Лекція № 6

Елементи метології. Системи фізичних величин.

Еталони і зразкові засоби вимірювань

 *Питання, що виносяться на лекцію: Історія розвитку систем фізичних величин. Побудова систем одиниць. Міжнародна система одиниць СІ. Еталони і зразкові засоби вимірювань.*

**Системи фізичних величин**

**6.1 Історія розвитку систем одиниць фізичних величин Побудова систем одиниць.**

В історії одиниць вимірювань можна виділити три основні періоди.

Перший, найдавніший період, характеризується застосуванням наборів са-мостійно одиниць, другий - застосуванням наборів сполучених одиниць і третій - застосуванням систем одиниць.

**Набір самостійних одиниць** включав в себе суб'єктивні і об'єктивні одиниці

**Набір сполучених одиниць** можна розділити на дві частини: дометричні одиниці і метричні одиниці.

Систему одиниць, як сукупності обраних основних і утворених з їх допомогою похідних одиниць, вперше запропонував німецький математик Карл Гаусс в 1832 р. Вибравши в якості основних одиниць міліметр, міліграм, секунду, Гаусс побудував абсолютну систему одиниць. Слово «абсолютна» підкреслювало відмову від місцевих одиниць і перехід до одиниць, незалежних від географічного положення спостерігача.

Безліч фізичних величин являють собою деяку систему, в якій окремі величини пов'язані між собою системою рівнянь. Для кожної фізичної величини повинна бути встановлена одиниця виміру. Аналіз взаємозв'язків фізичних величин показує, що незалежно один від одного можна встановити одиниці виміру тільки для деяких фізичних величин, а решту знайти через них.

Розмірність фізичної величини - вираз у формі степеневого одночлена, складеного з символів основних фізичних величин в різних степенях, що відображають зв'язок даної величини з фізичними величинами, прийнятими в даній системі величин за основні і з коефіцієнтом пропорційності, рівним одиниці.

Степені символів основних величин, що входять в одночлен, можуть бути цілими, дробовими, позитивними і негативними. Розмірність величин позначається знаком dim. В системі LMT розмірність величини X буде

dim X = LlMmTt,

де L, M, T - символи величин, прийняті за основні (відповідно довжини, маси і часу)

l, m, t - цілі або дробові, позитивні чи негативні числа, які є показниками розмірності.

 Розмірність фізичної величини більш загальна характеристика, ніж визна-чальне величину рівняння, так як одна і та ж розмірність може бути властива величинам, які мають різну якісну сторону. Над розмірностями можна проводити дії множення, ділення, піднесення до степеня і добування кореня. Розмірності широко використовують при утворенні похідних одиниць і перевірки однорідності рівнянь. Якщо всі показники ступеня розмірності рівні нулю, то така фізична величина називається безрозмірною (наприклад, відносні величини).

Таким чином, **система одиниць фізичних величин - сукупність основних і похідних одиниць, утворена відповідно до прийнятих принципів для заданої системи фізичних величин.**

**6.2 Міжнародна система одиниць СІ**

У жовтні 1960 відбулася XI Генеральна конференція з мір та ваг, на якій була прийнята Міжнародна система одиниць, заснована на 6 одиницях. Прийнята система, найбільш досконала на сьогоднішній день форма метричної системи мір, була названа **Міжнародна система одиниць СІ (SI - System International).** Фахівці виходили з того, щоб охопити системою всі галузі науки і техніки; прийняти зручні для практики розміри основних одиниць, які вже отримали поширення; вибрати в якості основних одиниць таких величин, відтворення яких можливе з найбільшою точністю.

В Україні законодавчо затверджено обов'язкове застосування системи одиниць СІ у всіх сферах діяльності людей, включаючи і навчальний процес.

Система одиниць СІ побудована на 7 основних одиницях і двох додаткових (табл. 2.1).

