

УДК 681.121

С.А. Чеховський¹, Н.М. Піндус¹, Л.А. Витвицька¹, В.В. Остапів¹,
Н.Б. Долішня¹, С.М. Белей¹, Б.І. Прудніков²¹Івано-Франківський університет нафти і газу, Івано-Франківськ²ВАТ "Івано-Франківськгаз", Івано-Франківськ

РОЗРОБКА ВІРТУАЛЬНИХ ЛАБОРАТОРНИХ СТЕНДІВ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ТИСКУ, ТЕМПЕРАТУРИ ТА ВИТРАТИ

Здійснено аналіз організації дистанційного навчання, зокрема розробка віртуальних лабораторних стендів для вимірювання тиску, температури та витрати. Розраховано невизначеність витрато-вимірювального комплексу.

Ключові слова: дистанційне навчання, невизначеність віртуальних лабораторних стендів, віртуальний витрато-вимірювальний комплекс, вологість газу, якість газу, вихоровий витратомір, теоретичні методи обробки статистичної вимірювальної інформації.

Вступ

Сьогодення в сенсі тенденцій розвитку освітніх технологій є розширення міжнародних зв'язків України та її інтеграція до світової спільноти. До випускників технічних вищих навчальних закладів висуваються додаткові освітні та практичні вимоги, які можна отримати скориставшись широким полем можливостей власне дистанційної форми освіти. Реалізація подібних проблем актуальна і для Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ). Потреба сучасного суспільства у спеціалістах нафтогазової промисловості зумовлює необхідність пошуку нових конструктивних ідей для вирішення проблеми оптимізації та інтенсифікації навчання, здобування нових знань та удосконалення рівня теоретичної та практичної підготовки. Об'єктивною тенденцією у вищих закладах освіти є скорочення кількості аудиторних годин та збільшення годин, що відводяться на самостійну роботу студентів. Трансформується роль викладача у навчальному процесі: поступово втрачає актуальність функція викладача як основного джерела інформації, він перетворюється на організатора та експерта самостійної роботи студентів. Усе це потребує пошуку більш ефективних засобів навчання.

Принагідно зауважимо, що концептуально, методично та програмно дистанційне навчання не є чимось новим, його принципи вже опрацьовані з тими чи іншими особливостями специфіки конкретних вузів. В основу цієї статті покладені напрацювання кафедри інформаційно-вимірювальної техніки ІФНТУНГ.

При організації дистанційного навчання з технічних дисциплін особливої уваги заслуговує розробка лабораторного практикуму, оскільки саме можливість дистанційного проведення лабораторних

занять дозволяє студентам набувати не тільки теоретичних знань, але й практичних навичок. Актуальність застосування власне дистанційного лабораторного практикуму зумовлена зокрема ще й тим, що дозволяє реалізувати засвоєння студентами різноманітних віртуальних лабораторних стендів, створених в окремих вищих навчальних закладах. Таке поєднання суттєво розширює доступ студентів до ресурсів вищої освіти оскільки використання віртуальних технологій у дистанційному навчанні дозволяє забезпечити можливість роботи з "установкою" декільком користувачам одночасно; час роботи з віртуальною моделлю студент вибирає сам.

Результати досліджень

Розглянемо основні принципи реалізації віртуальних лабораторних стендів.

У випадку коли для проведення лабораторного заняття достатньо моделі досліджуваного об'єкта (зокрема це стосується робіт з обробки даних та робіт, призначенням яких є ознайомлення з роботою того чи іншого приладу) достатньою умовою є детальне відтворення в інтерфейсі віртуального стенду зовнішнього вигляду та елементів керування реальної установки, а також реалізації математичної моделі залежностей між вхідними та вихідними величинами [7].

Розглянута реалізація віртуальних пристроїв широко застосовується у електроніці для моделювання і дослідження електронних вузлів і приладів. Це означає можливість проводити вимірювання за допомогою віртуального ЗВТ, який за своїми метрологічними характеристиками є аналогічним до реального приладу. Тобто з'являється можливість дослідити поведінку засобів вимірювання на їх математичній моделі, виявити можливі проблеми при використанні даного приладу і дослідити його роботу в умовах експлуатації.

