

СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДУ

Микола Боть

Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького

Робота виконана під керівництвом доц. Луценко Г.В.

Розглядається приклад створення автоматизованого лабораторного стенду для навчальної лабораторії. Розроблене програмне забезпечення, що дозволяє у єдиному циклі виконувати вимірювання температури та обробляти результати. Передбачена можливість розширення створеного програмного комплексу, за рахунок окремих користувачьких модулів.

Рассматривается пример создания автоматизированного лабораторного стенда для учебной лаборатории. Разработано программное обеспечение, позволяющее в едином цикле производить измерения температуры и обрабатывать результаты. Предусмотрена возможность расширения созданного программного комплекса за счет пользовательских модулей.

The example of development of the computer-aided laboratory bench intended for university laboratories is considered. The software that allows to taking temperature and processing data in integrated cycle was developed. The possibility of expansion of the created software package by user-written modules was provided.

Ключові слова: лабораторний стенд, термопара, мікроконтролер, аналого-цифровий перетворювач, LabWIEW.

Вступ

Сучасний світ перебуває на межі постійного технологічного прогресу, коли в усі сфери людського життя впроваджуються нові технології, пов'язані з автоматизацією. Більшість сучасних підприємств оснащують свої виробництва найновішими досягненнями науки, але для керування ними необхідні навички роботи з автоматизованими системами, зокрема з вимірювальними. Саме тому завдання вищих навчальних закладів, на даний час, є дати молодим спеціалістам не лише ґрунтовні знання щодо фізичної суті виробничих процесів, а й навчити їх управляти цими процесами за допомогою

автоматизованих систем. Саме тому продуктивна та безпечна робота навчальних лабораторій вищих навчальних закладів вимагає застосування сучасних методів і засобів вимірювання фізичних величин. Автоматичний контроль є першим ступенем автоматизації, без успішного функціонування якого неможливе створення ефективних автоматизованих систем наукових досліджень. Саме тому розробка лабораторного стенду, орієнтованого у нашому випадку на проведення автоматизованих досліджень теплових властивостей гранульованих матеріалів та рідин, має важливе прикладне значення.

Розробка навчальних автоматизованих систем, потребує включення наступних необхідних факторів: система повинна бути простою і зрозумілою, не повинна вимагати спеціальних навиків роботи з нею; не повинна бути перенасиченою великою кількістю різноманітних функцій; не повинна вимагати значних затрат коштів; для адекватної роботи не повинна потребувати потужної обчислювальної станції. Саме таку систему збору даних, для визначення температури рідких та гранульованих матеріалів, було створено з використанням середовища графічного програмування LabView [1,2]. Вона дозволяє залучати до постановки експериментальних досліджень студентів фізичних та інженерних спеціальностей різних курсів.

У рамках нашої роботи було визначено наступні задачі:

1. Сформулювати технічне завдання, визначивши вимоги до апаратного та програмного забезпечення, виходячи як з сучасного стану проблеми, так з наявного у лабораторії забезпечення.
2. Обрати, оптимальне з точки зору надійності та відповідності вимогам конкретного експерименту, обладнання.
3. Визначити потоки даних, які будуть виникати при роботі системи та відповідні канали їх передачі.
4. Розробити ефективний, з точки зору обміну даними, та дружній інтерфейс засобами середовища LabVIEW.
5. Провести тестування лабораторного стенду.

1. Структура вимірювальної установки

Апаратну основу нашого лабораторного стенду складають: термопара ТХК (хромель-копелева), програмована плата збору даних на основі мікроконтролера АТ90S2313 та аналогово-цифрового перетворювача ADS 7818, персонального комп'ютера з встановленим на ньому спеціально розробленої програми обробки даних в середовищі графічного програмування LabVIEW. Оскільки, робот стенду ґрунтується на вимірюванні температури, то також було потрібно провести аналіз джерел, присвячених методам її визначення, а саме, вивчити фізичні принципи роботи термопар, специфіку їх використання для різних режимів роботи.

