

**ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ**

**ОГЛЯД
МІЖНАРОДНОЇ МЕТРОЛОГІЇ**

ВИПУСК 1

Київ 2006

ББК 30.10я5
0-37

0-37 Огляд міжнародної метрології / Держспоживстандарт України.
Укрметртестстандарт. — К.: ТОВ „АВЕГА”, 2006. — Вип I / Уклад.: М. Жалдак,
М. Мухаровський та ін. — 29 с. — ISBN 966-8953-02-9.

ББК 30.10я5

ISBN 966-8953-02-9

ЗМІСТ

OIML	
Інтродукція та презентація	
Що є OIML	5
Публікації OIML	7
Система сертифікатів OIML	8
Структури OIML	9
Технічні Комітети та Підкомітети OIML	10
Перспективи та майбутні тенденції легального метрологічного контролю засобів вимірювань	12
Від Міжнародного бюро мір та ваг (МБМВ)	
Метрологія та простежуваність	17
Невизначенність	23

Шановні читачі! Колеги!

Проголошення Україною курсу, спрямованого на реалізацію європейського вибору, неможливе без реформування системи технічного регулювання для встановлення простих, чітких, зрозумілих, єдиних для всіх «правил гри», забезпечення їх загального дотримання, створення умов для вільного доступу вітчизняних товарів і послуг на європейський та світовий ринки. Метрологічна діяльність є важливою складовою системи технічного регулювання. Активізація міжнародної співпраці в цій галузі має першочергове значення для визнання національних еталонів і їх вимірювальних можливостей на міжнародній арені.

Роль метрології та її головне завдання повинні бути спрямовані перш за все на захист інтересів громадян та національної економіки України від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

Україна є членом або асоційованим членом, членом кореспондентом більшості міжнародних метрологічних організацій таким, як COOMET, OIML, BIPM, EUROMET. Згідно з наказом Держспоживстандарту України від 29.03.04 р. №52 на Укрметртестстандарт покладено обов'язки технічного забезпечення діяльності національного секретаріату в міжнародній організації законодавчої метрології (OIML). Однією із функцій є інформування метрологів України про найбільш актуальні роботи і публікації провідних фахівців метрологічних центрів світу.

Цим випуском Укрметртестстандарт розпочинає публікацію «Огляду міжнародної метрології» - збірника наукових статей, нормативних та методичних документів з метрології міжнародних організацій та національних метрологічних інститутів в перекладі з мови оригіналу, що на нашу думку становлять інтерес та мають наукову або практичну значущість для широкого загалу фахівців метрологів.

Джерелами матеріалів, що пропонуються вашій увазі в «Огляді» є публікації в офіційних сайтах міжнародних організацій OIML, ISO, IEC, BIPM, JCRB, WELMEC, COOMET та інших, матеріали Міжнародного Метрологічного Конгресу, окремі публікації національних метрологічних інститутів.

Ми прагнемо виконувати або редагувати переклади таким чином, щоб передати зміст оригіналу без найменших спотворень його сенсу та букви, навіть якщо вони не в повній мірі відповідають прийнятим сьогодні в Україні нормативним документам.

З великою вдячністю ми приймемо до уваги та за мірою можливого здійснимо ваші побажання щодо тематичної спрямованості, структури та, можливо, форми надання матеріалів у наступних номерах «Огляду». Просимо надсилати ваші пропозиції на адресу: Київ 03143, вул. Метрологічна, 4, Укрметртестстандарт, Інститут метрологічної служби України.

Вітаю вас від імені колективу Укрметртестстандарту з побажаннями плідної співпраці в майбутньому

Генеральний директор



Михайло Мухаровський

OIML

Інтродукція та презентація

Що є OIML

Міжнародна Організація Легальної* Метрології (OIML) є міжурядовою договірною організацією, чие членство включає Держави Члени, країни, що активно беруть участь у технічній діяльності, та Члени Кореспонденти, країни, що приєднались до OIML, як спостерігачі. Вона була заснована у 1955 році (дивись Конвенцію) для здійснення всесвітньої гармонізації процедур легальної метрології. З того часу OIML створила всесвітню технічну структуру, яка забезпечує її Членів метрологічними настановами з опрацювання національних та регіональних вимог, що стосуються виробництва та використання засобів вимірювань для застосування їх у легальній метрології.

Держави Члени OIML

Албанія, Алжир, Австралія, Австрія, Беларусь, Бельгія, Бразилія, Болгарія, Камерун, Канада, Куба, Китайська народна Республіка, Хорватія, Кіпр, Чеська Республіка, Данія, Єгипет, Ефіопія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Греція, Угорщина, Індія, Індонезія, Ісламська Республіка Іран, Ірландія, Ізраїль, Італія, Японія, Казахстан, Кенія, Корейська Народно-Демократична Республіка, Республіка Корея, Македонія, Монако, Марокко, Нідерланди, Нова Зеландія, Норвегія, Пакистан, Польща, Португалія, Румунія, Російська Федерація, Саудівська Аравія, Сербія та Монтенегро, Словаччина, Словенія, Південна Африка, Іспанія, Шрі-Ланка, Швеція, Швейцарія, Танзанія, Туніс, Сполучене Королівство, Сполучені Штати Америки, В'єтнам, Замбія.

Члени Кореспонденти OIML

Аргентина, Бахрейн, Бангладеш, Барбадос, Бенін, Боснія та Герцеговина, Ботсвана, Буркіна Фасо, Камбоджа, Комори, Коста Ріка, Естонія, Фіджі, Габон, Гана, Гватемала, Гонг Конг - Китай, Ісландія, Йорданія, Кувейт, Латвія, Литва, Лівія, Люксембург, Мадагаскар, Малайзія, Мальта, Маврикій, Мексика, Молдова, Монголія, Мозамбік, Непал, Нікарагуа, Оман, Панама, Папуа Нова Гвінея, Парагвай, Перу, Сейшели, Сінгапур, Сирія, Китайський Тайпей, Тайланд, Трінідад та Тобаго, Туреччина, Україна, Уругвай, Узбекистан.

Країни, що досі не є Членами OIML можуть одержати додаткову інформацію у PDF файлах сайту.

** До цього часу застосовується некоректний переклад з англійської слова LEGAL, як «законодавчий, законодавча». Слово «законодавчий» англійською мовою передається як LEGISLATIVE. Слово LEGAL перекладається, як легальний, такий, що відповідає закону, побудований відповідно закону, здійснюється згідно з або від імені закону. Оскільки слово легальний, легальна існує у практичних українській та російських мовах, а стосовно метрології всі інші слов'яномовні країни застосовують слово «легальна», ми вважаємо доцільним ввести в метрологічну практику в Україні терміни «легальна метрологія» «легальний метрологічний контроль» і т. ін.. – Примітка редакції.*

Визначення Легальної Метрології

Легальна Метрологія є сукупністю законодавчих, адміністративних та технічних процедур, встановлених владою або з посиланням на владу та впроваджуваних від імені влади для встановлення та забезпечення у регуляторній або обмежувальній формах якості та достовірності вимірювань, що стосуються офіційних перевірок, торгівлі, здоров'я, безпеки та довкілля.

Публікації OIML

OIML розробляє модельні (типові) документи регулювання, Міжнародні Рекомендації, що забезпечують Членів міжнародно погодженим базисом для встановлення його (регулювання) національним законодавством у відношенні різних категорій засобів вимірювань.

Про поширення застосувань у національній практиці говорить те, що все більше виробників звертаються до Міжнародних Рекомендацій OIML, щоб засвідчитися, що їхня продукція відповідає міжнародним вимогам щодо метрологічних якостей

Проекти Рекомендацій OIML і Документів розробляються технічними Комітетами або Підкомітетами, що формуються Державами Учасниками.

