

# Прикладні аспекти: автоматизація обробки

УДК 519.688

І.М. Коржов, В.В. Лисенко

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

## УНІВЕРСАЛЬНЕ ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ «CALIBR 2.0»

У даній статті надаються відомості про комп'ютерну програму з обробки результатів вимірювань, або для автоматизації розрахунків, пов'язаних з визначенням метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки. Запропонований програмний продукт CALIBR 2.0 може виконувати зчитування вимірюваних даних безпосередньо від засобів вимірювальної техніки по інтерфейсу RS-232, або з текстового файлу. Після обробки вимірювальної інформації та вводу необхідних даних для розрахунків програма видає результати у вигляді абсолютної та відносної похибки, невизначеностей по типу A, B та розширену невизначеність в залежності від рівня довіри P. Також CALIBR 2.0 надає графік отриманих вимірювань, та формує звіт з розрахованими даними.

**Ключові слова:** вимірювання, калібрування, невизначеність, програмне забезпечення.

### Вступ

**Постановка проблеми.** У сучасній вітчизняній промисловості є дуже актуальна проблема з підвищення конкурентоспроможності товарів як на внутрішньому ринку, так і на світовому. Одним з важливих факторів, що впливає на спроможність товару конкурувати з більш дешевшими аналогами, є його якість. Сучасні системи контролю якості передбачають постійний контроль великої кількості параметрів продукції на всіх етапах її створення та виробництва. Велика кількість вимірювань призводить до необхідності утримання великої кількості засобів вимірювальної техніки та постійного метрологічного забезпечення єдності вимірювань [1].

Основними процедурами для визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки є метрологічна атестація, повірка, калібрування [2]. Під час проведення таких процедур доводиться виконувати значну кількість розрахункових операцій, враховувати фактори, що впливають та інше [3]. Тому автоматизація процесу проведення метрологічних операцій має велике значення для скорочення часу, підвищення їх точності та надійності. Крім того, міжнародна метрологія в оцінюванні якості вимірювань поступово переходить до нової концепції – невизначеності вимірювання, що вже є необхідністю при проведенні міжнародних звірень еталонів та для складання таблиць СМС (Calibration and measurement capabilities – калібрувальні та вимірювальні можливості) для додатку С «Угоди про визнання еталонів і результатів калібрування (MRA)».

**Аналіз літератури та аналогів.** Системи автоматизації метрологічної діяльності умовно можливо розділити на дві великі групи: системи автоматизації обліку та моніторингу стану парку засобів вимірювальної техніки та системи автоматизації проведення процедур визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки.

Системи автоматизації обліку та моніторингу стану парку засобів вимірювальної техніки представлені досить великою кількістю різноманітних програмних пакетів. Зокрема є такі програми як «АРМ «Метролог», «АСУ МС версія 6.0», «АРМ Метролога 5.0», «система автоматизації метрологічних робіт – АСОМІ», «система метрологічного забезпечення «Метрикс 1.001» та інші.

Основні завдання, що вирішують такі програмні пакети – це складання облік парку засобів вимірювальної техніки на підприємстві, відстеження їх перемішень, створення календарю калібрувань, повірок та метрологічних атестацій, спрощення процесу документообігу.

Системи автоматизації проведення процедур визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки більш складні, так як дуже залежать від самих засобів вимірювальної техніки та розроблених методик для їх повірки, калібрування та атестації, і тому мають доволі вузьку специфікацію застосування. Системи автоматизації проведення процедур визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки складаються з двох частин – апаратної (може бути вбудованою, стендом, і т.д.) та програмної, яка здійснює обробку отриманих даних. Програмні

продукти, що призначені для автоматизації розрахунків представлені набагато меншою номенклатурою, основні представники – «Невизначеність 1.5», «Валідація 1.2», «Quantize». В основному данні програмні продукти мають доволі вузьку спеціалізацію, а універсальні такі як «Невизначеність 1.5» і «Валідація 1.2» доволі складні і не підходять для використання у навчанні та не спеціалістами [4].

### Основні завдання

Автоматизації розрахунків результатів експериментальних досліджень метрологічних характеристик ЗВТ складаються у наступному: обов’язкове виконання вимог порядку проведення метрологічної атестації, повірки і калібрування; виконання вимог державних і міжнародних стандартів [2] що до використання невизначеності вимірювань для визнання сертифікатів калібрування; підвищення рівня якості виконання метрологічних задач і робіт.

### Програма CALIBR 2.0

Програма CALIBR 2.0 (рис. 1) допомагає автоматизувати процес калібрування та розрахунку абсолютної та відносної похибки, невизначеностей по типу *A*, *B* та розширену невизначеність. Головне призначення програми – автоматичне отримання заданої кількості вимірних значень безпосередньо від вимірювального обладнання, по інтерфейсу RS-232, або завантаження вже отриманих значень з файлу, та подальша обробка інформації для отримання значень похибок та невизначеностей.

