і, зазвичай, надають перевагу застосуванню рівнянь зв'язку між величинами.

Приклад

Просте рівняння зв'язку між величинами

$$v = l/t,$$

як наведено в 6.2.

Наприклад, використовуючи кілометр на годину (позначення км/год), метр (позначення м) і секунду (позначення с) як одиниці швидкості, відстані та часу відповідно, виходить таке рівняння зв'язку між числовими значеннями:

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

де $\{v\}_{\text{км/год}} = v/(\text{км/год})$.

Число 3,6 утворюється в результаті цього рівняння зв'язку між числовими значеннями з конкретних вибраних одиниць; за інших варіантів рівнянь число зазвичай буде іншим.

Оскільки числові коефіцієнти в рівняннях зв'язку між числовими значеннями залежать від вибраних одиниць, рекомендовано не нехтувати нижніми індексами в таких рівняннях. Якщо індекси не використовують, одиниці має бути чітко визначено в тому самому контексті.

6.4 Когерентні системи одиниць

Одиниці може бути вибрані довільно, але незалежний вибір одиниць для кожної величини призведе до появи додаткових числових множників у рівняннях зв'язку між числовими значеннями.

Проте можливо, і на практиці набагато зручніше, вибирати *систему одиниць* так, щоб рівняння зв'язку між числовими значеннями мали такий самий вид, зокрема й числові множники, як відповідні рівняння у вибраній системі величин. Щоб створити таку *систему одиниць*, насамперед визначають одну й лише одну одиницю для кожної основної величини. Одиниці основних величин називають *основними одиницями*. Далі одиниці всіх похідних величин виражають через основні одиниці відповідно до рівнянь у системі величин. Одиниці похідних величин називають *похідні одиниці*. Систему одиниць, визначену в такий спосіб, називають когерентною відносно системи величин, охоплюючи розглядувані рівняння.

У когерентній системі одиниць вираз кожної одиниці відповідає розмірності цієї величини, тобто вираження одиниці отримують методом заміни позначень для основних розмірностей у розмірності величин на ті, що належать до основних одиниць, відповідно. Зокрема, величина з розмірністю один набуває одиницю «один», позначення 1. У такій когерентній системі одиниць жодного разу не виникає іншого числового множника, крім 1, у вираженнях для похідних одиниць через основні величини.

6.5 Міжнародна система одиниць SI

6.5.1 Загальні положення

Міжнародну систему одиниць, позначену SI на всіх мовах, прийнято на 11-й Міжнародній конференції з Мір та Ваг, CGPM [1960] (*Conférence générale des poids et mesures*). SI — когерентна система одиниць відносно ISQ.

SI охоплює:

- основні одиниці, й
- похідні одиниці,

які разом утворюють когерентну систему одиниць SI.

6.5.2 Основні одиниці SI

Сім основних одиниць SI наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 — Основні одиниці SI для основних величин ISQ

Основні величини ISQ	Основні одиниці SI		
	Назва	Позначення	
		укр.	міжн.
довжина	метр	м	m
маса	кілограм	кг	kg
час	секунда	с	s
електричний струм	ампер	A	A
термодинамічна температура	кельвін	K	K
кількість речовини	моль	моль	mol
сила світла	кандела	кд	cd

6.5.3 Похідні одиниці SI

Вирази для когерентних похідних одиниць SI через основні одиниці SI може бути отримано з добутку розмірностей відповідних похідних величин ISQ методом використання таких формальних заміни:

$$\begin{array}{lll}
 L \rightarrow \text{м} & \Theta \rightarrow \text{К} & K \\
 M \rightarrow \text{кг} & N \rightarrow \text{моль} & \text{mol} \\
 T \rightarrow \text{с} & J \rightarrow \text{кд} & \text{cd} \\
 I \rightarrow \text{А} & 1 \rightarrow 1 & 1
 \end{array}$$

Ці заміни — зворотні. Отже розмірність похідної величини в ISQ може бути отримано від її когерентної похідної одиниці в SI через основні одиниці.

Приклад 1

Величина	Позначення похідної одиниці SI, виражене через основні одиниці SI	Величина	Позначення похідної одиниці SI, виражене через основні одиниці SI
видкість	м/с	електричний потенціал	кг · м ² /(с ³ · А)
частота	с ⁻¹	магнітний потік	кг · м ² /(с ² · А)
сила	кг · м/с ²	густина потоку фотонів	с ⁻¹ /м ²
енергія	кг · м ² /с ²	молярна ентропія	кг · м ² /(с ² · К · моль)
ентропія	кг · м ² /(с ² · К)	коефіцієнт корисної дії	1

Одиниці є окремими випадками величин й, отже, можуть бути використані в рівняннях зв'язку між величинами, тоді як розмірності не можна використовувати. Ні розмірності, ні одиниці не містять жодних числових множників, крім множника один. Кожна одиниця має розмір, тоді як розмірності не мають розміру. Розмірності належать до системи величин, тоді як одиниці належать до конкретної системи одиниць, когерентної із системою величин.

Для деяких похідних одиниць SI є спеціальні назви та позначення; назви, схвалені CGPM, наведено в таблицях 2 та 3.

Буває зручно використовувати спеціальні імена та позначення в складних похідних одиницях.

Приклад 2

Використовуючи похідну одиницю джоуль, $1 \text{ Дж} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}/\text{с}^2$, позначення одиниці молярної ентропії можна записати $\text{Дж}/(\text{К} \cdot \text{моль})$.

Використовуючи похідну одиницю вольт, $1 \text{ В} = 1 \text{ м}^2 \cdot \text{кг}/(\text{с}^3 \cdot \text{А})$, позначення одиниці магнітного потоку можна записати $\text{В} \cdot \text{с}$.

Таблиця 2 — Похідні одиниці SI зі спеціальними назвами та позначеннями

Похідні величини ISQ	Похідні одиниці SI		
	Спеціальна назва	Спеціальне позначення	Вирази через основні та похідні одиниці SI
площинний кут	радіан	рад	$\text{рад} = \text{м}/\text{м} = 1$
просторовий кут	стерадіан	ср	$\text{ср} = \text{м}^2/\text{м}^2 = 1$
частота	герц	Гц	$\text{Гц} = \text{с}^{-1}$
сила	ньютон	Н	$\text{Н} = \text{кг} \cdot \text{м}/\text{с}^2$
тиск, напруження (механічне)	паскаль	Па	$\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$
енергія	джоуль	Дж	$\text{Дж} = \text{Н} \cdot \text{м}$
потужність	ват	Вт	$\text{Вт} = \text{Дж}/\text{с}$
електричний заряд	кулон	Кл	$\text{Кл} = \text{А} \cdot \text{с}$
різниця електричних потенціалів	вольт	В	$\text{В} = \text{Вт}/\text{А}$
електрична ємність	фарад	Ф	$\text{Ф} = \text{Кл}/\text{В}$
електричний опір	ом	Ом	$\text{Ом} = \text{В}/\text{А}$
електрична провідність	сіменс	См	$\text{См} = \text{Ом}^{-1}$
магнітний потік	вебер	Вб	$\text{Вб} = \text{В} \cdot \text{с}$
густина магнітного потоку	тесла	Тл	$\text{Тл} = \text{Вб}/\text{м}^2$
індуктивність	генрі	Гн	$\text{Гн} = \text{Вб}/\text{А}$
температура за Цельсієм	градус Цельсія	°C	$^{\circ}\text{C} = \text{K}$
світловий потік	люмен	лм	$\text{лм} = \text{кд} \cdot \text{ср}$
освітленість	люкс	лк	$\text{лк} = \text{лм}/\text{м}^2$

Таблиця 3 — Похідні одиниці SI зі спеціальними назвами та позначеннями, допущеними з міркувань охорони здоров'я людини

Похідні величини ISQ	Похідні одиниці SI		
	Спеціальна назва	Спеціальне позначення	Вирази через основні та похідні одиниці
активність (радіонукліда)	бекерель	Бк	$\text{Бк} = \text{с}^{-1}$
поглинута доза	грей	Гр	$\text{Гр} = \text{Дж}/\text{кг}$

Кінець таблиці 3

Похідні величини ISQ	Похідні одиниці SI		
	Спеціальна назва	Спеціальне позначення	Вираження через основні та похідні одиниці
еквівалентна доза	зіверт	Зв	Зв = Дж/кг
каталітична активність	катал	кат	кат = моль/с

Потрібно зазначити, що похідна одиниця SI в деяких випадках може бути ідентичною основній одиниці SI. Наприклад, кількість опадів надано як об'єм площі (об'єм на одиницю площі), яка є похідною величиною, й отже виражена в похідній одиниці. Когерентною похідною одиницею SI є кубічний метр, поділений на квадратний метр, що дорівнює метру, який також є основною одиницею SI, позначення $\text{м}^3/\text{м}^2 = \text{м}$.