Певні міжнародні і регіональні організації беруть участь в Угодах про співробітництво, укладених між OIML і цими організаціями, такими, як ISO і ІЕС, чією метою є запобігання взаємно суперечливих вимог, відповідно, виробників і заявників засобів вимірювань; випробувальні лабораторії і їм подібні можуть одночасно застосовувати Публікації OIML і документи інших організацій (див. Веб - сайти міжнародних і регіональних організацій, зв'язаних із OIML).

Основними елементами Міжнародних Рекомендацій є область поширення, термінологія і її застосування, метрологічні вимоги, методи й устаткування для випробувань і перевірки відповідності вимогам та формат Звіту про випробування.

Система сертифікатів OIML

Систему Сертифікатів OIML для засобів вимірювань введено в 1991 році з метою удосконалювання адміністративних процедур і зниження витрат, зв'язаних із торгівлею засобами вимірювань, що є об'єктами вимог законів.

Система забезпечує можливість для виробника одержати Сертифікат OIML і Звіт про випробування, що включають відомості, що даний тип засобів вимірювань відповідає вимогам певної Міжнародної Рекомендації OIML.

Сертифікати видаються Державами Членами OIML, у яких встановлені один або декілька Органів, що відповідальні за застосування процедури у відношенні виробників і заявників, що бажають сертифікувати типи засобів вимірювань.

Сертифікати OIML визнаються національними метрологічними службами на добровільній основі, таким чином сприяють у взаємовідносинах і визнанні результатів випробувань між членами OIML. Система служить спрощенню процедури затвердження типу для виробника і метрологічних органів шляхом уникнення дорогого дублювання випробувань.

Веб - сайти OIML містять базу даних із переліком Сертифікатів OIML, зареєстрованих VIML, та наводиться перелік категорій засобів вимірювань, охоплених системою, адреси Органів Держав, що Видають, Учасників OIML, і відповідний список споживачів Сертифікатів.

Перелік категорій засобів вимірювань дає посилання на застосовані Рекомендації і визначає Держави Учасники (по їхніх кодах країн у ISO), що мають встановлені Призначені Органи,

У будь який із даних Держав Учасників можуть бути декілька Призначені Органи, проте, для окремої категорії може існувати тільки один Призначений Орган.

Більше інформації про Систему, особливо щодо правил і умов заявки, видачі та використання Сертифікатів OIML, можна знайти в публікації OIML P1 (Редакція 2003), що може бути виведена на англійській або французькій мовах на Веб - сайті OIML.. Друкарські копії можна одержати від VIML.

Плата за реєстрацію сертифіката OIML складає 50 Євро.

Структури OIML

Міжнародна конференція

Делегації Держав Учасниць OIML та оглядачі Членів Кореспондентів і міжнародних та регіональних організацій, що співробітничують, збираються кожні чотири роки для визначення загальної політики та бюджетних напрямків Організації, а також для просування національного впровадження метрологічних керівництв (настанов) OIML.

Міжнародний комітет (CIML)

В якості наглядового комітету для OIML, CIML збирається щороку для розгляду технічного прогресу Організації та адміністративних операцій. Комітет складено з уповноважених представників – по одному від кожної Держави Учасниці OIML.

У зв'язку з відставкою з поста Члена CIML та за визнанням їх видатного внеску у роботу Організації певні Члени CIML затверджуються Почесними Членами CIML.

Технічні Комітети та Підкомітети OIML

Міжнародний консенсус у спільноті легальної метрології досягається через Технічні Комітети та Підкомітети, склад яких включає представників Держав Учасниць, міжнародних технічних організацій та організацій із стандартизації, асоціацій виробників та регіональних регуляторних органів. Під координацією Секретаріату експерти встановлюють міжнародні технічні настанови щодо метрологічних характеристик та процедур випробувань засобів вимірювань, що є об'єктами законодавчо регульованого контролю.

Президентська Рада

Працюють з Президентом та Віце-Президентом CIML, обмежене число Членів Комітету, призначених Президентом, діють як дорадча група Президента. Востаннє Рада збиралась у Берліні у жовтні 2004.

Діяльність у співробітництві

Працюючи у тісному контакті з Метричною Конвенцією та її виконавчим органом, Міжнародним Бюро з Мір та Ваг (BIPM), OIML впроваджує міжнародну гармонізацію шляхом координації між інститутами технічної роботи та обміну інформацією та судженнями. За рахунок співробітництва більш ніж 100 міжнародними та регіональними організаціями в метрології, стандартизації та зв'язаних областях, робота OIML тримає марку глобальної кооперації, що має метою добротину практику вимірювань.

Технічні семінари

Технічні семінари регулярно організуються BIPM, часто разом з однією чи більше Державами Членами, або в співробітництві з іншими організаціями, що співробітничують, і мають на меті висвітлення розвитку засобів вимірювань та метрологічних процедур. Такі семінари забезпечують можливість змін на урядових та галузевих рівнях та відображають різноманітність діяльності OIML, що відбувається в таких галузях вимірювань, як маса, вимірювання об'єму та тиску, акустика та вібрація, фасування продуктів, температура, приладобудування для медицини та захисту довкілля.

Технічні Комітети та Підкомітети OIML

Міжнародний консенсус у легальній метрології досягається через Технічні Комітети та Підкомітети, об'єднання, що включає представників Держав Членів, міжнародних організацій по стандартизації та технічних організацій, асоціацій виробників та регіональних регуляторних органів. Під координуванням Секретаріату експерти встановлюють міжнародні технічні настанови щодо метрологічної діяльності та процедур випробувань засобів вимірювань, що є об'єктами легального метрологічного контролю.

ТС 1 Термінологія

ТС 2 Одиниці вимірювань

ТС 3 Метрологічний контроль

ТС3/SC1 Затвердження типу та верифікація
ТС3/SC2 Метрологічний нагляд
ТС3/SC3 Еталонні речовини
ТС3/SC4 Застосування статистичних методів
ТС3/SC5 Оцінка відповідності

ТС 4 Еталони та прилади для верифікації та калібрування

ТС 5 Електронні засоби вимірювань та програмне забезпечення

ТС 5/SC 1 Електронні засоби вимірювань
ТС 5/SC 2 Програмне забезпечення

ТС 6 Фасовані продукти

ТС 7 Засоби вимірювань довжини та пов'язаних величин

ТС 7/SC 1 Засоби вимірювань довжини
ТС 7/SC 3 Вимірювання площ
ТС 7/SC 4 Засоби вимірювань для дорожнього руху
ТС 7/SC 5 Засоби вимірювань розмірів

ТС 8 Вимірювання величин потоків

ТС 8/SC 1 Статичні вимірювання об'єму та маси
ТС 8/SC 3 Динамічні вимірювання об'єму (рідини, інші ніж вода)
ТС 8/SC 4 Динамічні вимірювання маси (рідини, інші ніж вода)
ТС 8/SC 5 Лічильники води
ТС 8/SC 6 Вимірювання криогенних рідин
ТС 8/SC 7 Вимірювання газів
ТС 8/SC 8 Лічильники газу

ТС 9 Засоби вимірювань маси та густини

ТС 9/SC 1 Засоби неавтоматичного зважування
ТС 9/SC 2 Засоби автоматичного зважування
ТС 9/SC 3 Важки
ТС 9/SC 4 Густина

ТС 10 Засоби вимірювань тиску, сили та пов'язаних величин

ТС 10/SC 1 Ваги тиску

ТС 10/SC 2 Датчики тиску з пружними елементами

ТС 10/SC 3 Барометри

ТС 10/SC 4 Машини для випробувань матеріалів

ТС 10/SC 5 Стандартні зразки твердості машини для випробувань твердості

ТС 11 Засоби вимірювань температури та пов'язаних величин

ТС 11/SC 1 Термометри опору

ТС 11/SC 2 Контактні термометри

ТС 11/SC 3 Термометри випромінювання

ТС 12 Засоби вимірювань електричних величин

ТС 13 Засоби вимірювань для акустики та вібрації

ТС 14 Засоби вимірювань, що використовуються у оптиці

ТС 15 Засоби вимірювань для іонізуючих випромінювань

ТС 15/SC 1 Засоби вимірювань іонізуючих випромінювань у медичному застосуванні

ТС 15/SC 2 Засоби вимірювань іонізуючих випромінювань для застосування у промислових процесах