Від попередньої версії програми (CALIBR 1.1) CALIBR 2.0 візуально відрізняється спрощеним інтерфейсом, завдяки перенесенню частини функціоналу в головне меню програми з ієрархічною будовою. Так до головного меню у пункт «Файл» було перенесено завантаження вимірювань з файлу, та збереження звіту й отриманих даних. У головному меню в

пункті «Налаштування» з’явилися нові функціональні можливості, по перше це можливість вибору мови інтерфейсу: англійська, російська, українська.

По-друге, це вибір точності розрахунків: до 6 знаку, до 5 знаку, до 4 знаку, до 3 знаку після коми. По-третє, це додаткові налаштування порту, що включає у себе такі опції: кількість бітів у байті, відкид порожніх байтів перед записом у буфер, лінія DTR під час зв’язку, протокол з квітуванням, схема перевірки парності байтів повідомлення, розмір буфера зчитування, час очікування читання, число накопичуваних байтів в буфері до обробки, лінія RTS, кількість стоп-бітів. Зміна цих налаштувань рекомендовано тільки спеціалістам, для повернення до початкових налаштувань передбачено пункт меню «Повернути налаштування за умовчанням».

У останньому пункті головного меню «Довідка» розміщено керівництво користувача, відомості про автора та програму.

Внутрішні зміни у CALIBR 2.0 пов’язані з оптимізацією програмного коду та розширенням функціоналу. На відміну від CALIBR 1.1, нова версія може завантажувати вимірювання не тільки з текстових файлів, але і з таблиць MS Excel, також можливе збереження отриманих даних у таблицю.

Розширено статистичний аналіз отриманих даних, так окрім максимального, мінімального та середнього, відтепер відображається значення розмаху, СКВ та кількості вимірювань. Зміни відбулися і у алгоритмі зчитування вимірювань з порту, завдяки перенесенню зчитування у окремий обчислювальний потік, «зависання» інтерфейсу програми при роботі з COM портом відсутні. Це дає змогу вводити необхідні данні та змінювати налаштування паралельно з процесом отримання даних з порту.

Також сильних змін зазнала система захисту від некоректної інформації та системних помилок, що збільшило її ефективність.

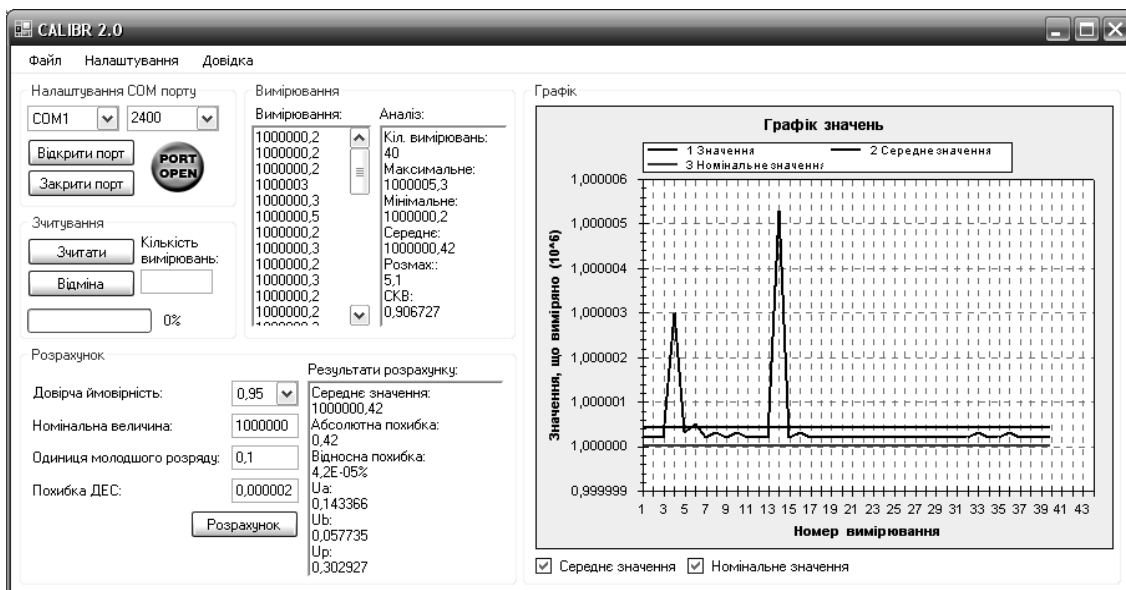


Рис. 1. Зовнішній вигляд програми CALIBR 2.0

## Опис системи автоматизації

Практичне застосування програми CALIBR 2.0 проводилося у складі автоматизованої системи калібрування. Приладами, що калібрувалися, були: вимірник частоти промислової мережі «ИЧПС-1М» та «ВЧС-4нт» розробки кафедри ІВТС НТУ «ХП», місто Харків. Калібрування проводилось методом безпосереднього звірення згідно з Державною повірочною схемою для засобів вимірювань часу і частоти – ДСТУ 3538:2009.

