

3. Tempero E., Blincoe K., Lottridge D. An Experiment on the Effects of Modularity on Code Modification and Understanding. *Proceedings of the 25th Australasian Computing Education Conference (ACE '23)*. 2023. P. 1–10. – ACM.

УДК 004.9

К. А. Кокурін

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СЕНСОРА SDS011 ТА TELEGRAM-БОТА ДЛЯ СПОВІЩЕНЬ

К. А. Kokurin;

DEVELOPMENT OF AN AIR QUALITY MONITORING SYSTEM USING THE SDS011 SENSOR AND A TELEGRAM BOT FOR NOTIFICATIONS

У сучасних умовах зростання рівня урбанізації, інтенсивного розвитку промисловості та транспорту проблема контролю якості атмосферного повітря набуває особливої актуальності. Підвищені концентрації твердих частинок (PM_{2.5}, PM₁₀) негативно впливають на здоров'я населення, сприяють загостренню хронічних захворювань дихальної та серцево-судинної систем і погіршують загальний екологічний стан довкілля. Традиційні стаціонарні пости спостереження є дорогими в інсталяції та обслуговуванні, що обмежує їхню кількість та просторове покриття, особливо у невеликих населених пунктах та локальних зонах забруднення. Це зумовлює необхідність створення доступних, гнучких і масштабованих систем моніторингу на основі недорогих сенсорів.

Метою роботи є розробка мікросервісної системи моніторингу якості повітря з використанням сенсора SDS011 та інтегрованого Telegram-бота для оперативного інформування користувачів про рівень забруднення атмосферного повітря.

Запропоновано програмно-апаратну архітектуру розподіленої системи моніторингу, що базується на застосуванні сенсора твердих частинок SDS011 у поєднанні з обчислювальним модулем (Raspberry Pi), серверною частиною та сервісами доставлення повідомлень. Збір даних здійснюється на низовому рівні через послідовний інтерфейс взаємодії із сенсором, після чого виміряні значення концентрацій PM_{2.5} та PM₁₀ передаються до серверних мікросервісів для зберігання, попередньої фільтрації та аналітичного опрацювання.

Серверна частина реалізована у вигляді набору мікросервісів, які відповідають за приймання телеметрії, збереження даних у базі даних, формування агрегованих показників і виявлення фактів перевищення порогових значень. Використання мікросервісної архітектури забезпечує можливість масштабування системи, спрощує модифікацію окремих компонентів та інтеграцію нових джерел даних або аналітичних модулів без істотної зміни загальної структури.

Особливу увагу приділено розробці Telegram-бота, який забезпечує користувачам зручний доступ до актуальної інформації про якість повітря. Бот реалізує функції отримання поточних значень показників, перегляду останніх вимірювань, а також надсилання автоматичних сповіщень у випадку перевищення заданих порогів. Це підвищує оперативність прийняття рішень користувачами, сприяє формуванню екологічної обізнаності та залученню громадськості до контролю стану довкілля.

Наукова новизна роботи полягає в поєднанні недорогого сенсора SDS011 із мікросервісною архітектурою та засобами Telegram для створення доступної, адаптивної та розширюваної системи моніторингу якості повітря. Запропонований підхід дозволяє масштабувати систему як у напрямі збільшення кількості вузлів вимірювання, так і шляхом розширення функціональності аналітичної обробки даних і механізмів сповіщення.

Практичне значення одержаних результатів полягає у створенні прототипу системи, який може бути використаний як основа для розгортання локальних або муніципальних систем моніторингу якості повітря, а також у навчальному процесі для демонстрації принципів функціонування розподілених екологічних інформаційних систем та технологій Інтернету речей.