ТС 16 Засоби для вимірювань забруднень

ТС 16/SC 1 Забруднення повітря

ТС 16/SC 2 Забруднення води

ТС 16/SC 3 Пестициди та інші забруднюючі токсичні речовини

ТС 16/SC 4 Польові вимірювання небезпечних (токсичних) забруднень

ТС 17 Засоби фізико-хімічних вимірювань

ТС 17/SC 1 Вологість

ТС 17/SC 2 Цукриметрія

ТС 17/SC 3 рН-метрія

ТС 17/SC 4 Кондуктометрія

ТС 17/SC 5 Віскозиметрія

ТС 17/SC 6 Аналіз газів

ТС 17/SC 7 Тестери дихання

ТС 17/SC 8 Засоби вимірювань для аналізу якості сільськогосподарських продуктів

ТС 18 Засоби медичних вимірювань

ТС 18/SC 1 Засоби вимірювань тиску крові

ТС 18/SC 2 Медичні термометри

ТС 18/SC 4 Біо-електричні засоби вимірювань

ТС 18/SC 5 Засоби вимірювань для медичних лабораторій.

Перспективи та майбутні тенденції легального метрологічного контролю засобів вимірювань

Сем Чеппелл,
СІМЛ, Почесний член, США

Вступ

На даний час легальний метрологічний контроль загалом включає випробування та затвердження типу, а також первинну та періодичну верифікацію. У майбутньому передбачається, що законодавчо регульований метрологічний контроль включатиме:

- системи управління якістю для виробництва засобів вимірювань та декларування виробниками відповідності окремих засобів вимогам первинної верифікації,
- періодичну верифікацію засобів вимірювань, яка буде здійснюватись в порядку “нагляду за ринком”
- обмін інформацією про випробування в галузях між країнами, які встановили домовленості щодо взаємного визнання стосовно “випробувань типу”.

Такі перспективи вимагають контролю з боку “національних офіційних відповідальних осіб” – легальних метрологічних служб – з метою забезпечення компетентності виробників засобів вимірювань, а також партнерів та учасників домовленостей про взаємне визнання. Для максимальної ефективності ці процеси повинні впроваджуватися на світовому рівні. Таким чином OIML відіграватиме провідну та важливу роль.

Процедури легального метрологічного контролю

Для засобів вимірювань наступні процедури застосовують:

- випробування та затвердження типу:
 - випробувальні лабораторії
 - орган сертифікації (органи, що надають дозвіл)
- первинна верифікація:
 - посадові особи за галузями
 - декларація виробника
- періодична верифікація:
 - посадові особи за галузями
 - перенастроювання (калібрування)
 - обслуговування та ремонт
- Ринковий контроль:
 - ідентифіковані, зареєстровані та повідомлені несправності окремих засобів вимірювань
 - спростування типів пристроїв з представленням записів про несправності
 - вимога, щоб виробник впровадив зміни в галузі чи у виробництві.

Сучасна та минула практика

Погляд у майбутнє відображає, що відбувається сьогодні та що відбувалося в недалекому минулому. Принципи визначення компетентності органів калібрування та випробування почали обговорюватися приблизно два десятиріччя тому та впроваджувалися щонайменше протягом останнього десятиріччя одночасно з визначенням компетентності органів із сертифікації. Ці принципи мають широке

застосування. Крім цих досягнень, була розроблена *Система сертифікації OIML для засобів вимірювань*

Система сертифікації OIML - це величезний успіх з початку її заснування у 1991 році. Зараз стоїть задача завершити та впровадження МАА та переглянути D 19 щодо випробувань типу та його затвердження, D 20 щодо первинної та періодичної верифікації а також розробка програми OIML для сертифікації окремих засобів вимірювань. Основні засоби, необхідні для виконання цих задач знаходяться на місцях.

Технічний підкомітет ТК 3/SC 5 OIML з питань “Оцінки відповідності” був створений у 1999 році при ТК 3 “Метрологічний контроль”, який відповідає за розробку проекту структури заходів щодо взаємного визнання випробувань типу (МАА).

Для забезпечення надійного підґрунтя для світового впровадження та гармонізації національних положень, різні Технічні комітети OIML повинні надавати інформацію щодо спеціальних рекомендацій та керівних документів з метрологічного контролю.

Рекомендації в основному стосуються випробувань типу та включають наступні принципи, які забезпечують затвердження типу та сертифікацію:

а) Метрологічні вимоги:

- Клас точності
- Максимально допустимі похибки
 - регламентовані умови експлуатації, еталонні умови
 - регламентовані умови експлуатації, з факторами впливу
- Фактори впливу
 - кліматичні (температура, вологість, і т. ін.)
 - механічні
 - електромагнітні
- збіжність та відтворюваність
- роздільна здатність та чутливість
- надійність протягом тривалого часу
- домовленості про взаємне визнання та прийняття

б) Технічні вимоги

- Представлення результатів
- Програмне забезпечення
- Маркування
- Інструкції з експлуатації
- Зручність у використанні

в) Програма та процедури випробування

г) Формат звіту про випробування

д) Сертифікація чи декларація відповідності

Угоди взаємного визнання та прийняття

Ще одне важливе досягнення останнього десятиріччя – це угоди про взаємне прийняття, які проводилися в рамках Метричної Конвенції, що стосуються еталонів та калібрувань. Успішне впровадження цього MRA, яке відноситься до “еквівалентності” національних еталонів, може забезпечити необхідну довіру до “простежуваності” калібрування та результатів вимірювань. Це підтримує діяльність OIML, пов’язану з уніфікацією та гармонізацією метрологічного контролю засобів вимірювань у світовому масштабі.

Примітка BIML: Більшість рекомендацій OIML стосуються також верифікації, оскільки первинна та/або періодична верифікація належить до заходів законодавчо регульованої метрології, а отже підлягає національному чи регіональному регулюванню.

Основою цих спільних заходів та функцій контролю будуть принципи визначення компетентності, які розробляються в міжнародних органах стандартизації таких, як ISO та IEC, та організаціях, які входять до їх складу. Такі принципи містяться в Стандарті 17025 ISO/IEC щодо калібрувальних та випробувальних лабораторіях та Керівництві 65 ISO/IEC щодо органів сертифікації. Компетенція таких органів здійснюється шляхом оцінки органами акредитації або шляхом проведення експертної оцінки. Вона включає:

- Органи, що залучаються:
 - Органи, що надають дозвіл
 - Випробувальні лабораторії
- Методи оцінки:
 - Акредитація
 - Експертна оцінка
- Аспекти:
 - Наявність всього комплекту випробувального обладнання
 - Кваліфікований персонал
 - Підготовка
 - Вартість
 - Фінансові та трудові ресурси

Необхідно, щоб OIML включав ці принципи до Документів, направлених на національну, регіональну та міжнародну гармонізацію законодавчо регульованого метрологічного контролю засобів вимірювань.

Досвід показує, що такі принципи повинні періодично оновлюватися та переглядатися. Таким чином, виникає необхідність відповідно переглядати ті Документи, для яких були прийняті ці принципи для міжнародного застосування в галузях законодавчо регульованої метрології.

Принципи, які застосовуються міжнародними органами стандартів при розробці їх проектів:

Прозорість – зацікавлені сторони мають доступ до всієї важливої інформації.

Відкритість – відкрита участь на бездискримінаційній системі.

Об'єктивність та одностайність – розглядаються усі точки зору та спроби розв'язати непорозуміння.