Таблиця 6.1

Основні одиниці

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Назва** | **Позначення** | **Фізична величина** | **Визначення**[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0_%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8C_%28%D0%A1%D0%86%29#cite_note-2) |
| **українська** | **міжнародна** | **українське** | **міжнародне** |
| [метр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80) | [metre](https://en.wikipedia.org/wiki/Metre)(meter) | м | m | [довжина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0) | Метр дорівнює довжині шляху, який [світло](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE) проходить у [вакуумi](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC) за 1/299 792 458 секунди. |
| [кілограм](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC) | [kilogram](https://en.wikipedia.org/wiki/Kilogram) | кг | kg | [маса](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%B0) | Кілограм точно дорівнює масі міжнародного прототипу кілограму (платино-іридієвого циліндру), що зберігається в [Міжнародному бюро мір та ваг](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D1%96%D0%B6%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B5_%D0%B1%D1%8E%D1%80%D0%BE_%D0%BC%D1%96%D1%80_%D1%96_%D0%B2%D0%B0%D0%B3), [Севр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D1%80_%28%D0%9E-%D0%B4%D0%B5-%D0%A1%D0%B5%D0%BD%29), [Франція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%80%D0%B0%D0%BD%D1%86%D1%96%D1%8F). |
| [секунда](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0) | [second](https://en.wikipedia.org/wiki/Second) | с | s | [час](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81) | Секунда дорівнює часу, за який відбуваються точно 9 192 631 770 періодів випромінювання, що відповідають переходу між двома [надтонкими рівнями](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%B4%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BA%D0%B0_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) незбудженого атома [Цезію-133](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B5%D0%B7%D1%96%D0%B9) при температурі нуль кельвін. |
| [ампер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80) | [ampere](https://en.wikipedia.org/wiki/Ampere) | А | А | Сила [електричного струму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC) | Ампер - це сила постійного електричного струму, що, протікаючи по двох прямих паралельних провідниках нескінченної довжини з незначним поперечним перетином, розташованих на відстані 1 метр один від одного у [вакуумі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC), створює між цими провідниками [силу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0), яка дорівнює 2×10−7 [ньютон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD)на метр довжини. |
| [кельвін](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%BD_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%86%29) | [kelvin](https://en.wikipedia.org/wiki/Kelvin) | К | K | термодинамічна[температура](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) | Кельвін точно дорівнює 1/273,16 термодинамічної температури [потрійної точки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%80%D1%96%D0%B9%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B0) [води](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%B0). |
| [моль](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D1%8C_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%86%29) | [mole](https://en.wikipedia.org/wiki/Mole_%28unit%29) | моль | mol | [кількість речовини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%96%D0%BB%D1%8C%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D1%80%D0%B5%D1%87%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%B8) | Моль є кількість речовини, що містить стільки ж елементарних часток ([атомів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BE%D0%BC), [молекул](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D0%B0), [електронів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD)тощо), скільки атомів міститься в 0,012 кілограмах [вуглецю-12](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C). |
| [кандела](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D0%B0) | [candela](https://en.wikipedia.org/wiki/Candela) | кд | cd | [сила світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0) | Кандела це [сила світла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0) у визначеному напрямку від [джерела](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D0%BE_%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B0), що випромінює [монохроматичне випромінювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%85%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D1%8F) з частотою 540×1012 [герц](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D1%86) та має інтенсивність випромінювання в цьому напрямку 1/683 [ват](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82) на [стерадіан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BD). |

