

Практичне заняття 1

ВИВЧЕННЯ НАЦІОНАЛЬНИХ НЕМЕТРИЧНИХ ОДИНИЦЬ ВИМІРУ І НАВЕДЕННЯ ЇХ В ОДИНИЦЯХ МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ СІ

Мета заняття – навчитися визначати співвідношення між одиницями вимірювання Міжнародної системи СІ та одиницями інших систем, які найбільш часто зустрічаються, а також і позасистемними.

1.1. Теоретична частина

Метрологія – наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності.

Міжнародна система одиниць СІ прийнята в 1960 р. XI Генеральною конференцією по мірах і вагах. Вона складається із семи основних (табл. 1.1), двох додаткових і ряду похідних одиниць (кілька для прикладу наведено в табл. 1.2), кількість яких необмежена.

Міжнародна система одиниць СІ рекомендує наступні приставки для позначень кратних і часткових одиниць (табл. 1.4).

На сьогодні СІ офіційно затверджена основною або єдиною системою одиниць у всіх країнах світу за винятком США, Ліберії та М'янми. Сполучене Королівство прийняло систему СІ, але без наміру витіснення традиційних одиниць.

Крім того одиниці, відмінні від СІ застосовуються в окремих видах діяльності, наприклад, моряки досі використовують для вимірювання відстаней морські милі, а швидкостей – вузли.

Фізична величина (ФВ) – характеристика однієї з властивостей фізичного об'єкта (фізичної системи, явища або процесу), загальна в якісному відношенні для багатьох фізичних об'єктів, але в кількісному відношенні індивідуальна для кожного об'єкта.

Значення фізичної величини – оцінка її розміру у вигляді деякого числа за прийнятою для неї шкалою.

Одиниця фізичної величини – це фізична величина фіксованого розміру, якої умовно присвоєно значення рівне одиниці і застосовується для кількісного вираження однорідних фізичних величин.

Фізичні величини поділяються на:

1. Основні.
2. Похідні.
3. Кратні.
4. Частинні.
5. Когерентні (СІ).
6. Системні.
7. Позасистемні.

Міжнародна система одиниць фізичних величин.

Сукупність основних і похідних одиниць фізичних величин, утворена відповідно до прийнятих принципів, називається системою одиниць фізичних величин.

Одиниця основної фізичної величини є основною одиницею даної системи.

В якості основних одиниць прийняті:

- Метр.
- Кілограм.
- Секунда.
- Ампер.
- Кельвін.
- Моль.
- Кандела.

Таблиця 1.1 – Основні одиниці фізичних величин Міжнародної системи СІ

Величина			Одиниця			Визначення
Найменування	Позначення		Найменування	Позначення		
	Розмірність	Рекомендоване		Українське	Міжнародне	
Довжина	<i>L</i>	<i>l</i>	Метр	м	м	Один метр являє собою довжину шляху, який проходить світло в вакуумі за 1/299 729 758 частину секунди.
Маса	<i>M</i>	<i>m</i>	Кілограм	кг	kg	Один кілограм дорівнює масі міжнародного еталона – кілограм.

Продовження таблиці 1.1

Час	T	t	Секунда	с	s	Одна секунда являє собою сумарну тривалість 9 192 631 770 періодів випромінювання, які відповідають переходу між двома надтонкими рівнями основного стану атома цезію-133.
Сила електричного струму	I	I	Ампер	А	А	Один ампер являє собою такий постійний струм, який, проходячи по двох точно паралельних провідниках безкінечної довжини та нехтовно малого кругового перерізу, розташованих на відстані 1 метра у вакуумі, спричиняє між цими провідниками силу взаємодії, яка дорівнює $2 \cdot 10^{-7}$ ньютонів на 1 метр довжини.
Абсолютна температура	0	T	Кельвін	К	К	Один кельвін являє собою 1/273.16 частину від абсолютної температури потрійної точки води.
Кількість речовини	N	n, ν	Моль	моль	mol	Один моль являє собою кількість речовини, яка містить таку саму кількість найпростіших часток, яка міститься у 0.012 кілограма вуглецю-12 (*).
Сила світла	I_ν		Кандела	кд	cd	Кандела являє собою інтенсивність світіння в даному напрямку від джерела, яке випромінює монохроматичне випромінювання з частотою $540 \cdot 10^{12}$ герц і такого джерела, інтенсивність якого в цьому напрямку становить 1/683 ватта на один стереорадіан.

* Якщо використано молі, то треба вказувати, до чого вони відносяться, приміром, атоми, молекули, іони, електрони чи інші частки або певні групи таких об'єктів.

Похідна одиниця – це одиниця похідної фізичної величини системи одиниць, утворена відповідно до рівняння, що зв’язує її з основними одиницями або ж з основними і вже певними похідними. Деякі похідні одиниці системи СІ, що мають власні назви наведено в таблиці 2.

