

# Актуальний стан застосування в Україні міжнародно прийнятої термінології в галузі метрології

Кузьменко Ю. В.<sup>1</sup> , Самойленко О. М.<sup>2</sup> , Ціпоренко С. В.<sup>3</sup> 

<sup>1,2,3</sup> ДП «Укрметртестстандарт», Україна

E-mail: [s\\_tsiporenko@ukrcsm.kiev.ua](mailto:s_tsiporenko@ukrcsm.kiev.ua)

## Анотація

В статті розглянуто актуальність практичного використання термінів еталон, національний еталон, державний еталон, первинний еталон та вторинний еталон в міжнародно прийнятому тлумаченні. Проведено порівняльний аналіз та наведено основні відмінності у визначеннях цих термінів до та після набрання чинності останньої редакції Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». На прикладі еталона маси розкрито зміст термінів «первинний еталон», «національний прототип» та вказано на основні помилки під час їх застосування. На конкретних прикладах продемонстровано наскільки принциповою може бути різниця у визначеннях одних і тих самих термінів у різних термінологічних системах та наскільки важливим є дотримання термінології в метрології. Наведено приклади неправильного надання статусу «первинний еталон» деяким національним еталонам України.

**Ключові слова:** метрологія, термінологія, еталон, національний еталон, первинний еталон.

Опубліковано

20.11.22



## 1. Вступ

Термінологія – один із найголовніших елементів будь-якої науки. Вона зосереджує в собі найбільш точну та концентровану інформацію окремої галузі науки і відіграє важливу роль у збереженні та поширенні знань, обміні інформацією.

Саме завдяки термінології розуміння та сприймання поширюваних знань стає максимально однозначним та зрозумілим. Однак задля цього вкрай важливим є застосування уніфікованих та гармонізованих, зокрема й на міжнародному рівні, термінологічних систем. Термінологія відіграє вкрай важливу роль у метрології головним чином

тому, що сфера метрології дуже широка, адже в повсякденному житті існує багато різних речей, які потрібно вимірювати.

Серед головних завдань метрології є забезпечення якості вироблених товарів і процесів, впровадження наукових і технологічних розробок та інновацій, захист життя, охорони здоров'я та навколишнього середовища, створення основи для провадження чесної та конкурентної торгівлі як на національному так на світовому ринку тощо. Реалізація цих завдань можлива не лише завдяки точним і надійним вимірюванням але й завдяки впровадженню та застосуванню уніфікованих термінологічних систем.

## 2. Короткий історичний екскурс та стан справ

Залежно від покладених на метрологію завдань розрізняють щонайменше такі три її основні напрями: наукова або фундаментальна метрологія; прикладна (промислова) метрологія та законодавча метрологія. З метою впорядкування на міжнародному рівні термінологічної системи у сфері метрології провідними міжнародними організаціями було розроблено два словники основоположних термінів <sup>[1]</sup> та <sup>[2]</sup>. Обидва словники мають на меті сприяти міжнародній узгодженості термінології, що застосовується у науковій, прикладній та законодавчій метрології. В <sup>[1]</sup> наведено терміни та їх визначення, які переважно застосовуються в науковій та прикладній метрології, в той час як переважна більшість наведених у <sup>[2]</sup> термінів використовується у законодавчій метрології.

Процес впровадження в Україні міжнародної термінології у сфері метрології був досить тривалим та непростим. Перші спроби запровадження міжнародної термінології були у 1998 році, коли було прийнято <sup>[3]</sup>. Однак, це радше нагадувало невдалу спробу поєднання радянської/пострадянської термінології із міжнародною. Наприкінці 90-х років минулого століття Україна поступово входить до міжнародної метрологічної спільноти, активно бере участь у діяльності міжнародних метрологічних організацій. Це, зокрема, потребувало приведення національної термінологічної системи у відповідність до міжнародних стандартів. Так, наприклад, почали з'являтися національні стандарти, гармонізовані із міжнародними. Ці стандарти запроваджували нові терміни та поняття у тому розумінні, як їх сприймала світова спільнота. Національна термінологічна система почала поступово наповнюватись міжнародними метрологічними термінами, які згодом набули широкого вжитку. Одним із остаточних етапів становлення міжнародної термінології в українській метрологічній системі можна назвати 2014 рік, коли було прийнято Закон України <sup>[4]</sup>. З точки зору термінології, важливість прийняття цього законодавчого акту полягала не лише в тому, що запроваджувались

міжнародні метрологічні терміни у тому розумінні, як їх описано в <sup>[1]</sup> та <sup>[2]</sup>, але й в тому, що ці терміни та їх визначення закріплювались на законодавчому рівні. Згодом були прийняті підзаконні акти, якими запроваджувались гармонізовані із відповідними міжнародними «спеціальні» метрологічні терміни, які суттєво доповнили закріплену в <sup>[4]</sup> національну термінологічну систему як у сфері законодавчо регульованої так і наукової та прикладної метрології.

