

РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У ПРИМІЩЕННІ

Бабенко М.В., к.т.н., доц.¹; Волошин Р.В.²,
^{1,2} Дніпровський державний технічний університет

^{1,2} Україна, Кам'янське

¹ mvbab@ukr.net; ² volosinruslan4276@gmail.com

Анотація. У роботі представлено результати моделювання нечіткого регулятора для мікропроцесорної системи контролю та керування мікрокліматом у приміщенні. Використання нечіткої логіки дає певні переваги – простота введення даних в систему контролю та здатність зменшення похибок класичних мікроконтролерів. Система розроблена на апаратній платі Arduino UNO моделі Arduino Rev3, яка виконана на базі мікроконтролера ATMEL ATmega328P, і є компактною, дешевою та простою у використанні.

Ключові слова: нечітка модель керування, мікропроцесорна система; керування мікрокліматом; мікроконтролер; IDE Arduino; LabView.

Вступна частина. Під час знаходження людини в будь-якому приміщенні необхідно управляти станом навколишнього середовища, адже це впливає тим чи іншим чином на її працездатність і якість виконаної роботи. На все це впливають такі чинники, як: температура, вологість, вміст вуглекислого газу, приток свіжого повітря, велика кількість пилу і т.д.

Для підтримки оптимального самопочуття важливо зберігати тепловий баланс між людиною та навколишнім середовищем, а також підтримувати необхідний тепловий стан організму [1]. Параметри мікроклімату можна розділити на два типи:

- Оптимальні, тобто такі показники, що характеризують функціональний стан людини та оптимальний тепловий вплив на неї та відчуття комфорту.

- Допустимі, тобто такі показники, що вказують на можливе погіршення самопочуття у працівника. Вони використовуються, коли неможливо забезпечити оптимальні показники.

Основним нормативним документом, що регулює параметри мікроклімату у виробничих приміщеннях, є ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [2]. У ньому визначені оптимальні та допустимі показники мікроклімату, а також встановлені вимоги до методів їх вимірювання.

Щоб людина працювала в комфортних умовах, для зручності керування станом навколишнього середовища в приміщенні останнім часом все частіше встановлюють мікропроцесорні пристрої контролю та управління мікрокліматом [3, 4].

Найновітнішими системами для контролю стану та автоматичного керування параметрами мікроклімату приміщень є smart HVAC (heating, ventilation, and air conditioning) systems, які використовують алгоритми машинного навчання в поєднанні з Internet of thing (IoT) технологіями. Використання систем автоматизованого контролю за внутрішнім мікрокліматом приміщень дозволяє, з одного боку, позитивно впливати на самопочуття та працездатність людей, їх стан здоров'я, а з іншого – оптимізувати параметри мікроклімату, забезпечуючи раціональне енергоспоживання [5]. Також цікавим напрямом досліджень є розгляд впливу параметрів внутрішнього мікроклімату на енергоефективність використання

приміщень, де контроль за мікрокліматом виступає важливим фактором у контексті раціонального використання енергоресурсів [3].

У випадках, коли параметри мікроклімату важко передбачити через їх нелінійний характер, застосування нечіткої логіки сприяє прийняттю більш ефективних рішень, що в кінцевому підсумку підвищує комфорт, енергоефективність та адаптивність систем клімат-контролю [6]. Популярним і практично цінним підходом є використання нечіткої логіки для створення лінгвістичних змінних і правил у системах контролю мікроклімату. Зокрема, в роботах [7, 8] описані результати проектування та успішного впровадження такого підходу. Застосування нечіткої логіки дає змогу підвищити якість управління параметрами мікроклімату в порівнянні з бінарними системами або *rigid rule-based controllers*, оскільки дозволяє оброблювати неточні вхідні значення і конвертувати їх до конкретних команд електронних пристроїв.

Метою дослідження є моделювання роботи нечіткого регулятора для розробленого алгоритму функціонування мікропроцесорної системи керування мікрокліматом у приміщенні.

Основна частина. Побудова систем керування з використанням нечіткого регулятора проводилась в наступному порядку:

- вибір входів та виходів системи керування;
- визначення для кожної з вхідних та вихідних змінних функції приналежності;
- формування бази даних нечітких правил;
- вибір та реалізація алгоритму нечіткого виводу;
- аналіз процесу керування мікропроцесорною системою.

Проектування нечіткої системи відбувалось за допомогою доповнення Fuzzy System Designer програмного середовища LabView.

