

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра «Металорізальні верстати, метрологія та сертифікація»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ № 3
«ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ. НАЦІОНАЛЬНІ ЕТАЛОНИ.
ОДИНИЦІ SI, ПЕРЕКЛАД ОДИНИЦЬ З ОДНІЄЇ СИСТЕМИ В ІНШУ»
з дисципліни
«Основи метрологічної діяльності»
для здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем
спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Одеса – 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ОДЕСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Кафедра «Металорізальні верстати, метрологія та сертифікація»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ № 3
«ОДИНИЦІ ВИМІРЮВАННЯ. НАЦІОНАЛЬНІ ЕТАЛОНИ.
ОДИНИЦІ SI, ПЕРЕКЛАД ОДИНИЦЬ З ОДНІЄЇ СИСТЕМИ В ІНШУ»
з дисципліни
«Основи метрологічної діяльності»
для здобувачів вищої освіти за першим (бакалаврським) рівнем
спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірвальна техніка

Затверджено на засіданні кафедри
«Металорізальні верстати,
метрологія та сертифікація»
Протокол № 9 від 29.06.21 р.

Одеса – 2021

Методичні вказівки до практичної роботи №3 «Одиниці вимірювання. Національні еталони. Одиниці SI, переклад одиниць з однієї системи в іншу» з дисципліни «Основи метрологічної діяльності» спеціальності 152 Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти / Уклад.: Перпері Л.М., Голобородько Г.М. Одеса: ДУ «Одеська політехніка», 2021. – 10 с.

Укладачі: Л.М. Перпері, канд. техн. наук, доцент
Г.М. Голобородько, канд. техн. наук, доцент

Практична робота № 3.

Тема: Одиниці вимірювання. Національні еталони. Одиниці SI, переклад одиниць з однієї системи в іншу

Ціль роботи – Отримати практичні навички з переведення несистемних одиниць фізичних величин в системні відповідно до міжнародної системи одиниць SI.

На даному практичному занятті здобувачі працюють з роздатковим матеріалом та інформаційними ресурсами. Вивчають одиниці фізичних величин, приводять несистемні одиниці вимірів у відповідність з діючими стандартами і міжнародною системою одиниць SI [1-7].

1.1 Теоретична частина

Згідно до розділу II «Одиниці вимірювання. Національні еталони. Вимірювання. Засоби вимірювальної техніки» Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» *одиницею вимірювання* вважається визначена і прийнята за угодою величина, з якою може бути порівняна будь-яка інша величина того самого роду для вираження співвідношення двох величин у вигляді числа [1].

В Україні застосовуються одиниці вимірювання Міжнародної системи одиниць (SI), прийнятої Генеральною конференцією з мір та ваг і рекомендованої Міжнародною організацією законодавчої метрології, а саме [1]:

1) основні одиниці SI:

- метр як одиниця довжини (позначення одиниці: українське – м, міжнародне – m);
- кілограм як одиниця маси (позначення одиниці: українське – кг, міжнародне – kg);
- секунда як одиниця часу (позначення одиниці: українське – с, міжнародне – s);
- ампер як одиниця сили електричного струму (позначення одиниці: українське – А, міжнародне – A);
- кельвін як одиниця термодинамічної температури (позначення одиниці: українське – К, міжнародне – K);
- моль як одиниця кількості речовини (позначення одиниці: українське – моль, міжнародне – mol);
- кандела як одиниця сили світла (позначення одиниці: українське – кд, міжнародне – cd);

2) похідні одиниці SI;

3) десяткові кратні і частинні від одиниць SI.

В Україні застосовуються також [1]:

- одиниці, що не входять до SI, але дозволені центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічної діяльності (далі – дозволені позасистемні одиниці);
- комбінації одиниць SI та дозволених позасистемних одиниць.