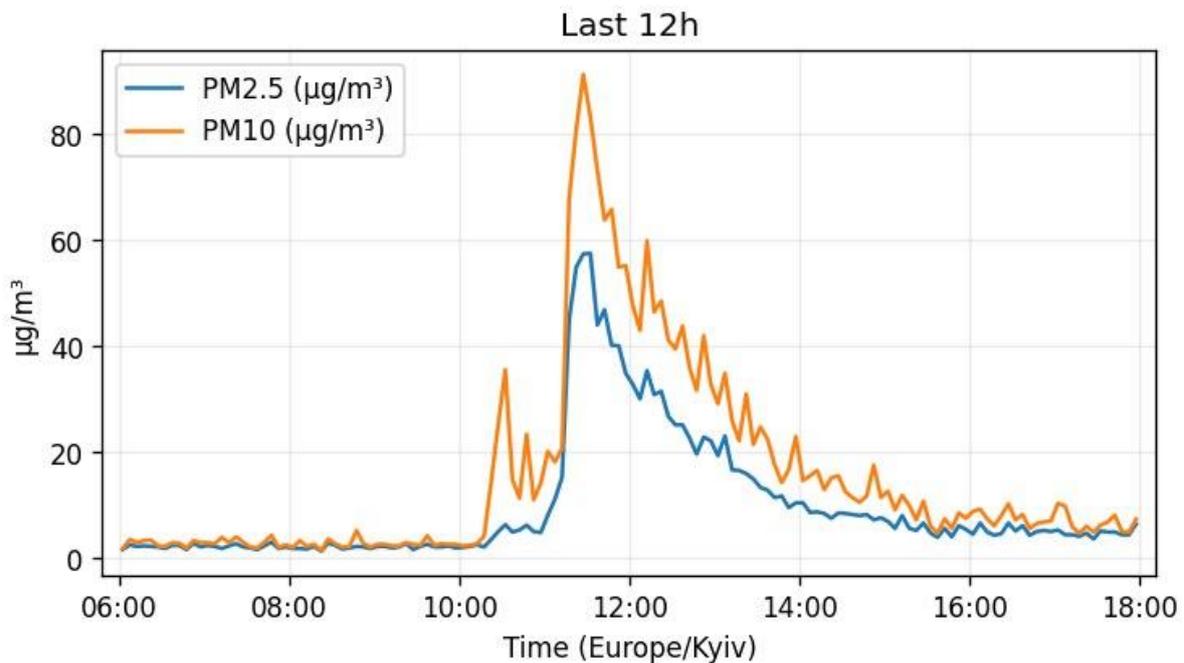


Рисунок 1. Графік зміння показників PM2.5 та PM10

Література

1. World Health Organization, 2021. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. Geneva: World Health Organization.
2. Lu F., Xu D., Cheng Y., Dong S., Guo C., Jiang X., Zheng X., 2015. Systematic review and meta-analysis of the adverse health effects of ambient PM2.5 and PM10 pollution in the Chinese population. *Environmental Research*. Vol. 136. P. 196–204. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2014.06.029>
3. Oh J., et al., 2025. A systematic review and meta-analysis on long-term exposure to PM2.5 and PM10 and mortality. *Journal of Korean Medical Science*. Vol. 40, e156. URL: <https://doi.org/10.3346/jkms.2025.40.e156>
4. Jayaratne R., Liu X., Ahn K.-H., Asumadu-Sakyi A., Fisher G., Gao J., Mabon A., Mazaheri M., Mullins B., Nyaku M., Ristovski Z., Scorgie Y., Thai P., Dunbabin M., Morawska L., 2020. Low-cost PM2.5 sensors: an assessment of their suitability for various applications. *Aerosol and Air Quality Research*. Vol. 20. P. 520–532. URL: <https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.10.0390>

5. Nothhelfer M., Todea A. M., et al., 2025. Performance evaluation of five different low-cost particulate matter sensors for monodisperse test aerosols. *Aerosol and Air Quality Research*. Vol. 25(5). Article ID 17. <https://doi.org/10.1007/s44408-025-00019-9>

6. Velasco R. P., et al., 2022. Update of the WHO global air quality guidelines: a review of evidence and global policy implications. *Environment International*. Vol. 158. Article 106905. URL: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106905>

7. Kang Y., et al., 2022. Performance evaluation of low-cost air quality sensors: a review. *Science of the Total Environment*. Vol. 806. Article 150872. URL: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150872>

УДК 681.5

М.А. Конотопський, здобувач вищої освіти

Ю.З. Лещинин, канд. техн. наук, доц

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя)

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНО-АПАРАТНІ ЗАСОБИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ПОТУЖНІСТЮ ТЕПЛОПОСТАЧАЛЬНОГО ПУНКТУ

Konotopskiy M. A., higher education applicant

Leshchyshyn Y.Z. PhD., Associate Prof.

METHODS AND SOFTWARE-HARDWARE MEANS OF COMPUTERIZED POWER CONTROL OF A HEATING SUPPLY POINT

Для заощадження енергії в житлових будинках необхідно змінювати застарілі підходи до опалення. Більшість існуючих теплових пунктів працюють за простим принципом перемикачів станів, що не дозволяє підтримувати стабільну температуру. Це призводить до температурного дискомфорту в приміщеннях та марної витрати палива. Вирішити цю проблему можна шляхом заміни старих механізмів на сучасні комп'ютерні системи, здатні плавно регулювати нагрів та адаптуватися до змін погоди.

Ефективне керування інерційним котлом вимагає застосування вдосконаленого пропорційно-інтегрального методу, оскільки звичайні регулятори не здатні точно втримати задану температуру без залишкового відхилення. Цей алгоритм автоматично накопичує дані про похибку регулювання і поступово коригує потужність нагріву до повного досягнення цільового показника без необхідності постійного нагляду людини.

Система працюватиме на двох рівнях, щоб максимально економити ресурси. Ключовим елементом системи є верхній рівень керування, який визначає оптимальну температуру води в трубах на основі спеціальної математичної моделі, відомої як крива опалення. Ця модель дозволяє розрахувати необхідну температуру подачі теплоносія для компенсації тепловтрат будівлі за поточної погоди. Розрахунок виконується за формулою:

$$T_{set} = T_{room} + S \cdot (T_{room} - T_{out}) + O$$

де T_{set} це розрахункова температура подачі, T_{room} це бажана температура в приміщенні, T_{out} це температура зовнішнього повітря, отримана через API, S це коефіцієнт нахилу кривої, що характеризує теплоізоляцію будівлі, а O це коефіцієнт паралельного зміщення для точного калібрування. Такий підхід дозволяє системі діяти