Таблиця 1.2 – Похідні одиниці системи СІ, що мають спеціальні назви

Величина		Одиниця		
Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	Вираження через
Частота	T^{-1}	герц	Гц	s^{-1}
Сила, вага	$LM T^{-2}$	ньютон	Н	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
Тиск, механічне напруження	$L^{-1} M T^{-2}$	паскаль	Па	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
Енергія, робота, кількість тепла	$L^2 M T^{-2}$	джоуль	Дж	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
Потужність	$L^2 M T^{-3}$	ватт	Вт	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
Кількість електрики	TI	кулон	Кл	$C \cdot A$
Електричне напруження, потенціал, електрорушійна	$L^2 M T^3 I^{-1}$	вольт	В	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
Електрична ємність	$L^{-2} M^{-1} T^4 I^2$	фарад	Ф	$m^2 \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
Електричний опір	$L^2 M T^{-3} I^{-2}$	ом	Ом	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
Магнітна індукція	$M T^{-2} I^{-1}$	тесла	Тл	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

Для встановлення похідної одиниці слід:

- Вибрати фізичні величини, одиниці яких приймаються в якості основних
- Встановити розмір цих одиниць
- Вибрати визначальне рівняння, що зв’язує величини, вимірювані основними величинами, з величиною, для якої встановлюється похідна одиниця.

При цьому символи всіх величин, що входять в визначальне рівняння,

повинні розглядатися не як самі величини, а як їх іменовані числові значення.

Всі основні, похідні, кратні і частинні одиниці є системними.

Позасистемна одиниця – це одиниця фізичної величини, яка не входить ні в одну з прийнятих систем одиниць. Позасистемні одиниці по відношенні до одиницям СІ діляться на чотири види:

1. Допустимі нарівні з одиницями СІ, наприклад: одиниці маси – тонна; плоского кута – градус, хвилина, секунда; об'єму – літр та інші. Деякі позасистемні одиниці, які допускаються до застосування нарівні з одиницями СІ, наведені в таблиці 1.3;

2. Допустимі до застосування в спеціальних областях, наприклад: астрономічна одиниця, парсек, світловий рік – одиниці довжини в астрономії; діоптрій – одиниця оптичної сили в оптиці; електрон-вольт – одиниця енергії у фізиці та інші;

3. Тимчасово допустимі до застосування нарівні з одиницями СІ, наприклад: морська миля – в морській навігації; карат – одиниця маси в ювелірній справі і інші. Ці одиниці мають вилучатися з ужитку відповідно до міжнародних угод;

4. Вилучені з ужитку, наприклад: кінська сила – одиниця потужності і деякі інші.

Розрізняють кратні і частинні одиниці фізичних величин.

Кратна одиниця – це одиниця фізичної величини, яка в ціле число разів перевищує системну або позасистемна одиницю. Наприклад, одиниця довжини – кілометр дорівнює 10^3 м, тобто кратна метру.

Таблиця 1.3 – Позасистемні одиниці, які допускаються до застосування нарівні з одиницями СІ

Найменування величини	Одиниця		
	Найменування	Позначення	Співвідношення з одиницями СІ
Маса	тона	т	10^3 кг
Час	хвилина	хв.	60 с
	година	год.	3600 с
	доба	доб.	86400 с
Об'єм	літр	л	10^{-3} м ³
Площа	гектар	га	10^4 м ²

Частинна одиниця – одиниця фізичної величини, значення якої в ціле число разів менше системної або позасистемної одиниці. Наприклад, одиниця довжини міліметр дорівнює 10^{-3} м, тобто є часткою. Приставки для утворення кратних і часткових одиниць системи СІ наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Множники і приставки для утворення десяткових кратних і часткових одиниць та їх найменування

Множник	Префікс	Позначен	Множник	Префікс	Позначен
10^{18}	екса	Е	10^{-1}	деци	d
10^3	пета	П	10^{-2}	санти	с
10^{12}	тера	Т	10^{-3}	мілі	м
10^9	гига	Г	10^{-6}	мікро	мк
10^6	мега	М	10^{-9}	нано	н
10^3	кіло	к	10^{-12}	піко	п
10^2	гекто	г	10^{-15}	фемто	ф
10^1	дека	д	10^{-18}	атто	а

Існує співвідношення між одиницями вимірювання міжнародної системи СІ та тими одиницями інших систем, що найбільш часто зустрічаються, а також позасистемними (табл. 1.5).