Одиниця один, позначення 1, зазвичай, є похідною одиницею SI, наприклад, похідною одиницею SI для коефіцієнта тертя є ньютон на ньютон, що дорівнює одиниці, позначення $\text{N/N} = 1$. Зверніть увагу на одиницю один для натурального числа величини, наприклад, кількості протонів в атомі. У цьому разі натуральне число величини вважають основною одиницею, оскільки його не може бути виражено через будь-які інші основні величини. Отже в цьому разі одиницю «один», позначення 1, часто розглядають як основну одиницю, хоча CGPM ще не прийняло його як основну одиницю SI.

6.5.4 Префікси SI

Щоб уникнути великих або малих числових значень, за допомогою префіксів SI, зазначених у таблиці 4, утворюють десяткові кратні та частинні когерентних одиниць SI. Ці кратні одиниці SI та частинні одиниці SI не когерентні стосовно ISQ.

Таблиця 4 — Префікси SI

Множник	Префікс		Множник	Префікс	
	Назва	Позначення		Назва	Позначення
10^{24}	йота	Й	10^{-1}	деци	д
10^{21}	зета	З	10^{-2}	санти	с
10^{18}	екса	Е	10^{-3}	мілі	м
10^{15}	пета	П	10^{-6}	мікро	мк
10^{12}	тера	Т	10^{-9}	нано	н
10^9	гіга	Г	10^{-12}	піко	п
10^6	мега	М	10^{-15}	фемто	ф
10^3	кіло	к	10^{-18}	ато	а
10^2	гекто	г	10^{-21}	zepto	зп
10^1	дека	да	10^{-24}	йокто	й

Позначення префікса розглядають разом з позначенням окремої одиниці, до якої його безпосередньо приєднано, утворюючи з нею нове позначення для десяткових кратних і частинних одиниць, які можна піднести до позитивного або негативного степеня та які можна з'єднати з позначеннями інших одиниць для формування складних похідних одиниць.

Приклад 1

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

$$1 \text{ мкс}^{-1} = (10^{-6} \text{ с})^{-1} = 10^6 \text{ с}^{-1}$$

$$1 \text{ Ом/км} = 1 \text{ Ом}/(10^3 \text{ м}) = 10^{-3} \text{ Ом/м}$$

Складені префікси не потрібно використовувати.

Приклад 2

Потрібно застосовувати нм (нанометр) для 10^{-9} м, а не ммкм.

Примітка 1. З історичних причин назва основної одиниці SI маси, кілограм, містить префікс SI «кіло». Назви десяткових кратних і частинних кілограма треба утворювати додаванням префіксів до частинної одиниці грам (позначення г), наприклад, міліграм (позначення мг) замість мікрокілограм (мккг).

Запропоновано прийняти нову назву для основної одиниці SI маси без префікса. У той самий час частинна одиниця грам матиме такий самий статус, як додаткова одиниця, використовувана в SI як літр, позначення л, що дорівнює частинній одиниці кубічний дециметр, позначення дм^3 , і тонна, позначення т, що дорівнює кратній одиниці мегаграм, позначення Мг. Якщо це буде прийнято, грам і кілограм можна і в подальшому використовувати, як літр і сантілітр використовують сьогодні.

Префікси SI позначають точний степінь 10. Їх не можна використовувати для позначення бінарних кратних одиниць. Префікси для бінарних кратних одиниць наведено в 3.17. Додаткову інформацію про походження та виведення цих кратних одиниць наведено в IEC 80000-13, розділ 4.

Приклад 3

1 кбіт = 1 000 біт.

1 Кібіт = 1 024 біт.

Примітка 2. Префікси SI також використовують разом з кодами валют ISO, наприклад,

1 кEUR = 1 000 EUR (європейський євро).

1 кGBP = 1 000 GBP (британський фунт).

1 MUSD = 1 000 000 USD (долар США).

1 GSEK = 1 000 000 000 SEK (шведська крона).

6.5.5 Одиниця один

Когерентна одиниця SI для будь-якої величини розмірністю одиниця є одиницею один, позначення 1. Це, зазвичай, не написано в явному вигляді, якщо таку величину виражено числом.

Приклад 1

Кількість витків в обмотці $N = 25 \times 1 = 25$.

Проте стосовно таких величин одиниця один має спеціальні назви та позначення, які може бути використано або не може, залежно від контексту.

Приклад 2

Площинний кут $\alpha = 0,52$ рад = 0,52.

Просторовий кут $\Omega = 2,3$ ср = 2,3.

Величина рівня потужності $L_F = 12$ Нп = 12 (див. таблицю 5).

Такі спеціальні назви та позначення може бути використано у виразах для похідних одиниць, щоб полегшити відмінність між величинами різного роду, які мають однакову розмірність.

Приклад 3

Кутова швидкість $\omega = 17$ рад/с.

Коефіцієнт ослаблення $\alpha = 0,83$ Нп/м.

Потік фотонів $\Phi = 37 \cdot 10^6$ с $^{-1}$.

Кривизна $k = 0,34$ м $^{-1}$.

Спеціальні назви та позначення для одиниці один можуть бути об'єднані з префіксами SI, але сама величина один або її позначення 1, не може. Натомість числове значення може бути виражено з використанням степенів 10.

Примітка. Запропоновано прийняти спеціальну назву та позначення для одиниці один та її позначення 1 для загального використання, яке може бути поєднано з префіксами.

У деяких випадках відсоток, позначення %, де $1\% := 0,01$, використовують як частинну від когерентної одиниці один.

Приклад 4

Коефіцієнт відбиття $r = 83\% = 0,83$.

Крім того, проміле, позначення ‰, де $1\text{‰} = 0,001$, використовують як частинну від когерентної одиниці один.

Оскільки одиниці «відсоток» і «промиле» є числами, безглуздо говорити про, наприклад, відсотковий вміст за масою або відсотковий вміст за об'ємом. Додаткову інформацію, таку як % (m/m) або % (V/V), має бути приєднано до позначення одиниці %. Також див. 7.2. Переважним способом вираження, наприклад масової частки, є «масова частка компонента В становить $w_B = 0,78$ » або «масова частка компонента В становить $w_B = 78\%$ ». Крім того, термін «відсоток» не потрібно використовувати в назві величини,

оскільки це призводить до помилок. Якщо масова частка $0,78 = 78\%$ — це відсоток, то 78 чи $78\% = 0,78$? Натомість вживають однозначний термін «частка». Масові й об'ємні частки також може бути виражено в одиницях, таких як $\text{мкг/г} = 10^{-6}$ або $\text{мл/м}^3 = 10^{-9}$.

Скорочення ppm , pphm , ppb та ppt — неоднозначні та залежні від мови; їх не потрібно використовувати. Натомість рекомендовано використовувати степені числа 10 .

6.5.6 Інші одиниці

Є певні позасистемні одиниці, визнані Міжнародним комітетом mip та var , CIPM (Comité International des Poids et Mesures), застосовувані спільно з одиницями SI. Ці одиниці наведено в таблицях 5 та 6.

