

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЗНЕЗАРАЖЕННЯ ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ УЛЬТРАФІОЛЕТОВОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

У тезах розглянуто розробку системи автоматизації знезараження повітря на основі UV-C випромінювання. Система реалізує безпечне та ефективне знезараження повітря у приміщеннях за допомогою ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 254 нм, керованого мікроконтролерами, сенсорами та алгоритмами нечіткої логіки.

Ключові слова: ультрафіолетове випромінювання, автоматизація, знезараження повітря, сенсори, UV-C, мікроконтролер, нечітка логіка.

В умовах погіршення якості повітря та зростання ризиків повітряно-крапельного поширення інфекцій особливу актуальність набувають системи автоматизованого знезараження повітря. Одним з найефективніших методів дезінфекції є використання ультрафіолетового випромінювання, зокрема спектру UV-C, який демонструє високу бактерицидну ефективність.

Система знезараження повітря включає UV-C лампи, сенсори якості повітря, температури, вологості, контролери та засоби індикації. Зібрані з сенсорів дані передаються на контролер, який, аналізуючи їх за допомогою алгоритмів нечіткої логіки, приймає рішення про активацію або деактивацію UV-C випромінювання.

З технічної точки зору, однією з головних переваг застосування UV-C випромінювання є його здатність знищувати широкий спектр патогенних мікроорганізмів без утворення шкідливих побічних продуктів. В умовах зростаючої антибіотикорезистентності та обмежень традиційних хімічних методів дезінфекції, ультрафіолетова технологія виступає надійною альтернативою.

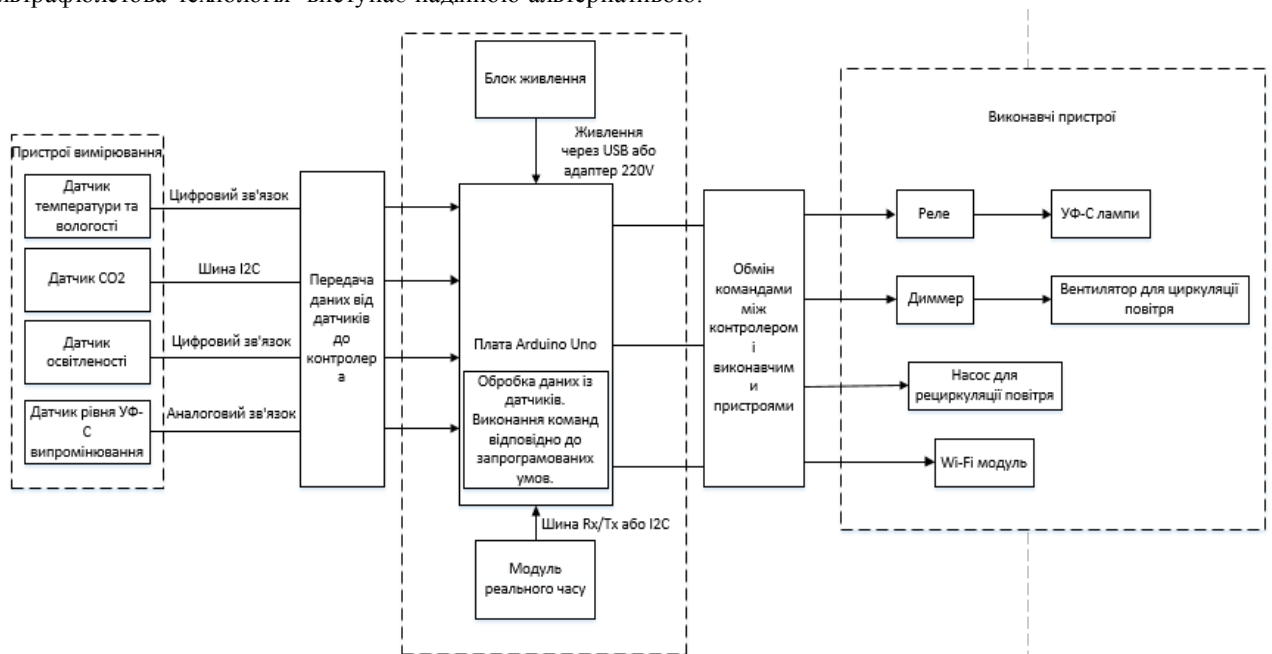


Рис. 1. Функціональна схема автоматизованої системи знезараження повітря

УФ-системи можуть бути інтегровані у централізовані системи вентиляції будівель, забезпечуючи знезараження повітря в режимі реального часу. Такі рішення особливо важливі для медичних установ, де повітряне середовище відіграє критичну роль у контролі інфекцій.

Функціональна схема автоматизації знезараження складається з декількох основних блоків: блок збору даних, блок аналізу та прийняття рішень, модуль керування виконавчими механізмами, інтерфейс користувача. Вимірювані параметри включають PM2.5, PM10, температуру, вологість та інтенсивність UV-

випромінювання. У разі перевищення порогових значень, система активує UV-C лампи і вентиляційні модулі, забезпечуючи циркуляцію повітря через зону опромінення.

