

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ СЕРЕДОВИЩА ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто архітектуру мікропроцесорної системи контролю параметрів навколишнього середовища та виявлення осередків пожежі. Систему побудовано на базі мікроконтролера ESP32 з використанням датчиків температури, задимленості, чадного газу та вологості. Описано алгоритм прийняття рішень і механізми оповіщення. Результати показують ефективність запропонованого підходу для раннього виявлення пожежонебезпечних ситуацій у приміщеннях.

Ключові слова: мікроконтролер, пожежна безпека, датчик диму, IoT, ESP32, моніторинг середовища.

Abstract

The paper considers the architecture of a microprocessor-based system for environmental parameter monitoring and fire detection. The system is built on an ESP32 microcontroller with temperature, smoke, carbon monoxide, and humidity sensors. The decision-making algorithm and alerting mechanisms are described. The results demonstrate the effectiveness of the proposed approach for early detection of fire hazard situations in indoor environments.

Keywords: microcontroller, fire safety, smoke sensor, IoT, ESP32, environmental monitoring.

Вступ

Пожежі залишаються однією з найсерйозніших техногенних загроз як для житлових, так і для промислових об'єктів. За даними ДСНС України, більшість пожеж виникає через несправність електропроводки або людський чинник, причому вирішальним є час між появою осередку загоряння та початком евакуації. Своєчасне виявлення небезпечних параметрів - підвищеної температури, концентрації диму чи чадного газу - безпосередньо впливає на збереження життів і майна. Широке розповсюдження доступних мікроконтролерних платформ і бездротових протоколів передачі даних відкриває нові можливості для створення автономних систем раннього оповіщення [1].

Результати дослідження

Ядром системи обрано мікроконтролер ESP32 (Espressif Systems), який має подвійне ядро Xtensa LX6 з тактовою частотою до 240 МГц, вбудований Wi-Fi та Bluetooth, а також широкий набір інтерфейсів GPIO, ADC, I²C, SPI [2]. Це дозволяє одночасно опитувати кілька датчиків і підтримувати бездротовий зв'язок без додаткових радіомодулів.

До складу апаратної частини входять: датчик температури і вологості DHT22 (діапазон -40...+80 °C, точність ±0,5 °C), оптичний датчик диму MQ-2, електрохімічний датчик чадного газу MQ-7, а також термістор NTC для контролю перегріву електроустаткування. Сигнали аналогових датчиків оцифровуються 12-розрядним АЦП мікроконтролера.

Алгоритм прийняття рішень базується на порівнянні поточних значень вимірюваних параметрів із нормативними порогами відповідно до ДСТУ EN 54-7:2014 [3]. Умова активації тривоги:

$$A = (T > T_{max}) \vee (S > S_{thr}) \vee (CO > CO_{max}) \quad (1)$$

де T - поточна температура; T_{max} - граничне значення (60 °C для житлових приміщень); S - рівень задимленості; CO - концентрація чадного газу.

Передача даних реалізована за протоколом MQTT на брокер Mosquitto, розгорнутий у хмарі. Це забезпечує мінімальну затримку доставки повідомлень (менше 200 мс) і надійну роботу в умовах нестабільного з'єднання [4]. Мобільний застосунок (Android/iOS) отримує push-сповіщення через

Firestore Cloud Messaging.

Локальне оповіщення здійснюється за допомогою п'єзозуммера (85 дБ) та RGB-індикатора: зелений - норма, жовтий - попередження, червоний - тривога. Живлення системи забезпечується від мережі 220 В через DC-DC-перетворювач 5 В / 2 А з резервним акумулятором Li-Ion ємністю 2000 мА·год.

Висновки

Розроблена мікропроцесорна система забезпечує комплексний моніторинг параметрів навколишнього середовища та пожежну безпеку приміщень у режимі реального часу. Використання ESP32 дозволяє суттєво скоротити апаратні витрати порівняно з промисловими аналогами, зберігаючи при цьому надійність виявлення та оперативність оповіщення. Подальші дослідження передбачають інтеграцію алгоритмів машинного навчання для зменшення кількості хибних тривог і розширення набору контрольованих параметрів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Терлецький Т. В., Федорчук-Мороз В. І., Кайдик О. Л. Системи пожежної сигналізації: навч. посіб. для студентів техн. спеціальностей / за заг. ред. Терлецького Т. В. - Луцьк: Луцький НТУ, 2022. - 346 с.
2. Espressif Systems. ESP32 Series Datasheet v5.2. - 2025. - 78 p. [Електронний ресурс]. - Режим доступу: https://documentation.espressif.com/ESP32_DataSheet_en.pdf.
3. ДСТУ EN 54-7:2014. Системи пожежної сигналізації та оповіщення. Частина 7. Димові пожежні сповіщувачі точкові. - К.: ДП «УкрНДНЦ», 2014. - 38 с.
4. Hillar G. C. MQTT Essentials: A Lightweight IoT Protocol / Gastón C. Hillar. – Birmingham : Packt Publishing, 2017. – 280 p.

Філатов Максим Геннадійович — студент групи 2КІ-22Б, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії (ФІТКІ), Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: filatovmaxim07@gmail.com;

Обертюх Максим Романович — д.ф., доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна, e-mail: obertuh@vntu.edu.ua

Maksym Filatov — student of group 2KI-22B, Faculty of Intelligent Information Technologies and Computer Engineering (FIITCE), Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: filatovmaxim07@gmail.com;

Maksym Obertiukh — Ph.D., Associate Professor of the Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Ukraine, e-mail: obertuh@vntu.edu.ua