Таблиця 5 — Одиниці, застосовувані разом із SI

Величина	Одиниця			
	Назва	Позначення		Визначення
		укр.	міжн.	
час	хвилина година доба	хв год д	min h d	$1 \text{ хв} := 60 \text{ с}$ $1 \text{ год} := 60 \text{ хв}$ $1 \text{ д} := 24 \text{ год}$
площинний кут	градус хвилина секунда	$^{\circ}$ ' "	$^{\circ}$ ' "	$1^{\circ} := (\pi/180) \text{ рад}$ $1' := (1/60)^{\circ}$ $1'' := (1/60)'$
об'єм	літр	л, L^a	л, L^a	$1 \text{ л} := 1 \text{ дм}^3$
маса	тонна	т	t	$1 \text{ т} := 1000 \text{ кг}$
рівень	непер ^{b)} бел	Нп^b Б	Np^b В	$1 \text{ Нп} := \ln e = 1$ $1 \text{ Б} := (1/2) \ln 10 \text{ Нп} \approx 1,151293$

^{a)} CGPM схвалив застосування двох позначень л та L для визначення літра для запобігання виникненню плутанини між l та 1 у деяких шрифтах. Лише оригінальне позначення l використовують ISO та IEC, оскільки воно не є похідним від власного імені.

^{b)} Одиниця Непер, позначення Нп, є когерентною із SI, але ще не прийнята CGPM як одиниця SI. Рівень визначено в ISO з використанням натуральних логарифмів.

Таблиця 6 — Одиниці, застосовувані разом із SI, значення яких в одиницях SI отримано експериментально

Величина	Одиниці			
	Назва	Позначення		Визначення
		укр.	міжн.	
енергія	електрон-вольт	eV	eV	Кінетична енергія, отримана електроном під час проходження у вакуумі за різниці потенціалів один вольт $1 \text{ eV} = 1,602\,176\,487(40) \times 10^{-19} \text{ Дж [CODATA]}$
маса атомна одиниця маси	дальтон ^{a)}	Да ^{a)}	Da ^{a)}	$1/12$ маси атома ізотопу ^{12}C у стані спокою та основному стані $1 \text{ Да} = 1,660\,538\,782(83) \times 10^{-27} \text{ кг [CODATA]}$
довжина	астрономічна одиниця	а. о.	ua	Загальновизнане значення приблизно дорівнює середньому значенню відстані між Сонцем і Землею $1 \text{ а. о.} = 1,495\,978\,706\,91(6) \times 10^{11} \text{ м}$

^{a)} Дальтон раніше мав назву «єдина атомна одиниця маси», позначення а. о. м.

Є також певні позасистемні одиниці, визнані CIPM для тимчасового застосування разом із SI. Їх наведено, де це необхідно, у графі приміток на непарних лівих сторінках в інших частинах ISO 80000 та IEC 80000.

Деякі одиниці спеціального призначення приймають ISO, IEC або OIML, такі як вар , позначення вар ($1 \text{ вар} := 1 \text{ В} \cdot \text{А}$) для реактивної потужності.

Є безліч інших одиниць, наприклад атомні одиниці, одиниці CGS, одиниці Британської системи та одиниці вимірювання традиційної американської системи одиниць. За винятком атомних одиниць, застосування всіх цих одиниць є застарілим.

Для вираження значень фізичних величин потрібно використовувати арабські цифри, за якими потрібно міжнародне позначення одиниці.

7 ПРАВИЛА ДРУКУ

7.1 Символи величин

7.1.1 Загальні положення

Символи величин, зазвичай, є окремими літерами латинського або грецького алфавіту, іноді з нижніми індексами або іншими модифікованими знаками. Символи для характеристичних чисел, таких як число Маха, позначення Ma , наводять двома літерами латинського алфавіту, початкові букви яких завжди великі. Рекомендовано відокремлювати такі дволітерні позначення від інших позначень, якщо їх застосовують як коефіцієнти під час множення.

Позначення величин завжди пишуть курсивом, незалежно від того, яким шрифтом надруковано весь текст.

Після позначення величин крапки не ставлять, крім тих випадків, коли цього потребує пунктуація, наприклад, у кінці речення. Умовні позначення для векторних і тензорних величин наведено в ISO 80000-2.

Позначення величин наведено в ISO 80000 (частини 3—5 та 7—12) та IEC 80000 (частини 6, 13 та 14).

Наразі немає та в подальшому не передбачають жодних рекомендацій щодо набору курсивного шрифту, яким має бути надруковано позначення одиниць.

7.1.2 Індекси

Якщо різні величини в цьому тексті мають однакове позначення, або коли для однієї величини потрібно використовувати різні застосування або різні значення, то відмінність між ними можна показати за допомогою індексів.

Застосовують такі принципи друкування індексів:

— Індекс, який позначає фізичну величину або математичну змінну, таку як поточний номер, друкують курсивом.

— Інші індекси, які позначають слова чи сталі числа, друкують прямим шрифтом.

Приклад

Курсивні індекси

C_p (p : тиск)

c_i (i : поточний номер)

$\Sigma_n a_n \omega_n$ (n : поточний номер)

F_x (x : x -компонент)

g_{ik} (i, k : поточні номери)

I_λ (λ : довжина хвилі)

Прямі індекси

C_r (r : газ)

c_3 (3: третій)

g_n (n : нормальний)

μ_r (r : відносна)

S_m (m : молярна)

$T_{1/2}$ (1/2: половина)

Примітка. Щоб переглянути список загальних індексів, див. IEC 60027-1.

7.1.3 Комбінація позначень для величин

Якщо символи величин об'єднують у добуток двох чи кількох величин, цю комбінацію виражають в один з таких способів:

ab , $a\,b$, $a \cdot b$, $a \times b$.

Примітка 1. У деяких галузях, наприклад, у векторній алгебрі, є відмінність між $a \cdot b$ та $a \times b$.

Ділення однієї величини на іншу виражають в один з таких способів:

$\frac{a}{b}$, a/b , $a\,b^{-1}$, $a \cdot b^{-1}$.

Не потрібно писати ab^{-1} без пробілу між a та b^{-1} , оскільки ab^{-1} може бути неправильно розтлумачено як $(ab)^{-1}$.

Примітка 2. Похилу риску «/» можна легко сплутати з похилою великою буквою «l» або похилою малою літерою «i», зокрема, якщо застосовано гротескові шрифти (шрифти sans serif). Застосування горизонтальної смуги для позначення ділення часто є переважнішим.

Ці процедури може бути застосовано у випадках, де чисельник або знаменник, або вони обидва, самі є добутком або часткою.

Для уникнення будь-яких двозначностей у такій комбінації за похилою ризикою (/) на тому самому рядку не потрібно ставити знаків множення або ділення, якщо не вставлено круглих дужок.

Приклад 1

$$\frac{ab}{c} = ab/c = ab \, c^{-1};$$

$$\frac{a/b}{c} = \frac{a}{bc} = (a/b)/c = a/(bc), \text{ а не } a/b/c.$$

$$\frac{a/b}{c/d} = \frac{ad}{bc};$$

$$\frac{a}{bc} = a/(b \cdot c), \text{ а не } a/b \cdot c.$$

Похилу ризикою можна застосовувати, якщо чисельник і знаменник містять операції додавання та віднімання, за умови, якщо застосовано круглі дужки, потрібно уникати неоднозначності.

Множення та ділення мають перевагу над складанням і відніманням у складних виразах. Зведення в степінь має перевагу над множенням і діленням, а також над іншими одномісними операціями, наприклад $-a^2$ дорівнює $-(a^2)$, а не $(-a)^2$.

Приклад 2

$(a + b)(c + d)$ — круглі дужки потрібні.

$a + b \cdot c + d = a + (b \cdot c) + d$ — круглі дужки не потрібні.

$(a + b)/(c + d)$ — круглі дужки потрібні.

$a + b/c + d = a + (b/c) + d$ — круглі дужки не потрібні.

У цьому разі мають бути проміжки на обох сторонах більшості знаків для бінарних операцій, таких як +, −, ±, × та · (але не для похилої ризикою), а також у співвідношеннях, таких як =, <, ≤, але не після одномісних операцій, таких як + та −.

Дужки також може бути застосовано для унеможливлення двозначності, яка виникає через використання деяких інших математичних операцій.

Приклад 3

$\ln x + y = (\ln x) + y$, а не $\ln(x + y)$.

Зверніть увагу, що в цьому прикладі можна уникнути неоднозначності методом змінення порядку операцій. Інші математичні знаки та символи, рекомендовані для використання в природничих науках і технологіях, наведено в ISO 80000-2.