Визначення основних одиниць SI, назви та визначення похідних одиниць SI, десяткових кратних і частинних від одиниць SI, дозволених позасистемних одиниць, а також їх позначення та правила [2] застосування одиниць вимірювання і правила написання назв та позначень одиниць вимірювання і символів величин встановлюються центральним органом виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічної діяльності [1].

Визначення основних одиниць SI

У відповідності до джерела [2] визначення основних одиниць SI мають наступні формулювання (див. табл. 1.1):

1) *одиниця довжини*: метр – це довжина шляху, що проходить у вакуумі світло за проміжок часу, рівний $1/299\,792\,458$ секунди;

2) *одиниця маси*: кілограм – це одиниця маси, яка дорівнює масі міжнародного прототипу кілограма;

Таблиця 1.1 – Визначення та позначення основних одиниць SI [2]

Величина			Одиниця		
назва	символ	розмірність	назва	позначення	
				міжн.	укр.
Довжина	l, L	L	метр	m	м
Маса	m	M	кілограм	kg	кг
Час	t	T	секунда	s	с
Сила електричного струму	I	I	ампер	A	А
Термодинамічна температура	T	Θ	кельвін	K	К
Кількість речовини	N	N	моль	mol	моль
Сила світла	I _v	J	кандела	cd	кд

3) *одиниця часу*: секунда – це час, що дорівнює $9\,192\,631\,770$ періодам випромінювання, яке відповідає переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію-133;

4) *одиниця сили електричного струму*: ампер – це сила постійного струму, який під час проходження по двох прямих паралельних провідниках нескінченної довжини з нехтовно малим круговим поперечним перерізом, що перебувають у вакуумі на відстані 1 метр один від одного, створював би між цими провідниками силу взаємодії, яка дорівнює $2 \cdot 10^{-7}$ Ньютон на метр довжини;

5) *одиниця термодинамічної температури*: кельвін – це одиниця термодинамічної температури, яка дорівнює $1/273,16$ термодинамічної температури потрійної точки води.

Спеціальна назва та позначення одиниці вимірювання температури в системі SI для вираження температури за Цельсієм подано у таблиці 1.2:

Таблиця 1.2

Назва величини	Одиниця		
	назва	позначення	
		міжн.	укр.
Температура за Цельсієм*	градус Цельсія	°C	°C

Примітка: Температура за Цельсієм t визначається як різниця $t = T - T_0$ між двома термодинамічними температурами T і T_0 , де $T_0 = 273,15$ К. Інтервал або різниця температур можуть бути виражені в кельвінах або в градусах Цельсія

5) *одиниця кількості речовини*: моль – це кількість речовини системи, яка містить стільки структурних елементів, скільки міститься атомів у вуглецю ⁻¹² масою 0,012 кг. Під час використання моля структурні елементи повинні бути специфіковані та можуть бути атомами, молекулами, іонами, електронами або іншими частинками чи специфікованими групами таких частинок;

6) *одиниця сили світла*: кандела – це сила світла в заданому напрямку від джерела, яке випромінює монохромне випромінювання частотою $540 \cdot 10^{12}$ Гц, енергетична сила світла якого в цьому напрямку становить 1/683 Вт/ср.

Назви, визначення та позначення похідних одиниць SI [2]

Похідні одиниці SI – це одиниці, які визначаються з рівнянь зв'язку як добуток степенів основних одиниць SI:

$$Q = A^a \cdot B^b \cdot C^c \cdot \dots \cdot X^x,$$

де Q – похідна одиниця;

A, B, C, ..., X – розмірності основних одиниць, через які визначено похідну одиницю Q;

a, b, c, ..., x – показники ступеня відповідних основних величин, що входять до рівняння похідної одиниці Q.

Похідні одиниці SI є когерентними похідними одиницями SI, якщо в рівнянні зв'язку числові коефіцієнти дорівнюють 1.

Назви та позначення похідних одиниць SI формуються з назв та позначень основних одиниць SI, які застосовуються в алгебраїчному співвідношенні, до яких додані назви відповідних алгебраїчних дій.

