

Додаток Б. Літерні позначення фізичних величин за ІЕС 60027-1

У вітчизняній науково-технічній літературі для літерних позначень фізичних величин зазвичай застосовується ще радянський стандарт – ГОСТ 1494-77, у якому було зазначено таке: «Буквенные обозначения, установленные в настоящем стандарте, обязательны для применения в документации всех видов, учебниках, учебных пособиях, технической и справочной литературе». І хоча у тому ж стандарті було зазначено, що він «... полностью соответствует СТ СЭВ 3231-81, Публикациям МЭК 27-1¹, 27-1а и 27-2 и рекомендации ИСО R31», насправді ГОСТ 1494 у дуже великій кількості деталей, подекуди достатньо принципових, відрізняється від сутності положень ІЕС 60027-1. У цьому Додатку ми надамо лише інформацію щодо основних правил літерних позначень, зафіксованих у міжнародному стандарті ІЕС 60027-1, супроводжуючи цю інформацію прикладами оформлення математичних формул. При цьому ми не будемо жорстко дотримуватися послідовності викладення матеріалу, прийнятого у стандарті ІЕС 60027-1, а до прикладів, наведених у стандарті, додамо власні, які, на наш погляд, сприятимуть кращому розумінню матеріалу.

Б.1. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗОБРАЖЕННЯ СИМВОЛІВ ВЕЛИЧИН

У стандарті ІЕС 60027-1 застосовується термін «printing», який поєднує два поняття: власне «друкування» (printing) та «написання» (writing). У даному Додатку ми будемо застосовувати це узагальнене поняття у формі «зображення», розповсюджуючи його на друковану та письмову форми.

Символи для позначення величин (symbols for quantities) – це зазвичай одиночні літери латинського та грецького алфавітів, іноді з індексами (subscripts) або іншими модифікувальними позначками або знаками (modifying signs). Для символів бажано застосовувати шрифт Times New Roman. Символи зображують курсивом (*italic*) незалежно від типу шрифту, який застосовується в решті тексту. Для позначення векторних величин слід застосовувати напівжирний шрифт. Як виняток, для позначення величин іноді застосовують дві літери (наприклад *Re* – число Рейнольдса). Якщо такий дволітерний символ застосовується як множник у добутку, його слід відділяти від інших символів. Стандартизовані символи для зображення величин та констант, які зазвичай застосовуються в електротехніці, наводяться в ІЕС 60027-1 у таблицях 1 – 5. Наприкінці цього Додатку ми наведемо лише деякі символи з вказаних таблиць, які найчастіше застосовуються в електротехніці та електромеханіці.

Кількість фізичних величин, які застосовуються в електротехніці та електромеханіці, набагато перевищує кількість літер латинського та грецького алфавітів, тому, коли у певному контексті для різних величин стандарт пропонує однакові літерні позначення (наприклад, в одній формулі фігурують механічна сила та магніторухійна сила – MP , для яких у стандарті надається однакове позначення – F), розрізнення цих величин може бути зроблено за допомогою індексів (subscripts). Для індексів слід застосовувати літери латинського та грецького алфавітів, числа та

¹ Починаючи з 1998 р., до номерів Публікацій ІЕС (стандарти, технічні звіти тощо) стали додавати 60000, отже «Публикация МЭК 27-1» – це зараз частина перша групи стандартів 60027 – ІЕС 60027-1.

деякі спеціальні символи (наприклад, « // » – паралельний, « ⊥ » – перпендикулярний, « - » – постійний, « ~ » – змінний тощо). **Усі індекси мають бути зображені прямим шрифтом за двома винятками, коли їх слід зображати курсивом:**

- 1) індекс позначає символ фізичної величини;
- 2) індекс складається з одного або декількох літерних символів, які позначають порядкові числа.

Приклади зображення символів величин із застосуванням індексів

Прямі (upright, roman) індекси:

- C_g – теплоємність у газоподібному стані (**g**: heat capacity in the **g**as phase);
 g_n – стандартне (нормальне до поверхні землі) прискорення вільного падіння (**n**: standard (**n**ormal) acceleration of free fall);
 μ_r – відносна магнітна проникність (**r**: **r**elative permeability);
 E_k – кінетична енергія (**k**: **k**inetic energy);
 χ_e – діелектрична сприйнятливість (**e**: **e**lectric susceptibility);
 $T_{1/2}$ – період напіврозпаду (1/2: half-life, half-period).

Похили (italic, sloping) індекси:

- C_p – теплоємність при незмінному тиску (**p**: heat capacity at constant **p**ressure);
 ρ_m – густина (питома вага) речовини (**m**: **m**ass density, volumic **m**ass);
 H_x – проекція вектору напруженості магнітного (магнетного) поля (magnetic field strength) на вісь абсцис (**x**: **x** coordinate);
 M_{ik} – взаємна індуктивність (mutual inductance) контурів струму з поточними номерами *i* та *k* (*i*, *k*: running numbers).

У більшості випадків для розрізнення величин застосовуються індекси, але інколи доречно застосовувати інші розпізнавальні ознаки, такі як типографські символи або варіанти шрифтів. У деяких випадках припустимо застосовувати різні, але зв'язані літерні символи.

Розглянемо деякі приклади розрізнення величин.

Індекси:

- B_0 – магнітна (магнетна) індукція у вакуумі (magnetic flux density in vacuum);
0: число, а не літера);
 I_a, I_b, I_c etc – струми у різних провідниках (current in different conductors);
 f_{\min} – мінімальне значення частоти (minimum value of frequency);

Варіанти шрифтів:

- i* – миттєве значення струму (instantaneous value of current);
I – середньоквадратичне значення струму (root-mean-square value of current);
F – вектор сили (force vector);

Типографські символи:

- \hat{i}, \hat{I} – пікове значення струму (peak value of current).

Різні, але зв'язані літерні символи:

- α, β, γ – три різні кути (three different angles).

Б.2. ОСНОВНІ ПРАВИЛА ПОБУДОВИ ІНДЕКСІВ

Б.2.1. Порядок надання переваг

Індексам та іншим розпізнавальним ознакам, які є незалежними від мови (див. Б.2.2) та индексам міжнародного характеру (див. Б.2.3) слід надавати перевагу над

іншими формами індексів (див. Б.2.4).

Б.2.2. Індекси та інші розпізнавальні ознаки, які є незалежними від мови

Індекси

Незалежними від мови індексами можуть бути числа, математичні символи та знаки, послідовності літер, посилальні літери, літерні символи для величин та одиниць виміру, а також символи, що позначають хімічні елементи.

Числа

Числа можуть представляти: порядок, ступінь важливості та базис підрахунку. Індекс «0» (нуль) застосовується не тільки як число, а також для базового значення та початкових й еталонних умов.

Застосувати римські цифри у індексах слід вкрай обережно, адже вони власне є літерами.

Начертання літери «l» та цифри «1» у шрифті «Times New Roman» співпадають, тому слід потурбуватися, щоб запобігти невизначеності.

Приклади числових індексів:

i_1 , i_2 , i_3 – основна (перша), друга та третя гармонічні складові струму (the fundamental and the second and third harmonic components of a current) або струм у провідниках 1, 2 та 3 (current in conductors 1, 2 and 3) або струм в одному провідникові у три різні моменти часу (current in the same conductor at three different moments);

R_{50} – опір при температурі 50°C (resistance at a temperature of 50°C) або опір при частоті 50 Hz (resistance at a frequency of 50 Hz);

U_{99} – напруга пробою з вірогідністю 99% (spark over voltage with 99% probability).

Математичні знаки та символи

Приклад:

i_∞ – значення струму у безкінечності або при $t \rightarrow \infty$;

Послідовність літер

Вибрані елементи однієї фізичної величини, які розташовані у певній послідовності, зручніше розрізняти за допомогою літерних індексів, аніж за допомогою цифрових індексів. При цьому можуть застосовуватися великі або малі літери, але перевагу слід надавати малим літерам.

Приклад:

Q_a , Q_b , Q_c – три різні електричні заряди (three different electric charges).

Рекомендовані літери

У деякій мірі індекс має означати приналежність символу до чогось, наприклад стосовно обмеження до специфічного розташування, до специфічних точок у часі, специфічних деталей або частин апаратів, до специфічних процесів, до специфічних речовин, до специфічних полів (електричних, механічних тощо).

Приклади:

E_B – напруженість електричного поля в точці B (electric field strength at point B);

S_{EF} – довжина шляху від точки E до точки F (length of path from point E to point F);

A_{KLM} – площа трикутника з кутами K, L та M (area of a triangle with the corners K, L and M);

I_L , I_N – струми у лінійному та робочому нейтральному провідниках (current in line conductor, current in neutral conductor);

Символи величин або одиниць виміру як індекси

Коли індексом є літерний символ для величини або для одиниці виміру, він має бути зображений у тому ж стилі, який застосовується для величини або для одиниці виміру, тобто символи величин мають бути зображені курсивом, а символи одиниць виміру – прямим шрифтом.

Приклади:

C_V – теплоємність при постійному об'ємі V (heat capacity at constant volume V);
 δ_C – кут втрат конденсатора ємністю C (loss angle of capacitor of capacitance C);
 W_{3h} – енергетична ємність акумуляторної батареї при тригодинному (3h) розряді (energy capacity of a battery at three hours discharge).