### Похідні одиниці, що мають власні назви

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Назва** | **Позначення** | **Фізична величина** | **Вираження** |
| **українська** | **міжнародна** | **українське** | **міжнародне** | **через інші одиниці СІ** | **через основні одиниці СІ** |
| [радіан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BD) | [radian](https://en.wikipedia.org/wiki/Radian) | рад | rad | плоский [кут](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82) | 1 | м/м |
| [стерадіан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B0%D0%BD) | [steradian](https://en.wikipedia.org/wiki/Steradian) | ср | sr | просторовий [кут](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82) | 1 | м²/м² |
| [герц](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D1%80%D1%86) | [hertz](https://en.wikipedia.org/wiki/Hertz) | Гц | Hz | [частота](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0) |   | с−1 |
| [ньютон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%8C%D1%8E%D1%82%D0%BE%D0%BD) | [newton](https://en.wikipedia.org/wiki/Newton) | Н | N | [сила](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0) |   | м·кг·с−2 |
| [паскаль](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%86%29) | [pascal](https://en.wikipedia.org/wiki/Pascal_%28unit%29) | Па | Pa | [тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA) | Н/м² | м−1·кг·с−2 |
| [джоуль](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B6%D0%BE%D1%83%D0%BB%D1%8C) | [joule](https://en.wikipedia.org/wiki/Joule) | Дж | J | [енергія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F), робота | Н·м | м²·кг·с−2 |
| [ват](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D1%82) | [watt](https://en.wikipedia.org/wiki/Watt) | Вт | W | [потужність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%83%D0%B6%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C), потік енергії | Дж/с | м²·кг·с−3 |
| [кулон](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%BB%D0%BE%D0%BD_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%86%29) | [coulomb](https://en.wikipedia.org/wiki/Coulomb) | Кл | C | [електричний заряд](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D1%80%D1%8F%D0%B4) | А·с | с·А |
| [вольт](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%82) | [volt](https://en.wikipedia.org/wiki/Volt) | В | V | [напруга](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B0%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B0), [електричний потенціал](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D1%96%D0%B0%D0%BB) | Вт/А | м²·кг·с−3·А−1 |
| [фарад](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B0%D1%80%D0%B0%D0%B4) | [farad](https://en.wikipedia.org/wiki/Farad) | Ф | F | [електрична ємність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%94%D0%BC%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) | Кл/В | м−2·кг−1·с4·А2 |
| [ом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BC) | [ohm](https://en.wikipedia.org/wiki/Ohm_%28unit%29) | Ом | Ω | [електричний опір](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BE%D0%BF%D1%96%D1%80) | В/А | м²·кг·с−3·А−2 |
| [сіменс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%81) | [siemens](https://en.wikipedia.org/wiki/Siemens_%28unit%29) | См | S | [електрична провідність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B4%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) | А/В | м−2·кг−1·с3·А2 |
| [вебер](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B1%D0%B5%D1%80_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%83%29) | [weber](https://en.wikipedia.org/wiki/Weber_%28unit%29) | Вб | Wb | [потік магнітної індукції](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA_%D0%BC%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%96%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97) | В·с | м²·кг·с−2·А−1 |
| [тесла](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%81%D0%BB%D0%B0) | [tesla](https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_%28unit%29) | Тл | T | [магнітна індукція](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D1%96%D1%82%D0%BD%D0%B0_%D1%96%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F) | Вб/м² | кг·с−2·А−1 |
| [генрі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B5%D0%BD%D1%80%D1%96) | [henry](https://en.wikipedia.org/wiki/Henry_%28unit%29) | Гн | H | [індуктивність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%86%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) | Вб/А | м²·кг·с−2·А−2 |
| [градус Цельсія](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B0%D0%B4%D1%83%D1%81_%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%96%D1%8F) | [degree Celsius](https://en.wikipedia.org/wiki/Celsius) | °С | °C | [термодинамічна температура](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) |   | K |
| [люмен](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BC%D0%B5%D0%BD) | [lumen](https://en.wikipedia.org/wiki/Lumen_%28unit%29) | лм | lm | [світловий потік](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%BA) | кд·ср | кд |
| [люкс](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%BA%D1%81) | [lux](https://en.wikipedia.org/wiki/Lux) | лк | lx | [освітленість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) | лм/м² | кд·м−2 |
| [бекерель](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%B5%D0%BA%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BB%D1%8C) | [becquerel](https://en.wikipedia.org/wiki/Becquerel) | Бк | Bq | [радіоактивність](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) |   | s−1 |
| [грей](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%80%D0%B5%D0%B9) | [gray](https://en.wikipedia.org/wiki/Gray_%28unit%29) | Гр | Gy | поглинута доза іонізуючого випромінювання | Дж/кг | м²·с−2 |
| [зіверт](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D1%96%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%82) | [sievert](https://en.wikipedia.org/wiki/Sievert) | Зв | Sv | ефективна доза іонізуючого випромінювання | Дж/кг | м²·с−2 |
| [катал](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB) | [katal](https://en.wikipedia.org/wiki/Katal) | кат | kat | Активність [каталізатора](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B7%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80) |   | c−1·моль |

Раціональний спосіб зображення великих і малих числових значень передбачає застосування кратних і часткових приставок .