Однак, не дивлячись на закріплені на законодавчому рівні статус окремих термінів та їх визначень, до теперішнього часу трапляються непоодинокі випадки неправильного їх тлумачення, розуміння та застосування. Здебільшого це стосується термінів, сучасне визначення яких суттєво відрізняється від тих, які застосовувались раніше. Як правило, таке некоректне застосування термінології часто призводить до непорозумінь, хибних тверджень, суджень, думок або висновків, що може мати вкрай серйозні негативні наслідки.

Одним із заходів, який може суттєво покращити ситуацію із вживанням міжнародно прийнятої термінології в Україні є прийняття <sup>[1]</sup> у якості національного стандарту, що було свого часу запропоновано в роботі <sup>[5]</sup>.

## 3. Мета публікації

Застосування застарілої термінології є перепорою на шляху України до інтеграції до міжнародного метрологічного співтовариства. Тому метою даної публікації є заклик щодо дотримання термінології, прийнятої міжнародним метрологічним співтовариством та закріпленої законодавством України.

Особливо актуальним є приведення до міжнародно прийнятих норм термінології пов'язаної з еталонами.

## 4. Терміни національний, державний, первинний та вторинний еталон

Одними із найпоширеніших випадків некоректного використання термінів є вживання термінів, що характеризують так звані «статуси»

еталонів. У Таблиці наведено визначення таких термінів у їх розумінні до та після набрання чинності [4].

Як видно з Таблиці, у більшості випадків визначення одного й того самого терміна у різні часи відрізняються принципово. Застарілі визначення деяких із термінів знайшли своє часткове відображення у нових. Наприклад, чинне визначення терміну «національний еталон» поєднує окремі формулювання застарілих визначень термінів «державний еталон» та «первинний ета-

лон» і тепер вказує на фундаментальність такого національного еталона, на його найвищий статус в системі ієрархії еталонів та його визнання на національному рівні. Термін «державний еталон» у теперішньому його розумінні вказує виключно на вид власності, у якій перебуває еталон, адже на відміну від положень старого Закону [3] новий Закон [4] передбачає, що національний, первинний або вторинний можуть бути як державною власністю, так і власністю підприємств та організацій, в тому числі приватної форми власності.

Термін	Визначення терміна	
	До набрання чинності [4]	Після набрання чинності [4]
Еталон	– засіб вимірювальної техніки, що забезпечує відтворення та/або зберігання одиниці вимірювання одного чи декількох значень, а також передачу розміру цієї одиниці іншим засобам вимірювальної техніки.	– реалізація визначення даної величини із встановленим значенням величини та пов'язаною з ним невизначеністю вимірювання, що використовується як основа для порівняння.
Національний еталон		– 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.
Державний еталон	– еталон, визнаний спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у сфері метрології як основа для встановлення значень усіх еталонів даної одиниці вимірювання, що є у державі.	– первинний або вторинний еталон, що перебуває у державній власності.
Первинний еталон	– еталон, який забезпечує відтворення одиниці вимірювання з найвищою у державі (порівняно з іншими еталонами тієї ж одиниці) точністю.	– еталон, установлений з використанням первинної референтної методики вимірювань або створений як артефакт, обраний за угодою.
Вторинний еталон	– еталон, який отримує розмір одиниці вимірювання безпосередньо від первинного еталона даної одиниці або, у разі його відсутності, – відповідного еталона іншої держави.	– еталон, установлений шляхом калібрування за первинним еталонам для величини того самого роду.

**Таблиця.** Порівняння термінів еталон, національний, державний, первинний та вторинний еталон

Корінних змін зазнав і термін «еталон». Так, крім уведення у нове визначення терміну «невизначеність», як однієї із основних характеристик еталона, уведено поняття «реалізація визначення величини із певним значенням». Згідно з [1] під «реалізацією» у даному випадку слід розуміти або пряму реалізацію визначення одиниці вимірювання, або створення еталона заснованого на фізичному явищі, або прийняття матеріальної міри у якості еталона.

