Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference «Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315
https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.303975

РОЗВИТОК СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ В М. КИЄВІ

Вячеслав РАДОВЕНЧИК, Олена ІВАНЕНКО,
Тамара КРИСЕНКО, Олена ГЛУШКО
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського
пр. Берестейський, 37, Київ, 03056, Україна
e-mail: tavok@ukr.net

Анотація: *з кожним роком антропогенний вплив на навколишнє середовище, а особливо на атмосферу, зростає. Це веде до погіршення умов існування людини і живих організмів і, в кінцевому результаті, може призвести до глобальної екологічної кризи. В України за рівнем забруднення м. Київ займає одне з перших місць. З метаю покращення якості повітря необхідно володіти детальною інформацією про рівень забруднення, забруднювачі, джерела їх утворення, зміни в часі та просторі і т. і. В більшості розвинутих країн світу ці функції виконують національні системи моніторингу забруднення довкілля, котрі відкриті, автоматизовані, комп'ютеризовані та відображають інформацію в реальному часі. Сьогодні національна система моніторингу довкілля в Україні лише починає формуватися, тому важливо визначити найбільш прийнятні напрямки її розвитку.*

Сьогодні моніторинг якості повітря в столиці проводиться кількома суб'єктами. Протягом тривалого часу цими питаннями опікується Центральна геофізична обсерваторія. Сьогодні обсерваторія володіє найбільш детальною інформацією щодо якості повітря в столиці протягом тривалого періоду. Останні кілька років характеризуються інтенсивним розвитком недержавних систем моніторингу якості повітря в столиці. Більшість таких систем моніторингу носять, швидше, рекламний характер для окремих суб'єктів господарювання або розраховані на створення мережі спостережних постів за кошти самих громадян. Кілька років тому КМДА було прийнято рішення про створення сучасної відкритої автоматизованої системи моніторингу якості повітря в столиці. На сьогодні встановлено та запущено в роботу чотири спостережних пункти.

Система моніторингу якості повітря в столиці найімовірніше, розвиватиметься саме шляхом встановлення нових сучасних постів спостереження в межах міста в об'ємі програми КМДА.

Ключові слова*: атмосфера, моніторинг, повітря, забруднення, індекс забруднення атмосфери.*

З кожним роком в силу різних факторів рівень забруднення довкілля, в тому числі й атмосфери, зростає. Особливе занепокоєння викликає останнім часом світовий рейтинг нашої столиці серед міст із найбільш забрудненим повітрям. Наприклад, 10.09.2021 р. м. Київ ввійшов в п'ятірку міст із найбруднішим повітрям [1]. О 9:50 ранку індекс забруднення атмосфери в столиці склав 137 балів при нормі в 50 балів. За такого рівня забруднення особливо потерпають люди із захворюванням органів дихання, котрим пропонують

користуватися респіраторами, не відкривати вікна та обмежити перебування на відкритому повітрі.

Викликає занепокоєння той факт, що подібний рівень забруднення повітря фіксується в столиці все частіше, що змушує більш серйозно підходити до формування системи моніторингу якості повітря. Індекс забруднення повітря в столиці та інших містах світу можна відслідковувати в режимі реального часу на порталі *Iqair* [2]. Цілком очевидно, що сьогодні система моніторингу повинна служити не лише основою для прийняття відповідних управлінських рішень, а й забезпечувати громадян оперативною інформацією про якість повітря в конкретній точці простору в конкретний час.

Метою даної роботи є вивчення сучасного стану системи моніторингу якості повітря на території м. Києва та визначення можливих напрямків її подальшого розвитку.

Лідером в галузі моніторингу якості повітря в столиці залишається Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського [3]. На території столиці розміщено 16 стаціонарних постів спостереження за забрудненням повітря (рис. 1). Щоденні результати вимірювань (6 днів за неділю) чотирьох постів оперативно виставляються на сайті обсерваторії для вільного