Дистанційні лабораторні стенди такого типу оптимально реалізовувати за допомогою web-програмування (html, JS, php, java, python, тощо) – це забезпечить виконання роботи у веб-переглядачі переважно без встановлення додаткового програмного забезпечення на комп'ютер користувача. В цьому випадку математичну модель досліджуваного процесу чи приладу рекомендується реалізувати в межах окремого класу чи групи класів, що дозволить спростити модифікацію такого програмного забезпечення [2].

Оскільки такі програмні продукти зазвичай не прив'язані до апаратного забезпечення, вони можуть

використовуватися практично на будь-яких ПЕОМ, що задовольняють мінімальним системним вимогам.

Прикладом такого підходу є віртуальна лабораторна установка для перевірки пружинного манометра за допомогою вантажопоршневої установки (рис. 1), розміщена на web-сайті кафедри. Об'єктом дослідження є еталонна вантажопоршнева установка МП-60, для якої було реалізовано математичну модель залежності переміщення поршня 1 від тиску, що задається кількістю обертів гвинта 2. Установка використовується для перевірки деформаційних засобів вимірювання тиску, які представлені у роботі пружинним манометром 3 із трубкою Бурдона.

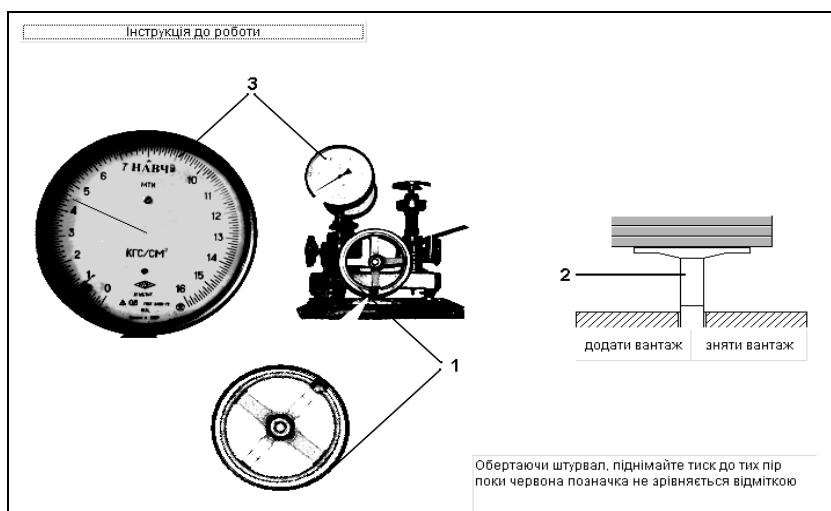


Рис. 1. Перевірка пружинного манометра вантажопоршневою установкою (віртуальна лабораторна робота на мові Java)

Для більш реалістичного відтворення роботи реальних лабораторних стендів у математичних їх моделях реалізувати інерційність, вплив сторонніх факторів, як це зроблено у віртуальній установці, призначеній для пошуку градувальних характери-

стик термометрів опору (рис. 2). Установка включає піч 1, температура в якій задається регулятором 2, еталонний рідинний термометр 3 та терморезистор 4, для яких реалізовано інерційність відображення результатів.