Інтерфейс користувача (створений, наприклад, у LabVIEW або SCADA-системах) дозволяє здійснювати моніторинг стану системи, регулювання параметрів, перегляд історії показників. У системі реалізовано функції аварійного вимкнення та діагностики стану UV-C ламп, що підвищує рівень безпеки та надійності.

Модель поведінки системи може бути змодельована в середовищах типу MATLAB Simulink або LabVIEW, що забезпечує наочну візуалізацію процесів і спрощує діагностику. Також це дозволяє протестувати різні сценарії роботи системи ще на етапі проєктування.

Інтеграція з SCADA-системами дозволяє здійснювати централізований моніторинг багатьох приміщень одночасно, з можливістю дистанційного керування, зберіганням даних у базах даних та автоматичним формуванням звітів про якість повітря.

Завдяки використанню програмованого мікроконтролера, можлива гнучка адаптація алгоритмів керування до різних умов експлуатації. Застосування нечіткої логіки дає змогу враховувати невизначеність вхідних параметрів і приймати оптимальні рішення в умовах неповної інформації.

У системі автоматизації важливим є алгоритм регулювання, який враховує змінні умови навколишнього середовища. Використання методів нечіткої логіки (fuzzy logic) дозволяє налаштувати рівень інтенсивності випромінювання UV-C ламп відповідно до ступеня забрудненості повітря, що сприяє оптимізації енерговитрат і підвищенню ресурсу роботи обладнання.

Результатом автоматизації є стабільна робота системи, зниження витрат на енергію, підвищення безпеки для персоналу та екологічності. Вона є доцільною для використання в лікарнях, навчальних закладах, офісах, торговельних центрах, виробничих приміщеннях тощо.

З точки зору безпеки, UV-C системи обладнуються датчиками присутності, які запобігають опроміненню людей під час роботи. Крім того, сучасні бактерицидні установки мають світлову та звукову індикацію режимів роботи, а також захист від перегріву та короткого замикання.

Впровадження такої системи на практиці потребує врахування низки нормативних вимог, зокрема санітарних норм, стандартів безпеки електрообладнання, а також вимог до вентиляційних систем.

На завершення, автоматизована система знезараження повітря на основі UV-C випромінювання є не тільки технологічно досконалим, але й соціально значущим рішенням. Її використання забезпечує створення безпечного середовища, що особливо важливо в умовах після пандемічного світу та для забезпечення сталої епідеміологічної безпеки.

У підсумку, впровадження автоматизованих систем знезараження повітря на основі UV-C випромінювання забезпечує поєднання високої ефективності дезінфекції, безпеки та технологічної гнучкості, що відповідає сучасним вимогам до забезпечення санітарно-епідеміологічного стану повітряного середовища.

References

1. Wikipedia. Indeks yakosti povitrya. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Indeks_yakosti_povitrya [in Ukrainian].
2. Wikipedia. Ul'traioletovoe izluchenie. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Ul'traioletovoe_izluchenie [in Ukrainian].
3. AntibactAir. UL'TRAFIOLET – SUCHASNYJ METOD ZNEZARAZHENNIA POVITRYA. URL: <https://antibactair.com/ultrafiolet-suchasnyj-metod-znezarazhennia-povitria-v-prymishchenniakh/> [in Ukrainian].
4. CleanAir. Vse, shcho potribno znaty pro AQI. URL: <https://cleanairlove.com/vse-shcho-potribno-znati-pro-indeks-yakosti-povitrya-aqi/> [in Ukrainian].
5. Apostrof. De v Ukraini najbil'sh zabrudnene povitrya: top-9 onlajn rejtyngu mist. URL: <https://apostrophe.ua/ua/news/society/2020-04-17/gde-v-ukraine-samyiy-zagryaznennyiy-vozduh-top-9-onlajn-rejtinga-gorodov/194322> [in Ukrainian].

DOI 10.34132/mspc2025.01.06.19

Nikita Kim
Oleg Shchesiuk

DIGITAL AIR DISINFECTION AUTOMATION BASED ON ULTRAVIOLET RADIATION

The abstracts consider the development of an air disinfection automation system based on UV-C radiation. The system implements safe and effective air disinfection in rooms using ultraviolet radiation with a wavelength of 254 nm, controlled by microcontrollers, sensors and fuzzy logic algorithms.

Keywords: ultraviolet radiation, automation, air disinfection, sensors, UV-C, microcontroller, fuzzy logic.

Відомості про авторів / Information about the Authors

Нікіта Кім, студент 4 курсу спеціальності «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: kimnikita82@gmail.com

Nikita Kim, 4th year student of the specialty "Automation and Computer-Integrated Technologies" of the Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, Ukraine. E-mail: kimnikita82@gmail.com

Олег Щесюк О. В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри АКІТ, Чорноморського національного університету імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна. E-mail: taifun.kv@gmail.com , orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1467-3751>.

Oleg Shchesiuk – PhD, Associate Professor of Automation and Computer-Integrated Technologies Department, Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolayiv, Ukraine, E-mail: taifun.kv@gmail.com , orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1467-3751>

© Н. Кім, О. Щесюк
20.05.2025.

Стаття отримана редакцією