

КАЛІБРУВАННЯ ТА ПОВІРКА ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ. ВІДМІННОСТІ ТА ЗБІЖНОСТІ

В.М. Одноралов

ДП «Сумистандартметрологія»
40007, Суми, вул. Харківська, 101,
тел. (0542) 66-17-30, факс (0542) 67-76-02,
e-mail: vodnoralov@gcsms.com.ua

*The detailed analysis of calibration and verification procedures in Spain has been made.
The possibility to use Ukrainian verification procedures for calibration of measurement instruments
has been pointed.*

Наразі метрологічна спільнота України жваво обговорює проблеми адаптації державної метрологічної системи до відповідних вимог країн Євросоюзу. Одним із великих недоліків національної системи, на якому нам постійно наголошують європейські експерти, вважається надмірне поширення саме повірки засобів вимірювальної техніки (далі - ЗВТ) на відміну від їх калібрування, яке є найбільш поширеним видом метрологічних послуг в країнах Євросоюзу. Це підтверджують і статистичні дані. Згідно [1] за 2013 рік державними підприємствами Мінекономрозвитку України було повірено більше 11 млн ЗВТ та відкалібровано лише біля 35 тис ЗВТ. Також європейським експертам незрозуміло, яким чином ми можемо використовувати методики повірки при проведенні калібрування ЗВТ, як це прописано у [2], п.4.18. У цій доповіді приведені матеріали аналізу державної метрологічної системи країн Євросоюзу у галузі повірки та калібрування ЗВТ на прикладі Іспанії.

МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ

Методики калібрування наукового метрологічного інституту Іспанії СЕМ [3] розроблені за єдиною формою, визначеною [4], та мають наступну структуру: Вступ, Призначення, Сфера застосування, Терміни та визначення, Загальні вимоги, Опис методики (обладнання, операції підготовки, операції калібрування, отримання первинних даних та їх обробка), Обробка результатів (обчислення невизначеностей калібрування, інтерпретація результатів), Літературні джерела, Додатки.

У **Вступі**, перш за все, підкреслений саме безкоштовний статус розповсюдження електронної версії методики з офіційного сайту СЕМ. Вказано, що електронна версія є ідентичною актуальній версії на папері. Також вказано, що кожна методика може бути модифікована на вимогу будь-якої установи або навіть фізичної особи. СЕМ приймає обґрунтовані пропозиції щодо поліпшення та модернізації методики.

У розділі "**Призначення**" вказано, на які типи ЗВТ розповсюджується ця методика.

У розділі "**Сфера застосування**" приведені детальні обмеження стосовно діапазону величини, що вимірюється, а також стосовно метрологічних характеристик ЗВТ і еталонів, на які розповсюджується ця методика. Вказано, що ця методика може бути використана у якості зразка при розробці власних методик користувачами.

У розділі "**Терміни та визначення**" приводяться визначення фізичної величини, що вимірюється та терміни, пов'язані із особливостями засобів вимірювальної техніки, що калібруються. Також приводяться деякі основні терміни у галузі метрології.

У розділі "**Загальні вимоги**" описані типи та основні конструкційні (методи вимірювання, блок-схеми) та експлуатаційні особливості ЗВТ, що підлягають калібруванню. Також описуються методи калібрування та відповідні еталони. Вказуються одиниці вимірювання відповідної величини та їх позначення.

У розділі "**Опис методики**":

1. Обладнання. Зазначаються еталони, необхідні для проведення калібрування, а також допоміжне обладнання. Описуються особливості застосування та обслуговування цього обладнання.

2. Операції підготовки. Прописуються операції, що передують безпосередньому використанню обладнання при калібруванні

3. Операції калібрування. Процес калібрування, взагалі, може відбуватися згідно трьох основних послідовностей: первинне калібрування - настроювання - кінцеве калібрування; калібрування без настроювання; настроювання - кінцеве калібрування. Зазвичай застосовується перша послідовність, якщо за своєю конструкцією ЗВТ дозволяє настроювання. Якщо ЗВТ не дозволяє настроювання, то апіорі розглядається лише друга послідовність. Третя послідовність застосовується, як правило, при калібруванні після ремонту. Визначається кількість калібрувальних точок у діапазоні вимірювання ЗВТ, їх послідовність та кількість повторних вимірювань. Наводяться схеми з'єднання еталонів з ЗВТ, що калібруються, описуються маніпуляції з органами управління еталонами. Також прописуються додаткові вимоги та операції калібрування, які пов'язані із специфікою кожного типу ЗВТ (час витримки, гістерезис, зміщення точки прикладання навантаження, стабільність нуля тощо).

