

УДК 681.31

Ю.М. Кучірка, С.В. Баран, А.Г. Винничук, Л.А. Витвицька

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ

## ДИСТАНЦІЙНА ЛАБОРАТОРІЯ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ МЕТОДІВ ВИМІРЮВАННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РІДИНИ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

В статті описано дистанційну багатоканальну вимірвальну лабораторію, яка не потребує для доступу додаткового клієнтського програмного забезпечення та дозволяє здійснювати вимірювання та керування різними технологічними параметрами та їх метрологічну оцінку з відеотрансляцією процесу вимірювання/керування в реальному часі через Інтернет.

**Ключові слова:** дистанційна лабораторія, технологічний параметр, рідина, метрологічна оцінка, інтернет.

### Вступ

Вимірювання є невід'ємною частиною промисловості та щоденного життя. Наприклад, величезна кількість процедур вимірювання проходить в робототехніці, медицині, нафтовій, газовій, хімічній, авіаційній, космічних та інших галузях промисловості і т.д. Так, зокрема, вимірювання температури, рівня, тиску, вологості, потоку газу і рідини широко використовують в нафтовій або хімічній промисловості. У всіх областях повинні вибиратися оптимальні методи в залежності від необхідних умов вимірювання, їх вартості та точності.

Оскільки будь-який результат вимірювання є цінним, якщо ви можете оцінити його точність. Це є предметом вивчення курсу з основ вимірювань та метрології. Курс є основним в мехатроніці, автоматизації, автомобільної промисловості, робототехніці, електротехніці, промислової та медичної діагностики і т.д. Такий курс може бути реалізований як типовий курс навчання в коледжі чи університеті, а також курс дистанційного навчання.

**Метою роботи** є розроблення та метрологічні дослідження дистанційної лабораторії для вивчення методів вимірювання основних технологічних параметрів рідини і навколишнього середовища.

### Виклад основного матеріалу

Слід відмітити, що теоретичне забезпечення цього курсу може бути легко реалізовано за допомогою власних навчальних матеріалів з курсу метрології [1], або базуватися на посібниках з вимірювання та метрології провідних університетів світу [2, 3]. В той же час забезпечення технічної бази для одержання студентами та науковцями практичних навичок з вимірювання та метрологічної оцінки різноманітних технологічних параметрів є досить складним завданням. З цією метою розроблена та виготовлена багатоканальна вимірвальна лабораторія з дистанційним керуванням через інтернет, яка включає в себе (рис. 1):

- 3 візуальні давачі рідини і температури повітря (ртутні і спиртові термометри);
- 3 датчика температури повітря (термістори);
- 2 датчика температури рідини (термістор і термоелемент);
- 1 цифровий і 1 візуальний вимірювач вологості повітря;
- 1 цифровий барометр;
- 1 безконтактний ультразвукової рівнемір;
- 1 контактний гідростатичний контакт рівнемір, на основі аналогового давача тиску;
- 1 електрогідрогенератор;
- периферійні пристрої керування, які живляться від мережі 220В.

Розроблена лабораторія для вивчення методів вимірювання основних технологічних параметрів дозволяє здійснювати такі дослідження в дистанційному режимі через мережу Інтернет (рис. 1):

- вивчення методів вимірювання рівня рідини з використанням контактного гідростатичного та безконтактного ультразвукового методів, включаючи створення та дослідження впливу збурення рідини на точність вимірювання;
- вивчення методів вимірювання температури рідини з використанням таких давачів температури як термістор, термопара, ртутний та спиртовий термометри;
- дослідження точності встановлення заданої величини рівня та температури рідини за допомогою блоку керування цими параметрами;
- дослідження коливань атмосферного тиску, вологості і температури навколишнього середовища в реальному часі та їх впливу на точність вимірювання рівня рідини безконтактним ультразвуковим методом;
- вивчення основ генерації електричної енергії на базі розробленого малопотужного гідроелектрогенератора в залежності від його конструктивних особливостей, швидкості потоку рідини, різниці її тиску на вході і виході гідроелектрогенератора;



