

УДК 681.2.083

М.О. Слабінога, Н.Б. Клочко, Ю.М. Кучірка

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

## ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ МІКРОКОНТРОЛЕРА ТА ЕОМ У СКЛАДІ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА З ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ

Стаття присвячена розробці програмного забезпечення для взаємодії мікроконтролера та комп'ютера у складі лабораторного стенду з дослідження функціонування сонячних панелей. На основі спроектованої мікропроцесорної системи для керування позицією та моніторингу параметрів сонячних панелей розроблено програмне забезпечення для здійснення керуючих дій та отримання телеметричної інформації з допомогою персонального комп'ютера. Створено інтерфейс користувача для взаємодії з лабораторним стендом у консольному режимі. Проаналізовано подальші етапи розширення лабораторного стенду, зокрема, його інтеграцію з веб-інтерфейсом для доступу до даних про параметри функціонування та керування позицією сонячних панелей.

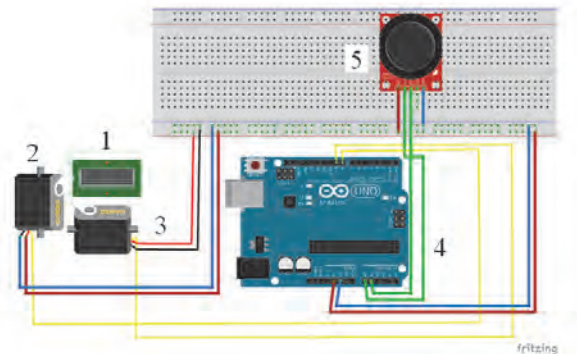
**Ключові слова:** сонячні панелі, програмне забезпечення, комп'ютеризована система, телеметрія.

### Вступ

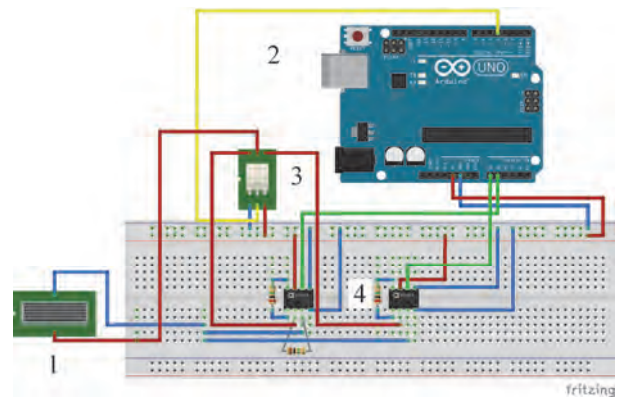
З розвитком та популяризацією технологій сонячної енергетики важливою задачею є розробка лабораторних стендів з дослідження засобів та технологій даної галузі, та інтеграція їх в процес навчання студентів денної та дистанційної форми навчання [1]. Питанням створення лабораторних стендів з дослідження функціонування сонячних панелей присвячена велика кількість праць [2–3]. Частина таких праць фокусуються тільки на дослідженні окремих аспектів роботи сонячних панелей – на кути нахилу щодо джерела освітлення, інтенсивності освітлення. При цьому майже не розглядається можливість безпосереднього або дистанційного керування позицією сонячних панелей та одночасного отримання даних про значення їх основних функціональних параметрів. Експериментальні дані, отримані з таких установок, дали б можливість оцінити залежність продуктивності сонячних панелей з урахуванням умов навколишнього середовища, кута нахилу сонячної панелі до джерела освітлення, інтенсивності освітлення, тощо.

На кафедрі інформаційно-вимірювальної техніки Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу було розроблено апаратне та програмне забезпечення мікроконтролера для керування позицією сонячних панелей (рис. 1) та вимірювання параметрів, що дозволяють оцінити потужність струму, що продукується сонячною панеллю (рис. 2). Розроблена мікропроцесорна система на базі плати Arduino Uno може працювати в автономному режимі, при цьому значення параметрів виводять на монохромний рідкокристалічний дисплей, та подають керуючі сигнали з маніпулятора типу джойстик [4]. Однак основною задачею лабо-

раторного стенду є моніторинг та керування стендом із робочої машини оператора або дистанційно через мережу Інтернет.



1 – сонячна панель; 2 – сервопривід для керування кутом схилу; 3 – сервопривід для керування азимутом; 4 – плата Arduino Uno, 5 – джойстик  
Рис. 1. Схема автономного керування позицією сонячної панелі з допомогою джойстика на базі плати Arduino Uno



1 – сонячна панель; 2 – плата Arduino Uno; 3 – реле; 4 – операційні підсилювачі AD620  
Рис. 2. Схема вимірювання значень параметрів функціонування сонячної панелі

**Метою роботи** є розроблення програмного забезпечення для інтеграції спроектованої мікропроцесорної системи з ЕОМ оператора, для здійснення керування та моніторингу значень параметрів функціонування лабораторного стенду.

### Розроблення програмного забезпечення взаємодії мікропроцесорної системи та ЕОМ

Загальна структура лабораторного стенду, що розробляється авторами, показана на рис. 3.

