

С. В. Богомолів
Н. В. Добровольська
Д. А. Олексій
Н. А. Пушкар

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІОТ-СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ТА КОМФОРТУ В ЗАКРИТИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі представлено апаратну архітектуру ІоТ-системи, призначеної для безперервного моніторингу параметрів мікроклімату. Розглянуто вибір елементної бази, зокрема використання мікроконтролера ESP32, що забезпечує інтегровану підтримку бездротових протоколів передачі даних. Описано взаємодію сенсорів температури, вологості та вуглекислого газу з модулями візуалізації та звукового сповіщення. Проаналізовано схему живлення та принципи фізичного підключення компонентів для забезпечення стабільної роботи пристрою.

Ключові слова: IoT, ESP32, DHT11, MH-Z19B, мікроклімат, OLED-дисплей, CO₂, апаратне забезпечення.

Abstract

The paper presents the hardware architecture of an IoT system designed for continuous monitoring of microclimate parameters. The selection of the component base is considered, specifically the use of the ESP32 microcontroller, which provides integrated support for wireless data transmission protocols. The interaction of temperature, humidity, and carbon dioxide sensors with visualization and acoustic alert modules is described. The power supply circuit and the principles of physical component connection are analyzed to ensure stable operation of the device.

Keywords: IoT, ESP32, DHT11, MH-Z19B, microclimate, OLED display, CO₂, hardware.

Вступ

Контроль параметрів мікроклімату є важливою складовою забезпечення комфортних і безпечних умов перебування людей у приміщеннях. Традиційні системи моніторингу мають обмежені можливості дистанційного доступу та автоматизації. Використання технологій Інтернету речей дозволяє створити гнучкі та масштабовані рішення для контролю параметрів середовища [1].

Структура апаратної системи

Для реалізації системи було обрано модульну архітектуру, яка забезпечує високу точність вимірювань та зручність обслуговування. Дана розробка складається з таких основних компонентів:

Датчик температури та вологості DHT11 – вимірює температуру та відносну вологість повітря в приміщенні; дані використовуються для контролю комфортного мікроклімату.

Датчик концентрації CO₂ MH-Z19B – визначає рівень вуглекислого газу в повітрі; сигналізує про необхідність провітрювання для безпечного перебування людей.

Мікроконтролер ESP32 – центральний елемент системи, обробляє дані з сенсорів, керує роботою buzzer та забезпечує передачу інформації через Wi-Fi.

Модуль живлення – стабільно забезпечує електроживлення всіх компонентів системи та підтримує їхню безперебійну роботу.

Бузер – подає звукові сигнали про перевищення допустимих параметрів мікроклімату, попереджаючи користувача про небезпечні умови.

OLED-дисплей – локально відображає поточні значення з датчиків

ESP32 обрано через наявність вбудованого Wi-Fi модуля, високу продуктивність та низьке енергоспоживання. Принцип роботи даної системи можна переглянути на рис 1.

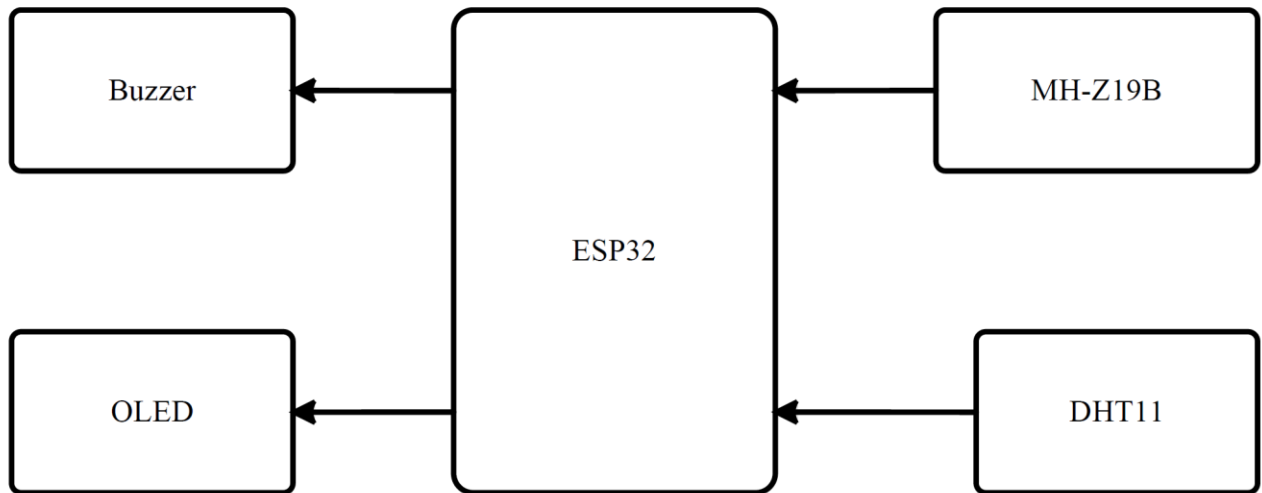


Рисунок 1 – Структурна схема(базова логіка)[2]

