

Павлов Є. О.

ОСОБЛИВОСТІ МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАНЬ

Представлено аналіз стану метрологічного забезпечення віртуальних засобів вимірювання. Виявлено, що на сьогодні віртуальні вимірювання не підтримуються нормативно-методичною базою повною мірою. Показано необхідність урахування особливостей метрологічного забезпечення віртуальних засобів вимірювання в діючій нормативній документації та гармонізації її з міжнародними нормативними документами.

Ключові слова: віртуальний засіб вимірювань, метрологічне забезпечення, універсальний комп'ютер, технічні засоби, програмні засоби.

1. Вступ

Розвиток комп'ютерних технологій та необхідність найбільш точних вимірювань призвели до створення засобів вимірювальної техніки, які використовують комп'ютер не тільки як обчислювальний засіб, але і як допоміжний універсальний засіб вимірювання. Такі засоби вимірювальної техніки називаються «віртуальними». Поширення віртуальних засобів вимірювання (ВЗВ) викликало необхідність стандартизації їх застосування. До теперішнього часу застосування ВЗВ, а також методів їх метрологічного забезпечення (МЗ) не підтримується нормативно-методичними документами, що створює серйозні труднощі для розробників і користувачів. Тому постає актуальне завдання вдосконалення та гармонізації із міжнародними стандартами діючої нормативної бази з МЗ з урахуванням особливостей ВЗВ для подальшого їх компетентного використання.

2. Аналіз літератури та постановка проблеми

Поняття *Virtual Instruments* (віртуальний засіб вимірювання) з'явилося на стику інформаційно-вимірювальної та комп'ютерної техніки і належить американській фірмі *National Instruments*. ВЗВ складається із швидкодіючого комп'ютера і плат збору даних з необхідними метрологічними характеристиками. По суті, ВЗВ виконують вимірювання з точністю застосованих АЦП і ЦАП [1]. При цьому необхідно використання швидких алгоритмів обробки вимірюваної інформації, розробка програми збору та відображення даних під найбільш поширені операційні системи.

Поміж тим, із застосуванням ВЗВ виникають певні складнощі, насамперед, термінологічного характеру. Так, наприклад, віртуальними датчиками називають підпрограми обробки даних фізичних датчиків [2], фізичні датчики в поєднанні з обчислювальним модулем, моделі датчиків, ВЗВ називається модель апаратної та апаратно-програмної частини вимірювального алгоритму, а віртуальна система може включати як фізичні датчики, вимірювальні перетворювачі і АЦП, так і модель об'єкта вимірювань, а також датчиків і вимірювальних каналів [3]. В даний час відсутні нормативні документи, що регламентують поняття, які відносяться до ВЗВ.

Навіть у VIM-3 [4] відсутня термінологія, пов'язана з комп'ютеризованими засобами вимірювань. Найбільш повним можна вважати визначення ВЗВ, наведене у [5]: віртуальний засіб вимірювань — засіб вимірювань, реалізований на основі універсального комп'ютера і додаткових програмних і технічних засобів, в якому склад і порядок роботи програмних та технічних засобів можуть бути змінені користувачем, причому для управління процесом вимірювань і/або відображення їх результатів застосовують стандартні інтерфейси користувача. Таким чином, засіб вимірювання, створений на основі обчислювальних засобів універсального застосування для роботи з реальними об'єктами і сигналами, прийнято іменувати віртуальними (ВЗВ).

Іншою актуальною проблемою є забезпечення достовірності результатів вимірювань при використанні універсального обчислювального ресурсу, в якості якого у ВЗВ все частіше використовуються так звані, «хмарні» системи [6]. Такі пристрої є дуже економічними, тому вони знаходять поширення в усьому світі, але нормативно також не підтримані. ВЗВ можуть мати додаткові технічні засоби (датчики, вторинні вимірювальні перетворювачі, міри величин, контролери, модулі приймання/передавання даних тощо), які можуть частково входити до складу багатofункціональних технічних комплексів. У цьому випадку додаткові технічні засоби мають бути сумісні за параметрами сигналів і протоколами передачі даних з іншими системами багатofункціонального комплексу.

