

МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ

Вінницький Національний Технічний Університет

Анотація

Ця робота присвячена аналізу мікропроцесорних систем контролю виробничих приміщень. Розглядаються основні складові таких систем, їх функції та роль у забезпеченні оптимальних умов виробництва. Особлива увага приділяється сучасним викликам, пов'язаним з надійністю роботи, інтеграцією з інформаційними мережами та забезпеченням кібербезпеки.

Ключові слова: мікропроцесорна система, автоматизація виробництва, інтеграція систем, надійність систем, кібербезпека.

Abstract

This work is devoted to the analysis of microprocessor control systems for production facilities. The main components of such systems, their functions and role in ensuring optimal production conditions are considered. Special attention is paid to modern challenges related to reliability of operation, integration with information networks and ensuring cybersecurity.

Keywords: microprocessor system, production automation, systems integration, systems reliability, cybersecurity.

Вступ

Інтенсивний розвиток промисловості та впровадження сучасних технологій вимагають високого рівня автоматизації виробничих процесів. Особливу роль у цьому контексті відіграють системи контролю мікроклімату та технологічних параметрів у виробничих приміщеннях, адже саме від стабільності умов залежить як якість продукції, так і безпека праці. У таких умовах виникає потреба в ефективних, гнучких та надійних рішеннях, здатних забезпечити постійний моніторинг середовища й оперативне керування технічними засобами. Відповіддю на ці виклики стали мікропроцесорні системи контролю — сучасні інтелектуальні комплекси, що поєднують апаратні та програмні засоби для повноцінної автоматизації контролю параметрів середовища.

Мікропроцесорні системи дозволяють забезпечити стабільне функціонування виробничих приміщень, адаптуючись до змін у зовнішніх та внутрішніх умовах. Завдяки використанню вбудованих мікроконтролерів, такі системи здатні виконувати аналіз даних у реальному часі, приймати рішення на основі заданих алгоритмів та здійснювати корекцію роботи обладнання без участі людини. Це значно підвищує ефективність виробництва, знижує ризики виникнення аварійних ситуацій та сприяє раціональному використанню енергоресурсів[1].

Актуальність дослідження мікропроцесорних систем контролю зумовлена не лише технічними вимогами, а й загальними тенденціями цифровізації виробництва. Вивчення принципів роботи таких систем, їхньої структури, можливостей і сфер застосування дозволяє краще зрозуміти їхнє значення у сучасній промисловості та відкриває перспективи для подальших розробок і впровадження інновацій[2].

Основна частина

Розроблена система контролю мікроклімату у виробничих приміщеннях є інтелектуальним комплексом, що дозволяє у режимі реального часу здійснювати моніторинг основних параметрів повітряного середовища: температури, вологості, рівня освітленості та концентрації вуглекислого газу.

Архітектура системи базується на мікроконтролері ATmega328, інтегрованому на платформі Arduino Pro Mini, що забезпечує баланс між функціональністю, енергоефективністю та доступністю. Мікропроцесорна платформа підтримує широке коло інтерфейсів (I2C, UART, цифрові/аналогові входи-виходи), що дозволяє легко підключати та масштабувати систему, додаючи нові сенсори чи виконавчі пристрої. Така гнучкість критично важлива в умовах змінних потреб виробничих середовищ різного типу — від офісних і лабораторних приміщень до цехів чи складів[3].

Компоненти системи

До складу системи входить кілька основних типів сенсорів:

- 1) Датчик температури та вологості повітря (наприклад, DHT22 або SHT31), що передає дані через I2C, дозволяє отримувати ключові мікрокліматичні показники з високою точністю.
- 2) Датчик CO₂ (типу MH-Z19 або аналог), з UART-інтерфейсом, здійснює аналіз концентрації вуглекислого газу — показника, критичного для оцінки якості повітря.
- 3) Фоторезистор виконує вимірювання рівня освітленості та дає змогу автоматично вмикати/вимикати освітлення залежно від умов.
- 4) Модуль реального часу (RTC) забезпечує коректну синхронізацію дій системи відповідно до добового циклу (робочий/неробочий час).

Всі сенсори підключено до центрального керуючого модуля, який аналізує зібрані дані й приймає рішення щодо активації певних керованих пристроїв: вентиляторів, зволожувачів, обігрівачів, кондиціонерів і освітлення, що підключаються через релейні модулі[4].