Однак, мабуть найбільше спірних питань та непорозумінь виникає при застосуванні терміну «первинний еталон». Найчастіше це пов'язано із тим, що старе та нове його визначення несуть абсолютно різні смислові навантаження. Так згідно із новим визначенням первинним слід вважати еталон, який встановлено з використанням первинної референтної процедури або створено як артефакт. В той час як відповідно до старого визначення для набуття статусу первинного еталону було достатньо щоб він відтворював одиницю із найвищою у державі точністю, не зважаючи на те, за якою методикою вимірювань такий еталон встановлено. У нинішньому ж розумінні первинний еталон має реалізовувати визначення величини із застосуванням спеціального експериментального методу найвищого рівня, заснованого на рівняннях фізики. При цьому, важливою ознакою такого методу є те, що він має дозволяти вимірювати величину в певній одиниці, використовуючи лише вимірювання таких величин, які не включають таку одиницю.

Умовно, визначення терміну «первинний еталон» можна розділити на дві частини. Згідно з першою частиною визначення, первинний еталон має реалізовувати визначення одиниці за допомогою спеціальної процедури вимірювання. В той час як друга частина терміну допускає застосування артефакту (матеріальної міри) у якості первинного еталона. Одним із показових прикладів, який повною мірою розкриває зміст обох частин терміну, є еталон одиниці маси (кілограма).

До набрання чинності нового визначення кілограма, у якості первинного еталона виступав обраний за згодою країн-підписантів Метричної кон-

венції артефакт. Такий підхід реалізації одиниці маси знаходить своє відображення у другій частині визначення терміну «первинний еталон». У якості такого артефакту або, як його прийнято називати Міжнародного прототипу кілограма (МПК), виступав циліндр діаметром та висотою 39 мм, виготовлений у 1879 році зі сплаву платини (90 %) та іридію (10 %). До 2020 року для потреб країн підписантів Метричної конвенції виготовлялись офіційні копії МПК, які періодично звірялись (калібрувались) в Міжнародному бюро з мір та ваг (МБМВ) з МПК, отримуючи від МПК розмір одиниці, та використовувались у якості національних еталонів відповідних країн. Таку офіційну копію МПК прийнято називати «національним прототипом». Однак часто трапляються випадки застосування терміну «національний прототип» до гирі зі складу національного еталона, яка не є офіційною копією МПК. Таке твердження є некоректним та суперечить міжнародній практиці незалежно від того, було таку гирю калібровано в МБМВ чи ні.

Проте, з огляду на часову нестабільність МПК та пов'язаність кілограма із іншими одиницями SI, що також впливало на стабільність таких одиниць, Генеральною конференцією з мір та ваг було прийнято рішення перевизначити кілограм через відомі фізичні сталі. Так, згідно із новим визначенням починаючи з травня 2019 року кілограм визначається через сталу Планка та сталі, через які визначаються метр та секунда. На сьогоднішній день існує два міжнародно визнаних незалежних первинних методи реалізації кілограма із відносною невизначеністю порядку  $10^{-8}$ . Такі первинні методи дозволяють вимірювати масу через постійну Планка без використання будь-якого еталона маси. Сьогодні практичними реалізаціями таких первинних методів виступають ваги Кіббла (інколи називають Ват-ваги) та сфера з монокристалу кремнію високої чистоти (так званий метод рентгенівського кристалографічного аналізу). Обидва методи та їх практичні реалізації описано в [6] і саме про них йде мова у першій частині терміну «первинний еталон». Беручи до уваги визначення терміна «первинний еталон» [1] та зважаючи на [6] можна дійти висновку,

що первинним еталоном одиниці маси на сьогоднішній день слід вважати артефакт (матеріальну міру, атом або інший об'єкт), масу якого виміряно за одним із первинних методів. Наприклад, матеріальна міра, калібрована безпосередньо на вагах Кіббла, або сфера з кремнію, масу якої визначено за методом рентгенівського кристалографічного аналізу.

З огляду на це, слід вважати неправильним застосування терміну «первинний еталон» до національних еталонів, які реалізують одиницю маси за допомогою матеріальної міри, яка не є кремнієвою сферою або яку не було калібровано безпосередньо на вагах Кіббла.

Окремі зміни торкнулись й визначення терміну «вторинний еталон». Так, згідно із новим визначенням, вторинним еталоном слід вважати еталон, який встановлено шляхом калібрування за первинним еталоном. Головна відмінність нового визначення полягає в тому, що еталон за допомогою якого калібрують вторинний еталон, має бути виключно первинним, не залежно від того в якій країні такий еталон встановлено.