Таким чином, метою досліджень є встановлення сучасного стану МЗ ВЗВ, об'єктом дослідження є система МЗ віртуальних вимірювань, предметом — нормативно-методичні аспекти МЗ.

3. Результати досліджень стану метрологічного забезпечення

3.1. Метрологічне забезпечення програмних засобів.

Програмне забезпечення ВЗВ реалізують з використанням універсальних програмних засобів об'єктного моделювання або інших програмних засобів. Нормативним документом Європейської кооперації з метрології [7] для засобів, що використовують універсальний комп'ютер, встановлено основні вимоги до їх програмного забезпечення (ПЗ). В іншому ВЗВ мають всі ознаки

і властивості звичайних вимірювальних засобів с ПЗ. Ступінь впливу ПЗ на метрологічні характеристики (МХ) ВЗВ оцінюють при його атестації, наприклад, за методиками, викладеним в рекомендаціях [7, 8]. Як правило, ПЗ, що входить до складу комп'ютерних засобів вимірювання, не атестується окремо, а проходить атестацію у складі засобу вимірювань. Тобто в процесі атестації не враховується похибка реалізації та вибір алгоритму програмним засобом, а також інші важливі характеристики ПЗ. Однак, використане ПЗ може вносити додаткові похибки, які повинні бути оцінено. При віртуальних вимірюваннях можуть бути задіяні і додаткові програмні засоби (драйвери додаткових технічних засобів; модулі управління вимірюванням і/або відображення їх результатів; модулі зберігання, обробки, приймання/передавання даних; модулі захисту даних тощо) та мають відповідати вимогам [8], відповідно до яких має бути виокремлено метрологічно значущі й незначущі частини програмних засобів. Особливостями метрологічно значущого ПЗ [9] є, по-перше, можливість оперативної модернізації, а, по-друге, орієнтованість на роботу з комп'ютеризованими засобами вимірювань і багатофункціональної апаратурою, що включає спеціалізовані апаратні засоби, з'єднані з обчислювальними пристроями широкого застосування.

3.2. Метрологічний самоконтроль. Для ВЗВ є можливість організації метрологічного самоконтролю (МС) справності в процесі експлуатації з використанням прийнятого опорного значення, сформованого за допомогою вбудованого додаткового пристрою (вимірювального перетворювача, міри) або виділеного додаткового параметра вихідного сигналу. У цьому випадку ВЗВ має бути доповнено модулем перевірки метрологічної справності спеціалізованих апаратних засобів з МХ. МС розглядається як додаткова процедура МЗ, що дозволяє знизити ризик виникнення невиявленої метрологічної відмови, а також збільшити міжповірочний інтервал. У ВЗВ може бути реалізовано метрологічний прямий або метрологічний діагностичний самоконтроль [10]. Кожен з цих методів МС може бути заснований на структурній, часовій, або функціональній надлишковості або їх комбінації. Вибір методів МС регламентується у [11].

3.3. Метрологічні характеристики та їх нормування. Метрологічні характеристики ВЗВ повинні бути нормовані відповідно до вимог ГОСТ 8.009. Якщо за МХ, встановленими у цьому стандарті, не можуть бути визначені результати вимірювань і розраховані характеристики похибки вимірювань, то допускається нормувати МХ, відмінні від зазначених у ГОСТ 8.009. Очевидно, і до ВЗВ мають бути застосовані вимоги щодо номенклатури МХ. Крім того, мають бути зазначені способи нормування МХ, а також форми їх подання. Можна скористатися тим, що у деяких випадках ГОСТ 8.009 передбачає нормування комплексів МХ з числа додатково включених характеристик, виходячи із специфіки ВЗВ. Очевидно питання, що стосуються встановлення МХ ВЗВ вимагають подальшого опрацювання.

3.4. Повірка та калібрування. Оскільки ВЗВ вирішують ті самі завдання, що й традиційні, то і методологія повірки (калібрування) має бути такою ж відповідно до вимог, встановлених у [12, 13], зокрема, калібруванню в добровільному порядку можуть піддаватися ВЗВ, що не відносяться до сфери державного контролю. Такі ВЗВ можуть працювати у складі закритих хмарних

систем, які створюються для експлуатації тільки однією організацією. Повірка ВЗВ може бути комплектною або поелементною. Якщо вплив додаткових програмних засобів на МХ враховано при визначенні МХ ВЗВ, то при періодичній повірці досить перевірити наявність і відповідність ідентифікаційних даних, а також реалізацію методів ідентифікації.