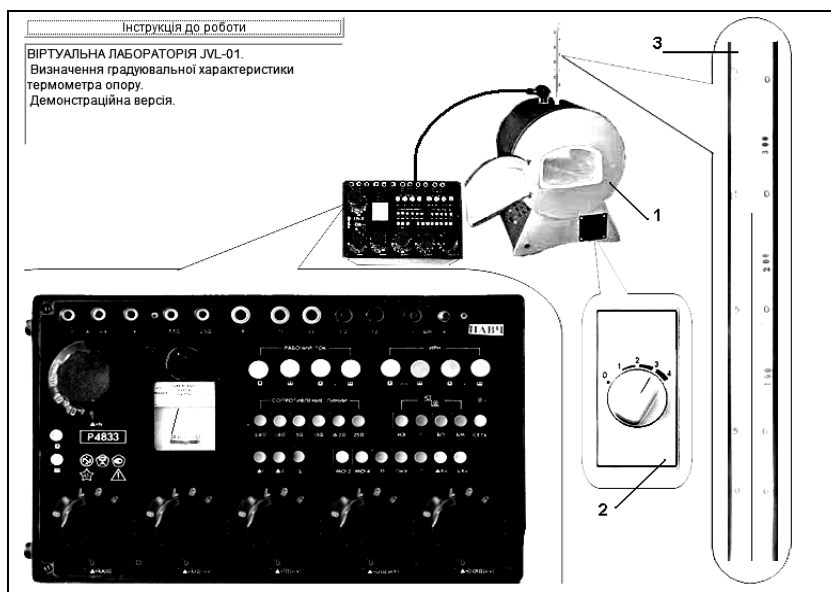


Рис. 2. Градування термометра опору (віртуальна лабораторна робота на мові Java)

Установки даного типу реалізовано у вигляді Java-аплету, розміщеного на web-сайті кафедри інформаційно-вимірювальної техніки.

Іншим підходом є створення лабораторних стендів, в яких програмне забезпечення є частиною інформаційно-вимірювального комплексу на базі ПЕОМ. Таке програмне забезпечення може бути розроблене на будь-якій (переважно високорівневій) мові програмування: широка номенклатура первинних та вторинних перетворювачів зі стандартним струмовим вихідним сигналом дозволяє підключати їх до стандартних портів вводу-виводу ПК і отримувати інформацію, використовуючи системні АРІ для роботи із цими портами.

Основною особливістю такого підходу є дворівнева реалізація вимірювального комплексу, причому апаратна частина займається збиранням і попередньою обробкою (оцифрування, лінеаризація) даних, а програмна – кінцевою обробкою, представленням і зберіганням чи передачею. В загальному випадку для забезпечення взаємодії між вказаними рівнями може застосовуватися окремий модуль – рівень апаратного абстрагування. Для забезпечення можливості дистанційного навчання оптимальною є

розробка таких лабораторних стендів із використанням засобів, здатних здійснювати керування процесом та збором даних через мережу, наприклад за допомогою вбудованого інтерфейсу віртуального приладу у веб-сторінку і виконання коду програми на віддаленому сервері. Типовими представниками такого підходу є лабораторні стенди, реалізовані із використанням LabView.

Прикладом лабораторної установки другого типу є стенд для вивчення роботи вихорового витратоміра [5], програмна частина якого реалізована засобами LabView (рис. 3). В установці в якості первинного перетворювача використовується вихоровий витратомір ІРВІС-300-К із термоанемометричним чутливим елементом, сигнал із якого передається на вхід звукової карти ПЕОМ. Для подальшої обробки сигналу використовуються засоби LabView для роботи зі звуком. Обробка сигналу полягає у визначенні частоти першої гармонійної складової сигналу, яка корелює з витратою, за допомогою перетворення Фур'є. Відображення форми імпульсів, що знімаються з первинного перетворювача дає можливість побачити вплив на їх форму та частоту результуючого сигналу сторонніх вібрацій та завад.

