

В статті розглянуто принципи побудови та функціонування лабораторного практикуму з дисципліни «Інформаційно-вимірювальні комплекси». Відмінність розробленого лабораторного практикуму від раніше існуючих полягає в комбінованому використанні апаратних засобів та програмного забезпечення. Функціональні елементи розробленого практикуму можуть бути використаними не лише для вирішення задач навчального процесу, а також у промисловості

Ключові слова: автоматизація експерименту, віртуальний прилад, вимірювальне обладнання, дистанційне управління, лабораторний практикум

В статье рассмотрены принципы построения и функционирования лабораторного практикума с дисциплины «Информационно-измерительные комплексы». Отличие разработанного лабораторного практикума от ранее существующих заключается в комбинированном использовании аппаратных средств и программного обеспечения. Функциональные элементы разработанного практикума можно использовать не только в учебных, но также и в промышленных целях

Ключевые слова: автоматизация эксперимента, виртуальный прибор, измерительного оборудование, дистанционное управление, лабораторный практикум

ІННОВАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЛАБОРАТОРНОМУ ПРАКТИКУМІ З ДИСЦИПЛІНИ «ІНФОРМАЦІЙНО- ВИМІРЮВАЛЬНІ КОМПЛЕКСИ»

В. Д. Ціделко

Доктор технічних наук, професор

М. В. Чеховой

Асистент

Кафедра інформаційно-вимірювальної техніки*

E-mail: chehovej@bigmir.net

О. Г. Кисельова

Кандидат технічних наук, доцент

Кафедра біобезпеки і відновної біоінженерії*

E-mail: olga.mmif@gmail.com

А. О. Матвійчук

Асистент

Кафедра біомедичної кібернетики*

E-mail: nutius@yandex.ru

*Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

пр. Перемоги, 37, м. Київ,

Україна, 03056

1. Вступ

Лабораторний практикум в системі інженерної освіти є важливим та результативним компонентом підготовки фахівців у сфері техніки та технологій. Лабораторний практикум призначений для отримання навиків роботи з реальними вимірювальними приладами та методиками проведення вимірювань, з аналогами яких майбутньому інженеру доведеться мати справу в своїй практичній діяльності.

Дисципліна «Інформаційно-вимірювальні комплекси» є нормативною та вважається фундаментальною з напрямку підготовки «Метрологія та інформаційно-вимірювальні технології».

Сучасні тенденції до автоматизації проведення наукових досліджень та експерименту вимагають впровадження інформаційних технологій, зокрема, розробки та застосування віртуальних приладів. Особливо актуальним це питання стосується навчального процесу, де підтримка дистанційних методів навчання є неможливою без застосування віртуальних технологій, а можливість розробки «гнучких» та незалежних

від налаштувань виробника приладів дозволяє студентам опанувати вміння розробки та навички роботи з різними видами вимірювального обладнання.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Науково-дослідна діяльність інженера, зокрема біомедичного, базується на проведенні експериментів з метою отримання даних щодо відповідних властивостей об'єкту дослідження та подальшої обробки отриманих результатів. Сьогодні все більшого розповсюдження набирають програмно-апаратні комплекси, що дозволяють проводити вивчення певних фізичних та медико-біологічних ефектів з максимальним ступенем автоматизації та з мінімальним впливом інженера на хід проведення експерименту [1]. Задача дослідника може навіть зводитись лише до розміщення досліджуємих структур в експериментальне устаткування та вибору параметрів експерименту/дослідження з наведених варіантів. Прикладами таких експериментальних устаткувань є електронні мікроскопи, рентгенівські

рефрактометри тощо [2]. Однак, більша частина наукових досліджень проводиться на дослідницьких стендах, розроблених безпосередньо науковцями, що дозволяє найбільш ефективно розв'язувати поставлені задачі та обирати/розробляти налаштування проведення експерименту. Для розробки подібних програмно-апаратних комплексів використовуються як окремі датчики, прилади і т.п., так і спеціальне програмне забезпечення, сумісне з відповідними системами збору даних, а також із можливістю віддаленого управління устаткуванням [3–5].