4. Висновки

1. Встановлено відсутність стандартизованих термінів та понять у галузі віртуальних вимірювань.
2. Для здійснення МЗ ВЗВ мають бути передбачені метрологічні роботи відповідно до вимог стандартів [12, 13] та інших, але згадані нормативні документи не враховують особливостей віртуальних вимірювань.
3. Встановлена необхідність перегляду чинних національних НТД щодо МЗ з метою здійснення нормативно-методичної підтримки саме ВЗВ та гармонізації документації з міжнародними вимогами щодо такого виду вимірювань.

Література

1. Шабалдин, Г. К. Метрология и электрические измерения [Текст] : учеб. пос. / Г. К. Шабалдин, Е. Д. Смолин, В. И. Уткин, А. П. Зарубин. — Екатеринбург: ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. — 282 с.
2. Петрин, А. А. Виртуальные датчики для применения в информационно-измерительных системах [Текст] / А. А. Петрин // Измерительная техника. — 2010. — № 9. — С. 17–21.
3. Алексеев, В. В. Виртуальные средства измерений [Текст] / В. В. Алексеев // Приборы. — 2009. — № 6. — С. 1–7.
4. ISO/IEC Guide 99-12:2007. International Vocabulary of Metrology — Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM) [Electronic resource]. — Ed. 3. — Available at: [www/URL: http://www.bipm.org/utls/common/documents/jcgm](http://www.bipm.org/utls/common/documents/jcgm).
5. Пронин, А. Н. Виртуальные средства измерений и их метрологическое обеспечение [Текст] / А. Н. Пронин, К. В. Сапожникова, Р. Е. Тайманов, Н. Д. Звягин // Труды 3-й Российской конф. с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-12), 16–19 апреля, 2012 г. — М.: ИПУ РАН, 2012. — С. 631–633.
6. Облачные технологии [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [www/URL: http://cloud.tambov.ru](http://cloud.tambov.ru)
7. WELMEC. Software Guide (Measuring Instruments Directive 2004/22/EC), (Руководство по программному обеспечению (Директива 2004/22/EC) / [Electronic resource]. — May 2005. — Issue 7. — Available at: [www/URL: http://www.welmeceg7.ptb.de/Guides/WELMEC](http://www.welmeceg7.ptb.de/Guides/WELMEC)
8. General requirements for software controlled measuring instruments (Общие требования к программному обеспечению, контролирующему средства измерений) [Electronic resource] / OIML D 31 Edition 2008 (E). — Available at: [www/URL: http://www.oiml.org/en/](http://www.oiml.org/en/)
9. Тайманов, Р. Е. Особенности обеспечения единства измерений с использованием программируемых средств [Текст] / Р. Е. Тайманов, К. В. Сапожникова, А. Н. Пронин, Н. Д. Звягин // Мир измерений. — 2012. — № 11. — С. 3–7.
10. ГОСТ Р 8.673-2009 ГСИ. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Основные термины и определения [Текст]. — Введ. с 2010-12-01. — М.: Стандартинформ, 2010. — 8 с.
11. ГОСТ Р 8.734-2011 ГСИ. Датчики интеллектуальные и системы измерительные интеллектуальные. Методы метрологического самоконтроля [Текст]. — Введ. с 2012-09-01. — М.: Стандартинформ, 2012. — 20 с.
12. ДСТУ 2708:2006. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення [Текст]. — Чинний з 2006-07-01. — К.: Держспоживстандарт, 2007. — 14 с.
13. ДСТУ 3989-2000. Метрологія. Калібрування засобів вимірювальної техніки. Основні положення, організація, порядок

проведення та оформлення результатів [Електронний ресурс]. — Режим доступу: \www/URL: http://normativ.ucoz.org/

ОСОБЕННОСТИ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Представлен анализ состояния метрологического обеспечения виртуальных средств измерения. Установлено, что на сегодня виртуальные измерения не поддерживаются нормативно-методической базой в полной мере. Показана необходимость учета особенностей метрологического обеспечения виртуальных средств измерений в действующей нормативной документации и гармонизации ее с международными нормативными документами.

