

УДК 628.8

В. Фецак; Є. Тиш, к.т.н., доц

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЦІЇ СИСТЕМ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ ЕНЕРГОВИТРАТ У РОЗУМНОМУ БУДИНКУ

UDC 628.8

V. Fetsak; I. Tysh, Ph.D., Associate Prof.

RESEARCH OF ALGORITHMS FOR ADAPTIVE CONTROL OF MICROCLIMATE QUALITY AND ENERGY CONSUMPTION OPTIMIZATION IN A SMART HOME

Сучасні системи розумного будинку інтегрують автоматизовані методи управління мікрокліматом, що дозволяє оптимізувати енергоспоживання та покращити комфорт для мешканців. Одним із ключових завдань таких систем є підтримання комфортного середовища для мешканців за мінімальних енерговитрат. У даному дослідженні основна увага приділена адаптивному управлінню мікрокліматом у житлових приміщеннях [3].

Адаптивне управління дозволяє системі автоматично підлаштовуватися до змін зовнішніх та внутрішніх умов, таких як температура, вологість та якість повітря [1]. Для досягнення цієї мети було розроблено та протестовано алгоритми, що забезпечують динамічне корегування параметрів мікроклімату, включаючи прогнозування змін умов на основі зібраних даних з сенсорів таких як DHT22 для контролю температури, AM2302 для вологості, MQ-135 для якості повітря, освітлення забезпечується через модулі ВН1750, інтегровані з LED-лампами [2].

Особливістю запропонованого підходу є використання адаптивного PID-регулювання з елементами машинного навчання, що дозволяє прогнозувати зміну параметрів мікроклімату та оптимізувати роботу виконавчих механізмів [4]. Наприклад, якщо прогнозується підвищення температури через сонячне нагрівання, система автоматично знижує інтенсивність роботи нагрівачів, зберігаючи комфортні умови [5]. Функція управління задається рівнянням:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t) dt + K_d \frac{de(t)}{dt}, \quad (1)$$

де $e(t)$ – відхилення поточного значення параметра від заданого, K_p , K_i , K_d – коефіцієнти PID-регулятора.

Для оптимізації енерговитрат використовується цільова функція:

$$E_{opt} = \min \left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot t_i \right), \quad (2)$$

де P_i – потужність пристрою, t_i – час його роботи, n – кількість пристроїв.

Прототип системи був протестований у реальних умовах, і результати експериментів підтвердили її ефективність [6]. Встановлено, що адаптивне управління дозволяє значно підвищити енергоефективність будинку, одночасно забезпечуючи комфортні умови проживання [3].

На рисунку 1 представлено графік зміни температури та вологості, і зниження енергоспоживання під час роботи алгоритму системи.

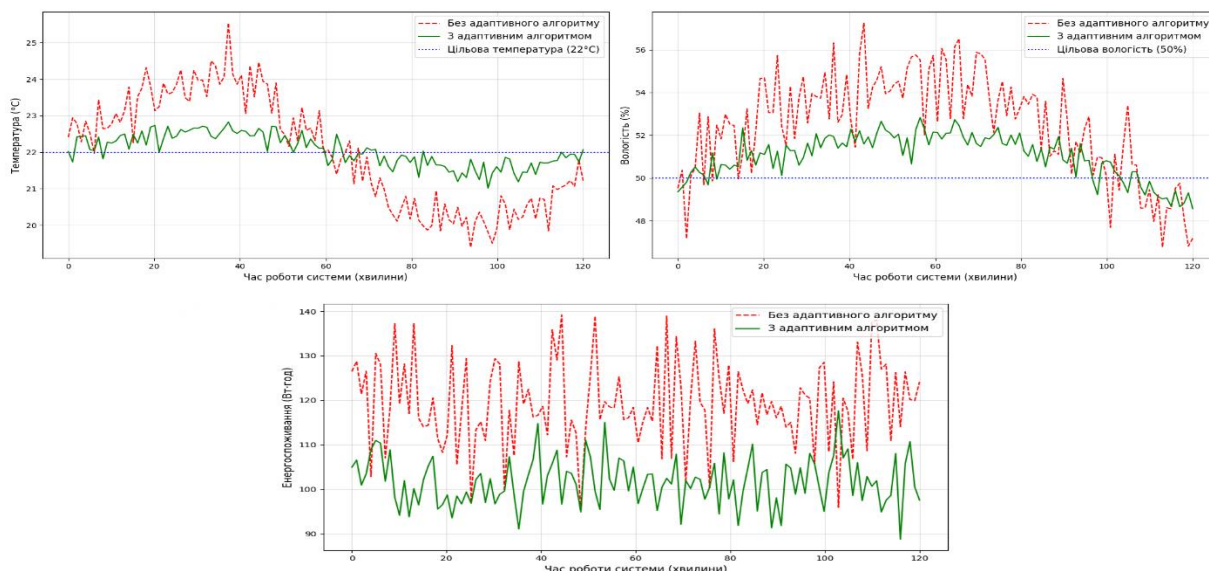


Рисунок 1. Графіки зміни температури та вологості, і зниження енергоспоживання під час роботи алгоритму системи

Експериментальні випробування показали:

- Точність підтримання параметрів мікроклімату: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ для температури, $\pm 2\%$ для вологості;

- Зниження енергоспоживання на 15% порівняно зі стандартними алгоритмами;

- Висока стабільність роботи навіть за умов раптових змін температури та вологості.

Висновок. Розроблені алгоритми забезпечують адаптивне управління параметрами мікроклімату, мінімізуючи енерговитрати. Подальший розвиток системи передбачає інтеграцію додаткових сенсорів та впровадження більш складних алгоритмів машинного навчання для прогнозування довготривалих змін.

Література

1. Angelopoulos C., Gondchawar S., Kawitkar R. IoT for Microclimate Monitoring in Greenhouses. *Jurnal FP Unila*, 2020. – No 34, PP. 50-60. – Режим доступу: <https://jurnal.fp.unila.ac.id>.
2. IEEE Xplore. IoT-Based Weather Monitoring System Using Arduino UNO. *IEEE Conference Publication*, 2024. – Vol. 12, No 3, PP. 120-130. – Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9357748>.
3. MDPI. IoT-Enhanced Decision Support System for Real-Time Microclimate Monitoring and Control. *MDPI Sensors Journal*, 2024. – Vol. 22, No 10, PP. 985-1001. – Режим доступу: <https://www.mdpi.com>.
4. WebbyLab. Automated Greenhouse Management with IoT. *WebbyLab Insights*, 2023. – Режим доступу: <https://webbylab.com>.
5. IJSTE. IoT-Based Environmental Monitoring System Using Arduino UNO and Thingspeak. *IJSTE Journal of Engineering Science*, 2023. – Vol. 4, Issue 9, PP. 65-72. – Режим доступу: <https://www.ijste.org>.
6. Hafiz R., Alam T., Dwiratna W. Efficient Use of IoT for Energy Management in Residential Spaces. *Sustainable Energy Journal*, 2021. – Vol. 18, No 4, PP. 45-53.