У виразах і рівняннях має бути застосовано позначення для величин, але слова й аббревіатури застосовувати не дозволено.

Приклад 4

Запис швидкості дорівнює відстані на час або $v = l/t$, але не швидкість = відстань/час або $v = l$ на t .

7.1.4 Вираження для величин

Позначення одиниці має бути розміщено після числового значення у виразі для величини, залишаючи проміжок між числовим значенням і позначенням одиниці. Потрібно зауважити, що це правило стосується також одиниць відсотків, %, і проміле, ‰. Потрібно також зазначити, що відповідно до цього правила після позначення °C для градусів Цельсія має бути проміжок для вираження температури за Цельсієм.

Єдиний виняток з цього правила — для степенів одиниць, хвилини та секунди для площинного кута, і в цьому разі між числовим значенням і позначенням одиниці не повинно бути проміжку.

Якщо величину виражено сумою або різницею величин, то потрібно застосовувати або круглі дужки для об'єднання числових значень, розміщуючи загальне позначення одиниці після повного числового значення, або вираз має бути записано як суму чи різницю виражень для величин.

Приклад 1

$$l = 12 \text{ м} - 7 \text{ м} = (12 - 7) \text{ м} = 5 \text{ м}, \text{ а не } 12 - 7 \text{ м};$$

$$t = 23,6 \text{ }^{\circ}\text{C}, \text{ а не } t = 23,6 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

$$U = 230 \times (1 + 5 \%) \text{ В} = 230 \times 1,05 \text{ В} \approx 242 \text{ В}, \text{ а не } U = 230 \text{ В} + 5 \%.$$

Дескриптивні терміни або назви величин не потрібно розташовувати у вигляді рівняння. Назви величин чи багатолітерні аббревіатури, наприклад, подані курсивом або з нижніми індексами, не потрібно застосовувати замість символів.

Приклад 2

Правильно $\rho = \frac{m}{V}$ та неправильно *густина* = $\frac{\text{маса}}{\text{об'єм}}$.

7.2 Назви та позначення для одиниць**7.2.1 Загальні положення**

Позначення одиниць завжди друкують прямим шрифтом, незалежно від того, який тип шрифту застосовують в іншій частині тексту. Позначення одиниці потрібно залишати незмінним у множині та не супроводжувати крапкою для нормальної пунктуації, наприклад, за винятком кінця речення.

Більшість позначень для одиниць складаються з однієї або кількох літер від латинського або грецького алфавіту. Ці літери застосовують у нижньому регістрі, за винятком, якщо позначення одиниці утворено від власного імені людини, то в цьому разі початкова є великою.

Виняток роблять для позначень одиниць, які містять знаки в показнику степеня, наприклад, $^{\circ}\text{C}$.

Приклад 1

В (міжн. V)	вольт
с (міжн. s)	секунда
Ш (міжн. Sh)	шеннон
моль (міжн. mol)	моль
Ом (міжн. Ω)	ом
мкм (міжн. $\mu\text{м}$)	мікрометр

Правило для запису позначень одиниць з великими початковими літерами не застосовують для назв одиниць, запис яких відрізняється в різних мовах. Див. також 7.2.5.

Якщо є міжнародне позначення одиниці, то саме таке, і жодного іншого, має бути застосовано.

Будь-яке долучення до позначення одиниці, як засіб надання інформації про особливий характер величини або контексту вимірювання, до розглядання не допустимо.

Приклад 2

правильно $U_{\text{max}} = 500 \text{ В}$, неправильно $U = 500 \text{ В}_{\text{max}}$.

правильно $P_{\text{mech}} = 750 \text{ Вт}$, неправильно $P = 750 \text{ Вт}_{\text{mech}}$.

правильно $w_B = 0,76 = 76 \%$, неправильно ні $0,76 (m/m)$, ні 76% (m/m).

Вираження для одиниць не повинно містити жодного іншого, крім поодиноких позначень і математичних символів.

Приклад 3

Правильний запис «вміст води 170 кг/м^3 »;

Неправильний запис « $170 \text{ кг H}_2\text{O/м}^3$ ».

Наразі немає та не передбачають жодних рекомендацій щодо набору прямого шрифту, яким має бути надруковано позначення одиниць.

7.2.2 Комбінації позначень для одиниць

Складні похідні одиниці, сформовані множенням двох чи кількох одиниць, записують так:

$\text{Н} \cdot \text{м}$, Н м .

Примітка. Останню форму запису також може бути записано без проміжку, тобто Нм , за умови, якщо приділяють особливу увагу, якщо позначення для однієї з одиниць збігається з позначенням префікса. Це застосовно для м, метра та мілі, а також для Т, тесла та тера.

Приклад

мН означає міліньютон, а не метр-ньютон.

Складні похідні одиниці, сформовані діленням однієї одиниці на іншу, зазначають в один з таких способів:

$$\frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad \text{м/с}, \quad \text{м} \cdot \text{с}^{-1}, \quad \text{м с}^{-1}.$$

Зведення в степінь має перевагу над множенням і діленням. Для уникнення будь-яких двозначностей не допустимо застосування похилої риски (/) на тому самому рядку після знака множення або ділення, якщо не вставлено дужок. У складних випадках може бути застосовано від'ємні степені або горизонтальна риска.

7.2.3 Префікси

Позначення для префіксів має бути надруковано прямим шрифтом, незалежно від того, який тип шрифту використано в іншій частині тексту, без проміжку між позначеннями префікса й одиниці.

Немає та не передбачають будь-яких рекомендацій щодо застосування набору прямого шрифту, яким має бути надруковано позначення префіксів.

7.2.4 Англійські назви складних похідних одиниць

В англійській мові назва, створена з двох одиниць, є поєднанням двох назв, розділених проміжком.

Приклад 1

ньютон-метр

Назва степеня α одиниці є назвою цієї одиниці з подальшим зазначенням «у степені α ». Однак показники степенів два та три може бути виражено як «квадрат» і «куб» відповідно.

Приклад 2

секунда в степені мінус один, метр за секунду у квадраті.

Назва відношення двох одиниць формується долученням прийменників «за» або «на» між двома назвами. Складова назва в жодному разі не повинна містити більше ніж один прийменник «за» або «на» (без застосування круглих дужок).

Приклад 3

метр за секунду, джоуль на кілограм-кельвін, але не джоуль на кілограм на кельвін.

7.2.5 Правопис назв величин й одиниць англійською та французькою мовами

Назви величин та одиниць пишуться з малої початкової букви англійською та французькою мовами, за винятком початку речення, якщо зазначають велику початкову букву. Проте, якщо назви величин містять ім'я людини, то ім'я людини записують з великої початкової букви.

Приклад 1

температура за Цельсієм.

число Альфвена.

Для одиниць SI позначення $^{\circ}\text{C}$ — це лише назва одиниці градуси Цельсія, що містить велику літеру.

Приклад 2

ньютон

тесла

7.3 Числа**7.3.1 Загальні положення**

Числа має бути надруковано прямим шрифтом, незалежно від того, який тип шрифту застосовано в іншій частині тексту.

Немає та не передбачають будь-яких рекомендацій щодо застосування набору прямого шрифту, яким має бути надруковано позначення для чисел.

Для полегшення читання чисел з великою кількістю розрядів їх може бути розділено на групи по три, рахуючи від десяткового знака в лівому та правому напрямках. Жодна група не повинна містити більше ніж три розряди. Там, де застосовано такий розподіл на групи по три розряди, групи має бути розділено проміжком, а не крапкою або крапкою з комою, чи будь-якими іншими знаками.

Приклад 1

1 234,567 8 замість 1 234,5678.

0,567 8 замість 0,5678.

Якщо немає десяткової частини (й, отже, немає знака десяткового числа), рахувати необхідно від крайнього правого розряду в лівому напрямку.

Приклад 2

У числі «1 234» крайній правий розряд підкреслено.

Розподілу на групи по три розряди не повинно бути застосовано для порядкових чисел, використовуваних як реєстраційні номери, наприклад ISO 80000-1.

Рік завжди має бути записано без проміжків, наприклад 1935.