Основними перевагами Міжнародної системи одиниць є:

• система СІ є універсальною системою, яка охоплює всі галузі науки, техніки і народного господарства;

• уніфікація одиниць фізичних величин: для кожної фізичної величини встановлюється одна одиниця і система утворення кратних і часткових одиниць від неї за допомогою множників;

• основні і більшість похідних одиниць мають зручне для практиче-ського застосування розміри;

• спрощується запис рівнянь і формул в різних галузях науки і техніки.

Поряд з одиницями системи СІ допускається застосування позасистемних одиниць, таких як: маса - тонна (т); час – година (год), хвилини (хв); плоский кут - градуси (0), хвилини ('), секунди ("); обʼєм - літр (л); температура - градус Цельсія (0 С); площа - ар (ар), гектар (га); кутова швидкість - оберт за хвилину (об / хв), морська миля - 1852 м і ряд інших.

Логарифмічні величини - до них відносяться: бел (Б); Непер (Н).

# Фізичні величини. Вимірювання. Засоби вимірювання. Міжнародна система одиниць фізичних величин

<https://www.youtube.com/watch?v=OkMxLd0iTEs> 6 хв

**6.3 Еталони і зразкові засоби вимірювань**

***Еталон одиниці фізичної величини*** — [засіб вимірювальної техніки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%96%D0%B1_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%BE%D1%97_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B8), що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці фізичної величини та передавання її розміру відповідним засобам [вимірювальної техніки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0), що стоять нижче за [повірочною](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%80%D0%BA%D0%B0) схемою, офіційно затверджений як еталон.

Усі основні одиниці фізичних величин відтворюються з найвищою точністю за допомогою міжнародних еталонів відповідних одиниць і зберігаються у Міжнародному бюро мір та ваги у спеціальних лабораторіях у місті [Севр](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%B2%D1%80_%28%D0%9E-%D0%B4%D0%B5-%D0%A1%D0%B5%D0%BD%29) поблизу [Парижа](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%80%D0%B8%D0%B6). Програмою діяльності цього бюро передбачені систематичні зіставлення національних еталонів провідних метрологічних лабораторій різних держав з міжнародними еталонами та між собою.

Основне призначення еталонів — бути матеріальною базою для відтворення та збереження одиниць фізичних величин.

**Різновиди еталонів:**

*Первинний еталон* — еталон, що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці фізичної величини найвищою в країні (у порівнянні з іншими еталонами тієї ж одиниці) точністю.

*Спеціальний еталон* — еталон, що забезпечує відтворення та (або) зберігання одиниці в особливих умовах і замінює в цих умовах первинний еталон[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BD#cite_note-DSTU2681-2). Застосовуються для відтворення одиниць в особливих умовах, коли пряма передача розміру одиниці від еталонів технічно неможлива із заданою точністю (високий тиск, температура, частота тощо).

*Державний еталон* — первинний або спеціальний еталон, затверджений офіційно як державний. Визнається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері метрології як основа для встановлення значень усіх еталонів даної [одиниці вимірювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), що є у [державі](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%B2%D0%B0). Державні еталони є основою технічної бази [державної метрологічної системи](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0). В Україні статус державних еталонів надається первинним еталонам, створення і вдосконалення яких здійснюється відповідно до державних науково-технічних програм, які розробляються [ЦОВМ](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%9E%D0%92%D0%9C), з метою забезпечення

потреб [життєдіяльності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%96%D0%B8%D1%82%D1%82%D1%94%D0%B4%D1%96%D1%8F%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) [людини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%8E%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [економіки](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BA%D0%B0) і [оборони](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0) України та інших сфер.