Символи хімічних елементів

Офіційно прийняті на міжнародному рівні символи хімічних елементів є незалежними від мови й можуть бути застосовані як індекси.

Приклад:

ρ_{Cu} – питомий опір міді – Cu (resistivity of copper);

Інші засоби розрізнення

Для розрізнення різних типів значень (наприклад, миттєве значення, середньоквадратичне значення, пікове значення, найменше значення, середнє значення тощо) мають бути застосовані великі та малі літери, а також деякі позначення (ˆˆˆˆˆ тощо).

Приклади:

u – миттєве значення напруги (instantaneous value of voltage);

U – середньоквадратичне значення напруги (root-mean-square value of voltage, r.m.s. voltage);

\bar{U} – середнє (на певному інтервалі часу) значення напруги (average value of voltage);

\hat{U} – пікове значення напруги (peak value of voltage);

\check{U} – найменше значення напруги (minimal value of voltage);

ϵ' – дійсна частина комплексної електричної проникності (real part of complex permittivity);

ϵ'' – уявна частина комплексної електричної проникності (imaginary part of complex permittivity).

Б.2.3. Індекси міжнародного характеру

Власні імена

Абревіатури власних імен майже у всіх мовах є однаковими або практично однаковими. Таким чином, ці абревіатури мають міжнародний характер і вони можуть бути застосовані як індекси.

Приклади:

T_C – температура або точка Кюрі (Curie temperature);

R_H – коефіцієнт Холла (Hall coefficient).

Слова, що походять від латини та грецької мови

Латина та грецька мова є основою більшості наукових та технічних слів, відтак абревіатури таких слів є зручними для застосування у якості індексів.

Приклади:

P_{el} – електрична потужність (electrical power);

v_i – початкова швидкість (initial velocity);

p_{cr} – критичний тиск (**critical pressure**);
 B_i – внутрішня магнітна (магнетна) індукція (**intrinsic magnetic flux density**);
 T_{ext} – зовнішня термодинамічна температура (**external thermodynamic temperature**);
 R_{eq} – еквівалентний опір (**equivalent resistance**).

Слова, що не походять від латини та грецької мови

Багато слів, створених вже у новий час для наукових та технічних цілей, мають міжнародний характер і аббревіатури таких слів є придатними для застосування у якості індексів.

Приклад:

C_g – теплоємність у газоподібному стані (**heat capacity in the gas phase**).

Б.2.4. Інші індекси

Якщо не можливо в окремих випадках знайти латинські, грецькі та інші міжнародні слова, з яких можна створити задовільний індекс, перевагу слід надати довільно підібраним літерам або цифрам. Якщо ж такий спосіб видається непридатним, підбір індексу слід здійснити із слів, які є спільними для багатьох мов.

Б.2.5. Деякі зауваження

Коли індекс, побудований за викладеними вище правилами, неоднозначно або недостатньо визначає сутність величини, його значення має бути уточнене. Наприклад, індекс «i» може означати «initial» (початковий), «induced» (наведений, індукований), «intrinsic» (власний). Запобігти неоднозначності можна застосуванням більш довгих індексів, наприклад, «ini» для «initial», «ind» для «induced», «intr» для «intrinsic».

Індекси, які є аббревіатурами слів, що не є власними іменами, зазвичай записуються малими літерами, але іноді доречно застосовувати в індексах одночасно великі та малі літери аби розрізнити їх значення, що має бути визначено. У такий спосіб у певному контексті велика літера в індексі може бути застосована для позначення сумарного значення величини, а малі літери в індексах – для позначення компонент цієї величини. В іншому контексті великі літери в індексах можуть бути застосовані для позначення зовнішніх значень, а малі літери – для позначення внутрішніх значень.

Б.2.6. Складені індекси

Застосування складених індексів, тобто індексів, які складаються з декількох частин, слід уникати. Коли складений індекс все ж таки застосовується, його частини слід розташовувати на одному рівні. Єдиним винятком може бути випадок, коли літерний символ, що застосовується як індекс, складається з літери з індексом, наприклад, для температурного коефіцієнту α магнітного опору R_m повний символ може бути записаний у не спрощеній формі як α_{R_m} , а у спрощеній – як α_{Rm} .

Різні частини складеного індексу можуть бути відділені одна від одної невеликими інтервалами. Слід уникати застосування ком між частинами складеного індексу, але якщо треба запобігти двозначності, коми можуть бути застосовані. З тією ж метою частини індексу можна брати у дужки. Загального правила щодо частин індексів не існує, але бажано першою розташовувати частину, яка позначає вид величини, а частину, яка позначає особливі умови, слід розташовувати останньою. Як вже зазначалося, загальних правил щодо формування складених індексів не існує, тому порядок розташування частин індексу може також залежати від точки зору автора тексту.

Наведемо декілька прикладів складених індексів:

$R_{m \max}$ – максимальне значення магнітного опору (maximum value of reluctance);

\hat{u}_{bv} – пікове значення змінної частини напруги в точці b (peak value of variable part of voltage at b);

$i_{4(2)}$ – миттєве значення другої гармоніки у провіднику 4 (instantaneous value of the second harmonic of current in conductor 4);

L_{mn} – взаємна індуктивність (mutual inductance) контурів з номерами m та n ;

$Z_{12,13}$ – елемент 12-го рядку та 13-ї колонки матриці імпедансу (element in the twelfth row and the thirteenth column of an impedance matrix);

J_{3y} – y -компонента третьої гармоніки густини струму J ;

J_{y3} – третя гармоніка y -компоненти густини струму J .

Складених індексів можна уникнути за рахунок представлення у функціональній формі, наприклад енергоємність акумуляторної батареї при розряді її впродовж трьох годин при температурі -40°C може бути представлена так: $W(3h, -40^\circ\text{C})$.

Б.3. ПОЄДНАННЯ СИМВОЛІВ. ЕЛЕМЕНТАРНІ ОПЕРАЦІЇ З ВЕЛИЧИНАМИ

Б.3.1. Елементарні операції з величинами

Коли символи величин поєднані у добутку (product), цей процес поєднання може бути представлений одним з таких способів:

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

Примітка. У деяких сферах, зокрема у векторному аналізі, існує розрізнення між $a \cdot b$ (скалярний добуток – scalar product, dot product) та $a \times b$ (векторний добуток – cross product, vector product).

Ділення (division) однієї величини на іншу може бути представлено одним з таких способів:

$$\frac{a}{b}, a/b$$

або зображенням добутку a та b^{-1} , наприклад $a \cdot b^{-1}$.

Ця процедура може розповсюджуватися на випадки, коли чисельник та (або) знаменник самі є добутками або дробами, але у таких комбінаціях знак ділення (/ – solidus) не повинен слідувати за знаком добутку або іншим знаком ділення в одному рядку, якщо не застосовані дужки з метою запобігання невизначеності у випадках, коли така невизначеність може виникнути.

Приклади:

1.
$$\frac{ab}{c} = ab/c = abc^{-1} = a \cdot b/c$$

У цьому прикладі невизначеність не виникає, тому знак ділення може слідувати в одному рядку із знаком добутку без застосування дужок.

2.
$$\frac{a/b}{c} = (a/b)/c = ab^{-1}c^{-1}, \text{ але не } a/b/c$$

3.
$$\frac{a/b}{cd} = (a/b)/(c \cdot d), \text{ але не } a/b/c \cdot d$$

4.
$$\frac{a/b}{c/d} = (a/b)/(c/d), \text{ але не } a/b/c/d$$

Знак ділення (/) може застосовуватися у випадках, коли чисельник (numerator) та (або) знаменник (denominator) містять операції додавання або

віднімання, за умови, що до цих операцій застосовані круглі, прямокутні або фігурні дужки (parentheses or brackets or braces).

Приклади:

$$1. \frac{a+b}{c+d} = (a+b)/(c+d)$$

У цьому випадку дужки є необхідними.

$$2. a + \frac{b}{c} + d = a + b/c + d$$

У цьому випадку, враховуючи правило пріоритету операції ділення стосовно операції додавання, невизначеності немає, але краще застосувати дужки:

$$a + (b/c) + d.$$

Дужки слід застосовувати також для того, щоб уникнути невизначеності при використанні інших знаків та символів математичних операцій.

Б.3.2. Заміщення літер

Великі літери можуть бути застосовані як варіант для величин, які стандарт рекомендує позначати малими літерами, й навпаки, якщо не виникає невизначеність.

Наприклад, основним символом для довжини є символ l , а для індуктивності – L . Втім, обидва ці символи (l та L) можуть застосовуватися для позначення як двох довжин, так і для позначення двох індуктивностей. Якщо ж довжина та індуктивність з'являються разом (наприклад, в одній формулі), то символ l бажаніше застосовувати для довжини, а символ L – для індуктивності, а необхідні розрізнення мають бути зроблені засобами індексів.

Б.4. НАЗВИ ТА СИМВОЛИ ОДИНИЦЬ ВИМІРУ

Б.4.1. Міжнародні символи одиниць виміру

Коли існують міжнародні символи одиниць виміру, тільки вони (і жодні інші символи) мають бути застосовані. Ці символи мають бути зображені прямим шрифтом (незалежно від типу шрифту, який застосовується в іншій частині тексту), мають лишатися незмінними у множині та повинні зображуватися без точки за винятком нормальної пунктуації, наприклад наприкінці речення.