Знак «плюс» або «мінус» перед числом (або величиною), застосовуваний для позначення «постійного знака» чи «зміни знака», є одномісним оператором, його не відокремлюють від числа проміжком (див. приклад 3). Проте для операцій, знаків і позначень, мають бути проміжки з обох боків від знака чи позначення, як показано в прикладах, наведених у прикладі 4. Див. також 7.1.3. Для знаків, що позначають співвідношення, такі як $=$, $<$ та $>$, потрібно ставити проміжки з обох боків.

Приклад 3

температура за Цельсієм від $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Приклад 4

$5 + 2$ $5 - 3$ $n \pm 1,6$ $D < 2\text{ мм}$ $> 5\text{ мм}$

7.3.2 Десятковий знак

Десятковий знак — це або кома, або крапка в рядку. Потрібно застосовувати один і той самий знак десяткового числа одноманітно в тексті документа.

Якщо абсолютне значення числа менше ніж 1, то знак десяткового числа має стояти після нуля.

Приклад

0,567 8

Примітка 1. Згідно з Директивою ISO/IEC, частина 2, 2004, Правила побудови та розроблення міжнародних стандартів, знак десяткового числа — це кома в рядку в Міжнародних Стандартах.

Примітка 2. Генеральна конференція з Mip та Bar (*Conférence générale des poids et mesures*) на своєму засіданні у 2003 році одностайно схвалила таке рішення:

«Десятковим знаком має бути або крапка в рядку, або кома в рядку».

На практиці, вибір між цими альтернативами залежить від традиційного застосування в певній мові.

У більшості документів, написаних англійською мовою, прийнято використовувати десяткову крапку, а в документах, написаних французькою мовою, прийнято використовувати десяткову кому (а також в низці інших європейських мов), крім деяких технічних галузей, де завжди прийнято використовувати кому.

7.3.3 Множення та ділення

Знаком для множення чисел є хрестик (\times) або крапка, розміщена на середині рядку (\cdot). Проміжок має бути з обох боків хрестика чи крапки (див. також 7.1.3). Хрестик множення (\times) або крапку (\cdot) застосовують для позначення множення чисел і числових значень (як наведено в прикладах 1 та 2), у векторних добутках і Декартових добутках. Крапку (\cdot) використовують для позначення скалярного добутку векторів і порівнянних випадків. Крім того, її може бути застосовано для позначення добутку скалярів і в складових похідних одиницях та є переважною для множення літерних позначень.

Приклад 1

$l = 2,5 \times 10^3\text{ м}$.

Приклад 2

$A = 80\text{ мм} \times 25\text{ мм}$.

В ISO 80000-2, пункт 2-9.5, наведено загальні відомості щодо символів множення для чисел. ISO 80000-2 також містить приклади векторних добутків, скалярних добутків і Декартових добутків множин.

У деяких випадках знак множення можна опустити, наприклад, $4c - 5d$, $6ab$, $7(a + b)$, $3 \ln 2$.

Якщо як десятковий знак застосовано крапку, то як знак множення між розрядами, вираженими цифрами³⁾, має бути використано хрестик, а не крапку.

Якщо як десятковий знак застосовано кому, то як знак множення між розрядами, вираженими цифрами³⁾, може бути застосовано хрестик і крапку.

Приклад 3

$$4\,711.32 \times 0.351\,2 \quad 4\,711.32 \cdot 0.351\,2 \quad 4\,711.32 \times 0.351\,2$$

Ділення одного числа на інше зазначають в один з таких способів:

$$\frac{a}{b} \quad a/b \quad a\,b^{-1} \quad a \cdot b^{-1}$$

Потрібно уникати від'ємних показників степеня, якщо числа виражають з розрядами³⁾, крім випадків, якщо є основа 10.

Приклад 4

10^{-3} — допустимо. 3^{-3} — потрібно уникати.

Ці положення можуть поширюватися на випадки, якщо чисельник, знаменник чи обидва є самі по собі добутками або частками. Для уникнення будь-яких двозначностей за такої комбінації похила риска (/) не повинна йти за знаком множення, або знаком ділення на тому самому рядку, якщо не вставлено круглих дужок.

7.3.4 Похибка та невизначеність

Якщо число подають без будь-якої додаткової інформації, то це, зазвичай, інтерпретується в такому сенсі, що останній розряд округлений з діапазоном округлення, що дорівнює 1, в останньому розряді (див. додаток В). Отже, наприклад, вважають, що число 401 008, зазвичай, являє собою величину між 401 007,5 та 401 008,5. У цьому разі максимальна величина похибки в числі 401 008 є 0,5. Проте в деяких випадках округлення замінюється відкиданням членів (тобто просто відсікаються останні розряди), наприклад, 401 008,91 стає 401 008. У цьому разі число 401 008 являє собою значення між 401 008,0 та 401 009,0, і похибка знаходиться в границях між 0 та 1. Аналогічно вважають, що число 40,100 8, зазвичай, є величиною між 40,100 75 та 40,100 85 або іноді величиною між 40,100 80 та 40,100 90.

Розряди числа називають значущими цифрами, якщо відповідне число знаходиться в границях граничної похибки останнього(-ix) розряду(-ів).

Розглянемо число 401 000. У ньому 401 містить три значущі цифри, але невідомо, чи крайні справа три нулі є значущими чи використовуються лише для зазначення порядку величини.

Рекомендовано зазначати відмінність у такий спосіб:

- 401×10^3 — три значущі цифри.
- $401,0 \times 10^3$ — чотири значущі цифри.
- $401,00 \times 10^3$ — п'ять значущих цифр.
- $401,000 \times 10^3$ — шість значущих цифр.

Усі цифри після десяткового знака вважають значущими.

Чисельні значення величин часто подають з відповідною стандартною невизначеністю. За умови, якщо передбачуваний розподіл для відповідної величини нормальний, то числове значення та пов'язану з ним невизначеність можна виразити, як показано на прикладі:

$$l = a(b) \text{ м,}$$

де l — довжина, виражена в одиниці метр, м;

a — числове значення;

b — стандартна невизначеність (див. ISO/IEC Guide 99), виражена через молодшу значущу цифру(-и) в a .

³⁾ «Числа, виражені у виді розрядів, належать до цифр, наприклад «12», на відміну від «дванадцяти».

Приклад

У виразі

$$l = 23,478\ 2(32)\ \text{м}$$

 l — довжина, виражена в одиниці метр, м;

 $23,478\ 2$ — числове значення;

 32 — стандартна невизначеність, яка становить 0,003 2.

Примітка. Невизначеності часто виражають у такий спосіб: $(23,478\ 2 \pm 0,003\ 2)\ \text{м}$. Але це неправильно з математичної точки зору. $23,478\ 2 \pm 0,003\ 2$ означає 23,481 4 або 23,475 0, але не всі значення між цими двома значеннями.

Згідно з ISO/IEC Guide 98-3, примітка 7.2.2, «Формату запису \pm потрібно по можливості уникати, тому що його традиційно застосовують для зазначення інтервалу, відповідного високому рівню довіри й, отже, може бути сплутано з розширеною невизначеністю».

Потрібно зазначити, що в контексті інженерних допусків $23\ 478\ 2 \pm 0,003\ 2$ означає границі зони (тобто верхня границя становить 23,481 4 та нижня границя становить 23,475 0), яка має інтервал 0,006 4 ($2 \times 0,003\ 2$), симетрично розподілений навколо 23,478 2, і який, отже, охоплює всі проміжні значення, охоплюючи й ці границі.

7.4 Хімічні елементи та нукліди

Позначення для хімічних елементів має бути надруковано прямим шрифтом, незалежно від того, який тип шрифту використано в іншій частині тексту. Позначення складаються з однієї або двох літер латинського алфавіту. Початкова літера має бути великою, а наступні літери, якщо такі є, мають бути малими. Позначення не повинно закінчуватися крапкою, за винятком, якщо його розміщено в кінці речення.

Приклад 1

H He C Ca

Повний перелік позначень для хімічних елементів наведено в ISO 80000-9.

Присъднані верхні та нижні індекси, що зазначають нуклід або молекулу, вживають у такому значенні та положенні.