Структурна схема нашої розробки приведена на рис. 1 [3,4].

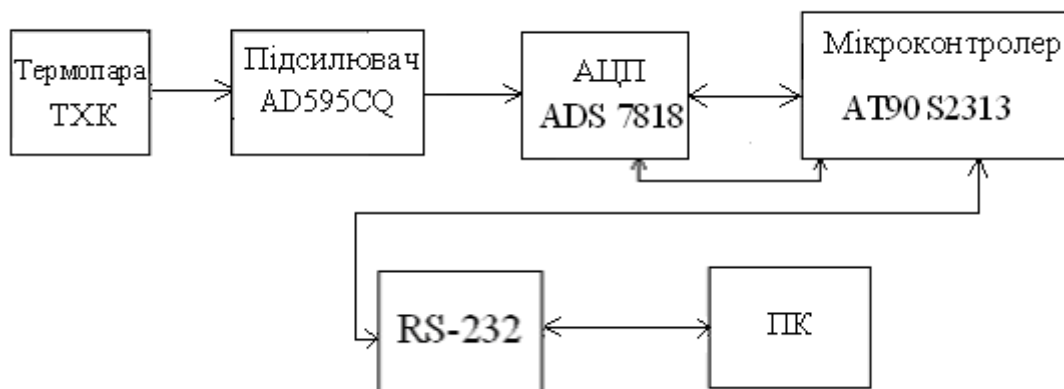


Рис. 1. Структурна схема системи для вимірювання температури

2. Програмне забезпечення лабораторного стенду

Одним з основних блоків створення автоматизованого лабораторного стенду є написання працюючої програми, яка буде коректно працювати з його апаратною частиною. Оскільки це не просто програма обробки даних, а повноцінний модуль для виконання лабораторної роботи, то вона повинна містити в собі наступні пункти: теоретичні відомості, які ознайомлять користувача з науковими аспектами даної роботи, хід роботи (інструкція, як виконувати завдання), та основний блок програми, що буде обробляти результати вимірювання та виводити на екран (записувати у файл) результати проведеного експерименту. Всі ці три компоненти формують основне вікно розробленої програми (рис. 2).

