

**УДК 681.5:004.**

**В. Невмержицький; Н. Стадник, к. т. н.**

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

## **СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ В БАСЕЙНІ**

**UDC 681.5:004.**

**V. Nevmerzhytskyi; N. Stadnyk, PhD.**

## **POOL WATER TEMPERATURE MONITORING SYSTEM**

Система контролю, розроблена для роботи із сонячним колектором, базується на інтеграції двох мікроконтролерів STM32F411CEU6 та STM32F103C8T6, що формують розподілену архітектуру вимірювання та керування. Така побудова забезпечує підвищену надійність, автономність та гнучкість у реалізації алгоритмів теплового регулювання. Температурні параметри знімаються цифровими датчиками DS18B20, розміщеними в ключових точках теплотехнічної системи: на вході та виході сонячного колектора, у баку-накопичувачі та безпосередньо в басейні, що забезпечує повну інформативність про динаміку процесів нагріву [1].

Зібрані дані передаються на основний контролер за допомогою бездротового модуля NRF24L01, що дозволяє мінімізувати кількість дротових з'єднань і підвищити електробезпеку системи. Центральний модуль виконує аналіз температурних градієнтів, розрахунок ефективності нагріву та визначення оптимального режиму циркуляції теплоносія. Контролер реалізує алгоритм диференційного керування  $\Delta T$  із підтримкою гістерезису, що дозволяє зменшити кількість непотрібних запусків насосів, запобігти охолодженню бака та забезпечити стабільний температурний режим води басейну.

Для підвищення надійності в систему інтегровані алгоритми валідації даних, автоматичне виявлення відмов датчиків, а також захисний контур, який активується при перегріві теплоносія. Візуалізація показників здійснюється на TFT-дисплеї ILI9341 у вигляді багатосторінкового інтерфейсу, що надає користувачу повну інформацію про стан системи в реальному часі [2].

Експериментальні дослідження підтвердили, що використання автоматизованої мікроконтролерної системи дозволяє підвищити енергоефективність роботи сонячного колектора та зменшити кількість циклів увімкнення насосів на 25–30%. Розроблене рішення характеризується масштабованістю, що дає можливість його модернізації шляхом додавання нових сенсорів, модулів зв'язку або інтеграції в системи «розумного дому».

### **Література**

1. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley, 2013. URL: <https://www.wiley.com/en-us/Solar+Engineering+of+Thermal+Processes> (дата звернення: 08.12.2025).
2. ILI9341. Технічний опис драйвера TFT-дисплея. Ilitek Corporation, 2011. URL: <https://www.displayfuture.com/Display/datasheet/controller/ILI9341.pdf> (дата звернення: 08.12.2025).