Число нуклонів (масове число) нукліда зазначають у лівому положенні верхнього індексу, наприклад,



Число атомів нукліда в молекулі зазначають у правому положенні нижнього індексу, наприклад,



Примітка. Якщо число атомів становить 1, то цього не зазначають, наприклад, H_2O .

Число протонів (атомний номер) нукліда зазначають у лівому положенні нижнього індексу, наприклад,



Стан іонізації чи збудження зазначають у правому положенні верхнього індексу.

Приклад 2Стан іонізації: Na^+ , PO_4^{3-} або $(\text{PO}_4)^{3-}$ Стан ядерного збудження: $^{110}\text{Ag}^m$ **7.5 Грецький алфавіт****Таблиця 7 — Грецькі літери**

Назва	Прямий шрифт		Курсивний шрифт	
альфа	A	α	<i>A</i>	<i>α</i>
бета	B	β	<i>B</i>	<i>β</i>
гамма	G	γ	<i>G</i>	<i>γ</i>
дельта	Δ	δ	<i>Δ</i>	<i>δ</i>
епсilon	E	ε, ϵ	<i>E</i>	<i>ε, ϵ</i>
дзета	Z	ζ	<i>Z</i>	<i>ζ</i>
ета	H	η	<i>H</i>	<i>η</i>
тета	Θ	ϑ, θ	<i>Θ</i>	<i>ϑ, θ</i>
йота	I	ι	<i>I</i>	<i>ι</i>

Кінець таблиці 7

Назва	Прямий шрифт		Курсивний шрифт	
каппа	Κ	κ, κ	<i>Κ</i>	<i>κ, κ</i>
лямбда	Λ	λ	<i>Λ</i>	<i>λ</i>
мю	Μ	μ	<i>Μ</i>	<i>μ</i>
ню	Ν	ν	<i>Ν</i>	<i>ν</i>
ксі	Ξ	ξ	<i>Ξ</i>	<i>ξ</i>
омікрон	Ο	ο	<i>Ο</i>	<i>ο</i>
пі	Π	π, π	<i>Π</i>	<i>π, π</i>
ро	Ρ	ρ, ς	<i>Ρ</i>	<i>ρ, ς</i>
сигма	Σ	σ	<i>Σ</i>	<i>σ</i>
тау	Τ	τ	<i>Τ</i>	<i>τ</i>
іпсилон	Υ	υ	<i>Υ</i>	<i>υ</i>
фі	Φ	φ, φ	<i>Φ</i>	<i>φ, φ</i>
хі	Χ	χ	<i>Χ</i>	<i>χ</i>
псі	Ψ	ψ	<i>Ψ</i>	<i>ψ</i>
омега	Ω	ω	<i>Ω</i>	<i>ω</i>

ДОДАТОК А (обов'язковий)

ТЕРМІНИ, ВЖИТІ В НАЗВАХ ФІЗИЧНИХ ВЕЛИЧИН

А.1 Загальні положення

Якщо немає жодної спеціальної назви для величини, то назва зазвичай утворюється в поєднанні з такими термінами, як коефіцієнт, множник, параметр, співвідношення, стала тощо. Аналогічно, такі специфічні терміни, як щільність (густина), молярний, концентрація тощо долучають до назв фізичних величин для позначення інших пов'язаних або похідних величин. Так само, як і у виборі відповідного символу, назва фізичної величини може також потребувати деяких настанов.

До намірів цього додатка не належить нав'язування жорстких правил щодо усунення відхилів, які доволі часто трапляються в різних наукових мовах. Проте під час найменування нових величин потрібно виконувати принципи, наведені тут. Крім того, за перегляду наявних термінів, відхили від цих принципів має бути критично проаналізовано.

Оскільки фізичні величини самі завжди залежать від одиниць, у яких їх виражають, назва величини не повинна збігатися з назвою будь-якої відповідної одиниці. Проте є кілька винятків із цього загального правила, наприклад, напруга. Назва «електрична напруга» відповідає напрузі в багатьох інших мовах, крім англійської. Рекомендовано вживати назву «електрична напруга» за будь-яких обставин, де це можливо. Також див. термін «молярний» у примітці в А.6.5.

Примітка 1. Більшість прикладів у цьому додатку взято з наявної практики та їх не можна застосовувати як нові рекомендації.

Примітка 2. Назви термінів значною мірою залежать від мови, і ці рекомендації здебільшого належать до англійської мови.

А.2 Коефіцієнти, множники

А.2.1 Якщо за певних умов величина A пропорційна іншій величині B , то це може бути виражено мультиплікативним відношенням $A = k \cdot B$. Величину k , яка входить до цього рівняння як співмножник, часто називають коефіцієнт або множник.

A.2.2 Термін «коефіцієнт» потрібно використовувати, якщо дві величини A та B мають різні розмірності.

Приклад 1

коефіцієнт Голла: A_H	$E_H = A_H (B \times J);$
коефіцієнт лінійного розширення: α_l	$dL/L = \alpha_l dT;$
коефіцієнт дифузії: D	$J = -D \text{ grad } n.$

Примітка. Іноді термін «модуль» вживають замість терміна «коефіцієнт».

Приклад 2

Модуль пружності: E	$\sigma = E\varepsilon$
-----------------------	-------------------------

A.2.3 Термін «множник» (або «коефіцієнт») потрібно використовувати, якщо дві величини A та B мають однакову розмірність.

Приклад

коефіцієнт зв'язку: k	$L_{mn} = k(L_m L_n)^{1/2};$
добротність: Q	$ X = QR;$
коефіцієнт тертя: μ	$F = \mu F_n.$

Національна примітка

У цьому стандарті в A.2.3 наведено українські терміни «множник» та «коефіцієнт» як переклад міжнародного терміна «*factor*» (з ISO 80000-1). Два варіанти перекладу наведено з тих причин, що в природничих науках та технологіях застосовують стандартизовані українські терміни, які мають установлену назву. Наприклад, терміну англійською мовою «*quality factor*» відповідає термін українською мовою «*добротність*», і його не можна перекласти як «множник якості».

Тому для приведення термінології міжнародного стандарту у відповідність з українською термінологією, англійський термін «*factor*» може бути застосовано в цьому стандарті у двох варіантах.

A.3 Параметри, числа, співвідношення

A.3.1 Комбінації величин, які трапляються у вигляді рівнянь, часто розглядають як нові величини. Такі величини іноді називають «параметрами».

Приклад

Параметр Грюнайзена: γ	$\gamma = \alpha_V / (k c_V \rho)$
-------------------------------	------------------------------------

A.3.2 Деякі комбінації величин з розмірністю один, наприклад, використовувані за позначення явищ переміщення, називають *характеристичними числами*, та вони містять термін «число» у своїх назвах.

Приклад

число Рейнольдса: Re	$Re = \rho v / \eta$
число Прандтля: Pr	$Pr = \eta c_p / \lambda$

A.3.3 Частки двох величин з розмірністю один часто називають *відношенням*

Приклад 1

Відношення питомих теплоємностей: γ	$\gamma = C_p / C_v$
Термодифузійне відношення: k_T	$k_T = D_T / D$
Відношення рухливостей: b	$b = \mu_- / \mu_+$

Іноді термін «частка» вживають для відношень, значення яких менше ніж одиниця.

Приклад 2

Частка кількості речовини компонента В: x_B	$x_B = n_B / n$
Коефіцієнт пакування f :	$f = \Delta_r / A$

Термін «показник» іноді вживають замість терміна «відношення». Поширення цієї практики не рекомендовано.

Приклад 3показник заломлення: n

$$n = c_0/c$$

A.4 РівніЛогарифм відношення кількості Q й опорне значення цієї величини Q_0 називають рівнем.**Приклад**рівень енергетичної величини: L_P

$$L_P = \ln(P/P_0)$$

A.5 Константи

A.5.1 Величину, яка має незмінне значення за будь-яких обставин, називають *універсальною сталою* або *фундаментальною фізичною сталою*. Якщо спеціальної назви немає, то його назва вочевидь охоплює термін «стала».

