

## Вимірювання в галузі науки та техніки...

# Міст до інновацій

Під таким девізом нинішнього року відзначали Всесвітній день метрології

Неля МОСКОВСЬКА

23



Ми всі повсякчасно користуємось послугами метрології (від грецької «метрон» і «логос» – міра та вчення), хоча рідко звертаємо на це увагу, особливо в побутових умовах. У сучасній метрології від точності й достовірності отриманих результатів вимірювань значною мірою залежать технічний рівень виробництва продукції, боєздатність військової техніки, створення безпечних умов праці, безаварійна робота транспорту, якість медичних діагнозів, безпека навколишнього природного середовища, точність прогнозів погоди в метеорології, можливість польотів у космос, розвиток швидких комп'ютерів – усього й не перелічити. Вимірювання входять практично до всіх комерційних операцій, починаючи від реалізації таких товарів, як нафта барелями, природний газ тисячами кубів чи металеві руди тоннами, і закінчуючи роздрібною торгівлею кілограмами чи грамами на місцевому ринку. Система вимірювань як найважливіший елемент неодмінно присутня у всіх моделях технічного регулювання, прийнятих у різних країнах світу. Про те, як функціонує національна метрологічна інфраструктура, її здобутки та проблеми ми вели бесіду з директором науково-виробничого інституту, що входить до складу державного підприємства «Укрметрестстандарт», доктором технічних наук, заслуженим діячем науки і техніки України, метрологом зі світовим ім'ям Олегом ВЕЛИЧКОМ.

– Олеже Миколайовичу! Вітаємо вас особисто й очолюваний вами колектив із Всесвітнім днем метрології і маємо намір уже вкотре привернути увагу читачів і... зокрема управлінців, котрі приймають масштабні рішення, до проблематики метрології та стандартів. Отже, як мовиться, звіriamo годинники?

– Після запуску американської міжпланетної станції «Марс-клаймет орбітер» учені всього світу сподівалися отримати надзвичайно важливу інформацію та з нетерпінням її очікували. Звістку про аварію 23

вересня 1999 року, внаслідок чого станцію було безповоротно втрачено, зустріли з великим розчаруванням. Аварія сталася через банальну помилку: фахівці забули перевести американські фути в метричну систему мір. Цей факт є вельми показовим. Він доводить, наскільки важливі питання забезпечення єдності та достовірності вимірювань. Хочу звернути увагу на подію, яка відіграла визначальну роль в розвитку не лише метрології, а й прогресу в усьому світі – створення уніфікованої метричної (десятичної) системи мір. Наприкінці XVIII століття тільки в Європі налічувалося

до сотні футів різної довжини, 50 різних миль, 120 різних фунтів. Це призвело до усвідомлення нагальної необхідності подолати «вавилонське стовпотворіння» підписанням міжнародної Угоди про міри та ваги, а також про одиниці вимірювань у метрології. 135 років тому, а точніше 20 травня 1875-го на дипломатичній конференції в Парижі уповноважені представники 17 країн (у т. ч. Російської імперії) підписали Метричну конвенцію. Нею встановлені міжнародні прототипи метра й кілограма та створені Міжнародний комітет мір і ваг



(СІРМ) і під-  
порядкований йому  
робочий орган –  
Міжнародне бюро  
мір і ваг (ВІРМ). Ця  
подія визначила

принципи по-  
дальшого розвитку метрології  
в усьому світі. Тому 1999 року на  
засіданні СІРМ прийняли рішення  
щорічно відзначати 20 травня як  
Всесвітній день метрології.