Ефективність та доцільність – задоволення потреб та виконання, а не проектування, з метою сприяння розвитку.

Послідовність – уникнення дублювання та налагодження співробітництва з в важливих питаннях з іншими.

Обсяг розвитку – розгляд потреб країн, що розвиваються.

Майбутні тенденції

Принципи “Структури заходів спільного прийняття стосовно випробувань типу OIML” (МАА) знаходяться в процесі остаточного формування. Багато з них ще повинні вивчатися після затвердження та впровадження МАА. На основі досвіду, добутого під час впровадження МАА необхідно буде продовжувати розвиток та обслуговування МАА.

У процесі гармонізації метрологічних вимог при проведенні спільних заходів для випробувань типу, необхідно укласти угоду щодо метрологічних та технічних вимог до робочих характеристик, процедур перевірки та випробування та формату звіту про випробування. Щодо метрологічних вимог, угода повинна стосуватися класів точності, максимально допустимих похибок згідно з встановленими експлуатаційними умовами з урахуванням нормальних умов та рівнів впливу. Щодо технічних умов, угода повинна базуватися на характеристиках пристрою, необхідних для точних вимірювань та

правильного зображення на дисплеї, а також повинна включати вимоги нанесення позначень, якщо немає інших спеціальних національних та регіональних вимог.

Тенденції в галузі верифікації, як очікується, будуть включати застосування засобів дистанційного моніторингу вимірювальних пристроїв в процесі експлуатації. Використання послуг Інтернету може значно полегшити такий моніторинг. Хоча можуть також використовуватися місцеві радіохвильові пристрої. Також повинен бути доступ до програмного забезпечення, необхідного для використання таких послуг.

Перспективи

Наступним кроком на основі досвіду, отриманого при впровадженні МАА буде розробка “Програми сертифікації OIML для окремих вимірювальних пристроїв”. Ця програма буде мати за основу існуючі принципи, викладені в D 127 OIML щодо первинної верифікації на основі системи управління якістю виробника.

Позитивні результати цих зусиль сприятимуть продажу засобів вимірювань затвердженого типу для здійснення вимірювань в рамках законодавчо регульованого метрологічного контролю в світових масштабах. Зацікавлені галузі будуть залучені до продажу певної кількості продукції, охорони здоров’я населення та безпеки працівників, а також контролю та захисту навколишнього середовища. Ці зусилля сприятимуть захисту прав споживача та надійності кількісних та якісних характеристик товарів та послуг.

Галузі легального метрологічного контролю засобів вимірювань можна підсумувати наступним чином:

- Кількість чи якість продукції, що продається:
 - покупець та продавець
 - споживач продукції
 - визначення кількості продуктів в упаковках
- Охорона здоров’я та забезпечення безпеки населення та працівників
 - прилади медичної діагностики
 - клінічні пристрої, що використовуються для проведення аналізів
 - контроль вразливості працівників в потенційно небезпечних умовах
 - моніторинг оточення робочого місця
- Захист навколишнього середовища
 - моніторинг забруднення повітря, води та ґрунту
 - визначення рівня забруднення (забруднювальних речовин) в харчових продуктах
 - повірка та обслуговування аналітичних пристроїв, що використовуються для проведення аналізів.

Заклучна частина

Майбутні досягнення в легальному метрологічному контролі засобів вимірювань залежатимуть від застосування принципів, викладених у відповідних публікаціях.

Деякі з цих публікацій, які включають словники, вимоги до визначення компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій, вимоги до органів, що застосовують системи сертифікації, системи управління якістю, затвердження типу, первинної та періодичної верифікації, а також структуру домовленостей про спільне прийняття для випробувань типу, перераховуються нижче:

Міжнародний словник термінів з легальної метрології (VIML) – OIML, 2000

Міжнародний словник основних та загальних термінів з метрології (VIM)

ВІРМ, ІЕС, ІFСС, ІSO, ІUPAC, ІUPAP, OIML, 1993

Керівництво 2 ISO/IEC, 1996

Стандартизація та пов'язана з нею діяльність – Словник загальних термінів

Керівництво 17025 ISO/IEC, 1999

Загальні вимоги до компетенції випробувальних та калібрувальних лабораторій

Керівництво 65 ISO/IEC, 1996

Загальні вимоги до органів, які застосовують системи сертифікації

Керівництво CD 17040, 2001

Загальні вимоги до експертної оцінки органів, що здійснюють оцінку відповідності.

ІLAC-G10, 1996

Гармонізовані процедури для контролю та переоцінки акредитованих лабораторій

ISO Серія 9000

Системи управління якістю

OIML D 19, 1988

Випробування типу та затвердження типу

OIML D 20, 1988

Первинна та періодична верифікація засобів вимірювань та процесів

OIML D 27, 2001

Первинна верифікація засобів вимірювань з використанням системи якості виробника

OIML P 1, 2003

Система сертифікації вимірювальних пристроїв OIML

Проект Документу OIML

Структура угод про спільне прийняття для випробувань типу OIML (MAA)

Проект Документу OIML

Переліки перевірок, які використовуються органами, що надають дозвіл та випробувальними лабораторіями, що беруть участь у випробуванні типу.

Переклад під редакцією С.Проненко

Від Міжнародного бюро мір та ваг (МБМВ)

Метрологія та простежуваність

Джеффри Вільямс, МБМВ

Метрологія – це наука про вимірювання, що включає як експериментальне, так і теоретичне визначення результату вимірювань при будь-якому рівні невизначеності в будь-якій області науки та технології.

Проте, наука про вимірювання не є справою суто науковців. Вона є чимось життєво важливим для всіх нас. Заплутана, але невидима мережа надання послуг, постачальників та комунікацій, через яких ми всі залежимо від довіри до метрології в частині їх надійного та ефективного функціонування. Наприклад:

- економічний успіх націй залежить від можливості виробляти та продавати точно виготовлену та випробувану продукцію і її складові;
- супутникові навігаційні системи та міжнародна кореляція часу роблять можливим точне визначення місця знаходження – що дозволяє поєднувати у мережу світові комп'ютерні системи та дозволяє приземлення літаків за умов поганої видимості;
- здоров'я людини критично залежить від спроможності визначити точний діагноз, при цьому надзвичайно важливим є надійне вимірювання;
- клієнти повинні вірити кількості пального, яке наливається через насос.

Всі форми фізичних та хімічних вимірювань впливають на якість світу, в якому ми живемо.

Простежуваність

Отже, метрологія має фундаментальну важливість для промисловості та торгівлі – не лише з точки зору споживачів, а й виробників продукції. Обидві ці групи повинні відчувати впевненість у точності та надійності вимірювань, від яких вони залежать. У процесі виробництва при забезпеченні точності засобів вимірювань істотно суттєвим є те, що вони повинні періодично калібруватись по більш точних еталонах, які у свою чергу повинні мати калібрування, що простежується до ще точніших національних еталонів вже на національному рівні і, наприкінці, – на міжнародному. Коли ці різні рівні калібрування оформлюються документально, створюється ланцюг простежуваних калібрувань.

Простежуваність означає, що результат вимірювання - при цьому неважливо, де саме його виконують - може бути співвіднесеним з національним чи міжнародним еталоном і це співвідношення оформлено документально. До того ж, засіб вимірювання повинен калібруватись відповідно до еталону, що сам по собі простежується. Таким чином, простежуваність визначається як властивість результату вимірювання або значення еталону, коли їх можна співвіднести із встановленими еталонами, як правило національними або міжнародними, через нерозривний ланцюг порівнянь, кожне з яких має встановлену невизначеність. Концепція простежуваності є важливою, оскільки робить можливим порівняння точності вимірювань по всьому світу згідно з стандартизованою процедурою оцінки невизначеності.