Рис. 1. Веб-інтерфейс лабораторії  
для вивчення методів вимірювання основних технологічних параметрів

- дослідження ефективності перетворення електричної енергії від гідроелектрогенератора в нормований сигнал в залежності від параметрів потоку рідини;

- вивчення методів практичної цифрової обробки реальних даних вимірювань в будь-якому математичному пакеті (Matlab, Maple, MathCAD, LabView), включаючи статистичний, кореляційний, регресійний аналіз тощо;

- дослідження та метрологічна оцінка точності вимірювання, включаючи відкидання грубих промахів, перевірка гіпотези про ймовірний закон розподілу випадкової величини, оцінку результату вимірювання, а також розрахунок невизначеності типу А і В, а також розширеної невизначеності.

Слід відмітити, що при здійсненні кожного описаного дослідження користувач може дистанційно керувати деякими технологічними параметрами (наприклад, температурою, рівнем, збурення рідини), а інші може тільки вимірювати, зокрема атмосферний тиск та температуру навколишнього середовища тощо.

Крім того, що не менш важливо, користувач має можливість постійно стежити за процесом вимірювання та керування параметрами за допомогою відеотрансляції лабораторії в реальному часі (рис. 1).

Всі результати вимірювання можуть бути збережені в стандартний текстовий формат, який розпізнається всіма відомими математичними пакетами для обробки сигналів. Причому такий файл містить два стовпці (рис. 2, зліва).

Перший містить точну часову мітку вимірюваного результату у стандартному UNIX форматі

(час відраховується у секундах від 1 січня 1970 року), наприклад, значення 1462488484.141 відповідає часу 22:48:04 по Грінвічу, 5 травня 2016 року.

Другий стовпець містить безпосереднє значення вимірюваного параметру. Наявність часової мітки дозволяє проводити, зокрема, кореляційний аналіз різних технологічних параметрів, врахування якого може підвищити точність та достовірність результатів вимірювання чи виявити невідомі закономірності.

Лабораторія дозволяє здійснювати дистанційне одночасне вимірювання, відображення та збереження 12 величин. За необхідності їх кількість може бути збільшена. Кожна величина зберігається в окремому файлі, а всі файли – в окремій архівованій папці, що дозволяє ефективну їх передачу користувачу через Інтернет.

Крім того, над кожною вимірюваною вибіркою проводиться автоматична метрологічна оцінка отриманих результатів, в результаті якої одразу генерується оціночний звіт (рис. 2, справа).

Цей звіт містить:

- кількість точок вибірки після відкидання грубих промахів за методом "3-sigma";
- прийнятий результат вимірювання (як середнє арифметичне для нормального закону розподілу випадкової величини);
- стандартне відхилення вибірки даних;
- невизначеність типу А і В;
- розширену невизначеність та задану довірчу ймовірність;
- результати перевірки гіпотези на нормальний закон розподілу.