4. Отримання первинних даних та їх обробка. Для кожної калібрувальної точки записують значення, що відтворюється еталоном; покази ЗВТ, що калібрується; похибку, визначену для кожної калібрувальної точки. Надалі порівнюються отримані та допустимі значення похибок ЗВТ для визначення необхідності проведення його настроювання. Реєстрація даних калібрування може бути реалізована вручну або автоматично. В останньому випадку потрібно виконати атестацію (оцінювання) програмного забезпечення до проведення процедури калібрування та зберегти усі первинні значення параметрів для можливості відтворити реалізований процес автоматичного калібрування.

У розділі "**Обробка результатів**":

1. Обчислення невизначеностей калібрування.

Призначення та підрахунок складових невизначеностей реалізуються відповідно до критеріїв, визначених в документі [5]. Визначається рівняння для величини, що як функція від значення цієї величини. Описується процедура встановлення величин складових невизначеності, складається бюджет невизначеностей. Розраховується сумарна та розширена невизначеність. Можуть бути наведені кілька варіантів розрахунку сумарної невизначеності (наприклад, при суттєвій та несуттєвій варіації показів ЗВТ тощо).

2. Представлення результатів.

Встановлюються певні допустимі границі, починаючи з яких буде необхідно буде проводити настроювання ЗВТ або встановлювати обмеження його подальшого застосування. Встановлюються критерії придатності ЗВТ для прийняття рішення щодо ремонту або щодо його подальшого застосування із збільшеними допустимими границями похибки. Надаються рекомендації користувачам із встановлення міжкалібрувального інтервалу для даного екземпляру ЗВТ. Підкреслюється відповідальність користувача за правильне встановлення міжкалібрувального інтервалу в залежності від метрологічної історії (результатів останніх калібрувань, настроювань, ремонтів), умов експлуатації та величини встановленої похибки конкретного екземпляру ЗВТ.

У розділі "**Літературні джерела**" вказуються національні і міжнародні нормативні документи та інша довідкова література, що була використана при складанні методики. Робиться посилання на настанови з експлуатації еталонів та ЗВТ.

У розділі "**Додатки**" наведені форми протоколів первинних даних із переліком встановлених у методиці калібрувальних точок. Можуть наводитися принципи дії ЗВТ та числові приклади обробки результатів калібрування конкретних типів ЗВТ.

МЕТОДИКИ ПОВІРКИ

На відміну від методик калібрування, методики повірки в Іспанії мають більш вагомий юридичний статус. Вони затверджуються наказами Міністерства

промисловості, туризму та торгівлі Іспанії, до складу якого відноситься СЕМ. В наказах є обов'язкове посилання на основні законодавчі акти Іспанії, які регулюють відносини у галузі забезпечення єдності вимірювань в країні [6,7]. Методики повірки створюються або погоджуються Вищою Метрологічною Радою Іспанії - координаційним та дорадчим державним органом з питань законодавчої, наукової, прикладної та історичної метрології. Загальні вимоги до методик повірки визначені у Декреті [7]. Згідно Декрету будь-яка методика повірки повинна реалізовувати два основних види контролю ЗВТ: адміністративний та технічний. Тому зустрічаються методики повірки, де регламентований лише один вид контролю та зроблено посилання на нормативний документ, що регламентує другий вид контролю. Накази загалом мають наступну структуру: Вступ, Загальні положення, Повірка після ремонту та модифікації, Повірка періодична, Перехідні положення, Прикінцеві положення, Додатки.

У **Вступі** викладено юридичне підґрунтя призначення державного метрологічного контролю за ЗВТ даного типу, а саме Директиви Євросоюзу, Закони та Королівські Декрети і накази Міністерства. Підкреслено, що проект наказу розроблявся з урахуванням інтересів автономій Іспанії та пропозицій усіх зацікавлених сторін.

У **Загальних положеннях** встановлено призначення цього нормативного акту, види повірки ЗВТ та сфера застосування його положень стосовно типів ЗВТ, що підлягають державному метрологічному контролю.

У розділі **Повірка після ремонту та модифікації** встановлюються вимоги щодо повноважень організації або особи, що здійснює ремонт та модифікацію. Вказуються вимоги до порядку реєстрації інформації щодо характеру та результатів проведеного ремонту. Власник ЗВТ має за 30 днів подати заявку на повірку до обраної ним уповноваженої організації. Процедура повірки складається з адміністративного та технічного контролю. Адміністративний контроль передбачає розгляд документів та зовнішній огляд ЗВТ. Зовнішній огляд вимагає перевірку наявності маркування СЕ та наявності цього типу ЗВТ у національному Реєстрі Іспанії. Технічний контроль передбачає перевірку метрологічних характеристик ЗВТ. Підкреслюється обов'язок власника ЗВТ сприяти проведенню процедури повірки. Якщо ЗВТ успішно пройшов повірку, повірник має наклеїти на ЗВТ етикетку про відповідність встановленої форми, оформити свідоцтво про повірку та поновити пломбування усіх передбачених місць. Міжповірочний інтервал встановлюється такий самий, як і після періодичної повірки. Якщо ЗВТ бракується, то повірник має наклеїти на ЗВТ етикетку про невідповідність встановленої форми та вимагати від власника вилучення цього екземпляру з експлуатації. Повірник має право перевірити виконання цієї вимоги.