Неправильним є будь-яке приєднання до символу одиниці виміру величини іншого символу, який несе інформацію щодо особливостей природи даної величини.

Приклад:

$$U_{\max} = 500 \text{ V (а не } U = 500 \text{ V}_{\max})$$

Символи одиниць виміру зазвичай мають бути зображені малими літерами за винятком тих символів, перші літери яких походять від власних імен.

Приклади:

m – метр (metre);	s – секунда (second);
A – ампер (ampere);	V – вольт (volt);
W – ватт (watt);	Wb – вебер (weber).

Б.4.2. Комбінації символів одиниць виміру

Коли складена одиниця виміру формується у вигляді добутку двох або декількох одиниць, їх поєднання може бути показано одним з таких способів:

$$N \cdot m, N m$$

Примітка. У другому випадку складену одиницю виміру можна прибрати інтервал між складовими одиницями, якщо не виникає непорозумінь, пов'язаних з тим, що зображення символу одиниці виміру співпадає із зображенням префіксу (див. Б.4.3).

Приклад:

mN означає millinewton, але не metre · newton.

Коли складена одиниця виміру формується шляхом ділення однієї одиниці виміру на іншу, це може бути показано одним з таких способів:

$$\frac{\text{m}}{\text{s}}, \text{m/s}, \text{m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

Знак ділення (/ – solidus) не повинен слідувати за знаком добутку або іншим знаком ділення в одному рядку, якщо не застосовані дужки з метою запобігання невизначеності у випадках, коли така невизначеність може виникнути. В складних випадках слід застосовувати дужки та від'ємні ступені.

Б.4.3. Зображення та застосування префіксів

Аби запобігти застосуванню дуже великих або дуже малих кількісних значень одиниць, в структурі системи СІ (SI) передбачено застосування десяткових множників та подільників – СІ префіксів (SI Prefixes), які додаються до назв відповідних величин. Множники, назви та символи відповідних префіксів надані у таблиці, наведеній нижче:

Множник	Префікс	Символ	Множник	Префікс	Символ
10^{24}	йота – yotta	Y	10^{-1}	деци – deci	d
10^{21}	зета – zetta	Z	10^{-2}	санті – centi	c
10^{18}	екса – exa	E	10^{-3}	мілі – milli	m
10^{15}	пета – peta	P	10^{-6}	мікро – micro	μ
10^{12}	тера – tera	T	10^{-9}	нано – nano	n
10^9	гига – giga	G	10^{-12}	піко – pico	p
10^6	мега – mega	M	10^{-15}	фемто – femto	f
10^3	кіло – kilo	k	10^{-18}	атто – atto	a
10^2	гекто – hecto	h	10^{-21}	zepto – zepto	z
10^1	дека – deca	da	10^{-24}	йокто – yocto	y

Символи для префіксів мають бути зображені прямим шрифтом (in roman) без інтервалу між символом префіксу та символом одиниці виміру.

Не можна застосовувати складені префікси.

Приклад:

Слід писати nm (нанометр – nanometre) для 10^{-9} m, але не можна писати mμm (millimicrometre – мілімікрометр).

Символ префіксу застосовується у комбінації з простою одиницею виміру, до якої він приєднаний, формуючи з ним новий символ (з десятикровою кратністю), який може бути піднесений до додатного або від'ємного ступеня і який може бути об'єднаний з іншими символами одиниць виміру, утворюючи зіставні одиниці виміру (див. Б.4.2).

Приклади:

$$1 \text{ cm}^3 = (10^{-2} \text{ m})^3 = 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ μs}^{-1} = (10^{-6} \text{ s})^{-1} = 10^6 \text{ s}^{-1}$$

$$1 \text{ kA/m} = (10^3 \text{ A})/\text{m} = 10^3 \text{ A/m} = (10^3 \text{ A})/(100 \text{ cm}) = 10 \text{ A/cm}$$

Примітка. Історично так склалося, що назва базової одиниці маси – kilogram (кілограм) містить назву СІ префіксу «kilo». Натомість назви десятикрової кратностей одиниці маси формуються додаванням префіксів до слова «gram», наприклад, milligram (mg) замість microkilogram (μkg).

Б.5. ОКРЕМІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗОБРАЖЕННЯ ЧИСЕЛ, МАТЕМАТИЧНИХ ЗНАКІВ І СИМВОЛІВ, ВИРАЗІВ ДЛЯ ВЕЛИЧИН ТА ЇХ КОМПЛЕКСНОГО ПРЕДСТАВЛЕННЯ

Б.5.1. Числа

Зображення чисел

Числа зазвичай мають бути зображені прямим шрифтом. Для полегшення читання чисел з великою кількістю цифр, такі числа можуть бути поділені на групи (переважно по три цифри), відраховуючи направо або наліво від десяткового знаку. Зазначені групи мають бути розділені малими інтервалами, а не комою, крапкою або у інший спосіб.

Приклади:

1 000 000 – один мільйон;

0,000 001 – одна мільйонна.

Десятковий знак

Десятковим знаком є кома на нижньому рівні рядку (a comma on the line – «,»). Якщо число має значення менше одиниці, десятковий знак має слідувати за нулем. *Примітка.* В англomовних документах замість коми часто застосовується крапка на нижньому рівні рядку тексту («.»). У міжнародних стандартах відповідно до директив ISO/IEC десятковим знаком є кома.

Добуток чисел

Знаком добутку чисел є хрестик (cross – «×») або крапка, розташована на рівні середини рядку тексту (a dot half-high – «·»).

Примітки. 1. Якщо крапка застосовується як знак добутку, то кома має застосовуватися як десятковий знак. Якщо крапка застосовується як десятковий знак, то знаком добутку має бути хрестик. 2. У міжнародних стандартах відповідно до директив ISO/IEC знаком добутку є хрестик.

Б.5.2. Математичні знаки та символи

Математичні знаки та символи, рекомендовані для застосування у фізичних науках та техніці, наведені у стандарті ISO 31, part 11. Деякі знаки та символи, які найчастіше застосовуються в електротехніці, зображені у таблиці, що наведена нижче (IEC 60027, table 8).

Назва (Name)	Знак або базовий символ (Sign or chief symbol)
знак повного диференціалу (ordinary differential sign)	d
знак частинного диференціалу (partial differential sign)	∂
знак варіації (sign of variation)	δ
знак приросту (increment sign)	Δ
знак підсумовування (summation sign)	Σ
знак добутку (product sign)	Π
основа натуральних логарифмів (base of natural logarithms)	e
e у ступені x, експонента від x (e raised to the power x, exponential of x)	e^x , exp x
відношення довжини окружності до діаметру (ratio of circumference to diameter of a circle)	π
уявна одиниця (imaginary unity, imaginary unit)	j, i (резервний символ)
оператор повороту на 3 радіани (3 rad rotative operator)	a
декартові координати (cartesian coordinates)	x, y, z
циліндричні координати (cylindrical coordinates)	ρ , φ , z
сферичні координати (spherical coordinates)	r, ϑ , φ

Звертаємо увагу, що усі математичні знаки та символи (крім символів координат, які слід розглядати як змінні) слід зображати прямим шрифтом.

Б.5.3. Вирази для величин

Символ одиниці виміру має бути розташований через інтервал після кількісного значення у виразі для величини. Якщо величина представлена сумою або різницею значень, то в обох випадках мають бути застосовані дужки для об'єднання числових значень. При цьому загальний символ одиниці виміру має бути розташований після підсумкового кількісного значення або вираз для величини має бути зображений як сума або різниця виразів для величин.

Приклади:

$$l = 12 \text{ m} - 7 \text{ m} = (12 - 7) \text{ m} = 5 \text{ m};$$

$$\vartheta = 28,4 \text{ }^\circ\text{C} \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C} = (28,4 \pm 0,2) \text{ }^\circ\text{C}, \text{ а не } 28,4 \pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\lambda = 220 \times (1 \pm 0,02) \text{ W/(m}\cdot\text{K)}.$$

5.4. Комплексне представлення величин

Комплексне представлення величин може бути реалізовано так, як показано нижче, причому обидва способи є еквівалентними.

Реальна частина	X'	$\text{Re } X$
Уявна частина	X''	$\text{Im } X$
Комплексна величина	$\underline{X} = X' + j X''$	$\underline{X} = \text{Re } X + \text{Im } X$
	$\underline{X} = X e^{j\varphi}$	$\underline{X} = X e^{j\varphi}$
	$\underline{X} = X \exp j$	$\underline{X} = X \exp j\varphi$
	$\underline{X} = X \angle \varphi$	$\underline{X} = X \angle \varphi$
Спряжена величина	$\underline{X}^* = X' - j X''$	$\underline{X}^* = \text{Re } X - \text{Im } X$

Б.6. ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗОБРАЖЕННЯ ВЕЛИЧИН, ЯКІ ЗАЛЕЖАТЬ ВІД ЧАСУ

Б.6.1. Величини, що періодично змінюються у часі

Величини, що періодично змінюються у часі можуть бути позначені так: варіант 1 – коли застосовуються великі та малі літери, варіант 2 – коли застосовуються тільки великі (2a) або тільки малі (2b) літери.