*Вторинний еталон* — еталон, якому передається розмір одиниці фізичної величини від первинного або спеціального еталона[[2]](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BD#cite_note-DSTU2681-2).

*Еталон-копія* — вторинний еталон, який призначається для передавання розміру одиниці фізичної величини робочим еталонам (зразковим з вимірювальної техніки).

Еталон передавання — вторинний еталон, що призначається для взаємного звіряння еталонів, які за тих чи інших обставин не можуть бути звірені безпосередньо.

Еталон-свідок — вторинний еталон, призначений для повірки збереження державного еталона та для заміни його у разі псування або втрати. Він має найвищу серед вторинних еталонів точність та використовується тільки тоді, коли державний еталон не можна відтворити.

*Робочий еталон* — еталон, призначений для передачі розміру фізичної величини зразковим засобам вимірювальної техніки, а в окремих випадках - робочим засобам вимірювальної техніки. Робочі еталони використовуються у метрологічних інститутах, метрологічних територіальних органах [Держспоживстандарту України](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%80%D0%B6%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%82%D0%B5%D1%82_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8_%D0%B7_%D0%BF%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%8C_%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D1%83%D0%BB%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%82%D0%B0_%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B6%D0%B8%D0%B2%D1%87%D0%BE%D1%97_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%96%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B8), а з дозволу Держспоживстандарту України допускається їх зберігання та використання в органах відомчої метрологічної служби.

**6.4. Види і методи вимірювань**

Вимірювання можуть бути класифіковані наступним чином.

***За фізичною природою*** вимірюваних величин вимірювання розподіляють на області і види. Під областю вимірювань фізичних величин розуміють фізичні величини, які властиві певній галузі науки та техніки й виділяються своєю специфікою. Вид вимірювань є частиною області вимірювань, що має свої особливості й відрізняється однорідністю вимірюваних величин. Поділ вимірювань на області та види не є сталим, він залежить від об'єктивних і суб'єктивних факторів. Один із варіантів такого поділу вимірювань, прийнятий Держстандартом України розглядає вимірювання:

* геометричних величин ([довжини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [переміщення](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BC%D1%96%D1%89%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F), [кутів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D1%82), плоских і складних геометричних форм, [шорсткості](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%82%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%85%D0%BD%D1%96), круглості та ін.);
* механічних величин ([маси](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%B0), [густини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BD%D0%B0), [сили](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D0%B0), [крутного моменту](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D1%83%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82), [деформації](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B5%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F) та ін.);
* параметрів потоку, [витрат](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%B0), рівня й [об'єму](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%B1%27%D1%94%D0%BC) речовин;
* [тиску](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA), [вакуумні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC) вимірювання;
* [оптичних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) і оптико-фізичних величин;
* теплофізичних величин і [температури](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0);
* [часу](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81) і [частоти](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B0);
* [електричних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0) і [магнітних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%BC) величин;
* в [радіоелектроніці](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%BE%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0);
* [акустичних](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0) величин;
* фізико-хімічного складу і властивостей речовин;
* характеристик іонізуючих випромінювань і ядерних констант.

Крім цього вимірювання класифікують за наступними ознаками:

***за характеристиками***[***точності***](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D1%8C)***числових значень вимірюваної величини*** вимірювання поділяються на два види:

**Метрологічні вимірювання,** котрі поділяються на:

**Вимірювання з максимально можливою точністю** відповідно до наявного технічного рівня. Це вимірювання за допомогою [еталонів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%95%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BD) і спрямовані насамперед на відтворення встановлених одиниць [фізичних величин](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%B0_%D0%B2%D0%B5%D0%BB%D0%B8%D1%87%D0%B8%D0%BD%D0%B0) або ж [фізичних констант](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%96%D0%B7%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96_%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%82%D0%B8).