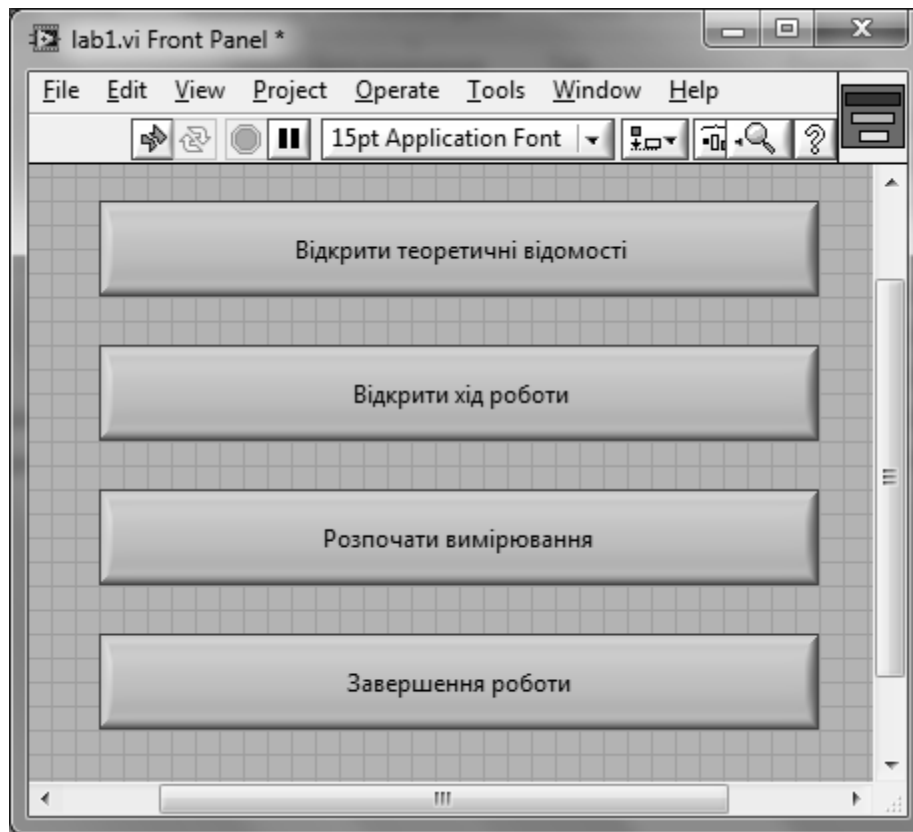


Рис. 2. Лицьова панель основної програми

2.1. Робота з документами

Розглянемо детальніше структуру програми. Середовище LabVIEW надає змогу розробнику не лише створювати моделі віртуальних пристроїв, але і робити їх незалежно працюючими модулями. Окрім цього LabVIEW надає змогу зв'язуватись з зовнішніми програмами, такими як, наприклад, текстові та графічні редактори, інтернет-браузери тощо. Завдяки цьому розробник має можливість супроводжувати програмний продукт власними інструкціями, методичними матеріалами або посиланнями на інтернет-ресурси, які містять інформацію пов'язану з використанням створеної програми.

Оскільки автоматизований лабораторний стенд повинен містити в собі теоретичні відомості та хід виконання роботи, то для зручної роботи з ним були зв'язані відповідні документи з основною програмою обробки даних. Форматом представлення документів було обрано PDF, оскільки він є зручним та не потребує великих затрат ресурсів комп'ютера. Середовище LabVIEW містить спеціально розроблений модуль, що відкриває документ за допомогою редактора Adobe Acrobat Reader. Для того, щоб відкрити необхідний документ

необхідно лише вказати шлях до нього. Це здійснюється за допомогою функції File Path Ctrl. Ця дія також дає змогу зменшити кількість зайвих елементів в основному вікні робочої програми (рис. 3).

2.2. Основна програма обробки даних

Ознайомившись з теоретичними відомостями і перевіривши правильність складеної схеми, користувач переходить до виконання самого лабораторного завдання. На рис. 4 приведено блок-діаграму відповідного модуля. Перед тим як розпочати збір та обробку даних користувач повинен:

- обрати тип термопари, з якої буде проводитися збір даних;
- обрати тип зв'язку комп'ютера з платою спряження, за допомогою якого буде проводитися збір даних (за замовчуванням обрано послідовний COM-порт);
- переконатися у правильності введених параметрів роботи аналогово-цифрового перетворювача, у разі необхідності відкоригувати їх;



Рис. 3. Вікно програми отримання та обробки даних

- ввести у відповідні комірки дані необхідні для проведення обчислень;
- ввести температурні межі, в яких буде проводитись експеримент, для зручнішого відображення результатів вимірювання.
- після запуску програми ввести ім'я файлу, у який буде записані отримані результати вимірювання.