Похідні одиниці SI, які мають спеціальні назви та позначення наведено у таблиці джерела [2].

Назви, визначення та позначення десяткових кратних і частинних від одиниць SI [2]

1. Десяткові кратні і частинні від одиниць SI – це одиниці вимірювання, які утворюються за допомогою рекомендованих десяткових множників.

2. Назви та позначення десяткових кратних і частинних від одиниць SI утворюються від назв і позначень одиниць SI за допомогою відповідних префіксів.

3. Назви та позначення десяткових кратних і частинних від одиниці маси утворюються шляхом додавання префіксів до слова «грам» та їх позначень – до позначення «г» («g»).

4. У разі якщо похідну одиницю SI виражено у вигляді дроби, десяткові кратні і частинні від одиниці утворюються шляхом додавання префікса до одиниць у чисельнику, знаменнику або в обох частинах дроби.

5. Не можна застосовувати складені префікси, тобто префікси, утворені шляхом поєднання префіксів, наведених у таблиці множники, префікси та їхні позначення джерела [2].

Національні еталони

Згідно із статтею 6 [1] національним еталоном вважається еталон, визнаний центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності, як основа для передачі значень величини іншим еталонам відповідної одиниці величини, що є в державі.

Надання еталонам статусу національних еталонів та позбавлення цього статусу здійснюється центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності, відповідно до критеріїв та в порядку, встановлених Кабінетом Міністрів України. Реєстрація національних еталонів та контроль за додержанням правил і умов їх зберігання та застосування здійснюються центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності, у порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України. З метою забезпечення визнання на міжнародному

рівні національних еталонів, а також результатів вимірювань, повірки та калібрування такі еталони повинні звірятися з відповідними еталонами інших держав або міжнародними еталонами. Статус національних еталонів надається [1]:

- первинним еталонам (у тому числі державним еталонам і еталонам, що є власністю підприємств та організацій);
- вторинним еталонам (у тому числі державним еталонам і еталонам, що є власністю підприємств та організацій), які мають найвищі метрологічні властивості серед еталонів даної одиниці, що є в державі.

1.2 Послідовність виконання роботи

Застосовуючи роздатковий матеріал та через доступ до ресурсів мережі Internet з комп'ютерів локальної мережі університету (у т.ч. з власних мобільних пристроїв через Wi-Fi зони університету) необхідно:

1.2.1 ознайомитися з розділом II Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» за посиланням: [Про метрологію та метрологі... | від 05.06.2014 № 1314-VII \(rada.gov.ua\)](#);

1.2.2 ознайомитися із змістом Наказу «Про затвердження визначень основних одиниць SI, назв та визначень похідних одиниць SI, десяткових кратних і частинних від одиниць SI, дозволених позасистемних одиниць, а також їх позначень та Правил застосування одиниць вимірювання і написання назв та позначень одиниць вимірювання і символів величин». URL: [Про затвердження визначень основ... | від 04.08.2015 № 914 \(rada.gov.ua\)](#).

1.2.3 при виконанні завдання можна користуватися державними стандартами серії 8000: ДСТУ ISO 8000:2016 Величини та одиниці [3-7].

1.2.4 виконати практичні завдання:

Завдання №1. Визначити для зазначених найменувань позасистемних величин у таблиці 1.3 назву та позначення одиниць величин та їх співвідношення з одиницею SI.

Таблиця 1.3

Назва величини	Назва одиниці	Позначення		Співвідношення з одиницею SI	Область застосування
		Міжн	Укр		
кратні та частинні від одиниць SI, що мають спеціальні офіційні назви та позначення					
Маса	тонна				
Об'єм, місткість	літр				
Тиск	бар				
одиниці, які визначаються через основні одиниці SI, але не є їх десятковими кратними та частинними величинами					
Площинний кут	градус				
	хвилина				
	секунда				
	оберт*				
Час	хвилина				
	година				
	доба				
одиниці, що застосовуються лише у спеціалізованих галузях					
Оптична сила	діоптрій				
Маса дорогоцінного	метричний карат				

Назва величини	Назва одиниці	Позначення		Співвідношення з одиницею SI	Область застосування
		Міжн.	Укр.		
каміння					
Площа земельної ділянки або ділянки під забудову	ар				
Кров'яний тиск та тиск інших рідин тіла	міліметр ртутного стовпчика				

Користуючись джерелами [3-7] необхідно навести приклади застосування для назв величин, зазначених у таблиці 1.3.