1.2. Практична частина

Таблиця 1.5 – Основні одиниці фізичних величин міжнародної системи СІ

№ п.п.	Величини	Одиниці виміру в СІ	Співвідношення між одиницями вимірювання СІ та одиницями інших систем та позасистемними
1.	Довжина	м	1мкм = 10^{-6} м
2.	Маса	кг	1т = 1000 кг 1ц = 100 кг
3.	Температура	К	$0 = (t^{\circ}\text{C} + 273,15)$ К
4.	Вага, сила тяжіння	Н	1 кг = 9,81Н 1 дин = 10^{-5} Н
5.	Тиск	Па	1 бар = 10^5 Па 1мбар = 100Па 1дин / см ² = 1мкбар = 0,1 Па 1 кгс/см ² = 1 ат = $9,81 \cdot 10^4$ Па = = 735мм.рт.ст. 1КГС/М ² = 9,81 Па 1 мм.вод.ст = 9,81 Па 1мм.рт.ст. = 133,3 Па

Продовження таблиці 1.5

6.	Потужність	Вт	1 кгс·м/с = 9,81 Вт 1 ккал/год = 1,163 Вт
7.	Об'єм	м ³	1 л = 10 ⁻³ м ³ = 1 дм ³
8.	Густина	кг /м ³	1 т/м ³ = 1 кг/дм ³ = 1 г/см ³ = 10 ³ кг/м ³ 1 кгс·с ² /м ⁴ = 9,81 кг/м ³
9.	Робота, енергія, кількість тепла	Дж	1 кгс·м = 9,81 Дж 1 кВт·год = 3,6·10 ⁶ Дж = 4,19 кДж

1.2.1. Завдання

1. Ознайомитися з одиницями фізичних величин та їх розмірністю.
2. Оформити роботу і виконати завдання.
3. Використовуючи таблиці 1.1–1.5 виразити в відповідних одиницях задані величини, в залежності від варіанту табл. 1.7.
4. Отримані дані занести у таблицю 1.6.
5. Оформити висновки за результатами проведеного аналізу.

Таблиця 1.6 – Результати за варіантом у відповідних одиницях

№	Завдання	Відповідь	№	Завдання	Відповідь
1.			11.		
2.			12.		
3.			13.		
4.			14.		
5.			15.		
6.			16.		
7.			17.		
8.			18.		
9.			19.		
10.			20.		

Таблиця 1.7 – Виразити у відповідних одиницях в залежності від варіанту

Варіанти завдання					
1		2		3	
Завдання	Відповідь	Завдання	Відповідь	Завдання	Відповідь
10 м	мкм	100 м	мм	100 см	м
100 кг	т	100 кг	ц	100 кг	г
250 К	°С	450 К	°С	210 К	°С
10 Па	бар	10 Па	Мбар	10 Па	дин/см ²
100 Па	мм.рт.ст.	100 Па	кгс/см ²	100 Па	мм.рт.ст.
10Н	кг	10Н	Дин	10 Н	г
10 Вт	ккал/год	100Вт	ккал/год	10 Вт	кгс*м/с
10 Дж	ккал	10 Дж	кВт/год	100 Дж	кДж
0,1л	см ³	0,1 л	дм ³	0,1л	м ³
0,1 м/с	м/год	0,1 м/с	км/с	0,1 м/с	км/год
10 А	ГА	10 А	кА	10 А	МА
100 Вт	МВт	100 Вт	сВт	100 Вт	дВт
1 кг/м ³	кг/дм ³	1 кг/м ³	г/см ³	1 кг/м ³	г/м ³
1Мм	м	10мкм	м	100 мм	м
10 т	кг	100 ц	т	100 г	кг
375 К	°С	273 К	°С	300 К	°С
10 Па	ат	10 Па	мм.рт.ст.	10 Па	мбар
10 Н	ДГ	10Н	сг	10 Н	ДИН
0,1 м/с	м/хв	0,1 м/с	Км/хв	0,01 м/с	км/год
1 Вт	МВт	1 Вт	сВт	1 Вт	дВт

Запитання для самоконтролю

1. Дайте визначення «метрології», «фізична величина», «значення фізичної величини» та «одиниця фізичної величини».
2. Перелічіть основні одиниці Міжнародної системи СІ.
3. Наведіть приклади похідних одиниць СІ.
4. Наведіть приклади позасистемних одиниць, які допускаються до застосування нарівні з одиницями СІ.
5. Дайте визначення поняття «єдність вимірювань».

1.2.2. Порядок оформлення звіту

Звіт до практичного заняття повинен містити:

- 1) назву роботи;
- 2) мету роботи;

- 3) основні теоретичні положення;
- 4) коротке викладення суті завдання з описом;
- 5) висновки.

Звіт повинен бути оформлений на аркушах паперу формату А4 або аркушах зошита в клітинку відповідно до СТЗВО-ХПІ-3.01-2018 «Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання».