

ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ ТЕПЛИЦІ З ВИКОРИСТАННЯМ ANDROID-ШЛЮЗУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто програмні та апаратні засоби, що використовуються для реалізації системи автоматизованого керування мікрокліматом теплиці на базі мікроконтролера ESP32 та мобільної платформи Android. Проаналізовано роль Android-пристрою як інтелектуального шлюзу, що забезпечує обмін даними між сенсорною мережею та хмарним сервісом Firebase. Описано можливості використання середовища Wokwi для моделювання взаємодії виконавчих механізмів, таких як сервопривід та кроковий двигун, із керуючим модулем. Обґрунтовано доцільність впровадження таких систем для підвищення ефективності агротехнічних процесів

Ключові слова: Інтернет речей (IoT), ESP32, Android-шлюз, Firebase, автоматизація мікроклімату, вбудовані системи, моделювання, мобільний додаток.

Abstract

The paper considers hardware and software tools used to implement an automated greenhouse microclimate control system based on the ESP32 microcontroller and the Android mobile platform. The role of an Android device as an intelligent gateway providing data exchange between the sensor network and the Firebase cloud service is analyzed. The possibilities of using the Wokwi environment for modeling the interaction of actuators, such as a servo drive and a stepper motor, with the control module are described. The feasibility of introducing such systems to increase the efficiency of agrotechnical processes is substantiated

Keywords: Internet of Things (IoT), ESP32, Android gateway, Firebase, climate control automation, embedded systems, modeling, mobile app.

Вступ

Сучасний етап розвитку інформаційних технологій характеризується активним впровадженням систем Інтернету речей (IoT) в агропромисловий сектор. У зв'язку з цим зростає потреба у розробці автономних комплексів, здатних підтримувати оптимальні умови вирощування рослин без постійного втручання людини. Важливу роль у цьому процесі відіграють системи, що використовують мобільні пристрої як шлюзи для обробки даних та прийняття рішень. Такі рішення дозволяють поєднати мобільність керування із високою точністю підтримання параметрів середовища. Метою даної роботи є аналіз програмно-апаратних засобів, що застосовуються для побудови системи контролю мікроклімату, та визначення ефективності їх взаємодії в межах єдиної мережевої інфраструктури.

Результати дослідження

У процесі розробки системи було реалізовано гібридну модель керування, де обчислювальна логіка «автопілота» винесена на Android-шлюз. Для забезпечення автономності було впроваджено алгоритм керування на основі порогових значень. Стан виконавчих механізмів (U) описується логічними умовами:

- Керування вентиляцією (U_{fan}): $U_{fan} = 1$, якщо $(T > T_{max})$ АБО $(H > H_{max})$; інакше $U_{fan} = 0$.
- Керування поливом (U_{pump}): $U_{pump} = 1$, якщо $(S < S_{min})$; інакше $U_{pump} = 0$.

Для тестування системи у середовищі Wokwi були встановлені наступні критичні параметри мікроклімату (Таблиця 1).

Параметр	Позначення	Значення	Дія
Температура повітря	T max	30 °C	Вентиляція (ON)
Вологість повітря	H max	85 %	Вентиляція (ON)
Вологість ґрунту	S min	30 %	Полив (ON)

Таблиця 1- Граничні параметри активації виконавчих механізмів

Використання хмарної бази даних Firebase Realtime Database забезпечило швидкість відгуку системи менше 200 мс. Отримана схема з'єднань компонентів забезпечує стабільну роботу пристроїв при живленні від стандартного USB-порту.

Висновки

Розроблена система демонструє високу ефективність використання Android-пристрою як інтелектуального шлюзу в IoT-мережах. Інтеграція хмарних технологій дозволила досягти безперервного моніторингу та оперативного керування мікрокліматом. Результати моделювання підтвердили надійність обраних алгоритмів, що робить запропоноване рішення перспективним для автоматизації приватних та промислових тепличних господарств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азаров О. Д., Богомолів С. В., Крупельницький Л. В., Обертюх М. Р. Аналогові та аналого-цифрові пристрої системних перетворювачів форми інформації — підручник. Вінниця: ВНТУ, 2024. 315 с.
2. Кветний Р. Н., Богач І. В., Бойко О. В. та ін. Інформаційні технології в системах управління та моніторингу — Монографія. Вінниця: ВНТУ, 2022. 250 с.
3. Bill Phillips, Brian Gardner, Chris Stewart. Android Programming: The Big Nerd Ranch Guide. – Big Nerd Ranch Guides, 2022.
4. Doglio D. Pro Firebase Web Free API: Application Development with Firebase. – Apress, 2022.
5. Schwartz M. Internet of Things with ESP32. – Packt Publishing, 2018.

Науковий керівник: **Кожем'яко Андрій Вікторович** – к.т.н, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kvantron@vntu.edu.ua

Горбань Андрій Анатолійович – студент групи ІКІ-22б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: gorbanandriy5@gmail.com

Supervisor: **Kozhemyako Andriy V.** – Ph.D. in Computer Science, Associate Professor in the Department of Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kvantron@vntu.edu.ua

Horban Andriy A. – student of group ІКІ-22b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: gorbanandriy5@gmail.com