У розділі **Періодична повірка** викладені практично ті самі вимоги, що і в попередньому. Заявка на періодичну повірку ЗВТ має бути подана мінімум за 30 днів до закінчення терміну попередньої повірки або у випадку втрати етикетки про повірку.

У розділі **Перехідні положення** вказуються терміни введення в дію вимог цього наказу та внесення змін у пов'язані нормативні документи. Якщо ЗВТ, що були введені в експлуатацію до впровадження цього наказу, не проходили випробування з метою затвердження типу або первинної повірки, вони мають пройти первинну повірку згідно діючої методики при нормальних умовах, після транспортної вібрації та під час дії впливових величин. Ця повірка має бути виконана у термін, що не перевищує трьох місяців з моменту впровадження наказу.

У розділі **Прикінцеві положення** вказується зв'язок цього наказу з основними нормативно-правовими актами Іспанії (Конституція, Закони тощо), а також термін надання йому законної сили.

У **Додатках** наведені конкретні вимоги до юридичних та фізичних осіб, які претендують на діяльність, пов'язану із ремонтом та модифікацією ЗВТ; форма паспорту кожного екземпляру ЗВТ, який має заповнити та вести власник; суттєві вимоги та критерії відповідності ЗВТ; вимоги до еталонного та допоміжного

обладнання; вимоги до нормативних документів, що застосовуються при проведенні повірки.

Слід констатувати, що ні в наказах, ні в додатках до них не описуються операції визначення метрологічних характеристик ЗВТ, виконання яких дає інформацію для прийняття рішення щодо відповідності ЗВТ. Робиться лише посилання на міжнародні нормативні документи (міжнародні стандарти, документи МОЗМ тощо) у частини вимог.

ВИСНОВКИ

Аналіз вищевикладених даних та порівняння показують, що наші методики повірки містять детальний опис процедур визначення метрологічних характеристик ЗВТ таких, які також детально описані в методиках калібрування країн Євросоюзу. Але у тих самих методиках повірки України встановлені також і критерії визнання ЗВТ придатним, і порядок оформлення результатів повірки, і міжповірочний інтервал.

Таким чином, можна зробити висновок, що методики повірки ЗВТ, що застосовуються в Україні, фактично об'єднують у собі європейські методику калібрування та методику повірки. Єдиний недолік, на якому можна зробити наголос, є той, що в наших методиках повірки відсутній порядок розрахунку невизначеності вимірювань ЗВТ при повірці що, на думку європейських експертів та Національного агентства з акредитації України, є неприпустимим. На це можна заперечити:

-міжнародний стандарт [8] дозволяє альтернативу при оформленні результатів калібрування ЗВТ. У п. 5.10.4.1 сказано, що у сертифікаті калібрування має бути вказана невизначеність **або зроблений висновок про відповідність метрологічних характеристик ЗВТ встановленим вимогам**, що і робиться при повірці;

-розрахунок невизначеності при повірці може бути виконаний і її величина може бути зазначена у свідоцтві згідно вимог нормативних документів загального характеру [5,9] за умови відповідної фахової підготовки та наявності практичних навичок повірників у складанні бюджету невизначеностей при повірці ЗВТ конкретних типів.

Список літератури

1. Гіленко О.П. Департамент технічного регулювання Мінекономрозвитку України. Метрологічна діяльність у 2013 році. Метрологія та прилади. №1 2014 стор.3.
2. ДСТУ 3989-2000 Метрологія. Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок проведення та оформлення результатів.
3. www.cem.es.
4. Procedimiento para la realización de procedimientos de calibración. Grupo de Trabajo MINER-CEM. Ed. 1. 1998. (Порядок розроблення методик калібрування, 1998).
5. EA-4/02. Expression of the Uncertainty of Measurement in Calibration. December 1999. (Вираження невизначеності вимірювань при калібруванні, 1999).
6. Ley 3/1985, de 18 de marzo, de Metrología, modificado, *BOEs* num. 67, de 19 de marzo de 1985 (Закон №3 від 18 березня 1985 року, про Метрологію, із змінами. Державні Офіційні Відомості, № 67 від 19 березня 1985 року).
7. Real Decreto Legislativo 889/2006, de 21 de julio, *BOEs* num. 183, de 02 de agosto de 2006 (Королівський Законодавчий Декрет №889 від 21 липня 2006 року, (про встановлення Державного метрологічного контролю). Державні Офіційні Відомості, № 183 від 02 серпня 2006 року).
8. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
9. РМГ 43-2001. ГСОЕИ. Применение «Руководства по выражению неопределенности измерений».