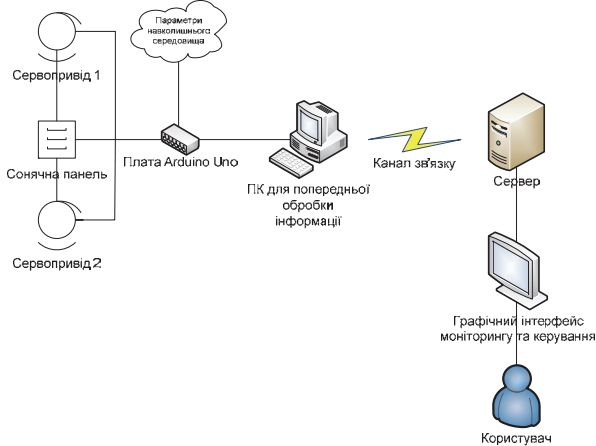


Рис. 3. Загальна структура лабораторного стенду з дослідження роботи сонячних панелей

Для підготовки даних, отриманих з мікропроцесорної плати, до відправки на сервер і подальшого опрацювання, а також керування позицією сонячних панелей з робочої машини оператора, необхідно реалізувати зв'язок між двома даними вузлами. У більшості випадків для таких задач використовують послідовний інтерфейс, що фізично реалізований з допомогою кабелю USB-MicroUSB. Послідовний інтерфейс дозволяє відправляти керуючі сигнали з комп'ютера до мікроконтролера та отримувати дані про технологічні параметри у зворотному напрямку. Таким чином, комп'ютер зв'язується з двома мікроконтролерами, що відповідно керують позицією та отримують значення параметрів, з допомогою двох USB-портів.

Реалізацію програмного забезпечення комп'ютера здійснено з використанням мови програмування Python, що володіє значною кількістю бібліотек розширення, які дозволяють реалізувати як взаємодію з низькорівневими системами, так і передачу даних через мережу Інтернет. Зокрема, для взаємодії з мікроконтролером використано бібліотеку PySerial.

Блок-схема програмного забезпечення для опрацювання значень напруги та сили струму, що продукується панеллю, зображена на рис. 4.

На вхід програми з мікроконтролера поступають значення, зчитані з вбудованого в плату аналогово-цифрового перетворювача. Отримані значення перемножуються для отримання потужності струму,

що продукується сонячною панеллю. Отримані результати виводять у консоль. Кожна ітерація виконується з затримкою 2 секунди.

Блок-схема програмного забезпечення для керування позицією сонячної панелі показана на рис. 5.

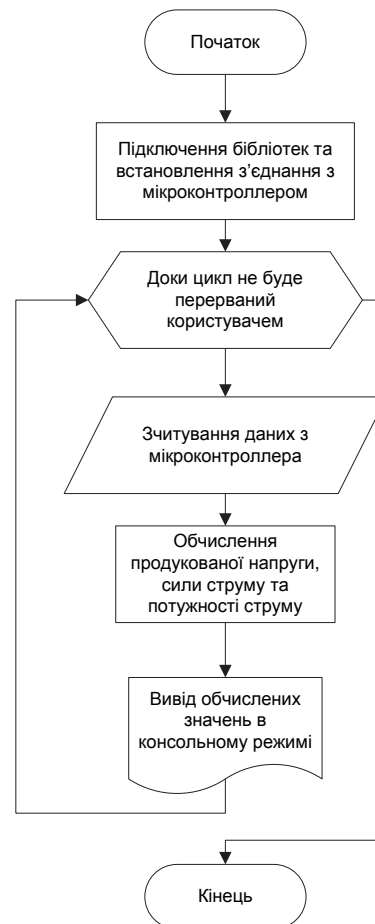


Рис. 4. Блок-схема програмного забезпечення для опрацювання значень параметрів

Програма отримує з консолі користувача дані про кут нахилу до горизонту та азимут. Значення кодується в одне ціле число формату XXXYYY, де XXX – кут нахилу в градусах, YYY – азимут в градусах. Обидва значення можуть перебувати в діапазоні від 0 до 180. Сформоване число відправляється через послідовний порт до мікроконтролера. У свою чергу, мікроконтролер декодує послідовність у зворотному порядку та подає керуючі впливи на відповідні сервоприводи, встановлюючи кут нахилу та азимут сонячної панелі. Апаратне забезпечення лабораторного стенду подано на рис. 6.

### Висновки та подальші перспективи розробки лабораторного стенду

Розроблене програмне забезпечення дозволяє отримувати значення напруги, сили струму та потужності струму, що продукується сонячною панеллю у складі лабораторного стенду, а також керувати її позицією з консолі комп'ютера.