У ланцюгу простежуваності одиниці вимірювання із найвищою точністю реалізуються міжнародним еталоном. Значення міжнародного еталону, як правило, визначається шляхом порівняння національних еталонів найвищої якості, або, як у випадку кілограма – масою Міжнародного прототипу. Національні еталони, що

підтримуються національним інститутом метрології або НМІ (для прикладу NPL (Національна фізична лабораторія) у Великобританії, NIST (Національний інститут стандартів і технологій) у США або NMJ (Японський національний інститут метрології у Японії), повинні звірятись з цими міжнародними еталонами. Результат таких зрівнянь разом з прецизійністю та невизначеністю національного еталону буде встановлений та досяжний, наприклад, в інтернеті (дивись базу даних ключових звірень BIPM, www.bipm.org/kcdb/). Після цього національний еталон служить зразком для калібрування менш точних еталонів. Вихідні еталони утримаються у національному інституті метрології або у акредитованій калібрувальній лабораторії для калібрувань, що не вимагають високої точності. і знову ж таки буде встановлено результат та невизначеність. На кожному етапі ланцюгу простежуваності втрачається певна ступінь точності (див. Схему). Отже, найвищий рівень еталонів становлять міжнародні еталони, відомі найбільшим ступенем точності, а нижчий – еталони, що визначають нижчий рівень точності.

Даний нижчий рівень точності затверджується як відповідний при використанні якого-небудь певного еталону.

Стандарти - еталони

У науці про вимірювання слово “стандарт” використовується у двох різних значеннях: перше – як широко прийнята специфікація, технічна рекомендація або подібний документ, друге – як еталон. Ця стаття має діло з еталонами, як то: фізична міра, засіб вимірювань, еталонний матеріал або вимірювальна система, які призначені для визначення, реалізації, зберігання або відтворення одиниці або одного чи більше значень величини, що служать як основа для порівняння. Наприклад, одиниця величини “маса” представлена її фізичною формою – циліндричним шматком металу у один кілограм, який представляє собою міжнародний еталон, або пласко-паралельні пластини представляють певні значення величини “довжина”.

Ієрархія еталонів (див. Схему) починається з міжнародного еталону на вершині що відомий найвищою точністю, та проходить весь шлях униз до робочих еталонів. Міжнародні еталони – є еталонами, що визнаються міжнародною угодою слугують в міжнародному плані як основа приписування значень іншим еталонам цієї величини. Найстарішим еталоном, що використовується, на сьогодні є Міжнародний прототип кілограму, що зберігається у Міжнародному бюро мір та ваг (BIPM) у м. Севр. Роль BIPM полягає у забезпеченні міжнародної узгодженості еталонів найвищого рівня у кожній із країн, що підписали міжнародний договір під назвою Метрична Конвенція.

Національний еталон – це еталон, часто первинний, що визнається національним законодавством та слугують в країні основою для приписування значень іншим еталонам зазначеної величини. Власниками національних еталонів вимірювання є, наприклад, NIST у США та NMI у Нідерландах.

Первинний еталон – це еталон, розроблений або широко визнаний як такий, що має найвищі метрологічну якість та його значення приймається без порівняння з іншими еталонами тієї ж величини. Первинними еталонами є, наприклад, прилади на ефекті Джоузефсона для відтворення величини “вольт” або стабілізовані лазери, що використовуються у поєднанні з інтерферометрами для реалізації величини “довжина”. Ці прилади використовуються як національні еталони.

Вторинні еталони – це еталони, значення яких приписується шляхом звіряння із первинним еталоном тієї ж величини. Первинні еталони, як правило, використовуються для калібрування вторинних. Робочий еталон – це еталон, що використовується для калібрування чи перевірки матеріальних мір, вимірювальних приладів або еталонних матеріалів. Робочий еталон, як правило, калібрується у відповідності до вторинного і

може використовуватися для забезпечення правильного користування робочими засобами вимірювань – як еталон для перевірки.

Вихідний еталон – це еталон, що, як правило, має найвищу метрологічну якість, що можлива у даному регіоні або у даній організації, відносно якої вимірювання у даному регіоні є похідними. Калібрувальні лабораторії підтримують вихідні еталони для калібрування своїх робочих еталонів.

Метрологія та легальна метрологія

Можливо, найкращий спосіб зрозуміти різницю між термінами метрологія і легальна метрологія – розглянути різні етапи у процесі встановлення простежуваності. В цілому процес, напевно, відноситься до науки про вимірювання, проте легальна метрологія – це метрологія, що забезпечує якість та достовірність вимірювань, що використовуються безпосередньо у регуляторній області та комерційних колах. Вона має діло з простежуваністю, але також з ризиком неправильного використання інструментів, викривлення та випадковий вплив на засоби вимірювань. У багатьох випадках точність даних вимірювань та відповідність вимірювальних приладів національним та міжнародним технічним умовам регулюється у правових нормах та положеннях.

Точність при вимірюванні маси, наприклад, за допомогою калібрування терезів у місцевому супермаркеті остаточно досягається відповідно до національної системи простежуваності по еталонних вагах, які зберігаються у національній метрологічній лабораторії, і ці національні ваги калібруються за міжнародним еталоном. Таким чином, існує ланцюг калібрувань, який дозволяє вимірюванням у супермаркеті бути простежуваними до міжнародно визнаних еталонів. Отже, споживач може довіряти точності місцевих систем ваг та мір. До того ж, ми маємо змогу забезпечувати узгодженість вимірювань у всьому світі, оскільки всі вимірювання можна прив'язати до єдиного високоточного міжнародного еталону, оскільки національні еталони можуть бути зрівняні один з одним.

Хоча першочергове завдання легальної метрології полягає у здійсненні вимірювань, що необхідні безпосередньо для споживачів, метрологія в цілому важлива для всіх тих, хто є залученим до різноманітних ланцюгів вимірювання і калібрування. Отже, хоча про фізиків, що працюють із Міжнародним прототипом кілограму (останній фізичний артефакт, що визначає основну одиницю, і у відповідності з яким калібруються всі системи вимірювання в світі) уВІРМ, у м. Севр, можна сказати, що вони є водночас науковцями-метрологами, проте у своїй щоденній роботі вони не прямо пов'язані із легальною метрологією. З іншого боку, технічні робітники, які калібрують терези у магазинах та ринках, безпосередньо пов'язані із легальною метрологією, і, безперечно, є також метрологами.

Легальна метрологія у такому вигляді, як вона представлена роботою Міжнародної організації легальної метрології (OIML) є не чим іншим, як схемою вимірів, зроблених за допомогою приладів, повірених еталонними засобами, що стосуються безпосередньо споживачів і має обґрунтування у національних правових нормах, які захищають споживачів від, наприклад, власників магазинів, чиї вагові або вимірювальні прилади повірені невірно. Це означає, що Рекомендації (як зразки для укладання технічних положень), видані OIML, як правило, є складовою частиною національного чи міжнародного законодавства та норм щодо правового захисту прав споживачів. Таким чином, Рекомендації OIML використовуються безпосередньо співробітниками регулятивних органів та законодавцями і можуть набувати сили закону.

Проте, метрологи НМІ розглядають проблеми метрології у значно ширшому контексті. На найвищому або найбільш науково-орієнтованому рівні, вони забезпечують сумісність Міжнародної системи одиниць (SI). У більшості випадків, воно вимагає

дослідження базових визначень одиниць і основних наукових констант; наприклад, швидкості світла та властивостей атомів.

З метою відтворення певних національних одиниць, таких як метр, секунда чи вольт, які використовуються як вихідні, розміри одиниць у певній країні, у кожному НМІ може вироблятися обладнання для відтворення визначень основних одиниць СІ. Метрологи НМІ також займаються співставленням своїх національних еталонів з метою забезпечення їх відповідності. На всіх рівнях точності у всьому світі існує єдина відповідність розмірам одиниць СІ.