## 5. Приклади неправильного застосування термінології щодо еталонів

Існує також і практичний аспект піднятої у цій статті проблеми. Він полягає у тому, що на практиці описані вище терміни не завжди застосовуються у тому розумінні, як їх визначено в [4]. Наприклад, це стосується переліку зареєстрованих в Україні національних еталонів, розміщеного на офіційному сайті Міністерства економіки України. Аналіз цього переліку показав, що, не зважаючи на забезпечувану національними еталонами України точність, деяким з них необґрунтовано надано статус первинних.

Так, наприклад, державний первинний еталон одиниці сили (ДЕТУ 02-07-11), якому надано статус національного відповідно до [4], в діапазоні понад 2000 Н забезпечує реалізацію одиниці сили за допомогою важільних установок навантаження. Одиницю сили в таких установках реалізують за допомогою сили тяжіння, яка діє на спеціальні

вантажі, та важільного механізму, який забезпечує передавання сили тяжіння від спеціальних вантажів до досліджуваного об'єкта, при цьому збільшуючи її прямо пропорційно передатному числу важільного механізму. Первинною ж, на відміну від описаної вище, вважають реалізацію одиниці сили у спосіб, що забезпечує пряме прикладання навантаження, створюваного спеціальними вантажами, до досліджуваного об'єкта. Первинну реалізацію одиниці сили забезпечують так звані установки прямого/безпосереднього навантаження. Тому реалізація одиниці сили за допомогою важільних установок навантаження не може вважатись первинною, а національний еталон, до складу якого входять такі установки навантаження – первинним.

Іншим прикладом необґрунтованого надання статусу первинного еталона є національний (державний первинний) еталон одиниці маси (НДЕТУ М-07-2020). Даний еталон реалізує одиницю маси за допомогою еталонної гирі номінальною масою 1 кг, виготовленої зі спеціальної нержавіючої сталі. За умови, що дана еталонна гиря не була калібрована безпосередньо на вагах Кіббла, національний еталон одиниці маси НДЕТУ М-07-2020 не може вважатись первинним еталоном.

Наведені приклади свідчать про необхідність перегляду статусів й інших національних еталонів України з метою приведення їх у відповідність до визначень термінів первинний та вторинний еталон, як їх наведено в [4].

## 6. Висновки

У статті на прикладах термінів еталон, національний еталон, державний еталон, первинний еталон, вторинний еталон продемонстровано наскільки принциповою є різниця у їх старих та нових визначеннях. Загалом, при застосуванні інших термінів слід бути не менш уважними. Практика свідчить, що випадків некоректних застосувань термінів існує багато, наприклад щодо таких термінів як «калібрування», «засіб виміральної техніки» тощо. Не виключено, що описані в цій статті приклади хибного трактування та

застосування термінів можна зустріти не лише у статтях та публікаціях, але й в офіційних документах, на офіційних веб-сторінках органів влади та метрологічних тощо. Це, зокрема стосується й переліку зареєстрованих в Україні національних еталонів, розміщеного на офіційному сайті Міністерства економіки України, який має бути актуалізовано та приведено у відповідність до запровадженої в Україні термінології. Проблема неправильного застосування термінології може торкатись не лише такого виду вимірювання як маса та пов'язані з нею величини але й інших видів вимірювань, в яких існують свої еталони, первинні методи вимірювань тощо. Ав-

тори статті хочуть звернути увагу метрологічної спільноти в Україні на важливість та актуальність цієї проблеми, закликають усіх зацікавлених осіб впроваджувати міжнародну метрологічну термінологію в Україні, широко її застосовувати, підтримувати національну метрологічну термінологію на сучасному міжнародному рівні. Все це має посприяти визнанню на міжнародному рівні національної метрологічної системи, включаючи національні еталони, усуненню неоднозначностей та непорозумінь, пов'язаних із неправильним застосуванням термінології, а також інтеграції України до міжнародного метрологічного співтовариства.

## Посилання

1. JCGM 200:2012 *International vocabulary of metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)*.
2. OIML V 1: 2013 *International Vocabulary of Terms in Legal Metrology (VIML)*.
3. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 11 лютого 1998 року № 113/98-ВР.
4. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 05 червня 2014 року № 1314-VII.
5. Кузьменко Ю., Величко О., Рожнов М., Самойленко О. 2018 *Щодо розроблення національного нормативного документу з метрологічної термінології*. Метрологія та прилади. № 2, сс. 66-67.
6. 2019 *Mise en pratique for the definition of the kilogram in the SI*. SI Brochure, 9th edition. Appendix 2.