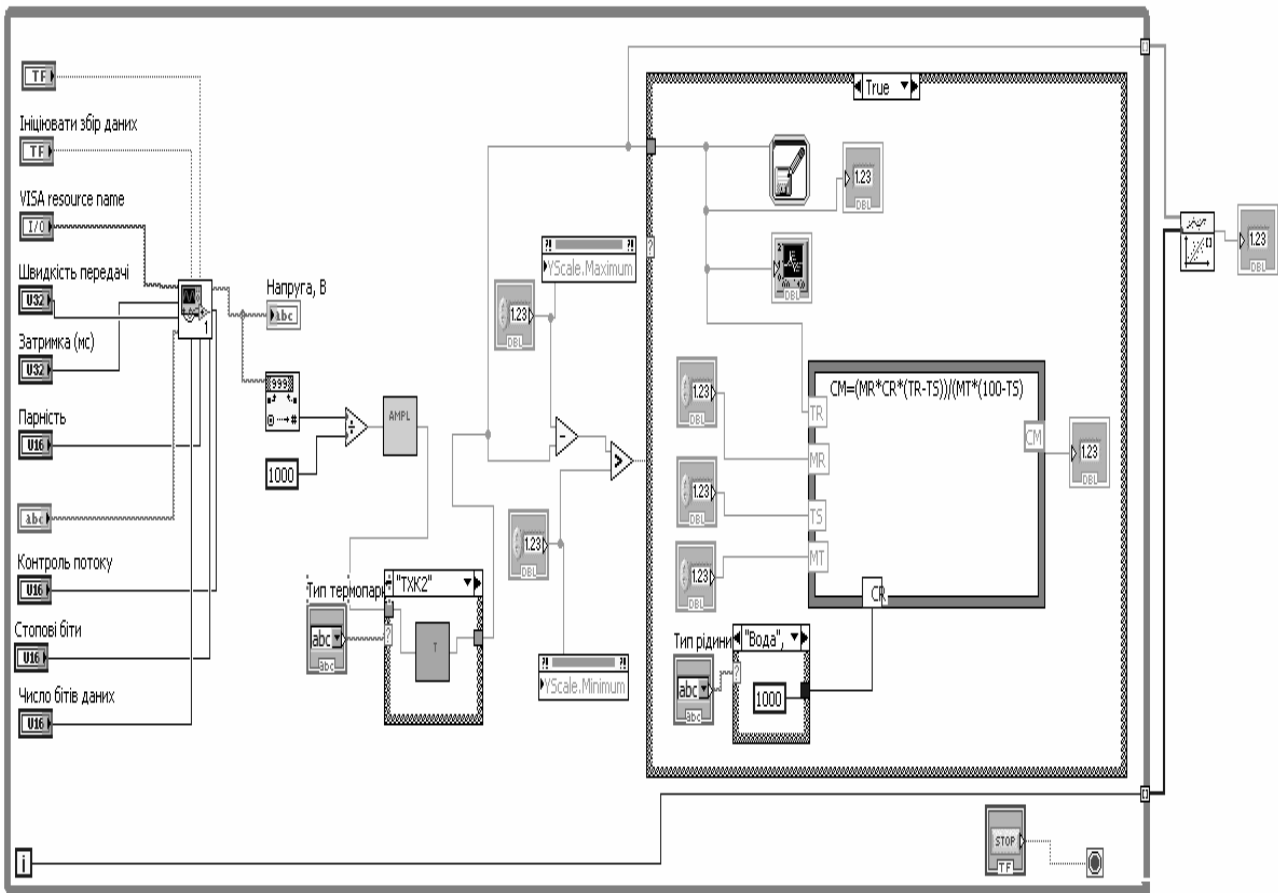


Рис. 4. Блок-діаграма модуля, що відповідає за збір та обробку даних

Переконавшись, що все введено вірно, програма автоматично почне збір даних з терморпарі. Оскільки дані, що надходять з мікроконтролера знаходяться у бітовому форматі, то їх необхідно перевести у десятковий формат чисел. Ця процедура виконується за допомогою елемента String To Decimal, на виході якого отримуємо значення напруги. Але отримане значення не є дійсним, адже сигнал від терморпарі проходить через операційний підсилювач. Для отримання дійсного значення напруги був розроблений блок Ampl, який перетворює

отримане значення напруги на дійсне. Далі, оскільки для проведення обчислень необхідне значення температури середовища, а не величина сигналу термопар, то проводиться перетворення значення напруги в значення температури. Цю процедуру можна виконати двома способами: визначивши пропорційне відношення напруги і температури або скористатись спеціально обчисленими ваговими коефіцієнтами, які відрізняються для кожного типу термопар. У запропонованому випадку обчислення здійснюється за допомогою вагових коефіцієнтів. Розрахунок температури здійснюється ведеться за формулою

$$T = \sum_{i=0}^{\infty} C_i \cdot E^i$$

у окремо розробленій підпрограмі Temp. Таких підпрограм приєднано до основної програми обробки даних декілька, адже можуть використовуватись різні типи термопар (сагові коефіцієнти термопар ТХК наведені у Таблиці 1).