**Контрольно-повірочні вимірювання,** [похибки вимірювання](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%85%D0%B8%D0%B1%D0%BA%D0%B0_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) яких не перевищують деяких наперед заданих значень. До них відносяться лабораторні вимірювання фізичних величин за допомогою зразкових засобів вимірювання високої точності.

**Технічні вимірювання —** вимірювання що проводяться у промислових умовах і визначаються зазвичай нижчим [класом точності](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BB%D0%B0%D1%81_%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96) засобів вимірювання, ніж у попередніх двох випадках.

***за числом вимірювань у ряді вимірювань*** — на разові та багаторазові. Найпоширенішими є одноразові вимірювання, тобто вимірювання фізичної величини виконані один раз. Проте в цілій низці практичних випадків, зокрема при використанні результатів вимірювань для прийняття рішень про стан якогось об'єкта або при виконанні вимірювань з підвищеною точністю, вимірювання одного і того самого розміру фізичної величини здійснюються декілька разів, тобто багаторазово. Отже, до багаторазових вимірювань слід віднести ті вимірювання, результат яких отримують шляхом обробки результатів повторних вимірювань фізичної величини одного і того самого розміру, виконаних більше трьох разів. Це пояснюється тим, що саме за таких умов для обробки результатів вимірювань можуть бути використані методи математичної статистики. Вимірювання одного і того самого розміру фізичної величини, які повторюються два або три рази, допускається називати дво- або триразовими;

***за характером зміни вимірюваної величини в часі*** — на статичні та динамічні:

**Статичні вимірювання** — це вимірювання, при яких протягом певного проміжку часу вимірювана величина майже не змінюється або ж її значення змінюється поступово згідно з технологічним процесом.

**Динамічні вимірювання** — вимірювання, які показують зміну вимірюваної величини в часі при різних збуреннях, що впливають на об'єкт дослідження або ж на спосіб вимірювання. Динамічні вимірювання дають можливість вивчати динамічні властивості об'єкта і засобів вимірювальної техніки, особливо [давачів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D1%87) (первинних[вимірювальних перетворювачів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%82%D0%B2%D0%BE%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D1%87)).

***за відображенням результатів вимірювання*** — абсолютні та відносні:

[**Абсолютними**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F)називаються вимірювання, значення яких подані у абсолютних одиницях фізичних величин ([тиск](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B8%D1%81%D0%BA) у [паскалях](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8C_%28%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%8F_%D0%A1%D0%86%29), [довжина](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0) у [метрах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D1%80), [час](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B0%D1%81) у [секундах](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BD%D0%B4%D0%B0)і т. д.).

**Відносними**називаються вимірювання, значення яких подані як відношення вимірюваної величини до однойменної, умовно прийнятої за одиницю, або ж у відсотках (наприклад, [швидкість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) [руху](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%85) виражена [числом Маха](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE_%D0%9C%D0%B0%D1%85%D0%B0), [вологість](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C) [повітря](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%80%D1%8F) у відсотках від повного насичення).

***за способом одержання числового значення вимірюваної величини*** — прямі; непрямі ([опосередковані](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F), сумісні та [сукупні](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BA%D1%83%D0%BF%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F)):

**При прямому вимірюванні** результат одержують безпосередньо за експериментальними даними (вимірювання [довжини](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%BE%D0%B2%D0%B6%D0%B8%D0%BD%D0%B0) [лінійкою](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9%D0%BA%D0%B0), вимірювання [температури](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) [термометром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80), вимірювання тиску [манометром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%B5%D1%82%D1%80)). Вони є найпоширенішими. <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F> Пряме вимірювання

**При**[**непрямому вимірюванні**](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D0%B5%D0%BF%D1%80%D1%8F%D0%BC%D0%B5_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F) числове значення величини відшукують не безпосередньо, а на основі вимірювання інших величин, пов'язаних з вимірюваною величиною відомою математичною залежністю.

<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83%D0%BA%D1%83%D0%BF%D0%BD%D1%96_%D0%B2%D0%B8%D0%BC%D1%96%D1%80%D1%8E%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F> Непряме вимірювання