	Варіант 1	Варіант 2a	Варіант 2b
Миттєве значення	x	X	x
Середньоквадратичне значення	X	$\tilde{X}, X_{\text{rms}}$	$\tilde{x}, x_{\text{rms}}$
Пікове значення	$\hat{x}, \hat{X}, x_m, X_m$	\hat{X}, X_m	\hat{x}, x_m
Середнє значення	$\bar{x}, \bar{X}, x_{\text{av}}, X_{\text{av}}$	\bar{X}, X_{av}	\bar{x}, x_{av}

Визначення характеристик величин, що періодично змінюються у часі, сформульовані в ІЕВ:

миттєве значення (instantaneous value: 101-14-10) – значення величини, що залежить від часу у даний момент;

середньоквадратичне значення (root-mean-square value; rms value; quadratic value: 101-14-15) – для величини x , що залежать від часу – це додатне значення квадратного кореня від середнього значення квадрату цієї величини впродовж даного інтервалу:

$$X = \left[\frac{1}{T} \cdot \int_{t_0}^{t_0+T} [x(t)]^2 \cdot dt \right]$$

Примітка. Для величини, що періодично змінюється у часі, інтервал інтегрування містить ціле число періодів.

пікове значення (peak value: 101-14-11) – найбільше значення величини впродовж визначеного інтервалу часу

Примітка. Для величини, що періодично змінюється у часі, інтервал часу має тривалість періоду.

середнє значення (mean (value), (arithmetical) mean, (arithmetical) average) – для величини, що залежать від змінної (наприклад, часу) – це інтеграл від цієї величини, взятий між двома заданими значеннями змінної, поділений на різницю між даними значеннями:

$$\bar{X} = \left[\frac{1}{t_2 - t_1} \cdot \int_{t_1}^{t_2} x(t) \cdot dt \right]$$

Примітка. Для величини, що періодично змінюється у часі, інтервал інтегрування містить ціле число періодів.

Окремим випадком періодичних величин є синусоїдальні величини.

синусоїдальна величина (sinusoidal quantity: 101-14-34) – періодична змінна величина, представлена добутком дійсної константи та синусоїдальної або косинусоїдальної функції аргументу, який є лінійною функцією незалежної змінної

Примітки. 1. Дійсною константою може бути скалярна, векторна або тензорна величина. 2. Прикладами синусоїдальних величин можуть бути $a(t) = A_m \cos(\omega t + \vartheta_0)$ як функція часу t або $a(x) = A_m \cos[k \cdot (x - x_0)]$ як функція змінної x .

амплітуда (amplitude: 101-14-35) – пікове значення синусоїдальної величини

Примітка. Для величини $A_m \cos(\omega t + \vartheta_0)$ амплітудою є A_m .

Поняття амплітуди є характеристикою, яка застосовується лише до синусоїдальних величин.

Для періодичних величин застосовують також такі характеристики як низинне значення та значення розмаху екскурсія (excursion).

низинне значення (valley value: 101-14-12) – найменше значення величини на визначеному інтервалі часу

Примітка. Для періодичної величини таким інтервалом має бути період.

значення розмаху (peak-to-valley value: 101-14-13) – різниця між піковим та низинним значеннями на одному визначеному інтервалі часу

Примітка. Для періодичної величини таким інтервалом має бути період.

Для синусоїдальної величини $A_m \cos(\omega t + \vartheta_0)$ піковим значенням є A_m , низинним значенням є $-A_m$, а значенням розмаху є $2 \cdot A_m$.

Б.6.2. Величини, що змінюються у часі не періодично

Величини, що змінюються у часі можуть бути періодичними, перехідними та випадковими.

Змінна величина часто може бути представлена комбінацією, наприклад сумою, добутком, поліномом та інших компонентів, які є функціями, наприклад тригонометричними, експоненціальними, функціями розподілення тощо.

Стандарт ІЕС 60027-1 надає рекомендації щодо кодифікації додаткових символів комбінацій функцій або особливих значень (наприклад, миттєвих, середньоквадратичних) або більш складних величин, що залежать від часу

(наприклад, модульовані хвилі, серії імпульсів тощо). У зв'язку з цим, для такої кодифікації бажано мати систему символів, яка є незалежною від мови.

Стандартизовані позначення характеристик періодичних величин наведені в ІЕС 60027-1, table 9. У цій таблиці наведено приклади застосування двох типів позначень – за допомогою літерних індексів та за допомогою спеціальних друкарських символів ($\hat{\sim}$, \sim , \sim' тощо). Оскільки переважна більшість науково-технічних документів готується за допомогою редактора текстів MS Word та редактора формул MS Equation, які погано пристосовані до застосування друкарських символів, ми рекомендуємо надавати перевагу літерним індексам.

миттєве значення (instantaneous value)	x
абсолютне (absolute) миттєве значення	$ x $
максимальне значення (maximum value)	x_m
пікове значення (peak value)	x_{mm}
мінімальне значення (minimum value)	x_{min}
низинне значення (valley value)	x_v
значення розмаху (peak-to-valley value)	x_e

Символ величини, яка є залежною від часу, сам по собі передбачає залежність від часу, тому він показує миттєве значення.

Коли у тексті застосовуються великі та малі літери, малі літери слід застосовувати для позначення миттєвих значень, а великі літери – для позначення середніх (у тому числі й середньоквадратичних) значень. Якщо таке розрізнення не вдається застосувати, то для того, щоб підкреслити, що дана величина є миттєвою, до її позначення слід додати літеру t у дужках.

Приклади:

i – миттєве значення залежного від часу електричного струму;

I – його середньоквадратичне значення;

$\Phi(t)$ – миттєве значення залежного від часу магнітного потоку.

Примітка. Літеру t як правий індекс не слід застосовувати для позначення миттєвих значень, тому що такий спосіб зазвичай застосовується для позначення диференціювання за часом.

Б.6.3. Послідовність та розташування інформаційних індексів

Для позначення характеристик окремих компонент величин, що змінюються у часі, застосовують послідовності інформаційних індексів. Розташування у послідовності має певне значення. Наприклад, X_{ABC} позначає певну компоненту величини X . Перша складова зазначеної послідовності визначає тип компоненти: 0 – постійна частина (constant part), а – змінна частина (alternating component), b – періодична або неперіодична компонента, яка повільно змінюється у часі (slowly changing component, periodic or non-periodic). Друга складова послідовності визначає окрему компоненту (наприклад, показує її номер). Третя складова послідовності подає асоційоване значення (наприклад, мінімальне, максимальне, пікове значення тощо).

Як приклад, на рис. Б.1 зображені складові величини x , що змінюється у часі не періодично. Змінна складова x_a величини x є періодичною з піковим значенням $x_{a,m}$ (рис. Б1-а). Неперіодична компонента, яка повільно змінюється у часі x_b (рис. Б1-б), має пікове значення $x_{b,m}$ і складається з двох компонент – x_{b1} (рис. Б1-с) та x_{b2} (рис. Б1-д). Складова x_{b1} має максимальне (найбільше) значення $x_{b1,m}$, а

складова x_{b2} – мінімальне (найменше) значення $x_{b2,\min}$. Величина x , що змінюється у часі не періодично (рис. Б1-е), має пікове значення x_{mm} , низинне значення x_v (в усталеному стані) та значення розмаху x_e .

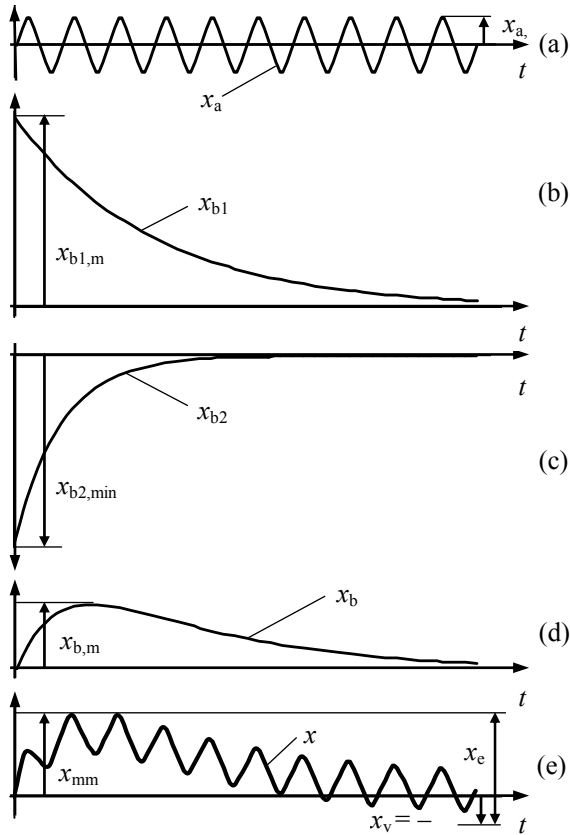


Рис. Б.1

Аби уникнути надто довгих індексів при зображенні періодичної несинусоїдальної величини за допомогою ряду Фур'є (Fourier series), застосовують, наприклад, ліві верхні індекси для позначення порядку компоненти (гармоніки):

$$x_2 = {}^0X_2 + {}^1x_{2,m} \cdot \sin(\omega t + {}^1\alpha_2) + {}^2x_{2,m} \cdot \sin(2\omega t + {}^2\alpha_2) + \dots$$

У цьому виразі позначено: x_2 – періодична несинусоїдальна величина; 0X_2 – постійна частина (constant part) або нульова гармоніка величини x_2 ; ${}^1x_{2,m}$ – амплітуда першої гармоніки (fundamental component) величини x_2 ; ω – кутова частота (angular frequency) коливань першої гармоніки величини x_2 ; t – час (time); ${}^1\alpha_2$ – фазний кут першої гармоніки величини x_2 ; ${}^2x_{2,m}$ – амплітуда другої гармоніки (2nd harmonic) величини x_2 ; ${}^2\alpha_2$ – фазний кут другої гармоніки величини x_2 ; ...