Таблиця 1. – Коефіцієнти апроксимуючого поліному
для термопар ТХК (L)

Коефіцієнт	Термопара ТХК (L)
C0	3,1116085*10 ⁻²
C1	1,5632542*10
C2	-0,228131
C3	1,6061658*10 ⁻²
C4	-1,2036818*10 ⁻³
C5	5,760223*10 ⁻⁵
C6	-1,6144584*10 ⁻⁶
C7	2,5988757*10 ⁻⁸
C8	-2,2286755*10 ⁻¹⁰
C9	7,8910747*10 ⁻¹³

Отримавши значення температури вимірюваного середовища можна безпосередньо переходити до обчислення необхідної фізичної величини. Обрахунки проводяться за допомогою функціонального вікна Formula Node, де описується математичний обрахунок шуканої величини. До цього вікна приєднані всі вхідні дані, які були введені на початку вимірювання, а також експериментальні дані. Результат обрахунків виводиться у вигляді графіку на лицьовій панелі програми обробки даних, а також проводиться запис у

вказаний файл. Записані результати вимірювання можна переглянути за допомогою звичайного табличного редактора (Microsoft Excel чи Grapher).

3. Приклад лабораторної роботи

Зрозуміло, що на базі розробленого апаратного модуля можна виконувати різні лабораторні роботи, які використовують у якості вхідних даних температуру. Наприклад, при виконанні лабораторних робіт з курсу "Термодинаміка та теплотехніка" доводиться визначати питомі теплоємності металів та рідин, коефіцієнт лінійного видовження металів, тощо.

Типовий хід роботи при цьому є наступним. Спочатку студентам потрібно перевірити з'єднання всіх складових експериментальної установки. Оскільки використовується термопара, що занурюється, ми можемо вимірювати температуру рідин (сипучих тіл), або використовувати рідину, як проміжне середовище при визначенні температури твердих тіл. Далі, потрібно ввімкнути ПК та запустити файл з роботою з меню Пуск. Потім, у вікні програми, що відкриється, вибрати пункти "Відкрити теоретичні відомості" та "відкрити хід роботи" й ознайомитися з ними.

Однією з найпростіших робіт є визначення питомої теплоємності металів. Для цього, потрібно спочатку визначити масу металічних тягарців та води у калориметрі. Використовуючи електроплитку та посудину з водою, нагріти металічний тягарець до температури кипіння води. Опустити термопару в калориметр з водою та натиснути кнопку "Розпочати вимірювання". У вікні, що з'явиться, перевірити, чи введено всі дані, що відповідають за взаємодію ПК з СОМ-портом. У випадяючому меню обрати тип термопари ТХК1. Ввести у відповідні елементи контролю значення мас і температур води та металічного тягарця і обрати тип рідини, використовуючи одиниці системи СІ. Встановити значення перемикача на положення "Ініціювати збір даних". Термопара розпочне вимірювання температури води у калориметрі. На лицьовій панелі програми відобразатиметься графік з показами термопари. Деякий час ці покази можуть хаотично змінюватися. Потрібно дочекатися виходу роботи

установки на стаціонарний режим і змінити положення перемикача на "Стоп". Поточне значення температури води буде відображатися у відповідному елементі контролю, а також зберігається у файл. Потім, нагрітий до 100 С тягарець занурюється у воду й знов розпочинається вимірювання. На графіку відобразатиметься залежність температури води від часу.

На базі отриманих даних можна провести наступні розрахунки з визначення теплоємності металу (для них створено відповідні підпрограми):

1. Розрахувати кількість теплоти, що віддає металічний зразок, використовуючи рівняння $Q(t) = m_m c_m (T_m(t) - T_{ST})$.