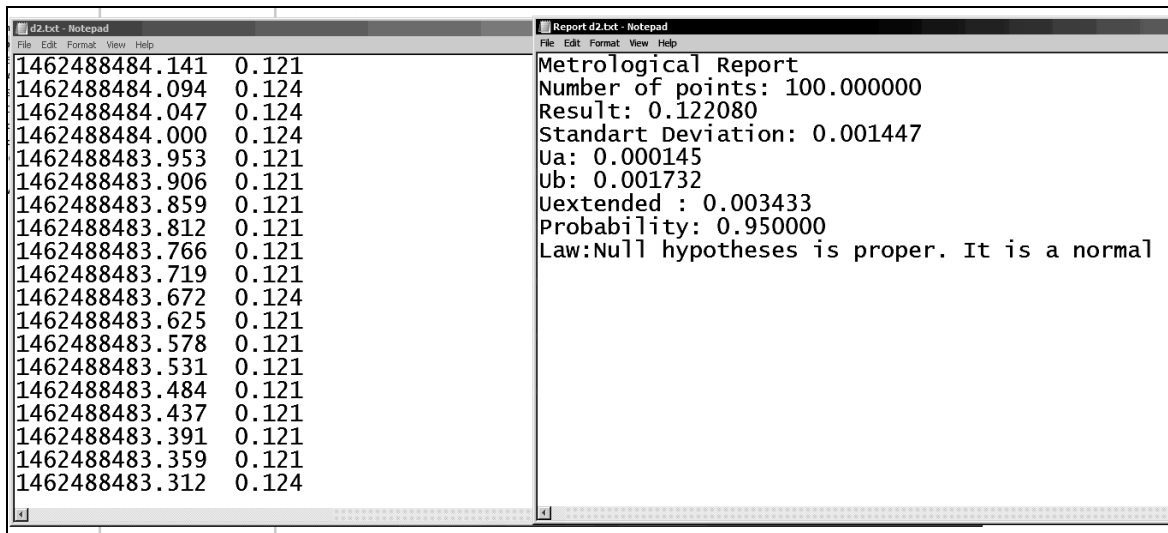


Рис. 2. Результати вимірювання рівня рідини і метрологічна оцінка

Таким чином, користувач може не тільки одразу одержати значення вимірюваного параметру з оцінкою точності його вимірювання, але також провести власний метрологічний аналіз даних в зручному математичному пакеті і порівняти з їх автоматичною метрологічною оцінкою.

### Висновки

В підсумку, запропонована лабораторія дозволяє вивчати та досліджувати методи вимірювання різних технологічних параметрів, здійснювати їх контроль та метрологічну оцінку через мережу Інтернет.

Це в свою чергу дає можливість спільного її використання різними установами з метою кооперації між ними та обміну науковими результатами, а також з навчальною метою для одержання практичних навичок з застосування методів вимірювання вище вказаних параметрів рідини та навколишнього середовища.

### Список літератури

1. Метрологія і технологічні вимірювання у нафтовій та газовій промисловості. Навчальний посібник / [Чеховський С.А., Петришин І.С., Піндус Н.М., Вацущак С.П., Кононенко М.А., Романів В.М., Середюк О.Є., Витвицька Л.А.]. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2010. – 534 с.
2. Force Related Measurements. Transaction in Measurement and Control [Electronic resource]. – Vol. 3. – Access to: <http://www.omega.com/literature/transactions/volume3/trantocvol3.html>.
3. Flow&Level measurements. Transaction in Measurement and Control [Electronic resource]. – Vol. 4. – Access to: [http://www.omega.com/literature/transactions/transactions\\_vol\\_iv.pdf](http://www.omega.com/literature/transactions/transactions_vol_iv.pdf).

Надійшла до редколегії 2.04.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.Є. Середюк, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ.

### ДИСТАНЦИОННАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЖИДКОСТИ И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ю.М. Кучирка, С.В. Баран, А.Г. Винничук, Л.А. Витвицкая

*В статье описано дистанционную многоканальную измерительную лабораторию, которая не требует для доступа дополнительного клиентского программного обеспечения и позволяет осуществлять измерения и управления различными технологическими параметрами и их метрологическую оценку с видеотрансляцией процесса измерения / управления в реальном времени через Интернет.*

**Ключевые слова:** дистанционная лаборатория, технологический параметр, жидкость, метрологическая оценка, интернет.

### DISTANCE LABORATORY FOR STUDY METHODS MEASUREMENT MAIN FLUID TECHNOLOGICAL PARAMETERS AND ENVIRONMENT

Yu.M. Kuchirka, S.V. Baran, A.G. Vynnychuk, L.A. Vytvytska

*This paper describes the remote multichannel measurement laboratory, which does not need to access additional client software, and allows the measurement and control of various technological parameters and their metrological estimation of videotranslation process measurement / control in real time over the Internet.*

**Keywords:** distance laboratory, technological parameter, fluid, metrological evaluation, Internet.