Прикладгравітаційна стала: G стала Планка: h

A.5.2 Величину, яка має незмінне значення за будь-яких обставин для конкретної речовини, називають *матеріальною константою*. Знову таки, за умови, якщо жодної спеціальної назви немає, назва такої величини містить термін «стала».

ПрикладСтала розпаду для окремого ізотопу: λ

A.5.3 Іншим величинам, які мають незмінне значення за будь-яких обставин або їх визначено в результаті математичних обчислень, іноді також надають назви, зокрема «стала». Поширення цієї практики не рекомендовано.

ПрикладСтала рівноваги для хімічної реакції (яка змінюється залежно від температури): K_p Стала Маделунга для окремої кристалічної решітки: α **A.6 Терміни загального призначення**

A.6.1 Прикметник «питома» долучають до назви величини, щоб зазначити відношення цієї величини до маси.

ПрикладПитома теплоємність: c $c = C/m$ Питомий об'єм: v $v = V/m$ Питома ентропія: s $s = S/m$ Питома активність: a $a = A/m$

Примітка. Прикметник «масовий» або термін «на одиницю маси» іноді вживають замість прикметника «питомий».

Національна примітка.

В Україні прийнято вживати термін «питомий» («*specific*»). Терміни «масовий» («*mass*») та «на одиницю маси» («*massic*») не вживають.

A.6.2 Іменник «густина» чи термін «на одиницю об'єму» долучають до назви величини, щоб зазначити відношення цієї величини до об'єму. Див. також A.6.3 та A.6.4.

ПрикладМасова густина чи маса на одиницю об'єму: ρ $\rho = m/V$ Густина електричного заряду або електричний заряд на одиницю об'єму: ρ $\rho = Q/V$ Густина енергії або енергія на одиницю об'єму: e $e = E/V$ Густина кількості або кількість на одиницю об'єму: n $n = N/V$

Національна примітка.

В Україні прийнято вживати терміни «масова густина» («*mass density*»), «густина електричного заряду» («*electric charge density*»), «густина енергії» («*energy density*»). Термін «на одиницю об'єму» («*volumic*») у назвах зазначених величин в Україні не вживають.

A.6.3 Терміни «поверхнева ... густина» чи «на одиницю площі» долучають до назви величини, щоби зазначити відношення цієї величини до площі.

Крім того, іноді вживають іменник «площа».

Приклад 1

Маса на одиницю площі або поверхнева густина: ρ_A

$$\rho_A = m/A$$

Заряд на одиницю площі або поверхнева густина електричного заряду: ρ_A

$$\rho_A = Q/A$$

Національна примітка.

В Україні прийнято вживати терміни «поверхнева густина» («*surface mass density*»), «поверхнева густина електричного заряду» («*surface electric density*»). Терміни «на одиницю площі» («*areic*») та «площа» («*area*») у назвах зазначених величин в Україні не вживають.

Іменник «густина» чи термін «на одиницю площі» долучають до назви величини, яка виражає потік або струм, щоби зазначити відношення цієї величини до площі. Див. також A.6.2.

Приклад 2

Поверхнева густина теплового потоку або тепловий потік на одиницю площі: q

$$q = \Phi/A$$

Поверхнева густина електричного струму або електричний струм на одиницю площі: J

$$J = I/A$$

Густина магнітного потоку або магнітний потік на одиницю площі: B

$$B = \Phi/A$$

Національна примітка.

В Україні прийнято вживати терміни «поверхнева густина теплового потоку» («*density of heat flow rate*»), «поверхнева густина електричного струму» («*electric current density*»), «густина магнітного потоку» («*magnetic flux density*»). Термін «на одиницю площі» («*areic*») у назвах зазначених величин в Україні не вживають.

A.6.4 Термін «лінійна густина» чи прикметник «лінійний», або термін «на одиницю довжини» долучають до назви величини, щоби зазначити відношення цієї величини до довжини. Крім того, іноді вживають термін «лінія».

Приклад 1

Лінійна густина маси або маса на одиницю довжини: ρ_l

$$\rho_l = m/l$$

Національна примітка.

В Україні прийнято вживати термін «лінійна густина» («*linear mass density*»). Терміни «на одиницю довжини» («*lineic*») та «лінія» («*line*») в назвах зазначених величин в Україні не вживають.

Термін «лінійний» також долучають до назви величини винятково для розрізнення між аналогічними величинами.

Приклад 2

Середній лінійний пробіг: R

$$R = \Sigma R_i/n$$

Середній масовий пробіг: $R\rho$

$$R\rho = R\rho$$

Коефіцієнт лінійного розширення: α_l

$$\alpha_l = l^{-1}dl/dT$$

Коефіцієнт об'ємного розширення: α_V

$$\alpha_V = V^{-1}dV/dT$$

Лінійний коефіцієнт ослаблення: μ

$$\mu = -J^{-1}dJ/dx$$

Масовий коефіцієнт ослаблення: μm

$$\mu m = \mu/\rho$$

A.6.5 Прикметник «молярний» долучають до назви величини, щоб зазначити відношення цієї величини до кількості речовини.

Приклад

Молярний об'єм: V_m $V_m = V/n$

Молярна внутрішня енергія: U_m $U_m = U/n$

Молярна маса: M $M = m/n$

Примітка. Однак термін «молярний» порушує принцип, згідно з яким назва величини не повинна відображати назви відповідної одиниці (у цьому разі, моль). Див. А.1.

A.6.6 Термін «концентрація» долучають до назви величини, особливо для речовини в суміші, щоб зазначити відношення цієї величини до загального об'єму.

Приклад

Молярна концентрація В: c_B $c_B = n_B/V$

Концентрація молекул В: C_B $C_B = N_B/V$

Масова концентрація В: ρ_B $\rho_B = m_B/V$

Термін «спектральна концентрація» вживають в англійській мові для позначення функції спектрального розподілу.

Національна примітка.

В Україні прийнято вживати термін «спектральна густина» замість терміна «спектральна концентрація».

ДОДАТОК В

(обов'язковий)

ОКРУГЛЕННЯ ЧИСЕЛ

В.1 Округлення означає заміну величини заданого числа на інше, яке називають округленим числом, вибраним з послідовності цілих кратних вибраного діапазону округлення.

Приклад 1

Діапазон округлення: 0,1

Цілі кратні: 12,1; 12,2; 12,3; 12,4 тощо

Приклад 2

Діапазон округлення: 10

Цілі кратні: 1 210; 1 220; 1 230; 1 240 тощо

В.2 Якщо є лише одне ціле кратне, найближче до заданого числа, то його приймають як округлене число.

Приклад 1

Діапазон округлення: 0,1

Задане число	Округлене число
12,223	12,2
12,251	12,3
12,275	12,3

Приклад 2

Діапазон округлення: 10

Задане число	Округлене число
1 223,3	1 220
1 225,1	1 230
1 227,5	1 230

В.3 Якщо є дві послідовні цілі кратні, однаково наближені до заданого числа, то застосовують два різні правила.

Правило А. Ціле кратне вибирають як округлене число

Приклад 1

Діапазон округлення: 0,1

Задане число	Округлене число
12,25	12,2
12,35	12,4

Приклад 2

Діапазон округлення: 10

Задане число	Округлене число
1 225,0	1 220
1 235,0	1 240

Правило В. Кратне число більше за розміром вибирають як округлене число

Приклад 1

Діапазон округлення: 0,1

Задане число	Округлене число
12,25	12,3
12,35	12,4
-12,25	-12,3
-12,35	-12,4

Приклад 2

Діапазон округлення: 10

Задане число	Округлене число
1 225,0	1 230
1 235,0	1 240
-1 225,0	-1 230
-1 235,0	-1 240

Правило А зазвичай є переважним та має особливу перевагу, наприклад, під час оброблення серії вимірювань, щоб мінімізувати похибки округлення.

Правило В іноді застосовують в обчислювальних машинах.

В.4 Округлення більше ніж на один розряд із застосуванням правил, наведених вище, може призводити до помилок. Отже, округлення завжди виконують лише в один крок.

Приклад

12,254 має бути округлено до 12,3, а не спочатку до 12,25, а потім до 12,2.