У СРСР метрична система була повністю впроваджена на початку 30-х років минулого століття, але окремі країни ще багато десятиліть продовжували підтримувати й досі підтримують свій унікальний порядок вимірювань. Так, в Японії міжнародну систему одиниць (SI) запроваджено лише 1992-го шляхом накладання заборони на використання не одиниць SI в угодах та під час сертифікації товарів. А країни Британської співдружності лише з 1 січня 2000 року офіційно перейшли до застосування цієї системи. Хоча США й підписали Метричну конвенцію, у країні й нині послуговуються архаїчними ярдами, унціями, футами, мілями, фунтами тощо та, за необхідності, застосовують спеціальні перехідні таблиці. На сьогодні SI складається з семи основних одиниць: довжина (метр), маса (кілограм), час (секунда), електричний струм (ампер), термодинамічна температура (кельвін), кількість маси (моль), інтенсивність світла (кандела) та декількох сотень похідних одиниць. Для того, аби практично застосовувати ці одиниці вимірювання в різних сферах, вони повинні бути матеріально реалізовані.

Такою матеріальною мірою, засобом вимірювальної техніки, створеним для відтворення одиниці величини, є відповідний еталон. Еталони становлять ієрархію, що розпочинається з міжнародних еталонів, розташованих на верхівці метрологічної піраміди, і закінчується робочими еталонами, щоденно використовуваними під час виконання вимірювань. Не існує жодної загальної вимоги до точності еталонів. Еталон може бути придатним в одній країні як робочий, а в іншій бути навіть національним еталоном. Національні еталони, котрі регулярно звіряються з міжнародними еталонами та національними еталонами високої точності інших держав,

слугують базою для встановлення значень інших еталонів.

– **Тобто можна вважати, що процеси глобалізації в галузі метрології розпочалися з Метричної конвенції. Чи завжди в сучасних умовах забезпечується всесвітня єдність вимірювань, і якщо ні, то які це має наслідки?**

– Інтернаціоналізація є обов'язковою характеристикою вимірювань міжнародна торгівля визначає глобальну економіку, наукові, технологічні та медичні дослідження залежать від міжнародного співробітництва. Справедливо стверджувати: сьогоднішня тенденція глобалізації торгівлі є найсильнішим поштовхом, що підвищує сучасне значення метрології та сприяє її швидкому розвитку. Від часу підписання Метричної конвенції надзвичайно зросли обсяги, складність і точність вимірювань, які виконуються під час операцій з міжнародної торгівлі. Практично всі промислові товари й послуги, сільськогосподарська продукція чи новітні форми електронної комерції за допомогою Інтернету (вони можуть бути різними в кожній державі) зіштовхуються з технічними (нетарифними) бар'єрами. Неточні чи помилкові вимірювання у будь-якій галузі спричиняють ухвалення неправильних рішень, які призводять до непомірних фінансових витрат. Так, похибка при вимірюваннях кількості продукту в нафто- й газопроводах у кілька сотих коштує сотні мільйонів доларів. Точність вимірювання має велике значення на теплових електростанціях. Збільшення вологості вугілля на 1% знижує теплоту його згоряння на 1,2–1,3%, що еквівалентно втратам до 10 млн. тонн вугілля. Активний контроль температури й вологості в сховищах знижує втрати зерна на 1–3%, картоплі – на 6–16, капусти – на 20.

У звіті, підготовленому ВІРМ для держав-членів Метричної конвенції, зазначено: «...Інвестиції, що виділяються урядами на створення визнаної на міжнародному рівні метрологічної інфраструктури, належать до найефективніших з точки зору їхньої окупності, бо дають найвагомійший прибуток суспільству». Складовими такої метрологічної інфраструктури є: узгоджені закони в сфері метрології; національні еталони одиниць величин та їх еквівалентність міжнародним еталонам; гармонізована нормативна база щодо засобів вимірювань, їх повірка чи калібрування; оцінка відповідності засобів вимірювань; кваліфікований і компетентний персонал. У звіті ВІРМ та-

кож зазначається, що згідно з дослідженнями, виконаними в США, Великій Британії, Канаді та Євросоюзі, питома частка коштів на вимірювання та роботи, пов'язані з цим, у промислово розвинених країнах становить від 3 до 6% ВВП, а в окремих випадках цей показник сягає 15%.