Для поставленої задачі комфортні умови визначаються переважно вологістю та температурою повітря всередині приміщення. Вимір цих параметрів подається на входи системи керування. В якості вихідних сигналів системи використовуються сигнали увімкнення та вимкнення, що подаються на нагрівач, кондиціонер та зволожувач. Для нечіткого регулятора температури вхідною лінгвістичною змінною є температура приміщення. Відповідно до рекомендацій, температура повітря в приміщенні повинна бути в межах 18-24 °C. Якщо температура в приміщенні нижче 18 °C, то вона вважається низькою і має низький ступінь комфорту для людини. Якщо температура повітря вище 24 °C, можна говорити про перегрів в приміщенні. Таким чином, ця вхідна змінна містить три терми (низька, норма, висока). Вихідними сигналами є сигнали увімкнення і вимкнення нагрівача та кондиціонера, що працює в режимі охолодження. Тому ці сигнали мають по два терми (On та Off).

Вимоги до функціонування даної системи зводяться до забезпечення заданого температурного режиму та вологості в приміщенні. Для забезпечення цих вимог система збирає інформацію вимірів температури та вологості в приміщенні і відсилає результати вимірювання на мікроконтролер.

Основними критеріями при розробці програмних продуктів є швидкість виконання програми, зручність у користуванні, можливість роботи на різних платформах, простота реалізації та багато інших. У даному випадку для реалізації проекту задіяна плата Arduino UNO моделі Arduino Rev3, яка виконана на базі мікроконтролера ATMEL ATmega328P. Апаратна плата Arduino складається не тільки з мікроконтролера, а має і все необхідне для

підключення до зовнішніх периферійних пристроїв. Крім того, вона має вбудований програматор, який дозволяє здійснювати програмування безпосередньо із комп'ютера. Характерною особливістю цих мікропроцесорних пристроїв є наявність відкритого вихідного коду та значної кількості бібліотек для взаємодії вбудованого мікроконтролера з іншими зовнішніми компонентами. Він широко використовується для розробки інтерактивних об'єктів, отримання даних від різних датчиків або комутаторів. Зважаючи на це, Arduino є найпоширенішою вбудованою платформою, яка використовується в багатьох проектах.

Створення програмного коду здійснюється у власному середовищі IDE Arduino, заснованому на мові програмування, яка є варіантом мови C/C++ для мікроконтролерів. Проекти Arduino можуть бути як автономними, так і взаємодіяти з будь-яким програмним забезпеченням, що працює на комп'ютері.

Висновки. Розроблено мікропроцесорну систему контролю та керування мікрокліматом в приміщенні на основі нечіткого управління. Інтеграція платформи Arduino та програмного середовища LabView значно скорочує строки на розробку системи та підвищує її якісні показники. Проведено тестування розробленого програмного забезпечення, яке підтвердило відповідність вимогам технічного завдання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Левчук, К.О., Крюковська, О.А., & Романюк, Р.Я. (2018). *Практикум з безпеки життєдіяльності*: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ.
- [2] МОЗ України, Головний державний санітарний лікар. (1999). Постанова № 42 від 01.12.1999. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
- [3] Shao, T. (2021). Indoor environment intelligent control system of green building based on PMV index. *Advances in Civil Engineering*, Volume 2021, Issue 1. <https://doi.org/10.1155/2021/6619401>
- [4] Kim, S.H., & Moon, H.J. (2023). The performance of reinforcement learning for indoor climate control devices according to the level of outdoor air particulate matters. *Buildings*, 13(12), 3062. <https://doi.org/10.3390/buildings13123062>
- [5] Banjac, A., Novak, H., & Vasak, M. (2023). Implementation of model predictive indoor climate control for hierarchical building energy management. *Control Engineering Practice*, Volume 136, 105536. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2023.105536>
- [6] Бойко, В.І., Багрій, В.В., & Красніков О.С. (2013). Дослідження використання алгоритму нечіткого виводу в системі управління комплексом поперечно-клинової прокатки. *Математичне моделювання*, 2(29), 58–60.
- [7] Olenych, I. (2022). Smart home climate control system based on fuzzy logic controller. *Electronics and Information Technologies*, 17, 26–35. <https://doi.org/10.30970/eli.17.3>
- [8] Berouine, A. et al. (2019). A Fuzzy Logic-Based Approach for HVAC Systems Control. *Proceedings of the 6th International Conference on Control, Decision and Information Technologies, CoDIT'19*, Paris, France, pp. 1510–1515. <https://doi.org/10.1109/CoDIT.2019.8820356>

Babenko Mykhailo¹, Voloshin Ruslan²

Development of a fuzzy control model for indoor microclimate

Abstract. The paper presents the results of modeling a fuzzy controller for a microprocessor system of indoor microclimate control and management. The use of fuzzy logic gives certain advantages – ease of entering data into the control system and the ability to reduce the errors of classic microcontrollers. The system is developed on the Arduino UNO hardware board of the Arduino Rev3 model, which is based on the ATMEGA328P microcontroller, and is compact, cheap and easy to use.

Keywords: fuzzy control model; microprocessor system; microclimate management; microcontroller; IDE Arduino; LabView.