Завдання №2. Визначити для зазначених десяткових кратних і часткових одиниць SI префікси та їхні позначення та заповнити таблицю 1.4

Таблиця 1.4 Множники, префікси та їхні позначення

Множник	Префікс	Позначення		Множник	Префікс	Позначення	
		Міжн.	Укр.			Міжн.	Укр.
10^{24}				10^1			
10^{21}				10^{-2}			
10^{18}				10^{-3}			
10^{15}				10^{-6}			
10^{12}				10^{-9}			
10^9				10^{-12}			
10^6				10^{-15}			
10^3				10^{-18}			
10^2				10^{-21}			
10^1				10^{-24}			

Завдання №3.

Навести приклади перекладу одиниць з однієї системи в іншу. Кожен здобувач самостійно обирає значення для назв величин та заповнює таблицю 1.5:

Таблиця 1.5

Назва величини	Назва одиниці → Назва одиниці
Маса	кілограм → міліграм
	грам → центнер
	кілотонна → нанограм
	центнер → тонна
Довжина	парсек → метр
	міліметр → нанометр
	міля → метр
	кілометр → парсек
Температура	Фарінгейта → Цельсія
	Реомюра → Кельвіна
	Кельвіна → Цельсія
	Цельсія → Фарінгейта

1.2.5 Після опрацювання завдань необхідно зробити висновки.

1.2.6 Питання для самоперевірки:

Дайте визначення одиниці вимірювання?

Які ви знаєте основні одиниці SI?

Що таке істинне та дійсне значення фізичної величини?

Яким еталонам надається статус національних?

Що таке система фізичних величин?

Як позначаються одиниці фізичних величин?

Які існують правила для формул розмірностей похідних величин?

Що таке еталон одиниць фізичних величин?

Які існують види еталонів?

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05.06.2014 № 1314-VII. URL: [Про метрологію та метрологі... | від 05.06.2014 № 1314-VII \(rada.gov.ua\)](#)
2. Наказ Міністерства Економічного Розвитку і Торгівлі України «Про затвердження визначень основних одиниць SI, назв та визначень похідних одиниць SI, десяткових кратних і частинних від одиниць SI, дозволених позасистемних одиниць, а також їх позначень та Правил застосування одиниць вимірювання і написання назв та позначень одиниць вимірювання і символів величин». URL: [Про затвердження визначень основ... | від 04.08.2015 № 914 \(rada.gov.ua\)](#)
3. ДСТУ ISO 80000-1:2016 Величини та одиниці. Частина 1. Загальні положення (ISO 80000-1:2009, IDT). К.: ДП «УкрНДЦ», 2017. – 42 с.
4. ДСТУ ISO 80000-3:2016 Величини та одиниці Частина 3. Простір та час (ISO 80000-3:2006, IDT). К.: ДП «УкрНДЦ», 2017. – 26 с.
5. ДСТУ ISO 80000-4:2016 Величини та одиниці Частина 3. Механіка (ISO 80000-4:2006, IDT). К.: ДП «УкрНДЦ», 2017. – 26 с.
6. ДСТУ ISO 80000-5:2016 Величини та одиниці. Частина 5. Термодинаміка (ISO 80000-5:2007, IDT). К.: ДП «УкрНДЦ», 2017. – 28 с.
7. ДСТУ ISO 80000-13:2016 Величини та одиниці. Частина 13. Інформатика та інформаційні технології (ISO 80000-13:2007, IDT). К.: ДП «УкрНДЦ», 2017. – 26 с.