Загальний розвиток науки та техніки засвідчує: метрологія є фундаментальною передумовою прогресу майже в усіх галузях науки, техніки й економіки. Що складніша наукова проблема, то більшого значення для неї набуває метрологія. Точність вимірювань неодноразово давала змогу робити фундаментальні відкриття або підтверджувати гіпотези. Високоточні інтерференційні вимірювання А. Майкельсоном швидкості світла в рухомому й нерухомому середовищах привели до створення А. Ейнштейном теорії відносності – нових уявлень про час і простір.

– **Відомо, що розвинена еталонна база – обов'язковий атрибут політичної й економічної незалежності будь-якої держави, її «візитівка». Які національні еталони має в своєму розпорядженні Україна?**

– Свого часу Генрі Форд сказав: «Покажіть мені автомобіль і я визначу, на якому технічному рівні перебуває країна, де було виготовлено цей автомобіль». Такий вислів можна було б віднести й до національної еталонної бази – якщо країна має національні еталони, визнані на міжнародному рівні, це засвідчує її високий науковий потенціал. **Україна такі національні еталони має.** Це – дуже дорога справа. Навіть високорозвинені країни не мають у себе повного набору національних еталонів. Наприклад, 2008 року еталонна база Великої Британії становила 105 національних еталонів, Росії – 126. За часів СРСР Україна мала лише 10 національних еталонів, тобто 8 відсотків еталонної бази СРСР, та й то це були лише еталони другорядних похідних одиниць. У результаті проведення великого комплексу робіт на 1 травня 2010 року в нашій державі затверджено 60 державних (національних) еталонів. Серед них еталони одиниць довжини, маси, часу та частоти, температури, тиску, молярної частки компонентів у газових середовищах, електричної напруги змінного та постійного струму, рентгенівського й гама-випромінювань, активності радіонуклідів (сайт [dssu.gov.ua](http://dssu.gov.ua), розділ: технічне регулювання, державні еталони). Державні еталони створюються як унікальні комплекси в одиничних примірниках,



функціонують вони у спеціальних приміщеннях із забезпеченням необхідних умов для підтримання температури, вологості, вібрації тощо та відповідної інженерної інфраструктури. З огляду на високі вимоги до точності еталонів, їх розробляють на основі використання досягнень національної та світової науки і техніки, нових технологій, перспективних методів вимірювань. Урядом України комплекс еталонів та унікальних засобів вимірювальної техніки віднесено до наукових об'єктів, які становлять національне надбання країни.

Державні еталони створюються та утримуються державою. Вони є виключно державною власністю й у нашій країні перебувають у віданні Держспоживстандарту України. Національна еталонна база фінансується сьогодні державою приблизно на 40 відсотків від запланованого рівня, тому організації, котрі експлуатують та утримують державні еталони, змушені підтримувати їх у належному стані власним коштом.

**– Як забезпечується визнання на міжнародному рівні метрологічних характеристик державних еталонів України?**

– Для сприяння розвитку міжнародної торгівлі й усунення технічних бар'єрів між торговими партнерами з інших країн, підтримання еталонної бази на високому технічному рівні необхідно регулярно звіряти вітчизняні еталони з національними еталонами інших держав. Це є обов'язковою умовою для міжнародного визнання результатів вимірювань. З метою створення єдиного, визаного міжнародною спільнотою, метрологічного простору ***CIPM у 1999 році підготував «Угоду про взаємне визнання національних еталонів, сертифікатів калібрування та вимірювань, які видаються національними метрологічними інститутами»***. Ця подія є другою за значенням, після Метричної конвенції, в історії розвитку метрології. Нині Угоду підписали 122 національні метрологічні інститути з 74 країн. 48 з них є повноправними членами, а 26 – асоційованими, до числа яких входить і Україна. Її репрезентують чотири національні метрологічні інститути: Національний науковий центр «Інститут метрології» (Харків), ДП «Укрметрестандарт» (Київ), ДП «НДІ «Система» (Львів), ДП «Івано-Франківськстандартметрологія», котрі підписали зазначену Угоду 2003 року. Саме в цих метрологічних організаціях розробле-

но, досліджено та введено в дію державні еталони України.