Що стосується вимірювання довжини, передові фізики, які займаються проблемами метрології, стверджують, що основна одиниця довжини (метр) повинна визначатися з урахуванням найсучасніших потреб науки, промисловості, економіки та суспільства в цілому. Це означає, що при визначенні зв'язку розміру одиниці довжини із СІ, вона повинна відповідати національному та міжнародному еталону. До легальної метрології звертаються, коли виникає потреба у нормативному використанні одиниці довжини, тому OIML відповідає за те, щоб, наприклад, мірні стрічки, що використовуються будівельниками і геодезистами, були точними, а також вся будівельна промисловість відповідала контрактним вимогам, укладеним із замовниками.

Зараз метр визначається по відношенню до лазерного випромінювання і може вимірюватися метрологами з точністю до 10^{12} частини, в той час як висловлюючись термінологією захисту прав споживачів більша увага приділяється тому, щоб будівля, довжина якої має становити, наприклад 7 метрів, зберігала дану величину, враховуючи точність будівельних матеріалів – що набагато більше, ніж 10^{12} . Проте, через те, що на різних етапах перевірки у схемі єдності вимірювань між одним комплексом еталонів та іншим, точність втрачається, вимірювання при найвищому рівні точності повинні виконуватися так, щоб у зацікавлених сторін не виникало жодних сумнівів щодо точності даних рівнів, особливо коли замовник приділяє багато уваги даним вимірюванням. Таким чином, хоча експерименти по відтворенню метра відрізняються високою точністю, у певній мірі її ступінь дещо втрачається при опусканні по схемі єдності вимірювань до звичайних вимірювань у промислових цілях (див. Малюнок). Але ці втрати неминучі, і для того, щоб у промисловості отримати відповідну ступінь точності, необхідна надзвичайна точність вимірювання, яка може бути представлена лише науковими спеціалістами з метрології.

Однак, як у метрології, так і у легальній метрології, багато уваги приділяється найрізноманітнішим рівням точності, при цьому проблемами вимірювань та науки про вимірювання в цілому, займається широке коло фахівців. Як у метрології, так і легальній метрології невід'ємною частиною їх функціонування є забезпечення сумісних національних систем вимірювання із простежуваним зв'язком з національними еталонами; підтверджуючи таким чином відсутність значних розбіжностей у вимірюваннях та випробуваннях, що виконуються у різних країнах. Співробітники регуляторних органів та законодавці, які повинні довіряти різноманітним системам національних вимірювань, можуть не сумніватися, що вимірювання зроблені в одній країні, будуть прийняті й у інших. Це допомагає зменшити чи взагалі виключити ймовірність того, що непідтвердженість перевірки та випробувань становитиме технічний бар'єр для торгівлі.



Схематичне зображення різноманітних видів еталонів, які існують в окремій сфері метрології і того, як підвищується рівень точності у схемі єдності вимірювань

<p><i>ВІРМ, створене у 1875 році після прийняття Конвенції про метр (дипломатичної угоди, підписану за участю 51 країни), гарантує узгодженість вимірювань та їх єдність у відповідності із Міжнародною системою одиниць (СІ).</i></p> <p>Міжнародне бюро мір і ваги,</p> <p>Павільйон дю Бретой, 92312 м. Севр, Франція www. bipm.org</p> <p>ВІРМ</p>	<p><i>ОІМЛ, створена у 1955 році, міжнародна організація, основною метою якої є узгодження нормативної документації та метрологічного нагляду за національними метрологічними службами країн, що входять до її складу.</i></p> <p>Міжнародна організація законодавчої метрології вул. Тюрбо, 11, 75009, Франція</p> <p>www. oiml.org</p> <p>ОІМЛ</p>
---	--

Джеффри Вільямс є редактором міжнародного журналу, присвяченому питанням теоретичної та прикладної метрології.

НЕВИЗНАЧЕНІСТЬ

Розрахунки невизначеності вимірювань для «Випробувань засобів вимірювання маси» згідно OIML.R 76

Ричард Сендерс

Заступник директора з питань затвердження типу
NMWL, м. Теддінгтон, Об'єднане Королівство

Крістіан Мюнеано

Старший інженер з затвердження
NMWL, м. Теддінгтон, Об'єднане Королівство

Короткий огляд

В цьому документі описаний підхід NMWL до оцінки невизначеності вимірювань під час випробувань засобів зважування, що проводяться при затвердженні типу згідно OIML.R 76{1}. Результати демонструють, що хоча максимально допустимі похибки (МДП) для таких засобів є, в загальному випадку, достатньою основою невизначеностей, що враховуються під час випробувань, необхідно забезпечити, щоб методи випробувань не вносили великих похибок при оцінці засобу вимірювань.

Вступ

В Європі лабораторії, що проводять випробування типу в рамках ЄС, повинні відповідати вимогам Керівництва №4.1 {2} WELMEC. Однією з вимог Керівництва є: “беручи до уваги важливість результатів випробувань на етапі випробувань типу, невизначеність системи, що використовується під час випробувань типу ЄС, не повинна перевищувати 1/5 максимально допустимої похибки”. Крім того, політика NMWL щодо проведення випробувань для затвердження типу неавтоматичних засобів зважування згідно з ISO/IEC 17025 {3}. Цей стандарт також містить вимогу, що невизначеності повинні оцінюватись.

Загальний підхід до оцінки та вираження невизначеності ґрунтується на рекомендаціях Міжнародного Комітету Мір та Ваг (International Committee for Weights and Measures) або *Comité International des Poids et Mesures* (CIPM). Він описаний в Керівництві з вираження невизначеності у вимірювання (GUM) {4}.

1 Оцінка невизначеності для випробувань типу

1.1 Історія невизначеності вимірювань

В 1981 році потреба в процедурі, прийнятної на міжнародному рівні, для вираження невизначеності вимірювань призвела до затвердження міжнародним органом з метрології міжнародної установи з питань метрології, CIPM, коротких рекомендацій, сформульованих робочою групою у складі представників головних лабораторій зі стандартизації. Міжнародна організація з питань стандартизації (ISO) отримала завдання розробити детальне керівництво щодо рівнів точності для певних операцій на основі проведення фундаментальних досліджень. Відповідальність за підготовку повного документу щодо такого широкого спектру вимірювань несе робоча група ISO – Технічна консультативна група з питань метрології (ISO/TAG4/WG3). Робоча група розробила ISO TAG4 «Керівництво щодо вираження невизначеності у вимірюваннях» («GUM») в 1993 році; документ було переглянуто в 1995 році.

В пункті 3.4.8 GUM встановлює: «Хоча дане Керівництво містить структуру оцінки невизначеності, воно не може замінити критичне мислення, інтелектуальну

точність та професійні навички. Оцінка невизначеності не є ані рутинним завданням, ані суто математичним, вона залежить від детального вивчення характеру вимірюваної величини та вимірювання. Якість та ефективність невизначеності, що є часткою результату вимірювання, дуже сильно залежать від розуміння, критичного аналізу та єдності всіх показників, які впливають на визначення цього значення».

1.2 Важливість похибки вимірювання

Основним для всіх наук та інженерної практики є виконання вимірювань, та збір результатів вимірювань досягається через встановлення процедури вимірювання. Оскільки вимірювання повинні бути виконані, їх повинно бути організовано, оцінено та результати інтерпретовано. Довгий час визнавалось, що більшість вимірювань під час калібрувань та випробувань містять похибки, які не визначаються кількісно досить досконало та, таким чином існує невизначеність, пов'язана з результатами таких вимірювань. Без зазначення відповідної невизначеності вимірювання результат вимірювань не є вичерпним та його застосування вкрай обмежене у дослідницькій роботі, розробках, оцінці відповідності, калібруванні та виробництві.