Сьогодні все частіше постає необхідність проведення віддалених експериментів, дистанційного управління експериментальним устаткуванням та можливістю збереження і аналізу отриманих даних. Особливо актуальною ця задача є для забезпечення навчального процесу. Зокрема, говорячи про таку дисципліну як «Інформаційно-вимірювальні комплекси», проведення якої неможливо уявити без забезпечення студентів відповідним устаткуванням, в сучасних умовах вимагає розробки та застосування інноваційних підходів на базі віртуальних лабораторій [6].

Саме тому, проблема автоматизації та візуалізації проведення лабораторних практикумів, а також фізичного експерименту є актуальною задачею, що вимагає вивчення та реалізації. Одним із методів вирішення даних задач є застосування середовища розробки лабораторних віртуальних приладів NI LabVIEW.

3. Опис лабораторного практикуму

Розроблений лабораторний практикум з дисципліни «Інформаційно-вимірювальні комплекси» представляє собою програмно-апаратний комплекс, загальну структуру якого зображено на рис. 1.

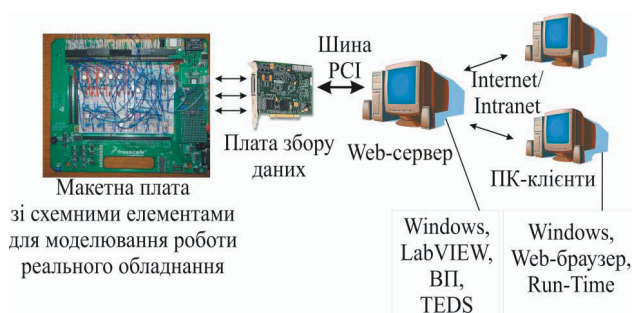


Рис. 1. Структурна схема лабораторного стенду з можливістю дистанційного доступу (ВП – віртуальний прилад, TEDS – Transducer Electronic Data Sheet)

Перевагою даної розробки є можливість забезпечення дистанційного доступу до вимірювального стенду та відповідного програмного забезпечення. Основними апаратними елементами стенду є макетна плата зі схемними елементами, що моделює роботу реального обладнання; плата збору даних, для передачі сигналів на/з комп'ютер; Інтернет-сервер (Web-сервер), що забезпечує можливість віддаленого/дистанційного доступу та управління моделями вимірювальних приладів та безпосередньо ПК-клієнти. Зазначені апаратні засоби призначені для імітації сигналів з виходів датчиків і вимірювального обладнання та необхідні

для наближення лабораторного експерименту до реальних/промислових/виробничих задач.

Основним програмним забезпеченням є система розробки лабораторних віртуальних приладів NI LabVIEW з відповідними додатковими інструментаріями, зокрема програмним модулем Run-Time Engine, що забезпечує можливість віддаленої роботи з Web-сервером ПК-клієнтів через Web-браузери.

Архітектура лабораторного практикуму розроблена таким чином, щоб забезпечити дистанційний доступ до нього одночасно багатьох студентів, використовуючи лише один вимірювальний стенд.

4. Структура лабораторного практикуму

Завдання лабораторного практикуму включають роботи з вимірювання найбільш поширених фізичних величин: температури, навантаження, вібрації, деформації. В даних роботах реалізовано вивчення датчиків з інтелектуальною функцією TEDS [7].

Принцип роботи комплексу полягає у можливості автоматизованого управління експериментом, а саме:

- із застосуванням реальної вимірювальної апаратури;
- із застосуванням винятково програмних засобів та комп'ютера;
- на основі сумісного застосування апаратних і програмних засобів, що забезпечує можливість дистанційного доступу до вимірювального стенду.

Крім того, для вивчення найбільш поширених методів обробки інформації у вимірювальних системах (статистичного, кореляційного і спектрального аналізу), а також для вивчення особливостей роботи повільного устаткування, було прийняте рішення доповнити перелік робіт з вимірювання фізичних величин відповідними лабораторними стендами.

Таким чином, роботи з дослідження процесів вимірювання чотирьох найбільш поширених фізичних величин з використанням датчиків з TEDS виконані в двох варіантах – повністю віртуальному та комбінованому. Роботи з вивчення методів обробки даних і систем перевірки були виконані у віртуальному виді внаслідок обмежень використаних апаратних засобів.