Результатом участі національних метрологічних інститутів в Угоді є публікація відомостей про їхні калібрувальні та вимірювальні можливості в спеціальній базі даних ключових звірень, загальнодоступній у мережі Інтернет. Ці можливості є найвищим рівнем калібрування і вимірювань. Його національні метрологічні інститути гарантують споживачам їхніх метрологічних послуг на постійній основі. Загалом всі національні метрологічні інститути України мають сьогодні 83 публікації у зазначеній базі даних у 6 видах вимірювання (акустика, електрика та магнетизм, довжина, час і частота, витрати газу й кількість речовини) з 9. Попри те, що кількість публікацій про калібрувальні та вимірювальні можливості національних метрологічних інститутів нашої держави за останні два роки практично подвоїлася, слід докласти ще багато зусиль для їх збільшення.

**– В Україні основним законодавчим актом, що регулює відносини у забезпеченні єдності вимірювань у країні є Закон «Про метрологію та метрологічну діяльність». Наскільки його положення відповідають сьогодні міжнародній практиці та захищають громадян і національну економіку від наслідків недостовірних результатів вимірювань?**

– У розвинених державах світу існує розвинена законодавча база з питань метрологічної діяльності. У таких країнах, як Німеччина та США, питання метрології відображені навіть у конституціях цих країн. До речі, Конституція нашої держави також містить деякі метрологічні вимоги. Так, у ній ідеться про те, що виключно законами України встановлюються одиниці ваги, міри та часу. Це положення вже дуже застаріло, його запозичили з Конституції США, ухваленої ще 1787 року (Конгрес уповноважував встановлювати одиниці мір і ваг), однак воно підкреслює особливу важливість метрології для держави.

Чинний Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» прийнятий Верховною Радою України ще в лютому 1998 року, а 2004-го набула чинності його нова редакція. Закон визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні, регулює відносини в сфері метрологічної діяльності та сприяє економічній незалежності держави. Елемен-

ти метрологічної інфраструктури країни сприяють розв'язанню проблеми вимірювання через відповіді на такі запитання: що вимірювати? як вимірювати? як оцінити результати вимірювань та повідомити про них? Наприклад, компоненти літаків, вироблені в різних країнах, повинні мати розмірні та механічні характеристики, що вимірюються узгодженими методами, інакше остаточний монтаж літака буде неможливий. Така узгодженість гарантується шляхом співпраці між національними метрологічними інфраструктурами на міжнародному й місцевому рівнях. Сьогодні вони зазнають важливих змін. Вивчивши досвід метрологічної діяльності в передових державах з розвинутою ринковою економікою та метрологічною інфраструктурою, доходимо висновку про необхідність ухвалення нової редакції Закону, положення якого були б гармонізовані із загальноприйнятими в світовій практиці нормами та правилами метрології, передусім, із новими документами Міжнародної організації законодавчої метрології та директивами Європейського Союзу з питань метрологічної діяльності.

**– Яка участь України в міжнародному співробітництві із забезпечення єдності вимірювань?**

– Держспоживстандарт України уповноважений представляти нашу країну в таких міжнародних і регіональних організаціях з метрології:

– Генеральній конференції з мір і ваг (CGPM), статус асоційованого члена з 2002 року;

– Міжнародній організації законодавчої метрології (OIML), статус члена-кореспондента з 1997 року;

– Євразійському співробітництві державних метрологічних установ (CCOMET), статус члена з 1992 року;

– Європейській асоціації національних метрологічних інститутів (EURAMET), статус організації-кореспондента з 1998 року;

– Науково-технічній комісії з метрології Міждержавної Ради зі стандартизації, метрології та сертифікації країн СНД, статус члена з 1992 року.

Участь у роботі цих організацій допомагає захищати інтереси нашої країни й оперативно використовувати результати співпраці з метою ефективного вирішення метрологічних завдань, які постають перед Україною в умовах глобалізації світової економіки.