1.3 Звітування про невизначеність та оцінка невизначеності

В деяких випадках складність може заважати ретельній оцінці невизначеності. В таких випадках складається, принаймні, перелік потенційних вкладників до невизначеності, який містить розумні оцінки значущості кожного компонента невизначеності. Одним з найважливіших аспектів оцінки невизначеності є необхідність детального розуміння процесу вимірювання та всіх потенційних джерел невизначеності вимірювання. Визначення невизначеності вимірювань починається з детального вивчення процесу вимірювання. На ранніх етапах формулювання невизначеності існує багато думок. Всі аспекти випробування повинні бути вивчені, а потенційне джерело невизначеності – визначене. Чітке усвідомлення точного сенсу випробування та того, що воно має довести, вимагається на даному етапі, отже, як правило, існують фактори, що не є важливими для результату випробування, а тому можуть бути ігноровані.

1.4 Джерела невизначеності

Процедура вимірювання повинна бути ретельно вивчена, та необхідно скласти перелік факторів, що впливають на результат випробування. Кожний аспект, який впливає на випробування, повинен детально розглядатися окремо та потім приймається рішення щодо факторів впливу на випробування типу.

Стандартними факторами впливу є:

- Умови навколишнього середовища
- Калібрування обладнання та фактори прийнятності
- Роздільна здатність приладу
- Дрейф
- Похибки у значеннях констант, що використовуються у формулах коректування
- Похибки, пов'язані з формулами, що використовуються для коректування даних
- Повторюваність випробування з використанням різних спостерігачів
- Припущення та наближення, зроблені в процесі вимірювання.

Існує два типи складових невизначеності, тип А та тип В.

Складові типу А ґрунтуються на аналізі низки повторюваних вимірювань для отримання стандартного відхилення. Для отримання бажаного рівня невизначеності кількість вимірювань має бути достатньо великою. Якщо поточне випробування проведене більше одного разу, то стандартне відхилення ділиться на квадратний корінь “n”, де “n” – кількість разів проведення окремого випробування. Це необхідно тому, що з кожним разом повторення проведення випробування знання про вимірювану величину збільшується.

Складові типу В отримуються нестатистичними методами, наприклад, попередні дані вимірювання, досвід або знання про систему вимірювання та матеріали, що використовуються, технічні умови виробника, сертифікати калібрування, невизначеності референсних даних, зазначених в довідниках. Як правило, складові типу А є розподіленими за гаусіаною зі степенями свободи $n-1$ (де n – кількість повторюваних випробувань). Як правило, тип В – прямокутний, іноді трикутний або нормального розподілу з безкінечним числом ступенів свободи, якщо похибки взяті з сертифікатів калібрування або технічних умов виробника.

Всі складові у бюджеті стандартної невизначеності, повинні бути виражені в одних одиницях. В більшості випадків вхідна величина виражена в тих самих одиницях, що й пов'язана з нею вихідна величина. Однак, це не завжди так. Наприклад, як може зміна температури вплинути на вагу об'єкту? В таких випадках повинен визначатися коефіцієнт чутливості, так, щоб було відомо, що зміна одиниці у вхідній величині призведе до відомих змін у вихідній величині. Це використовується як фактор, на якій вхідна величина помножується на коефіцієнт чутливості для отримання впливу у вигляді результату вимірювань. Коефіцієнти чутливості можуть бути визначені за допомогою формули та частинної похідної або числових методів, часто за допомогою таблиць розповсюдження.

1.5 Розширена невизначеність

Для одержання стандартної невизначеності всі складові об'єднуються як квадратний корінь з суми їх квадратів. Потім стандартна невизначеність помножується на коефіцієнт покриття k , значення якого, як правило, знаходиться в межах від 2 до 3, що розраховується з використанням статистичних методів для отримання невизначеності з рівнем довіри 95.45% (приблизно 95%).

1.6 Розрахунок бюджету

Оскільки всі вкладники та коефіцієнти чутливості встановлено та визначені типи розподілів, може бути розрахований бюджет із застосуванням стандартної форми, що міститься в GUM. Комп'ютерна таблиця розповсюдження дуже добре підходить для проведення розрахунків.

1.7 Невизначеності по відношенню до критеріїв прийняття/відхилення приладу – концепція поділеного ризику.

В галузі законодавчо регульованої метрології результати вимірювання, максимально допустимі похибки та критерії прийняття/відхилення повинні бути точно вираженими, так щоб вони не суперечили нормам та правилам суду. Таким чином, застосовується концепція поширеного ризику. Вона визначена в Керівництві 4.1 WELMEC:

“Невизначеність результатів випробування повинна оброблятися єдиним чином. Згідно з загальною концепцією та правилами законодавчої метрології необхідно застосовувати концепцію поділеного ризику. Це означає, що забезпечена невизначеність системи випробування є малою порівняно з межами похибки приладів, що випробовуються, невизначеність не вважається суттєвою при використанні результату випробування для процедури оцінки відповідності. Таким чином, існує рівно розподілений ризик, що результат для приладу на границі допуску приладу буде або в середині, або зовні цієї границі.”

2. Приклад розрахунку бюджету невизначеності - випробування засобів зважування R 76

2.1 Історія проведення випробування

Ця оцінка невизначеності включає випробування (A.4.4.1) згідно OIML.R76 неавтоматичного засобу зважування Класу III. Похибки виражаються в “e”, верифікаційній ціні поділки шкали. Невизначеність вимірювання виражається в “e”.

Ваги на 3 кг, при ціні поділки шкали $e=1$ г і 3000 поділок та з високою роздільною здатністю були використані для експериментів щодо випадкової дії. “e” цих ваг було застосовано для вводу всіх інших невизначеностей, залучених у цьому випробуванні. Сьогодні більшість зважувальних засобів вимірювань мають високу роздільну здатність, але якщо це не можливо, то використовується точка переходу ваг в 0.1e.

R76 вимагає, щоб похибки оцінювалися “в стандартних умовах випробування. Коли оцінюється вплив одного фактору, то всі інші фактори повинні залишатися відносно постійними зі значеннями, близькими до нормальних”. Необхідно зазначити, складові, отримані експериментальним шляхом за допомогою засобу зважування, наприклад, стандартне відхилення повторюваності, може включати фактор через зміни характеристик приладу додатково до варіацій через процедуру вимірювання та особу, яка проводить випробування.

Невизначеність оцінювалась у чотирьох точках в діапазоні зважування (МДП змінюється при просуванні по діапазону зважування):

- Нуль (10e);
- 500e;
- 2000e;
- Макс. (3000e).

2.2 Оцінка впливів на точність вимірювання.

2.2.1 Калібрування ваг

Всі ваги, що використовуються, калібруються з F2 невизначеностями калібрувальною лабораторією, акредитованою UKAS. Значення ваги переглядаються при кожному повторному калібруванні, для того щоб жодна вага не виходила за межі допусків M_1 . Так як у нас немає задовільних цифр щодо довготривалого дрейфу, то під час розрахунку невизначеності використовувались значення границь похибки M_1 (невизначеність калібрування F2 є малою у порівнянні з границею M_1 і тому ігнорується) Така складова розглядається як прямокутна якщо значення відрізняється від номінального.

Границі похибки M_1 :

- 10г 0.002e;
- 500г 0.025e;
- 2000г 0.100e;
- 3000г 0.150e.

2.2.1 Нахил приладу

Вплив нахилу на прилад випробується в будь-якому випадку в процесі оцінки відповідності OIML R76/EN-45501. Перед початком випробування необхідно встановити прилад, який випробується за рівнем. Тоді, вплив нахилу можна буде не розглядати.

2.2.3 Ексцентриситет прикладеного навантаження

Під час випробувань впливу випадкових дій проводились випробування щодо впливу ексцентрованого навантаження на прилад такі, що надані в даному звіті. Всі спеціалісти, що проводять дане випробування, повинні пройти спеціальну підготовку з

розміщування вантажів наскільки це можливо близько до центру зважувальної платформи, а також використовувати одну найбільшу вагу, а не кілька для кожного рівню зважування. Цей факт необхідно періодично перевіряти під час внутрішніх та зовнішніх аудитів випробувань. Тоді на вплив ексцентричного навантаження можна не звертати уваги як на окреме явище.