Опис компонентів

Мікроконтролер ESP32. Вибір обґрунтовано наявністю двоядерного процесора, вбудованого Wi-Fi/Bluetooth стека та достатньої кількості GPIO-портів для підключення периферії.

Датчик температури та вологості DHT11 використовується для вимірювання параметрів повітря. Має цифровий вихід та простий інтерфейс підключення. Контроль концентрації вуглекислого газу здійснюється за допомогою високоточного інфрачервоного сенсора MH-Z19B (NDIR), що дозволяє вимірювати концентрацію вуглекислого газу у ppm з високою вибірковістю.

OLED-дисплей для локального відображення поточних значень та п'єзоелектричний випромінювач (бuzzer) для подачі звукових сигналів при досягненні критичних порогів забруднення повітря[3].

Схема підключення

Ефективність роботи системи залежить від правильності узгодження інтерфейсів. У системі використовується наступна логіка підключення:

- 1.DHT11 під'єднується до цифрового GPIO-контакту ESP32 через підтягуючий резистор (4.7-10 кОм);
- 2.MH-Z19B під'єднується до UART-інтерфейсу (TX-RX, RX-TX);

Локальна візуалізація реалізована за допомогою OLED-модуля, підключеного за шиною I2C (лінії SDA та SCL), що дозволяє економити кількість задіяних пінів мікроконтролера. Живлення компонентів здійснюється від стабілізованого джерела напруги 5В, при цьому ESP32 працює на логічних рівнях 3.3В, що враховано при проектуванні спільних ланцюгів заземлення (GND) [4].

Переваги апаратної реалізації

Обраний набір компонентів для розробки системи забезпечує оптимальний баланс між вартістю та функціональністю. Використання ESP32 замість класичних рішень (на кшталт Arduino з додатковими Wi-Fi шилдами) дозволяє значно зменшити габарити пристрою та знизити загальне енергоспоживання. Масштабованість системи забезпечується можливістю підключення додаткових сенсорів за інтерфейсом I2C без суттєвої зміни схеми розведення [5].

Висновки

Розроблена апаратна частина системи забезпечує надійний збір даних про стан середовища. Поєднання компактності, наявності локальної індикації та вбудованих засобів бездротового зв'язку робить дану реалізацію придатною для розгортання в межах систем «розумного будинку» або офісного моніторингу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Інтернет речей (IoT): основні поняття та застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет_речей (дата звернення: 18.03.2026)

- 2.ESP32 Overview. Espressif Systems [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32> (дата звернення: 18.03.2026)
- 3.Datasheet MH-Z19 CO₂ Sensor [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.winsen-sensor.com/product/mh-z19b.html?searchid=4358> (дата звернення: 18.03.2026)
- 4.DHT11 Temperature and Humidity Sensor Datasheet [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.aosong.com/Products/info.aspx?lcid=27&proid=40> (дата звернення: 18.03.2026)
- 5.Blynk IoT Platform Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.blynk.io> (дата звернення: 18.03.2026)
- 6.Arduino IDE Documentation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://docs.arduino.cc/> (дата звернення: 18.03.2026)

Богомолів Сергій Віталійович – к.т.н., доцент каф. ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Добровольська Наталія Вікторівна – доцент каф. ОТ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: natali0212@ukr.net

Олексій Дмитро Анатолійович – студент групи ІСП-22б факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: oleksiydima@gmail.com

Пушкар Наталія Анатолійовна – студентка групи ІКІ-22б факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: nataliepushkar@gmail.com

Bohomolov Serhii – Ph.D., Associate Professor kaf. OT, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bogomolovsergiy@vntu.edu.ua

Dobrovolska Nataliia – Associate Professor of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: natali0212@ukr.net

Oleksii Dmytro – student of group ISP-22b of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: oleksiydima@gmail.com

Pushkar Nataliia – student of the Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: nataliepushkar@gmail.com