4. 1. Апаратна частина лабораторного стенду

В якості засобу аналогового і цифрового вводу-виводу застосовано плату PCI-6221 [8] виробництва компанії National Instruments. Плата PCI-6221 містить: 16 аналогових входів (у режимі однопровідного з'єднання), 2 аналогових виходи та 24 цифрові лінії, що є цілком достатнім для побудови на основі плати лабораторного циклу, що складається з 5–10 робіт. Розрядність аналогових входів (14 bit) дозволяє добитися точності вимірювань, прийнятної для широкого кола навчальних завдань.

В якості макетної плати застосовано PVMCUSLK виробництва Freescale Semiconductor [9]. Зовнішній вигляд макетної плати зі встановленими схемними елементами (резисторами, конденсаторами, операційними підсилювачами, генераторами сигналів) представлено на рис. 2.

З'єднання плати вводу-виводу та макетної плати реалізовано з використанням спеціального 68-контактного кабелю.

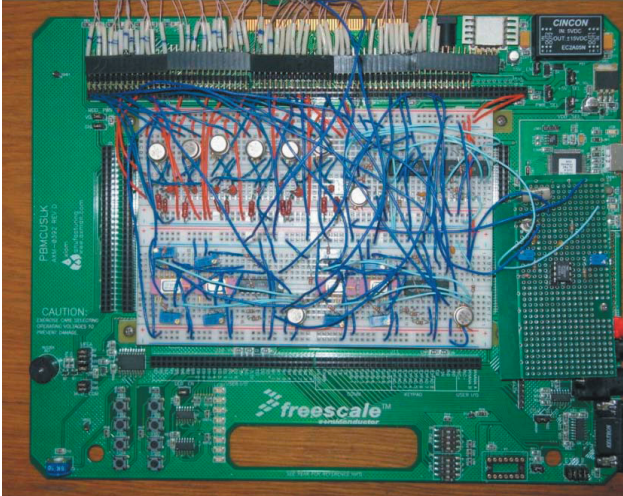


Рис. 2. Макетна плата PBMCUSLK зі встановленими схемними елементами (у верхній частині – перехідники для з'єднання з PCI-6221)

4. 2. Програмна частина лабораторного стенду

В якості спеціалізованого програмного забезпечення для розробки лабораторного практикуму застосовано де-факто стандарт для проведення вимірювань, що є найбільш поширеним у складі комп'ютерних вимірювальних систем, систему розробки NI LabVIEW (версії 8.2.1). LabVIEW у складі практикуму використовується для управління апаратними вимірювальними засобами, обробки експериментальних даних, візуалізації та управління віддаленим/дистанційним доступом до лабораторного практикуму. Плата PCI-6221 є повністю сумісною з системою NI LabVIEW, що значно зменшує час реалізації та не вимагає додаткової розробки драйверів.

Для реалізації системи лабораторних практикумів використано стандартний компонент LABVIEW – інструментарій Web Publishing Tool [10]. Програмне забезпечення системи складається з головної програми (stand.vi) та сукупності віртуальних стендів (схему ієрархії ПЗ представлено на рис. 3).

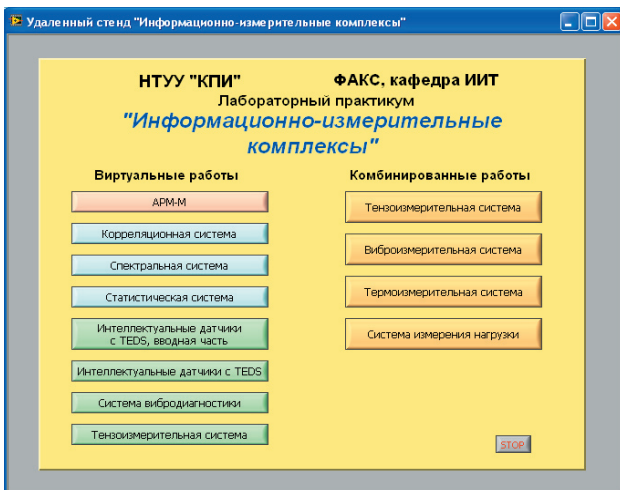


Рис. 3. Схема ієрархії програмних засобів системи дистанційного/віддаленого доступу до лабораторних практикумів

Представлену ієрархії розроблено відповідно до вимог програмного додатку Web Publishing Tool, що забезпечує «виклик» та запуск на web-сервері відповідного лабораторного практикуму з ПК клієнта у вікні браузера.