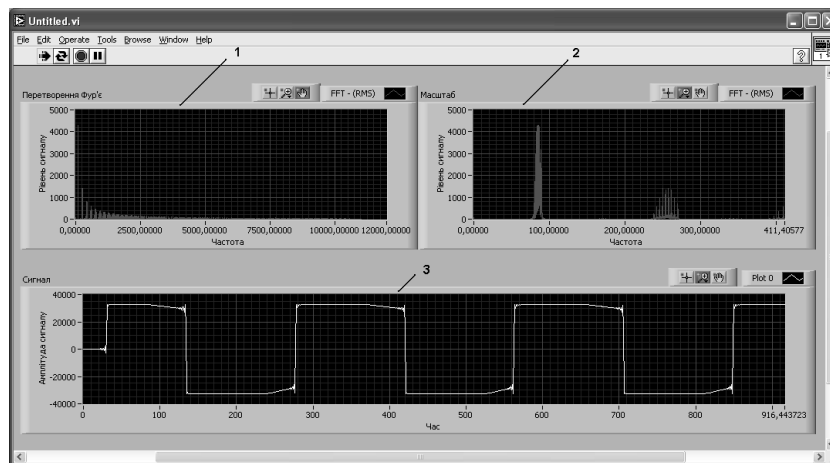


Рис. 3. Аналіз частоти сигналу з датчика вихорового витратоміра за допомогою LabView

Сигнал подається на ПЕОМ через вхід звукової карти, за допомогою швидкого перетворення Фур'є здійснюється виділення основної гармоніки. Відображення результатів здійснюється у реальному часі на web-сторінці, згенерованій LabView

Власне програмна частина LabView дозволяє створювати складні вимірювальні пристрої і системи за допомогою графічного інтерфейсу, використовуючи прості схематичні позначення елементів. Логіку роботи системи і спосіб взаємодії з користувачем визначає сама LabView, опираючись на інформацію про властивості окремих модулів і задані взаємозв'язки між ними. Для роботи із датчиками у LabView використовуються спеціальні плати розширення, що підключаються до стандартних портів вводу-виводу ПК, на якому запускається програма.

Слід зазначити, що LabView дозволяє створювати також і лабораторні роботи першого типу.

Нами розроблено віртуальний витратовимірювальний комплекс на базі LabView. Проведено метрологічний аналіз існуючого в складі лабораторії для випробування та перевірки засобів вимірювань об'єму та об'ємної витрати на природному газі ВАТ "Івано-Франківськгаз" [3] комплексу вимірювання витрати [1], проаналізовано джерела невизначеностей, включаючи джерела, які визначені вологістю, компонентним складом, густиною, калорійністю природного газу тощо [6]. Як підсумок складено бюджет невизначеності. Сумарна стандартна невизначеність [4] вимірювання витрати становить $2,23 \cdot 10^{-3}$ м³/с.

Розроблено віртуальну модель ІВК урахуванням виявлених та аналітично розрахованих джерел

похибок на базі теоретичних методів обробки статистичної вимірювальної інформації. Експериментально досліджено адекватність віртуальної моделі витратовимірювального ІВК в порівнянні з роботою реального комплексу.

Фрагмент структури програмного коду на основі LabView, для аналітично розрахованих джерел невизначеності приведено на рис. 4.

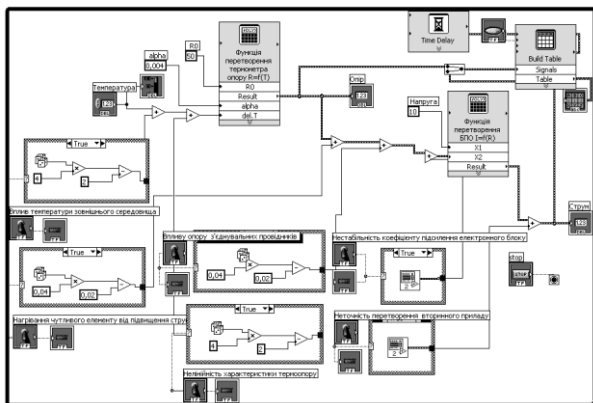


Рис. 4. Фрагмент структури програмного коду на основі LabView

Моделювання базується на використанні блок-діаграм з відповідними терміналами. Для відображення зв'язку вимірної фізичної величини та вихідного сигналу, який розраховується віртуальною моделлю, сформовано на лицьовій панелі віртуальними елементами, які автоматично відображаються відповідними терміналами у структурі програмного коду (рис. 5).