Б.6.4. Одиничні функції

При розрахунках перехідних процесів застосовують різні одиничні функції, графіки яких, їх назви та позначення наведені нижче у таблиці.

Назва (Name)	Графік (Graph)	Символи (Symbols)
(базова) одинична ступінчаста функція (general) unit step		$\delta^{(-1)}(t)$ $S^{(-1)}(t)$
одинична ступінчаста функція Хевісайда Heaviside unit step		$\varepsilon(t)$
функція знаку function sign, signum		$\text{sgn } t$
одинична лінійно зростаюча функція unit ramp		$t \cdot \varepsilon(t)$
одинична імпульсна функція, δ -функція Dirac function, unit impulse		$\delta(t), \delta^{(0)}(t)$ $S(t), S^{(0)}(t)$
подвійна одинична імпульсна функція unit doublet		$\delta'(t), \delta^{(1)}(t)$ $S'(t), S^{(1)}(t)$

Б.6.5. Грецький алфавіт (the greek alphabet)

Назви літер грецького алфавіту англійською та українською мовами, а також їх зображення у прямій та похилій формах представлені у таблиці, наведеній нижче.

alpha	альфа	A α	<i>A</i> α	nu	ню	N ν	<i>N</i> ν
beta	бета	B β	<i>B</i> β	xi	ксі	Ξ ξ	<i>Ξ</i> ξ
gamma	гамма	Γ γ	<i>Γ</i> γ	omicron	омікрон	O o	<i>O</i> o
delta	дельта	Δ δ	<i>Δ</i> δ	pi	пі	Π π, ϖ	<i>Π</i> π, ϖ
epsilon	епсілон	E ε, ϵ	<i>E</i> ε, ϵ	rho	ро	ρ ρ	<i>ρ</i> ρ
zeta	зета	Z ζ	<i>Z</i> ζ	sigma	сіґма	Σ σ	<i>Σ</i> σ
eta	ета	H η	<i>H</i> η	tau	тау	T τ	<i>T</i> τ
theta	тета	Θ θ, ϑ	<i>Θ</i> θ, ϑ	upsilon	апсілон	Υ υ	<i>Υ</i> υ
iota	йота	I ι	<i>I</i> ι	phi	фі	Φ ϕ, φ	<i>Φ</i> ϕ, φ
kappa	каппа	K κ, κ	<i>K</i> κ, κ	chi	хі	χ χ	<i>χ</i> χ
lambda	лямбда	Λ λ	<i>Λ</i> λ	psi	пси	Ψ ψ	<i>Ψ</i> ψ
mu	мю	M μ	<i>M</i> μ	omega	омега	Ω ω	<i>Ω</i> ω

6.7. ТАБЛИЦІ СИМВОЛІВ ВЕЛИЧИН, ОДИНИЦЬ ВИМІРУ, КОНСТАНТ ТА ІНДЕКСІВ

В стандарті ІЕС 60027-1 наводяться таблиці символів величин та одиниць виміру (Table 1), символів констант (Table 2), а також найбільш розповсюджених індексів (Table 6). Одиниці виміру, що наводяться у таблиці символів величин та одиниць виміру, належать до Міжнародної системи одиниць (International System of Units). Застосуванню цієї системи слід надавати перевагу перед іншими системами одиниць. Міжнародна система одиниць ґрунтується на семи базових одиницях – m, kg, s, A, K, cd, mol (метр, кілограм, секунда, Ампер, Кельвін, кандела та моль). Ці одиниці виміру прийнято називати одиницями виміру в системі СІ (SI units). Позначення СІ було ухвалено у 1960 році на 11-й Генеральній конференції з мір та ваг («Conference Generale des Poids et Mesures» – CGPM). Назви одиниць англійською мовою, наведені у таблицях, ухвалені CGPM.

Таблиця символів величин та одиниць виміру в ІЕС 60027-1 містить не тільки величини, що відносяться до електротехніки (як у ГОСТ 1494 – Електротехніка буквенные обозначения основных величин), а практично до усіх розділів фізики, що дуже важливо для таких галузей електротехніки, як електромеханіка, електроосвітлення тощо, де крім величин, пов'язаних з електрикою та магнетизмом, застосовуються також величини із суміжних галузей – механіки, фізики тепла, фізики світла.

Номери наведених нижче таблиць та пунктів у таблицях такі ж самі, як і у шостій редакції стандарту ІЕС 60027-1 (1992 р.), відкоригованій та опублікованій у 1995 році, але до номерів таблиць у даному Додатку додається літера Б. Таблиця символів величин та одиниць виміру (Таблиця Б.1, яка є скороченою формою таблиці Table 1 стандарту ІЕС 60027-1) поділена на декілька розділів за ознаками певної спорідненості (простір та час, механіка, електрика та магнетизм, тепло, світло тощо).

Круглі дужки іноді застосовуються у поєднанні з назвами деяких величин у таблиці Б.1, виходячи з таких підстав: а) щоб позначити слово, яке може бути прибрано з назви величини; таке застосування дужок є сумісним з Міжнародним електротехнічним словником – ІЕВ; б) щоб позначити альтернативну назву величини; в) щоб заключити деякі пояснювальні слова.

Таблиця Б.1 – Символи величин та їх одиниць виміру – Простір та час (Space and time)

№ п.п. (Item number)	Величини (Quantities)			Одиниці виміру в системі СІ (SI units)	
	Назва величини (Name of quantity)	Основне позначення (Chief symbol)	Резервне позначення (Reserve symbol)	Назва (Name)	Позначення (Symbol)
1	2	3	4	5	6
1	кут (плаский кут) (angle (plane angle))	$\alpha, \beta, \gamma, \vartheta,$ φ		радіан (radian) ²⁾	рад (rad ³⁾)
2	тілесний кут (solid angle)	Ω	ω	стерадіан (steradian)	стерад (sr ³⁾)
3	довжина (length)	l, L		метр (metre ⁴⁾)	м (m)
4	ширина (breadth)	b		метр (metre)	м (m)
5	висота, глибина (height, depth)	h		метр (metre)	м (m)
6	thickness / товщина	d, δ		метр (metre)	м (m)
7	radius, radial distance / радіус, радіальна відстань	r, R		метр (metre)	м (m)
8	diameter / діаметр	d, D		метр (metre)	м (m)
9	довжина траєкторії, відрізок прямої (length of path, line segment)	s		метр (metre)	м (m)
10	площа, площа поверхні (area, surface area)	A	S	квадратний метр (square metre)	м ² (m ²)
11	об'єм (volume)	V	v	кубічний метр (cubic metre)	м ³ (m ³)
12	час (time)	t		секунда (second) ⁵⁾	с (s)
13	кутова швидкість (angular velocity)	ω	Ω	радіан у секунду (radian per second)	рад/с (rad/s)
14	кутове прискорення (angular acceleration)	α		радіан у секунду в квадраті (radian per second squared)	рад/с ² rad/s ²
15	(лінійна) швидкість (speed (linear), velocity)	v		метр у секунду (metre per second)	м/с m/s
16	(лінійне) прискорення ((linear) acceleration)	a ⁶⁾		метр у секунду в квадраті (metre per second squared)	м/с ² m/s ²
17	прискорення вільного падіння (acceleration of free fall)	g		метр у секунду в квадраті (metre per second squared)	м/с ² m/s ²

Примітки:

1) Інші придатні літери грецького алфавіту можуть також застосовуватися як основні символи. Для позначення кута повороту рекомендується застосовувати символ ϑ .