Виконання робіт проводиться в відповідності до вимог розділу 4 ДСТУ 3989-2000 «Калібрування засобів вимірювальної техніки».

До складу автоматизованої системи калібрування засобів вимірювальної техніки ввійшли наступні програмно-технічні засоби: джерело еталонного сигналу (прецизійний генератор низької частоти ГЗ-110), прилад, що калібрується («ИЧПС-1М»), комп'ютер з послідовним інтерфейсом RS-232 і спеціалізованою програмою CALIBR 2.0.

Розрахунок результатів вимірювання чи калібрування ЗВТ проводиться по методикам і формулам приведених в [3]. При цьому проводиться оцінювання стандартної невизначеності вимірювання за типами  $A$  і  $B$ , сумарної і розширеної невизначеності з урахуванням коефіцієнта охоплення  $k$ . Значення рівня довіри  $P$  і складових бюджету невизначеності задає оператор.

Програма CALIBR 2.0 і її прототип – CALIBR 1.1 були застосовані в проведенні лабораторних робіт з курсу «Метрологія і сертифікація» для студентів напрямку підготовки «Комп'ютерна інженерія», і неодноразово під час проведення курсового і дипломного проектування студентів напряму підготовки «Метрологія і інформаційно-вимірювальні технології».

## Висновки

Описана програма CALIBR 2.0 дає можливість автоматизувати і прискорити процес проведення калібрування засобів вимірювальної техніки, знизити ризик помилок, підвищити технологічний рівень калібрувальної лабораторії. Слід зазначити, що програмний продукт CALIBR 2.0 не прив'язаний до апаратної частини повірочної схеми, та є універсальним, що надає можливість використання його для калібрування різноманітних засобів вимірювальної техніки. Простота і надійність в роботі дозволяє використовувати комп'ютерну програму в навчальному процесі і при виконанні науково-дослідних робіт. Практичні застосування програмного продукту CALIBR 2.0 підтвердили ефективність та необхідність автоматизування обробки результатів вимірювань для визначення метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки, як з точки зору надійності, так і з точки зору швидкості та зручності.

## Список літератури

1. Павленко Ю.Ф. *Забезпечення єдності електродіовимірювань* : навч. посіб. / Ю.Ф. Павленко, І.П. Захаров, С.І. Кондрашов, В.К. Гусельников. – Х.: Вид-во «Підручник НТУ ХП». – 232 с.
2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 *Загальні вимоги до компетенції випробувальних та калібрувальних лабораторій*.
3. Кондрашов С.І. *Невизначеність вимірювання*: навч. посіб. / С.І. Кондрашов, В.М. Чинков, О.Л.Харченко. – Х.: НТУ «ХП». 2010. – 80 с.
4. Новиков В.В. *Автоматизація процесу вычисления оценок неопределенности измерений* / В.В. Новиков, А.Н.Коцюба // Системи обробки інформації. – Х.: XV ПС, - 2006. – Вып.7 (56). – С. 59-61.

Надійшла до редколегії 5.01.2015

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Руженцев, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

## УНИВЕРСАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ CALIBR 2.0

И.М. Коржов, В.В. Лысенко

*В данной статье описывается компьютерная программа по обработке результатов измерений, для автоматизации расчетов связанных с определением метрологических характеристик средств измерительной техники. Предложенный программный продукт CALIBR 2.0 может выполнять считывание данных непосредственно от средств измерительной техники по интерфейсу RS-232, или из файла. После обработки измерительной информации и ввода необходимых данных для расчетов программа выдает результаты в виде абсолютной и относительной погрешности, неопределенностей по типу A, B и суммарную неопределенность. Также предоставляется график полученных измерений, и формирует отчет с рассчитанными данными.*

**Ключевые слова:** калибровка, неопределенность измерений, программное обеспечение, автоматизация.

## UNIVERSAL SOFTWARE AUTOMATE FOR THE PROCESSING OF THE MEASUREMENT RESULTS CALIBR 2.0

I.M. Korgiov, V.V. Lysenko

*This article is provided the computer program for processing measurement, automation of calculations related to the definition of the metrological characteristics of measuring equipment. Proposition CALIBR 2.0 software can perform measurements directly from the reading of measuring devices via RS-232, or from a file. After processing of the measuring data and input data required for calculations, the program presents the results in the form of absolute and relative error, the uncertainties of type A, B, and the overall uncertainty. CALIBR 2.0 also provides a graph of the measurements, and generates a report with calculated data.*

**Keywords:** calibration, uncertainty, software, automation.