Висновок

Оскільки віртуальний комплекс створений як навчальний тренажер для метрологічних досліджень, його адаптовано до можливості завдання варіантів різної складності та вхідних величин для кожного студента (складність полягає у кількості збудовуючих факторів, що впливають на вимірювальний процес).

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ И РАСХОДА

С.А. Чеховский, Н.М. Пиндус, Л.А. Витвицкая, В.В. Остапив, Н.Б. Долишняя, С.М. Белей, Б.І. Прудников

Выполнен анализ организации дистанционного обучения, в частности, разработка виртуальных лабораторных стендов для измерения давления температуры и расхода. Произведен расчет неопределенности расходоизмерительного комплекса.

Ключевые слова: дистанционное обучение, неопределенность виртуальных лабораторных стендов, виртуальные расходоизмерительные комплексы, влажность газа, качество газа, вихревой расходомер, теоретические методы обработки статистической измерительной информации.

DEVELOPING OF LABORATORY BENCHES FOR MEASURING THE PRESSURE, TEMPERATURE AND FLOW

S.A. Chehovskiy, N.M. Pindus, L.A. Vitvitska, V.V. Ostapiv, N.B. Dolishnya, S.M. Beley, B.I. Prudnikov

There was accomplished an analysis of distant learning, in particular the development of virtual laboratory benches for measuring the pressure, temperature and flow. The flowmeter complex's uncertainty was calculated.

Keywords: distance learning, virtual laboratory uncertainty stands, virtual flow-measuring complex, gas humidity, the quality of the gas, vortex flowmeter, theoretical methods of statistical processing of measuring information.

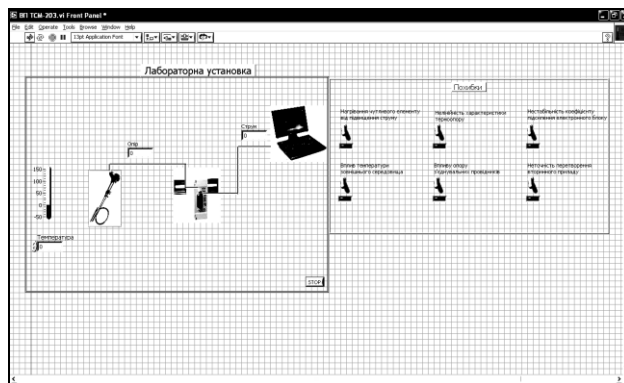


Рис. 5. Фрагмент лицьової панелі віртуального витратовимірювального комплексу

Список літератури

1. Кремлевский П.П. Расходомеры и счетчики количества: Справочник: Кн.2 / Под общ. ред. Е.А. Шорникова – СПб.: Политехника, 2004. – 412 с.
2. Чеховський С.А. Математичне моделювання фізичних процесів. Навч. пос / С.А. Чеховський. – Івано-Франківськ: Факел, 2003. – 174 с.
3. Лабораторія для випробування та перевірки засобів вимірювань об'єму та об'ємної витрати газу на природному газі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.gaz.if.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=78&Itemid=92.
4. Захаров І.П. Теория неопределенности в измерениях: Учебное пособие / И.П. Захаров, В.Д. Кукуш – Х.: Консум, 2002. – 256 с.
5. Писарец А.В. Анализ современного состояния вихревых средств измерения количества вещества / А.В. Писарец // Вестник Черкасского инженерно-технологического института. – Черкассы, ЧИТИ, 2001. – С. 53-56.
6. Рид Р., Праусниц Дж., Шервуд Т. Свойства газов и жидкостей: Справ. пос. / Р. Рид, Дж. Праусниц, Т. Шервуд. – Л.: Химия, 1982. – 592 с.
7. Рудзит Я.А. Основы метрологии, точность и надежность в приборостроении. Уч. пос. / Я.А. Рудзит, В.Н. Плуталов. – М.: Машиностроение, 1991. – 304 с.

Надійшла до редколегії 8.04.2010

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