Ключевые слова: виртуальное средство измерений, метрологическое обеспечение, универсальный компьютер, технические средства, программные средства.

Павлов Евгений Александрович, кафедра інформаційно-вимірювальних систем, Інститут інформаційно-діагностичних систем, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: apbahob@gmail.com.

Павлов Евгений Александрович, кафедра інформаційно-вимірювальних систем, Інститут інформаційно-діагностичних систем, Національний авіаційний університет, Київ, Україна.

Pavlov Yevgen, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: apbahob@gmail.com

УДК 006.91:681.122

Бас О. А.

КОНСТРУКТИВНІ ТА МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ГАЗОВИМІРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК ПОРШНЕВОГО ТИПУ

В статті описана розробка та комбінування вузла приводу первинного еталона, який представляє собою синтез швидко-силових редукційних зубчатих передач. Розраховані орієнтовані значення передавальних відношень передач редукторів на основі значень об'ємної витрати газу в діапазоні від 4 м³/год до 200 м³/год. Розглянуто метрологічний аспект використання зубчатих передач в плані комплексного кінематичного показника точності.

Ключові слова: зубчата передача, точність, кінематична схема.

1. Вступ та постановка задачі

Метрологічне забезпечення обліку природного газу в Україні зводиться до періодичного контролю метрологічних характеристик лічильників газу на установках з робочим середовищем — повітря. Це зроблено з метою дотримання вимог безпеки та економічності. На даний час в Україні немає вимог щодо проведення обов'язкової перевірки лічильників газу при надлишковому тиску, за якого вони будуть в подальшому експлуатуватися. В окремих нормативах [1, 2] приводяться рекомендації щодо калібрування лічильників газу при тиску, вищому за 0,4 МПа, за умови використання такого значення тиску в місці встановлення лічильників. В певній мірі це пов'язано з відсутністю повірочних та калібрувальних установок, що працюють при високому надлишковому тиску. При оснащенні повірочних лабораторій установками такого типу виникає питання передачі одиниць об'єму та об'ємної витрати лічильникам газу при високому тиску. Для вирішення цієї задачі ДП «Івано-Франківськ-стандартметрологія» займається створенням первинного еталона одиниць об'єму та об'ємної витрати газу при тиску 1,6 МПа, технічна реалізація якого знаходиться на завершальній стадії. Основні конструктивні відмінності та детальний опис окремих вузлів розробленого первинного еталона опубліковані в [3].

Мета даної статті — розробка та опис конструкції вузла комплексної системи, яка повинна забезпечувати відтворення похідної одиниці об'єму газу по часу — одиницю об'ємної витрати газу в діапазоні від 4 м³/год

до 200 м³/год при тиску 1,6 МПа, тобто забезпечити стабільність руху поршнів за одиницю часу при різних номінальних значеннях швидкостей. Технічною реалізацією цього вузла буде швидко-силовий привід первинного еталона.

2. Аналіз типів приводу

В загальному можна виділити три основні типи приводу: гідравлічний, пневматичний та електричний [4]. З попереднього аналізу визначено неможливість використання пневматичного приводу через низьку точність переміщення і плавність ходу, складність забезпечення заданого закону руху вихідної ланки пневмоприводу, нагрівання і охолодження робочого газу за законами термодинаміки в процесі стискування в компресорах і розширення в пневмоциліндрах [5]. Що ж стосується гідроприводу, зважаючи на діапазон необхідної швидкості руху поршнів системи, при попередніх розрахунках виявилась необхідність застосування трьох паралельно працюючих синхронізованих гідравлічних моторів, що ускладнило систему керування та автоматизації роботи установки в цілому. Найбільш прийнятливим комплексним рішенням — застосування електричного двигуна для вузла приводу установки. Априорі доцільно зазначити, що вузол приводу еталона буде базуватись на комбінованому частотно-регульованому електрично-механічному приводі із використанням багатоступінчатих зубчатих редукційних передач.

Застосування механічної передачі необхідне для зменшення частоти обертів електродвигуна та для можливості