Слід зазначити, що необхідність інсталяції системи NI LabVIEW на ПК-клієнтах відсутня. Для отримання віддаленого/дистанційного доступу до практикуму необхідно встановити безкоштовну утиліту NI LabVIEW Run-Time Engine.

У складі системи NI LabVIEW присутні також і інші засоби для віддаленого управління інформаційно-вимірювальними системами, такі як обмін даними по TCP/UDP та спеціалізована технологія DataSocket. Однак, дані засоби вимагають обов'язкової установки системи NI LabVIEW на всіх ПК-клієнтах.

5. Особливості алгоритмів виконання лабораторних робіт

При виконанні комбінованих робіт практикуму студенти виконують дослідження тих чи інших інтелектуальних функцій вимірювальних перетворювачів.

Так, наприклад, під час дослідження системи вимірювання температури, студент повинен навчитися використовувати калібрувальну область електронної таблиці датчика.

На першому етапі виконання роботи необхідно отримати характеристику перетворення термопари шляхом її калібровки [11]. Закладку віртуального стенду для зняття даної характеристики представлено на рис. 4.

Після розрахунку коефіцієнтів калібрувального полінома необхідно виконати їх запис у відповідне поле таблиці, як показано на рис. 5 [12]. Оцінка ефективності застосування електронної таблиці виконується за допомогою програмної панелі, представленої на рис. 6.

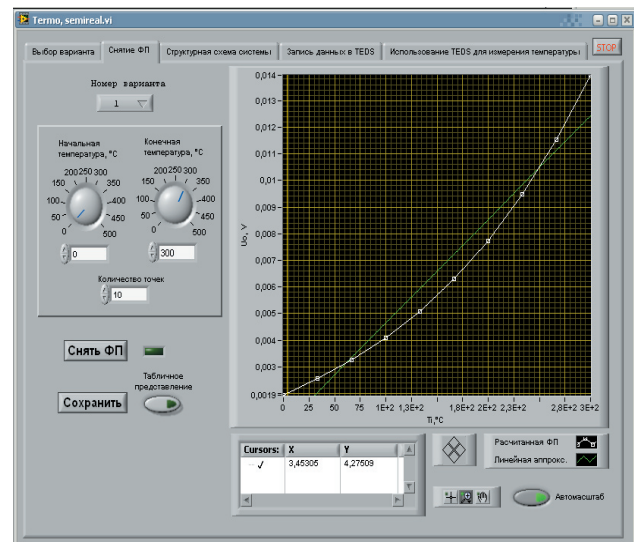


Рис. 4. Графічний інтерфейс користувача (програмна панель для зняття функції перетворення термопари)

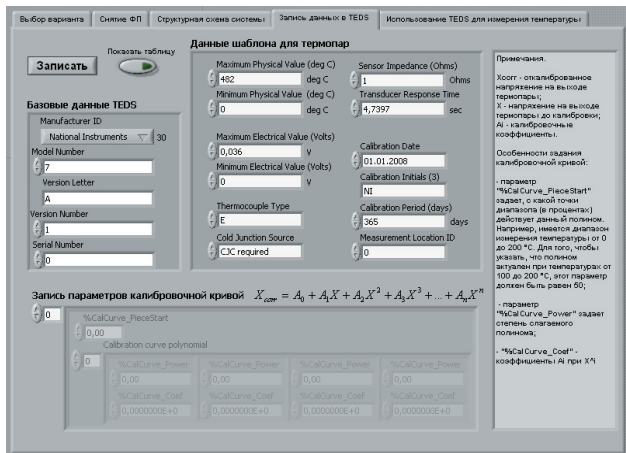


Рис. 5. Графічний інтерфейс користувача (програмна панель для запису калібрувальних даних в електронну таблицю)