- 2) У деяких випадках кути обчислюють у градусах, мінутах та секундах (degree, minute, second) з позначеннями ...°, ...' та ...".
- 3) Тут і далі "rad" та "sr" можуть бути замінені на "1", оскільки відповідні одиниці виміру є безрозмірними.
- 4) В англійській мові застосовується також форма "meter".
- 5) У деяких випадках час обчислюють у хвилинах та годинах (minute, hour) з позначеннями min, h
- 6) $a = dv / dt$

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Періодичні та пов'язані величини (Periodic and related phenomena)

1	2	3	4	5	6
18	частота (frequency)	f	ν	герц (hertz)	Hz
19	частота обертання (frequency)	n		обертів у секунду (one per second)	s^{-1} (s^{-1})
21	кутова частота (rotational frequency)	$\omega^{1)}$		радіан у секунду (rad per second)	рад/с (rad/s)
22	довжина хвилі (wavelength)	λ		метр (metre ²⁾)	м (m)
23	період (period)	T		секунда (second)	с (s)
24	стала часу (time constant)	τ		секунда (second)	с (s)
25	швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль (velocity (speed) of propagation of electromagnetic waves)	$c^{3)}$		метрів у секунду (metre per second)	м/с m/s
26	коефіцієнт затухання (damping coefficient)	δ		одиниця на секунду (one per second)	s^{-1} (s^{-1})
27	коефіцієнт послаблення (attenuation coefficient)	α	a	одиниця на метр (one per metre)	m^{-1} (m^{-1})
28	коефіцієнт фази (phase coefficient)	β	b	радіан на метр (radian per metre)	рад/м (rad/m)
29	коефіцієнт розповсюдження (propagation coefficient)	$\gamma^{4)}$	p	одиниця на метр (one per metre)	m^{-1} (m^{-1})

Примітки:

- 1) $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$
- 2) В англійській мові застосовується також форма "meter".
- 3) У вакуумі $c = c_0$ (див. табл. Б.2)
- 4) $\gamma = \alpha + j \cdot \beta$

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Механіка (Mechanics)

1	2	3	4	5	6
30	маса (mass)	m		кілограм (kilogram ¹⁾)	кг (kg)
31	питома маса (mass density, volumic mass)	ρ	ρ_m^*	кілограм на кубометр (kilogram per cubic metre)	кг/м ³ (kg/m ³)
32	кількість руху (momentum)	p		кілограмометр у секунду (kilogram metre per second)	кг·м/с (kg·m/s)
33	момент інерції (moment of inertia)	I, J		кілограм метр у квадраті (kilogram metre squared)	кг·м ² (kg·m ²)
34	сила (force)	F		ньютон ²⁾ (newton)	Н (N)

* У даному посібнику для питомої маси застосовується символ γ , враховуючи, що ця величина зустрічається у формулах, де присутній питомий опір, який позначається символом ρ .

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Механіка (Mechanics)

1	2	3	4	5	6
35	вага (weight)	F_g	G, P, W	ньютон ²⁾ (newton)	Н (N)
36	питома вага (weight density)			ньютон на кубометр (newton per cubic metre)	Н/м ³ (N/m ³)
37	момент сили (moment of force)	M		ньютон метр (newton metre)	Н·м (N·m)
38	обертальний момент (torque)	T		ньютон метр (newton metre)	Н·м (N·m)
39	тиск (pressure)	p		паскаль (pascal)	Па ³⁾ (Pa)
40	робота (work)	W	A	джоуль (joule)	Дж (J)
41	енергія (energy)	E	W	джоуль ⁴⁾ (joule)	Дж (J)
42	густина енергії (energy (volume) density)	e	w	джоуль у кубометрі (joule per cubic metre)	Дж/м ³ (J/m ³)
43	потужність (power)	P		ват (watt)	Вт (W)
44	коефіцієнт корисної дії, ККД (efficiency)	η		одиниця ⁵⁾ , відсоток (one, per cent)	1, % (1, %)

Примітки:

- 1) В англійській мові застосовується також форма "kilogramme".
- 2) Допускається вживання одиниці "кілограм сили" – кІс (kilogram-force, kilopond – kgf, kp)
- 3) Па = Н/м²
- 4) Допускається вживання одиниці "кіловат-година" – кВт·год (kilowatt hour – kWh)
- 5) Назва "одиниця (one)" в колонці (5) відноситься до безрозмірних величин.

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Теплода (Heat)

1	2	3	4	5	6
45	абсолютна температура (thermodynamic temperature)	T	θ	кельвін ¹⁾ (kelvin)	К (K)
46	температура за Цельсієм (Celsius temperature)	$t, \vartheta^2)$		градус Цельсія degree Celsius	°C ³⁾ (°C)
47	кількість теплоти (heat, quantity of heat)	Q		джоуль (joule)	Дж (J)
48	температурний коефіцієнт (temperature coefficient)	$\alpha^4)$		одиниця на кельвін (one per kelvin)	1/K, K ⁻¹ (K ⁻¹)
49	коефіцієнт теплопровідності thermal conductivity	λ	κ	ват на метр градус watt per metre kelvin	Вт/(м·К) (W/(m·K))
50	теплоємність (heat capacity)	C		джоуль на градус (joule per kelvin)	Дж/К (J/K)
51	питома теплоємність (massic heat capacity)	c		джоуль на кілограм градус (joule per kilogram kelvin)	Дж/(кг·К) (J/(kg·K))

Примітки:

- 1) Резолюція 3, що була ухвалена на 13-й Генеральній конференції з мір та ваг – CGPM, встановила застосування назви "кельвін" та позначення "К" як для абсолютної (термодинамічної) температури, так і для температурного інтервалу.
- 2) Для позначення перевищення температури (temperature rise) іноді застосовують символ " θ ".
- 3) Градус Цельсія дорівнює температурному інтервалу "кельвін".
- 4) Температурний коефіцієнт не визначається без відповідної величини, що змінюється (наприклад, опір, довжина, тиск); температурний коефіцієнт тиску позначається як β , температурний коефіцієнт об'ємного розширення позначається як α, α_p або γ .

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Електрика та магнетизм (Electricity and magnetism)

1	2	3	4	5	6
52	електричний заряд electric charge	Q		кулон (coulomb) ампер година (ampere hour)	Кл (C) А·год (A·h)
53	поверхнева густина заряду (surface density of charge, areic charge)	σ		кулон на квадратний метр (coulomb per square metre)	Кл/м ² (C/m ²)
54	об'ємна густина заряду (volume density of charge, volumic charge)	ρ	η	кулон на кубічний метр (coulomb per cubic metre)	Кл/м ³ (C/m ³)
55	напруженість електричного поля (electric field strength)	E		вольт на метр (volt per metre)	В/м (V/m)
56	електричний потенціал (electric potential)	V	ϕ	вольт (volt)	В (V)
57	різниця потенціалів напруга (potential difference, tension, voltage)	U	V	вольт (volt)	В (V)
58	електрорушійна сила, ЕРС (electromotive force)	E		вольт (volt)	В (V)
59	електричний потік (electric flux)	Ψ		кулон (coulomb)	Кл (C)
60	електрична індукція (electric flux density, displacement (obsolete))	D		кулон на квадратний метр (coulomb per square metre)	Кл/м ² (C/m ²)
61	ємність (capacitance)	C		фарада (farad)	Ф (F)
62	електрична проникність (permittivity, absolute permittivity)	ε		фарад на метр (farad per metre)	Ф/м (F/m)
63	відносна електрична проникність (relative permittivity)	ε_r		одиниця (one)	1 (1)
64	електризація (electrization)	$E_i^{(1)}$		вольт на метр (volt per metre)	В/м (V/m)
65	електрична поляризація (electric polarization)	P, D_i		кулон на квадратний метр (coulomb per square metre)	Кл/м ² (C/m ²)
66	електричний дипольний момент (electric dipole moment)	p	p_e	кулон метр (coulomb metre)	Кл·м (C·m)
67	електричний струм (electric current)	I		ампер (ampere)	А (A)
68	густина електричного струму (electric current density, areic electric current)	J		ампер на квадратний метр (ampere per square metre)	А/м ² (A/m ²)

Примітки:

- Зв'язок між величинами електризації, електричної індукції та напруженості електричного поля у векторній формі має такий вигляд: $E_i = D / \varepsilon_0 - E$, де ε_0 – електрична стала або електрична проникність вакууму (див. табл. Б.2).
- Зв'язок між величинами електричної поляризації, електричної індукції та напруженості електричного поля у векторній формі має такий вигляд: $P = D - \varepsilon_0 \cdot E$.

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Електрика та магнетизм (Electricity and magnetism)

1	2	3	4	5	6
70	напруженість магнітного поля (magnetic field strength)	H		ампер на метр (ampere per metre)	А/м (A/m)
71	різниця магнітних потенціалів (magnetic potential difference)	U, U_m		ампер (ampere)	А (A)
72	магніторушійна сила, МРС (magnetomotive force)	F, F_m		ампер (ampere)	А (A)
73	магнітна індукція (magnetic flux density, magnetic induction)	B		тесла (tesla)	Тл (T)
74	магнітний потік (magnetic flux)	Φ		вебер (weber)	Вб (Wb)
75	векторний магнітний потенціал (magnetic vector potential)	A		вебер на метр weber per metre	Вб/м (Wb/m)
76	індуктивність ((self) inductance)	L		генрі henry	Гн (H)
77	взаємна індуктивність (mutual inductance)	M, L_{mn}		генрі henry	Гн (H)
78	коефіцієнт зв'язку (двох кіл) coupling factor (of two circuits)	$k^{1)}$	χ	одиниця (one)	1 (1)
79	коефіцієнт розсіювання (leakage factor)	$\sigma^{2)}$		одиниця (one)	1 (1)
80	(абсолютна) магнітна проникність ((absolute) permeability)	μ		генрі на метр (henry per metre)	Гн/м (H/m)
81	відносна магнітна проникність (relative permeability)	μ_r		одиниця (one)	1 (1)
82	магнітна сприйнятливість (magnetic susceptibility)	K	χ_m	одиниця (one)	1 (1)
83	магнітний момент (magnetic moment)	m		ампер метр у квадраті ampere metre squared	А·м ² (A·m ²)
84	намагніченість (magnetization)	$H_i, M^{3)}$		ампер на метр (ampere per metre)	А/м (A/m)
85	намагніченість магнітна поляризація (magnetic polarization)	$B_i, J^{4)}$		тесла (tesla)	Тл (T)
86	магнітний дипольний момент magnetic dipole moment	$j^{5)}$		вебер метр (weber metre)	Вб·м Wb·m
87	опір (resistance)	R		ом (ohm)	Ом (Ω)

Примітки:

1) $k = L_{mn} \cdot (L_{mn} \cdot L_{mn})^{-1/2}$.