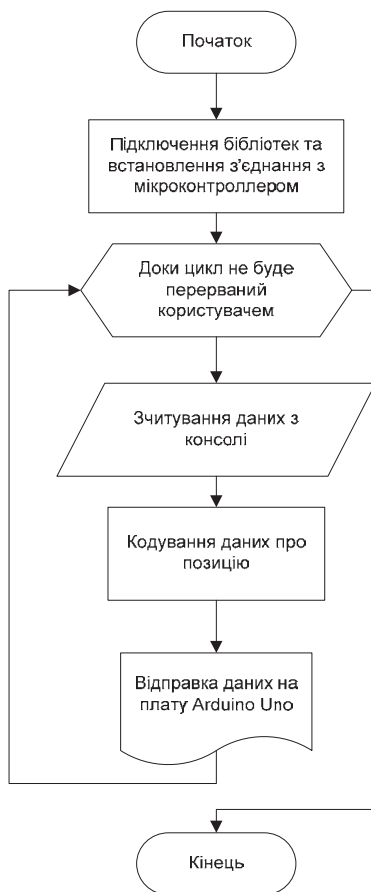


Рис. 5. Блок-схема програмного забезпечення керування позицією сонячної панелі

Засобами мови Python в подальшому планується реалізувати відправку даних на віддалений сервер з допомогою POST-запитів, та отримання керуючих дій, що здійснює користувач через веб-інтерфейс. В такий спосіб буде реалізовано дистанційний моніторинг та керування лабораторним стендом, а також інтеграцію його в навчальний процес студентів дистанційної форми.

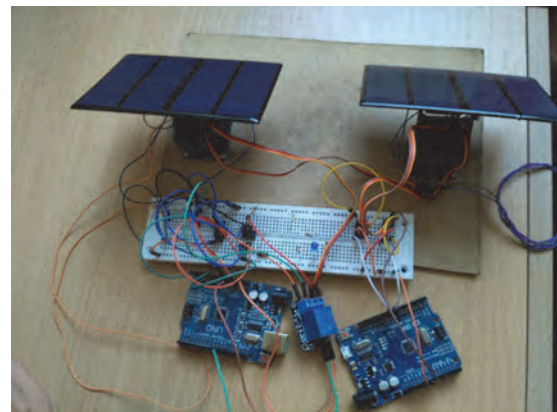


Рис. 6. Апаратне забезпечення розроблюваного лабораторного стенду

### Список літератури

1. Design and development of educational technology [Електронний ресурс] / EdX.org – Режим доступу: <https://www.edx.org/course/design-development-educational-mitx-11-132x-1>.
2. Kyomugisha R. A Remote Solar Photovoltaic Laboratory based on the iLabs Shared Architecture (ISA) / R. Kyomugisha, D. Bomugisha, M. Mwikirize // 12th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV), 25-28 February 2015, Bangkok, Thailand. – Bangkok, Thailand, 2015. – P. 56-62.
3. Assante D. A remotely accessible photovoltaic system as didactic laboratory for electrical engineering courses / D. Assante, M. Tronconi // Global Engineering Education Conference (EDUCON), 18-20 March 2015. – Tallinn, Estonia, 2015. – P. 479-485.
4. Sapa S. The hardware of solar panels position control as part of the laboratory bench / S. Sapa, M. Slabinoha, N. Klochko, A. Vynnychuk // Science of the third millennium, 18-29 April 2017. – Morrisville, USA, 2017. – P. 28-30.

Надійшла до редколегії 12.05.2017

**Рецензент:** канд. техн. наук проф. С.А. Чеховський, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ.

### ПРОГРАМНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА И ЭВМ В СОСТАВЕ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

М.О. Слабинога, Н.Б. Клочко, Ю.М. Кучирка

Статья посвящена разработке программного обеспечения для взаимодействия микроконтроллера и компьютера в составе лабораторного стенда по исследованию функционирования солнечных панелей. На основе спроектированного аппаратного и программного обеспечения управления позицией и мониторинга параметров солнечных панелей разработано программное обеспечение для осуществления управления и мониторинга параметров стенда с персонального компьютера. Создан интерфейс для взаимодействия с лабораторным стендом в консольном режиме. Проанализированы дальнейшие шаги расширения лабораторного стенда, в частности, его интеграцию с веб-интерфейсом для доступа к данным о параметрах функционирования и управления позицией солнечных панелей.

**Ключевые слова:** солнечные панели, программное обеспечение, компьютеризированная система, телеметрия.

### SOFTWARE FOR THE MICROCONTROLLER AND COMPUTER INTERACTION AS A PART OF LABORATORY STAND FOR THE OPERATION RESEARCH OF SOLAR PANELS

M. Slabinoha, N. Klochko, Y. Kuchirka

The article is devoted to the development of software for the interaction of a microcontroller and a computer in a laboratory stand for the study of the solar panels functioning. Basing on the designed hardware and software for position control and monitoring of the parameters of the solar panels, software was developed to control and monitor the parameters of the stand from a personal computer. An interface for interaction with a laboratory stand in the console mode has been created. The further steps of the expansion of the laboratory stand, in particular, its integration with the web interface for accessing data on the parameters of functioning and control of the position of solar panels, are analyzed.

**Keywords:** solar panels, software, computerized system, telemetry.