Програмна реалізація

Програмне забезпечення написане на мові C/C++ у середовищі Arduino IDE. Його основні функції:

- 1) Циклічне опитування сенсорів і збір даних;
- 2) Порівняння значень із нормованими порогоми (відповідно до ДСН 3.3.6.042-99);
- 3) Формування керуючих сигналів у випадку перевищення допустимих значень;
- 4) Відображення параметрів на LCD-дисплеї для зручності оператора;
- 5) Гнучке керування системою залежно від часу доби та режиму роботи.

У разі, коли один або кілька параметрів виходять за допустимі межі, система автоматично інформує користувача візуальними повідомленнями на дисплеї, а також може активувати або деактивувати відповідні пристрої впливу (вентиляція, охолодження, освітлення тощо)[5].

Портативний модуль перевірки

Окремо спроектовано портативний пристрій для верифікації, який дозволяє здійснювати незалежний контроль за точністю роботи основної системи. Цей модуль дає змогу проводити аудит параметрів мікроклімату у будь-якій точці приміщення, а також допомагає виявити збої у роботі основного комплексу, порівнюючи дані з контрольними значеннями.

Результати випробувань

Система була протестована в умовах, максимально наближених до реальних виробничих приміщень, що включали:

- 1) Перевірку точності вимірювання кожного параметра;
- 2) Випробування швидкості реакції системи на зміни середовища;
- 3) Тестування автоматичного перемикання режимів залежно від добового циклу;
- 4) Аналіз стабільності роботи впродовж тривалого часу.

Результати тестування показали високу точність (похибка <5%), стабільну роботу пристрою та ефективність в управлінні параметрами середовища. Система своєчасно реагує на зміну умов, що дозволяє підтримувати оптимальні мікрокліматичні показники без участі оператора.

Порівняльні переваги

На відміну від комерційних аналогів, таких як SmartHomeKit або метеостанцій LaCrosse, мікропроцесорна система контролю виробничих приміщень:

- 1) Не обмежується інформаційною функцією, а має повний цикл керування (вимірювання → аналіз → дія);
- 2) Має відкриту архітектуру, що дозволяє адаптувати її під специфіку будь-якого приміщення;
- 3) Є значно дешевшою (орієнтовно в 2 рази) у порівнянні з готовими IoT-рішеннями;
- 4) Може працювати автономно або інтегруватися в більші автоматизовані системи.

Висновки

Мікропроцесорні системи контролю виробничих приміщень є ключовими для автоматизації та підвищення ефективності промислових процесів. Вони забезпечують точний контроль параметрів мікроклімату, що впливає на якість продукції та безпеку праці. Аналіз показав, що існують виклики, пов'язані з адаптацією систем до різних умов, надійністю, інтеграцією та кібербезпекою. Для їх подолання потрібен комплексний підхід, що включає сучасні технології, стандартизацію і кваліфіковане обслуговування. Подальший розвиток таких систем сприятиме підвищенню конкурентоспроможності підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іваненко, О. П. Автоматизація виробничих процесів: навч. посібник. — Київ: Видавництво «Наукова думка», 2020. — 320 с.
2. Петров, В. М., Сидоренко, І. В. Мікропроцесорні системи в промисловості: основи і застосування. — Харків: Техніка, 2019. — 280 с.
3. Smith, J., & Brown, A. Embedded Systems for Industrial Automation. — New York: Wiley, 2018. — 350 p.
4. Коваленко, С. І. Системи контролю мікроклімату в виробничих приміщеннях // Автоматизація і управління. — 2021. — №4. — С. 45–53.
5. Zhang, L., & Wang, H. Cybersecurity Challenges in Industrial Control Systems // Journal of Industrial Information Integration. — 2022. — Vol. 25. — P. 100–110.

Науковий керівник: **Обертюх Максим Романович** – доктор філософії, старший викладач, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: maxx331@protonmail.com

Консультант: **Колесник Ірина Сергіївна** – кандидат технічних наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: iskolesnyk@gmail.com

Заливанський Артем Олександрович — студент групи ІКІ-21б, факультет інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Supervisor: **Obertyukh Maksym Romanovych** – Doctor of Philosophy, Senior Lecturer, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: maxx331@protonmail.com

Consultant: **Kolesnyk Iryna Serhiivna** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: iskolesnyk@gmail.com

Zalyvanskyi Artem Oleksandrovych – student of group ІКІ-21b, Faculty of Information Technologies and Computer Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.