2.2.4 Стійкість поверхні, на якій розміщується прилад

Всі столи, що використовуються в лабораторії, виготовляються з монолітних конструкцій і тому залишаються стійкими та не гнуться під масою, що ставиться на ваги, що перевіряються на висоті столу (поверхні). Якщо використовуються великі ваги, то вони ставляться на підлогу лабораторії. Вплив нестійкості поверхні (столу) є нульовий, тому на нього не звертається увага.

2.2.5 Сила, що прикладається при накладанні важок

Всі випробування потребують, щоб навантаження «ставилося на приймач навантаження». Вплив сили, застосовної під час навантаження є скоріше мінімальний, але включений до переліку випадкових випробувань впливів, наданих далі в даному звіті.

2.2.6 Залежність від часу (часовий дрейф)

Вплив часового дрейфу на результати вимірювання може бути точно вимірний лише після випробування приладу на часовий дрейф, тому що оцінка впливу часового дрейфу на невизначеність результатів такого випробування (для всіх вимірювань) може бути оцінено лише на період випробування. Середнє арифметичне часу випробування складає 15 хвилин, ваги не можуть використовуватися довше за цей час. Випробування на часовий дрейф також проводиться при максимальному навантаженні, та такою мірою, якою переймаються невизначеність вимірювання, такий вплив не враховується.

2.2.7 Порушення електричного режиму під час випробування

Електричне середовище лабораторії повинне бути "чистим". Також, оскільки прилад випробується окремо на стійкість до електричних збурень, порушення електричного режиму не повинно на нього впливати. Отже, вплив такого фактору не враховується.

2.2.8 Випадкові похибки через особу, що проводить випробування, або метод випробування

Такий фактор впливу також включає повторюваність проведення випробування. Для оцінки такого фактору впливу випробування проводилося десять разів поспіль однією особою протягом одного місяця з різною тривалістю прогріву та приладу перед кожним випробуванням. Потім випробування було проведене п'ять разів досвідченою особою-спеціалістом по випробуванням, та ще п'ять разів іншою особою-спеціалістом з випробувань. В результаті проведення випробування протягом двадцяти разів була отримана кінцева цифра. Було розраховане стандартне відхилення для кожного значення ваги як при збільшенні навантаження, так і при його зменшенні, найбільше з цих значень було використане для невизначеності.

В таблиці I надані результати вимірювання, проведені різними особами - спеціалістами з випробувань, та представлене найбільше стандартне відхилення:

- 0г – 10e;
- 0.022г – 500e;
- 0.057г – 2000e;
- 0.044г – 3000e.

2.2.9 Похибка цифрового округлення, порівняння

Якщо визначено похибку показання приладу при 0.1e дисплея приладу (який мають найсучасніші електронні ваги), то стандартна похибка буде – $0.1e/\sqrt{6}$ 0.04e. Дільник $\sqrt{6}$ використовується (тобто трикутний розподіл) як результат, визначений з двох показань, що надають порівняльне цифрове округлення похибки згідно з UKAS M.3003, П4.4{5}.

2.2.10 Калібрування ваг у точці переходу

Якщо на шкалі немає додаткових цифр, тоді для визначення похибки може використовуватися ваги точки переходу до 13 з 0.1e. Ваги калібруються до невизначеності F2 та регулюються до границь допуску M₁. Ця складова включена до бюджету, наданого нижче, хоча на практиці ваги точки переходу не завжди використовуються.

Допуск M₁ для 0.1г: 0.0005e.

Складова, якщо немає кореляції з калібруванням ваг точки переходу, розраховується як квадратний корінь суми квадратів 0.0005e 0.0018, поділеної на 13. Однак для задоволення вимог OIML.R III (6) B.2.2.2 (набір еталонних ваг), фактор впливу буде розраховуватися як арифметична сума, поділена на 13 0.0005e 0.0065e.

2.2.11 Аеродинаміка

Випробування, що проводяться в контрольованому лабораторному середовищі, повинні проводитися в нерухомому повітрі, так щоб будь-який ламінарний потік повітря або позитивний тиск були помітними. Також вплив цього фактору на рівень точності випробувань ваг Класу III, повинен бути мінімальним та з невеликим потоком повітря в зоні проведення випробування. Отже, такий вплив не вважається достатньо значимим для його врахування під час оцінки невизначеності

2.2.12 Зміни в силі тяжіння «g»

Прилад випробується в однаковій позиції, отже, не існує зміни сили «g» під час проведення випробування. Отже, даний фактор впливу не враховується.

2.2.13 Вплив сили, що виштовхує

Дія сили виштовхування повітря включена до невизначеності калібрування маси. Оскільки випробування проводяться в контрольованому середовищі лабораторії, вплив має бути дуже незначним (зі значень, отриманих від Kave&Laby{7}) в порівнянні з впливом інших факторів. Вони не впливають на кінцевий результат розміру похибки. Отже, даний фактор впливу не враховується під час оцінки похибки.

2.3 Розрахунок впливів

Результати повторюваності надані в Таблиці I (Додаток), та розрахунки бюджету невизначеності від факторів впливу для вибраних типів ваг можна побачити в Таблиці.

3. Висновок та рекомендації

Невизначеність вимірювання, розрахована для випробувань засобів зважування на прикладі зважувального приладу класу III з 3000 поділками, із розширеною невизначеністю при рівні довіри приблизно 95 % дорівнює:

Точка випробування	Невизначеність	Границя похибки	1/5 границі похибки
10e	0.082e	0.5e	0.1e
500e	0.097e	0.5e	0.1e
2000e	0.182e	1.0e	0.2e
3000e	0.211e	1.5e	0.3e

У кожній точці випробувань невизначеність вимірювань надана в межах $1/5$ від МДП для даного класу та властивостей приладу.

Необхідно враховувати те, що невизначеність збільшується зі збільшенням навантаження. Головним чином, це пояснюється вимогою, щоб невизначеність ваг еталонних була підсумована, а отже похибка збільшується з числом еталонних гир.

Отже, рекомендовано використовувати мінімальну кількість ваг для випробувань засобів зважування, здатну витримати “поступово зростаюче та монотонно зменшуване навантаження” на приймач навантаження. Так само для приладів Класу III необхідно використовувати ваги F_2 замість ваг M_1 .

Посилання

- {1} OIML.R 76 – 1 *Неавтоматичні засоби зважування. Частина 1: Метрологічні та технічні вимоги. Випробування*
- {2} WELMEC 4.1 *Керівництво щодо оцінки та роботи уповноважених органів, що проводять оцінку відповідності згідно з Директивою 90/384/ЕЕС*
- {3} ISO/IEC 17025:2000 *Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій*
- {4} PD 6461: Частина 3: 1995 *Словник термінології з метрології. Частина 3. Керівництво щодо вираження похибки вимірювань*
- {5} UKAS M3003 *Вираження похибки та точність вимірювання*
- {6} OIML.R III *Ваги класів E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_3 .*
- {7} G.W.C Kave&TLL Laby *Таблиці фізичних та хімічних констант та деяких математичних функцій.*

В наступному номері:

Міжнародний документ D1 OIML „Елементи закону про метрологію”. Спеціальний випуск.

**ОГЛЯД
МІЖНАРОДНОЇ МЕТРОЛОГІЇ**

ВИПУСК 1

*Укладачі М. Жалдак, М. Мухаровський, С. Проненко, В. Щіпка
Відповідальний за випуск С. Проненко
Переклад С. Проненко
Технічний редактор В. Щіпка
Дизайнер С. Нікіфорова*