В.5 Правила, наведені вище, потрібно застосовувати лише в разі відсутності спеціальних критеріїв для вибору округленого числа, які має бути враховано. Наприклад, у тих випадках, коли має бути виконано вимоги щодо безпеки або інші обмеження, доцільно виконувати округлення лише в одному напрямку.

В.6 Діапазон округлення має бути завжди зазначено.

ДОДАТОК С
(обов'язковий)

ЛОГАРИФМІЧНІ ВЕЛИЧИНИ ТА ЇХНІ ОДИНИЦІ

С.1 Загальні вимоги

Логарифмічні величини є величинами, визначуваними за допомогою логарифмічних функцій. Для однозначності за позначення символу логарифмічних величин має бути чітко зазначено основу логарифма.

Залежно від виду аргументу логарифма, логарифмічні величини класифікуються так:

а) *логарифмічні співвідношення*, визначувані логарифмом співвідношення двох величин одного роду;

б) *логарифмічні величини*, у яких аргумент явно задається у вигляді числа, наприклад *логарифмічні величини в теорії інформації*;

с) *інші логарифмічні величини*.

Логарифм аргументу, за будь-якої основи, несе таку саму інформацію щодо фізичної ситуації, як і сам аргумент безпосередньо. Величини, отримані логарифмуванням за різних основ, є пропорційними одна до одної, але мають різні числові значення й, отже, є різними величинами. У конкретній сфері застосування має бути застосовано логарифми з однією основою.

С.2 Логарифмічні силові величини

Силовую величиною називають величину, квадрат якої пропорційний енергії в лінійних системах. Такі величини раніше мали назву *величини поля* у зв'язку з логарифмічними величинами, але цю назву наразі не застосовують, оскільки величина поля має інше значення, тобто величина, що залежить від вектора \vec{r} .

Для силових величин, які синусоїдально змінюються в часі, аргументом логарифма є їхнє середньоквадратичне значення.

Для несинусоїдальних силових величин має бути застосовано середньоквадратичне значення за відповідним інтервалом часу. Для періодичної величини відповідний часовий інтервал — один період.

Комплексну систему подання величин часто застосовують для синусоїдальних силових величин, наприклад, у галузі телекомунікацій та акустиці. Взяття логарифмів співвідношень комплексних величин потрібно виконувати лише із застосуванням натуральних логарифмів. Багато інших математичних рівнянь та операцій також стають простішими, якщо застосовують натуральний логарифм. Саме тому натуральні логарифми застосовують у Міжнародній системі величин ICQ. За допомогою натуральних логарифмів одиниця «непер», позначення Нп, стає когерентною із SI, але її ще не прийнято CGPM як одиницю SI.

У теоретичних розрахунках одиниця «непер», Нп, для амплітуди, разом з одиницею радіан, рад, для фазового кута, впливають із системи комплексного представлення величин та натуральних логарифмів.

Проте з історичних причин, одиницю бел, позначення Б, та його частинну одиницю децибел, позначення дБ, широко застосовують на практиці, коли є лише амплітуда, а не фаза. Бел визначають за допомогою десятикового логарифма.

С.3 Логарифмічні енергетичні величини

Величину, пропорційну енергії, називають *енергетичною величиною*. У цьому контексті в багатьох випадках величини, пов'язані з енергією, називають енергетичними величинами. Якщо енергетична величина, пропорційна квадрату відповідної силової величини, логарифмічна величина має таке саме числове значення, оскільки множник $1/2$ міститься у визначенні логарифмічної енергетичної величини.

С.4 Логарифмічні величини в теорії інформації

У теорії інформації застосовують логарифми з трьома різними основами, а саме: 2, e та 10. Одиницями величин є: шеннон, Ш; натуральна одиниця інформації, нат; і гартлі, Гарт, відповідно.

ДОДАТОК D
(довідковий)

**МІЖНАРОДНІ ОРГАНІЗАЦІЇ У СФЕРІ
ВЕЛИЧИН ТА ОДИНИЦЬ**

D.1 JCGM

JCGM — Об'єднаний комітет з настанов у галузі метрології. Це Міжнародний об'єднаний комітет з восьми міжнародних організацій (BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP та OIML). JCGM відповідальний за *Настанову з вираження невизначеності вимірювань у галузі метрології*, GUM, та за *Міжнародний словник вимірювань*, VIM.

Функції секретаріату JCGM виконує BIPM.

D.2 CGPM — CIPM — BIPM

CGPM — Генеральна конференція мір та ваг, яка складається з делегатів усіх держав-членів.

CIPM — Міжнародний комітет мір та ваг, який виконує свою діяльність під керівництвом CGPM.

BIPM — Міжнародне бюро мір та ваг, яке виконує свою діяльність під керівництвом CIPM.

D.3 IEC — IEC/TC 25

IEC — Міжнародна електротехнічна комісія. IEC/TC 25 — Технічний комітет 25 «Величини та одиниці».

D.4 IFCC

IFCC — Міжнародна федерація клінічної хімії та лабораторної медицини.

D.5 ILAC

ILAC — Міжнародне співробітництво з акредитації лабораторій.

D.6 ISO — ISO/TC 12

ISO — Міжнародна організація зі стандартизації. ISO/TC 12 — Технічний комітет 12 «Величини та одиниці».

D.7 IUPAC

IUPAC — Міжнародний союз теоретичної та прикладної хімії.

D.8 IUPAP

IUPAP — Міжнародний союз теоретичної та прикладної фізики.

D.9 OIML — CGML — CIML — BIML

OIML — Міжнародна організація законодавчої метрології. Органами цієї організації є CGML — Міжнародна конференція законодавчої метрології; CIML — Міжнародний комітет законодавчої метрології, та BIML — Міжнародне бюро законодавчої метрології.

БІБЛІОГРАФІЯ

- 1 ISO 80000-2:2009 Quantities and units — Part 2: Mathematical signs and symbols to be used in the natural sciences and technology
- 2 ISO 80000-9 Quantities and units — Part 9: Physical chemistry and molecular physics
- 3 ISO/IEC Directives, Part 2, 2004, Rules for the structure and drafting of International Standards
- 4 ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- 5 IEC 60027-1 Letter symbols to be used in electrical technology — Part 1: General
- 6 IEC 60027-2 Letter symbols to be used in electrical technology — Part 2: Telecommunications and electronics
- 7 IEC 80000-13:2008 Quantities and units — Part 13: Information science and technology
- 8 BIPM The International System of Units (SI), 8th edition (2006), <http://www.bipm.org/en/si/>
- 9 CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants: 2006 <http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

1 ISO 80000-2:2009 Величини та одиниці. Частина 2. Математичні знаки й символи, що використовують у природничих науках і технологіях

2 ISO 80000-9 Величини та одиниці. Частина 9. Фізична хімія та молекулярна фізика

3 ISO/IEC Директиви, Частина 2, 2004, Правила для побудови та формулювання міжнародних стандартів

4 ISO/IEC 98-3:2008 Невизначеність вимірювань. Частина 3. Настанова з вираження невизначеності вимірювань (GUM:1995)

5 IEC 60027-1 Літерні позначення, що використовують в електротехніці. Частина 1. Загальні положення

6 IEC 60027-2 Літерні позначення, що використовують в електротехніці. Частина 2. Телекомунікації та електроніка

7 IEC 80000-13:2008 Величини та одиниці. Частина 13. Інформатика та інформаційні технології

8 BIPM Міжнародна система одиниць (SI), 8-е видання (2006), <http://www.bipm.org/en/si/>

9 CODATA Рекомендовані значення фундаментальних фізичних констант: 2006
<http://physics.nist.gov/cuu/Constants/index.html>

Код УКНД 17.020

Ключові слова: величина, Міжнародна система величин, Міжнародна система одиниць, одиниця, основна одиниця, позасистемна одиниця вимірювання, похідна одиниця, розмірність величини.

Редактор **Л. Ящук**
Верстальник **Т. Олексюк**

Підписано до друку 21.11.2017. Формат 60 × 84 1/8.
Ум. друк. арк. 4,65. Зам. 1999. Ціна договірна.

Виконавець
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр
проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115

Свідectво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру видавців,
виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006 серія ДК № 1647