2. З іншого боку, $Q(t) = m_w c_w (T_w(t) - T_{ST}) + m_c c_c (T_c(t) - T_{ST})$, де перший доданок відповідає кількості теплоти, що витрачається на нагрів води, а другий – калориметра. Прирівнюємо і визначаємо питому теплоємність металу. Обрахунки можна проводити протягом певного часу, інтервал задається у програмі. Знайдені значення теплоємності автоматично записуються у файл, який можна обробити використовуючи елементи LabVIEW з меню Function-Mathematics-Fitting.

Звичайно, кількість вимірювальних модулів може збільшуватися, зокрема і за рахунок тих, які студенти створюватимуть самостійно. Модуль передбачає звернення до користувацьких підпрограм, збережених у відповідній папці.

4. Завантажувач програми

LabVIEW є достатньо громіздким програмним середовищем і потребує для своєї повноцінної роботи чималі ресурси обчислювальної техніки. Але нашим завданням є використання персональних комп'ютерів, які не мають потужного обчислювального процесора. Саме тому однією з багатьох функцій LabVIEW є можливість створення завантажувачів для окремих, самостійно розроблених користувацьких модулів. Створений завантажувач буде містити в собі окрім розробленої програми, додатково, ще й набір драйверів необхідних для її адекватної роботи. Це дозволяє встановленій програмі працювати автономно, незалежно від того є встановленим на комп'ютері програмне середовище LabVIEW чи ні.

Для створення такого завантажувача необхідно спочатку створити робочий проект даного модуля, який включатиме не лише основне користувацьке вікно, в якому знаходяться базові пункти робочого меню, а й додаткові модулі підпрограм з якими воно безпосередньо пов'язане. Немає потреби підключати всі підпрограми самостійно, менеджер проекту це робить автоматично, необхідно лише підтвердити, що всі підпрограми, які входять до нього є в наявності.

Для створення файлу запуску необхідно в меню менеджера проекту вибрати закладку New – Application. Далі у вікні, що з'явиться, необхідно задати ім'я майбутнього файлу, а також папку, де він буде зберігатись. Окрім того необхідно вибрати основну програму. Оскільки наперед було визначено, що додаткові підпрограми вже включено в проект, то їх додавати непотрібно.

Отримавши файл запуску аналогічним чином переходимо до створення завантажувача програми, вибравши закладку New - Installer. Після цього буде запропоновано ввести папку, в якій буде зберігатись майбутній завантажувач. Потім необхідно вибрати програму, яку завантажувач буде встановлювати. Для цього оберемо попередньо створений файл запуску програми. Всі інші драйвери, що необхідні для коректної роботи програми менеджер проектів добере автоматично.

Висновки

У процесі виконання даної роботи було розроблено апаратно-програмний комплекс, що включає вимірювальну систему і відповідне програмне забезпечення; дозволяє в автоматичному режимі проводити дослідження, зберігати в пам'яті та графічно відображати результати. Також було створено спеціальний завантажувач, який дозволяє встановлювати розроблену програму на комп'ютерах, на яких немає попередньо встановленого LabVIEW. Така процедура значно розширює можливості використання створеної програми.

Список використаних джерел

1. Батоврин В.К., Бессонов А.С., Мошкин В.В., Папуловский В.Ф. LabVIEW: практикум по основам измерительных технологий: Учебное пособие для вузов [Текст]. – М.: ДМК Пресс, 2005. – 208с.
2. Тревис Дж. LabVIEW для всех [Текст]/ Джеффри Тревис: Пер. с англ. Клушин Н.А. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с.
3. Ан П. Сопряжение ПК с внешними устройствами [Текст]: Пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2001. – 320 с.
4. Боть М.М., Пучковський О.С. Проектування вимірювальної системи для визначення теплових характеристик // Збірник матеріалів XIII Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених "Актуальні проблеми природничих та гуманітарних наук у дослідженнях молодих вчених «Родзинка-2011»". Черкаси: Брама, 2011. – с. 321-323.
5. ГОСТ Р.8.585-2001. Режим доступа – www.complexdoc.ru.