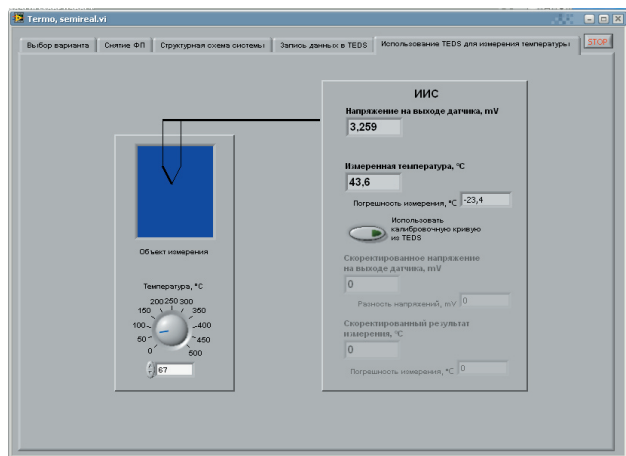


Рис. 6. Графічний інтерфейс користувача (програмна панель для проведення вимірювань)

Алгоритми запропонованих лабораторних практикумів побудовані з урахуванням необхідності дослідження випадків, наявних в реальній інженерній та промисловій діяльності.

6. Висновки

Лабораторний практикум з дисципліни «Інформаційно-вимірювальні комплекси» базується на застосуванні клієнт-серверних додатків, що дозволяє одночасний доступ до практикуму та моделей обладнання великої кількості студентів, в тому числі при дистанційних методах навчання.

Основною відмінністю запропонованого в роботі підходу до лабораторних практикумів, що забезпечують безпосереднє проведення експериментів на реальних моделях приладів від повністю віртуальних практикумів полягає в тому, що апаратне забезпечення можна використовувати не лише з навчальною метою, а також і при проведенні наукових експериментів та вирішенні задач промислового сектору. Можливість

підключення до макетної плати реальних датчиків або виходів вимірювальних каналів замість імітаторів сигналів, а також гнучкість програмних засобів забезпечує широкий спектр застосування експериментального стенду при проведенні науково-дослідних робіт.

Розроблений практикум успішно апробовано в навчальному процесі кафедри інформаційно-вимірювальної техніки НТУУ «КПІ».

Література

1. Киселева, О. Автоматизированная замкнутая система для исследования биостабильности материалов с применением средств NI LABVIEW [Текст] / О. Киселева, Н. Бесчастная // Вестник ХПИ. – 2011. – № 2. – С. 137–144.
2. Кудрин, А. В. Использование программной среды LABVIEW для автоматизации проведения физических экспериментов [Электронный ресурс] : Эл. уч.-метод. пос. / А. В. Кудрин // Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 68 с. – Режим доступа: http://www.unn.ru/books/met_files/Kudrin%20LabView.pdf.
3. Автоматизация физических исследований и экспериментов: компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW [Текст] / Под. ред. П. А. Бутырина. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 264 с.
4. Garg, A., Computer assisted magnetism studies [Text] / A. Garg, R. Garg, V. Dhingra // Lat. Am. J. Phys. Educ. – 2010. – Vol.4 (3). – P. 523–528.
5. Salzmann, C. H. Introduction to Real-time Control using LabVIEW with an Application to Distance Learning [Text] / C. H. Salzmann, D. Gillet, P. Huguenin // International Journal of Engineering Education. – 2000. – Vol. 16 (3). – P. 1–18.
6. Евдокимов, Ю. К. LabVIEW для радиоинженера: от виртуальной модели до реального прибора [Текст] / Ю. К. Евдокимов, В. Р. Линдваль, Г. И. Щербаков. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 400 с.
7. Опис стандартів IEEE 1451 для інтелектуальних вимірювальних перетворювачів [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://iee1451.nist.gov/>.
8. Опис плати збору даних National Instruments PCI-6221 [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/ru/nid/14132>.
9. Опис макетної плати Freescale Semiconductor PBMC-USLK [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://www.freescale.com/webapp/sps/site/prod_summary.jsp?code=PBMCUSLK.
10. Опис термопар [Електронний ресурс] / Режим доступу: http://radiator.net/hand_book/documentation/terpara.html.
11. Патрахин, В. А. Технология публикации приложений LabVIEW в Internet (WEB Publishing Tool) [Текст] / В. А. Патрахин // ПиКАД. – 2004. – Вып. 2. – С. 28–30.
12. Опис калібрувальних даних TEDS [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://zone.ni.com/devzone/cda/tut/p/id/4043>.