2) $\sigma = 1 - k^2$

3) $H_i = (B / \mu_0) - H$

4) $B_i = B - \mu_0 \cdot H$

5) $j = \mu_0 \cdot m$

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Електрика та магнетизм (Electricity and magnetism)

1	2	3	4	5	6
88	питомий опір (resistivity)	ρ		ом метр (ohm metre)	Ом·м ($\Omega \cdot m$)
89	провідність (conductance)	G		сіменс (siemens)	Си (S)
90	питома провідність (conductivity)	$\gamma, \sigma^{1)}$		сіменс на метр (siemens)	Си/м (S/m)
91	магнітний опір (reluctance)	R, R_m		одиниця на генрі (one per henry)	Гн^{-1} (H^{-1})
92	магнітна провідність permeance	$\Lambda^{2)}$	P	генрі (henry)	Гн (H)
93	імпеданс (impedance)	$Z^{3)}$		ом (ohm)	Ом (Ω)
94	реактанс (reactance)	X		ом (ohm)	Ом (Ω)
95	добротність (quality factor Q -factor)			сіменс (siemens)	Си (S)
96	кут втрат (loss angle)	δ		радіан (radian)	рад (rad)
99	активна потужність (active power)	P		ватт (watt)	Вт (W)
100	уявна (повна) потужність (apparent power)	$S^{4)}$	P_S	вольтампер (voltampere)	В·А V·A
101	реактивна потужність (reactive power)	$Q^{5)}$	P_Q	вольтампер (voltampere)	В·А V·A
101a	коефіцієнт потужності (power factor)	$\lambda^{6)}$		одиниця (one)	1 (1)
101b	коефіцієнт втрат (dissipation factor loss factor)	$d^{7)}$		одиниця (one)	1 (1)
103	кут зсуву фаз (phase difference)	φ		радіан (radian)	рад (rad)
104	кількість витків в обмотці (number of turns in a winding)	N		одиниця (one)	1 (1)
104c	коефіцієнт трансформації трансформатора струму (transformation ratio of a voltage transformer)	K	K_U	одиниця (one)	1 (1)
104d	коефіцієнт трансформації трансформатора напруги (transformation ratio of a current transformer)	K	K_I	одиниця (one)	1 (1)
105	кількість фаз (number of phases)	m		одиниця (one)	1 (1)
106	кількість пар полюсів (number of pairs of poles)	p		одиниця (one)	1 (1)

Примітки:

- 1) $\gamma = 1 / \rho$
- 2) $\Lambda = 1 / R_m$
- 3) Мається на увазі, що імпеданс визначається зазвичай для комплексної величини $Z = R + j \cdot X$
- 4) Для синусоїдальних величин $P = U \cdot I$ (U, I – rms значення напруги та струму)
- 5) Для синусоїдальних величин $Q^2 = S^2 - P^2$
- 6) Для синусоїдальних величин $\lambda = \cos \varphi$
- 7) Для синусоїдальних величин $d = \text{tg } \delta$
- 8) $K_U = U_p / U_s$ (U_p, U_s – напруги на первинній та вторинній обмотках відповідно)
- 8) $K_I = I_p / I_s$ (I_p, I_s – струми у первинній та вторинній обмотках відповідно)

Таблиця Б.1 (продовження) – Символи величин та їх одиниць виміру – Світло та споріднені електромагнітні випромінювання (Light and related electromagnetic radiations)

1	2	3	4	5	6
107	енергія випромінювання (radiant energy)	Q, W	Q_e, U	джоуль (joule)	Дж (J)
108	потік випромінювання потужність випромінювання (radiant flux, radiant power)	Φ, P	Φ_e	ват (watt)	Вт (W)
109	інтенсивність випромінювання (radiant intensity)	I	I_e	ват на стерадіан (watt per steradian)	Вт/ср (W/sr)
110	яскравість (radiance)	L	L_e	ват на стерадіан квадратний метр (watt per steradian square metre)	Вт/(ср·м ²) (W/(sr·m ²))
111	енергетична світність (radiant exitance)	M	M_e	ват на стерадіан квадратний метр (watt per steradian square metre)	Вт/(ср·м ²) (W/(sr·m ²))
112	освітленість (irradiance)	E	E_e	ват на квадратний метр (watt per square metre)	Вт/м ² (W/m ²)
113	сила світла (luminous intensity)	I	I_v	кандела (candela)	кд (cd)
114	світловий потік (luminous flux)	Φ	Φ_v	люмен (lumen)	лм (lm)
115	світлова енергія (quantity of light)	Q	Q_v	люмен секунда (lumen second)	лм·с (lm·s)
116	яскравість (luminance)	L	L_v	кандела на кв. метр (candela per square metre)	кд/м ² (cd/m ²)
117	світність (luminous exitance)	M	M_v	люмен на квадратний метр (lumen per square metre)	лм/м ² (lm/m ²)
118	освітленість (illuminance)	E	E_v	люкс (lux)	лк (lx)
119	геометричний фактор (geometric extent)	G		квадратний метр стерадіан square metre steradian	м ² ·ср м ² ·sr
120	контрастна чутливість contrast sensitivity	S_c		одиниця (one)	1 (1)
122	ступінь чистоти (purity)	P		одиниця (one)	1 (1)
123	оптична густина optical density	D		одиниця (one)	1 (1)
124	коефіцієнт яскравості radiance coefficient, luminance coefficient	q, q_e, q_v		одиниця на стерадіан (one per steradian)	ср ⁻¹ sr ⁻¹

Таблиця Б.2 – Символи констант (Symbols for constants)

№ п.п. (Item No)	Назва константи (Name of constant)	Символ (symbol)	Значення (Value)	Примітки (Remarks)
201	швидкість розповсюдження електромагнітних хвиль у вакуумі (speed of propagation of electromagnetic waves in vacuum)	c_0	299 792 458 м/с, точно 299 792 458 m/s, exactly	
202	стандартне прискорення вільного падіння (standard acceleration of free fall)	g_n	9,80665 м/с ² , точно 9,80665 m/s ² , exactly	
203	елементарний (електричний) заряд (elementary (electric) charge)	e	(1,60217733±0,00000049)·10 ⁻¹⁹ Кл (1,60217733±0,00000049)·10 ⁻¹⁹ С	
206	електрична стала, електрична проникність вакууму (electric constant, permittivity of vacuum)	ϵ_0	8,854187817·10 ⁻¹² Ф/м 8,854187817·10 ⁻¹² F/m	
207	магнітна стала, магнітна проникність вакууму (electric constant, permittivity of vacuum)	μ_0	4π·10 ⁻⁷ Гн/м = 1,256370614·10 ⁻⁶ Гн/м 4π·10 ⁻⁷ Н/м = 1,256370614·10 ⁻⁶ Н/м	$\epsilon_0 \cdot \mu_0 = c_0^{-2}$

Таблиця Б.6 – Рекомендовані індекси (Recommended subscripts)

		Індекс (Subscript)		
		Коротка форма (Short form)	Довга форма (Long form)	Мовне джерело (Language source)
А. Галузь науки або техніки (Fields of science or technology)				
s.0101	хімічна (chemical)	ch	chem	G
s.0102	електрична (electric)	e	el	G
s.0103	енергетична (energetic)	e	en	G
s.0104	магнітна magnetic)	m	mag	G
s.0105	намагніченість (magnetizing)	m	mag	G
s.0106	механічна (mechanical)	m	mech	G
s.0107	теплова (thermal)	th	therm	G
s.0108	світлова (luminous, visual)	v	vis	L
s.0109	оптична (optical)	opt		G
s.0110	акустична (acoustical)	a	ac	G
s.0111	випроміювання (radiation)	r	rd	L
В. Тип значення величини (Kind of value of a quantity)				
s.0201	середньоквадратичне значення (періодичної величини) (root-mean-square value of a periodic quantity)	rms		E
s.0202	пікове значення (peak value)	pm		E
s.0203	максимум (не у розумінні пікового значення) maximum (not in the sense of peak value)	m	max	L
s.0204	середнє (арифметичне) значення (average (arithmetic mean value))	ar, av		L (ar), E (av)
s.0205	серединне, центральне (median)	med		L
s.0206	мінімальне (minimum)	min		L
s.0207	миттєве (instantaneous)	i	inst	L
s.0208	локальне (local)	l	loc	L
s.0209	абсолютне (absolute)	a	abs	L
s.0210	відносне (relative)	r	rel	L
s.0211	базове (reference)	ref		L
s.0212	помилкове (error)	e	er	L
s.0213	відхилення (deviation)	d	dev	L
s.0214	коригування (correction)	c	cor	L

Таблиця Б.6 (продовження) – Рекомендовані індекси (Recommended subscripts)

		Індекс (Subscript)		
		Коротка форма (Short form)	Довга форма (Long form)	Мовне джерело (Language source)
С. Форми хвиль, компоненти та сигнали (Waveform, components and signals)				
s.0301	змінювана (varying)	v	var	L
s.0302	імпульсна (pulse)	p	pul	L
s.0303	синусоїдальна (sinusoidal)	sin		L
s.0304	у стані спокою (resting, quiescent)	q	qu	L
s.0305	перехідна (transient)	t	trt	L
s.0306	змінна (alternating)	~, a	alt	L
s.0307	постійна (direct)	-, 0	(0)	
s.0308	основна складова або гармоніка (fundamental component)	1	(1)	
s.0309	друга гармоніка (2nd harmonic)	2	(2)	
s.0310	<i>n</i> -а гармоніка (<i>n</i> th harmonic)	<i>n</i>	(<i>n</i>)	
s.0311	компонента нульової послідовності (zero sequence component)	0, h		L
s.0312	компонента прямої послідовності (positive sequence component)	l, p		L
s.0313	компонента зворотної послідовності (negative sequence component)	2, n		L
s.0314	резонансна (resonance)	r	rsn	L
s.0315	сигнальна (signal)	s	sig	L
s.0316	спотворена (distortion)	d	dist	L
s.0317	модульована (modulation)	mod		L
s.0318	демодульована (demodulation)	dem		L
D. Відношення між величинами (Relationship)				
s.0401	додаткова, допоміжна (additional)	a	ad	L
s.0402	різницєва (residual)	r	rsd	L
s.0403	результивна (total)	r	rsl	L
s.0404	підсумкова, загальна (total)	t	tot	L
s.0405	сумарна (sum)	Σ	sum	L
s.0406	різницєва (difference)	Δ, d	dif	L
s.0407	диференційна (differential)	d		L
s.0408	еквівалентна (equivalent)	e	eq	L
s.0409	синхронна (synchronous, synchronizing)	s	syn	G
s.0410	асинхронна (asynchronous)	as	asyn	G
s.0411	період, такт (time)	t		L
s.0412	одночасна (simultaneous)	sim		L
s.0413	наступна (successive)	suc		L
s.0414	нижня, менша (lower, low)	b, i	inf	G (b), L (i)
s.0415	верхня, більша (upper, high)	h, s	sup	E, F (h), L (s)
s.0416	власна (self)	p	prop	L
s.0417	взаємна, спільна (mutual)	m	mut	L
s.0418	індукована (induced)	i	ind, indu	L
s.0419	пряма (direct)	d	dir	L
s.0420	непряма (indirect)	ind	indir	L
E. Геометричний стан (Geometric condition)				
s.0501	аксіальна, осьова (axial)	a	ax	L
s.0502	радіальна (radial)	r	rad	L
s.0503	тангенціальна (tangential)	t	tan	L
s.0504	подовжня (longitudinal)	l	long	L
s.0505	подовжня, наприклад вісь в теорії електричних машин (direct, e.g. axis in electrical machine theory)	d		L

Таблиця Б.6 (продовження) – Рекомендовані індекси (Recommended subscripts)

		Індекс (Subscript)		
		Коротка форма (Short form)	Довга форма (Long form)	Мовне джерело (Language source)
Е. Геометричний стан (Geometric condition)				
s.0506	перехресна, поперечна (transverse)	t	trv	L
s.0507	зсунута на 90° градусів по фазі (quadrature (phase))	q	qua	L
s.0508	поперечна (вісь) (quadrature (axis))	q	qua	L
s.0509	паралельна (parallel)	//, p	par	G
s.0510	перпендикулярна, нормальна (perpendicular, normal)	⊥, n	perp	L
s.0511	сферична (spherical)	○, s	sph	G
s.0512	півсферична (hemispherical)	⊖, h	hsph	G
s.0513	навколишня (ambient)	a	amb	L
s.0514	зовнішня (external)	e	ext	L
s.0515	локальна (local)	l	loc	L
s.0516	внутрішня (internal)	i	int	L
s.0517	статорна (stator)	s	str	L
s.0518	роторна (rotor)	r	rot	L
s.0519	міжполюсний простір: наприклад, повітряний зазор тощо у магнітних колах (entrefer, e.g. air-gap or other in a magnetic circuit)	δ		
F. Ситуація, до якої значення відноситься (The situation to which the value refers)				
s.0601	ідеальна (ideal)	i	id	L
s.0602a	номінальна (nominal)	n	nom	L
s.0602b	номінативна (rated)	r, N	rat	L
s.0602c	гранична (limiting)	l	lim	L
s.0603a	звичайна (usual)	u	us	L
s.0603b	стандартизована (standardized)	n	norm	F
s.0604	теоретична (theoretical)	th	theor	G
s.0605	справжня, правильна (real (true))	r	re	L
s.0606	виміряна (measured)	m	mes	L
s.0607	експериментальна (experimental)	exp		L
s.0608	розрахункова (calculated)	c	calc	L
s.0609	характеристична (characteristic)	0, c	ch, char	G
s.0610	початкова (initial)	0, i	ini	L
s.0611	кінцева, скінченна (final)	f	fin	L
s.0612	часова (time)	t		L
s.0613	у безкінечності (at infinity)	∞		
s.0614	усталена, стала (stationary condition, steady state)	s, st	stat	L
s.0615	вихідна, початкова (original)	or		L
s.0616	критична (critical)	c, cr	crit	L
s.0617	власна (intrinsic)	i	intr	L
s.0618	вакуумна, у вакуумі (vacuum)	0, v	vac	L
s.0619	(скасовано) (cancelled)			
s.0620	дифузна, розсіяна (diffuse)	d	dfu	L
s.0621	корисна (useful)	u	ut	L
s.0622	та, що відноситься до втрат (loss, dissipation)	d	diss	L
s.0623	ефективна (не у розумінні середньоквадратичної) (effective (not in the sense of root-mean-square))	e	ef	L
s.0624	статична (static)	s, st	stat	L
s.0625	динамічна (dynamic)	d	dvn	G

Таблиця Б.6 (продовження) – Рекомендовані індекси (Recommended subscripts)

		Індекс (Subscript)		
		Коротка форма (Short form)	Довга форма (Long form)	Мовне джерело (Language source)
G. Величини у колах (Circuits)				
s.0701	вхідна (in, input)	1, in, i		L
s.0702	вихідна (out, output)	2, ex, o		L (ex), E (o)
s.0703	первинна (primary)	1, p	prim	L
s.0704	вторинна (secondary)	2, s	sec	L
s.0705	третинна (tertiary)	3	ter	L
s.0706	та, що відноситься до короткого замикання (short circuit)	k	cc, sc	G (k), L, F (cc), E (sc)
s.0707	та, що відноситься до холостого ходу (open circuit)	o	oc	E, F
s.0708	послідовна (series)	s	ser	L
s.0709	паралельна (shunt, parallel)	p	par	G
s.0710	та, що відноситься до навантаги (load)	L		L, E
s.0711	та, що відноситься до джерела (source)	s		L
H. Напівпровідники та електронні лампи (Semiconductors and tubes)				
s.0801	анодна (anode)	a		G
s.0802	та, що відноситься до бази (base)	b		G
s.0803	колекторна (collector)	c		L
s.0804	емітерна (emitter)	e		L
s.0805	та, що відноситься до нитки розжарення (heater, filament)	f		L
s.0806	сіткова (grid)	g	gr	E, F
s.0807	та, що відноситься до затвору (gate)	g	gr	E, F
s.0808	катодна (cathode)	k		G
I. Світло (Lightning)				
s.0901	та, що відноситься до кольору, колориметрії (colour, colorimetric)	c	col	L
s.0902	та, що відноситься до контрастності (contrast)	c	ctr	L
s.0903	та, що відноситься до збудження (excitation)	c	exc	L
s.0904	глобальна (global)	g	gl	L
s.0905	корельована (correlated)	cp	pr	L

Таблиця Б.6а – Приклади застосування індексів (Illustrative examples)

Номер пункту у таблиці Б6 (Item No)	Найменування величини (Name of quantity)	Символ (Symbol)
s.0102	електрична енергія (electric energy)	W_e, W_{el}
s.0104	магнітна енергія (magnetic energy)	W_{mag}
s.0106	механічна енергія (mechanical energy)	W_{mec}
s.0203	максимальна швидкість (maximum velocity)	v_m, v_{max}
s.0204	середня швидкість (mean velocity)	v, v_{av}
s.0213	кут відхилення (deviation angle)	α_d, α_{dev}
s.0401	додатковий опір (additional resistance)	R_a, R_{ad}
s.0513	температура оточення за Цельсієм (ambient Celsius temperature)	t_{amb}, ϑ_{amb}
s.0519	магнітний опір повітряного зазору (air-gap reluctance)	$R_{m\delta}$
s.0608	розрахункова швидкість (calculated velocity)	v_c, v_{calc}
s.0616	критична швидкість (critical velocity)	v_c, v_{cr}, v_{crit}