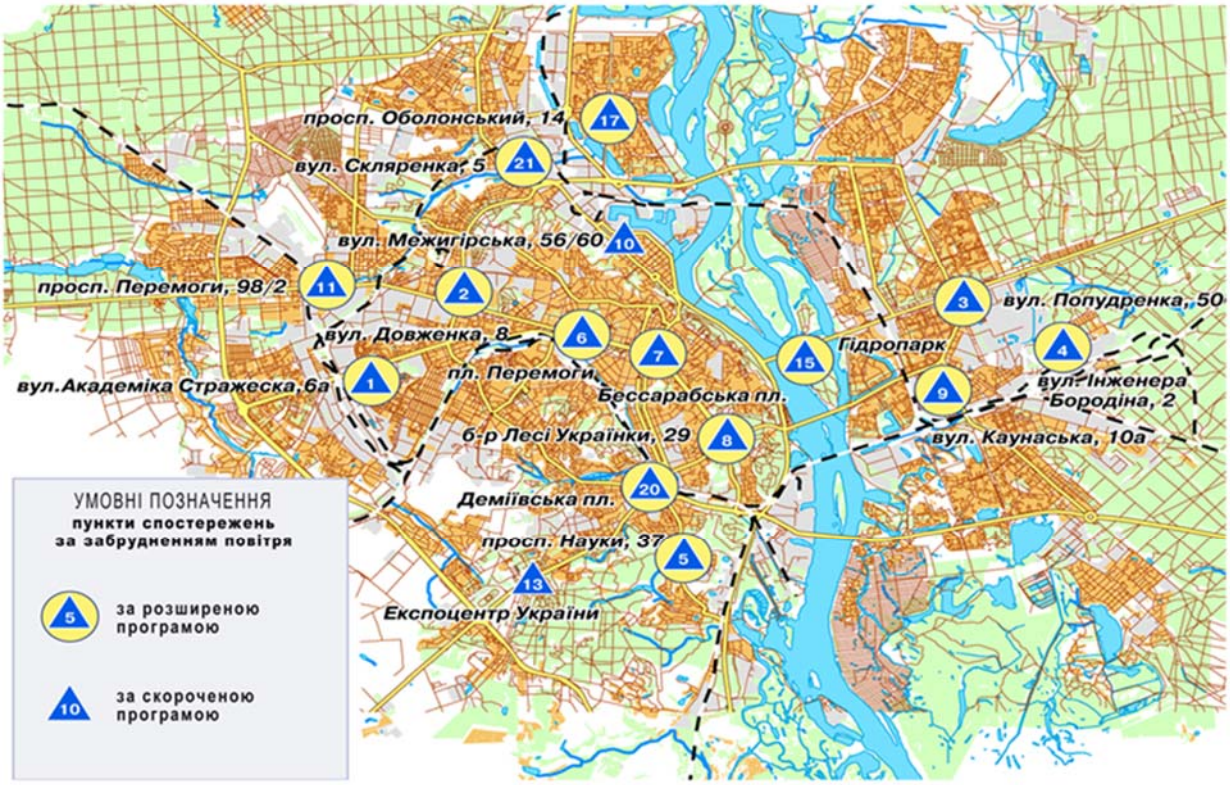

Рис. 1. Мережа постів спостережень за забрудненням повітря в м. Києві

доступу – пости №3, 5, 7, 20. Відбір проб та їх аналіз проводиться чотири рази на добу – о 1.00, 7.00, 13.00 та 19.00 годинах. На сторінці стверджується, що на постах ведеться спостереження за вмістом в повітрі 20 забруднювачів, однак приводяться результати лише для 5 – 10 основних забруднювачах (завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, фенол, фтористий водень, хлористий водень, аміак, формальдегід). Тут же приведено середні для м. Києва концентрації забруднюючих речовин в кратності ГДК за попередній тиждень. Дані спостережень за забрудненням повітря в попередні періоди можна знайти на відповідній

сторінці сайту [4]. Тут викладені середні за місяць показники забруднення для столиці за попередні два роки. Більш пізню інформацію можна отримати в архіві обсерваторії. Інформація викладена в двох форматах – текстовому та графічному. В загальному, наданої інформації цілком достатньо для контролю стану атмосфери на території м. Києва. Дещо погіршує загальне враження надання щоденної інформації лише по 4 із 16 спостережних постах, однак, як зазначено на сайті, з усією наявною інформацію можна ознайомитися за відповідних умов в архіві підприємства.

Катастрофічне погіршення якості повітря на території м. Києва привертає увагу всіх жителів, багатьох громадських організацій та приватних підприємств, котрі не лише вимагають виконання законодавства в галузі охорони довкілля, а й сприяють та приймають участь в реалізації проектів щодо покращення інформування населення про рівень забруднення повітря в реальному часі. Одним з таких проектів є соціальний проект компанії ЛУН під назвою ЛУН Місто [5]. Серед масиву іншої інформації на сайті є кілька сторінок, присвячених зміні стану повітря в м. Києві, м. Одесі та м. Львові в реальному часі. Для проведення таких вимірювань командою *ЛУН Місто Air* встановлено в різних районах міста більше 80 сенсорних датчиків **Plantower PMS 3003/5003/7003/A003**, котрі вимірюють ступінь розсіювання лазерного випромінювання в атмосфері і на основі отриманих результатів визначають ступінь її забруднення (рис. 2) [5]. Додатково встановлено сенсорні датчики **Bosch Sensortec BME-280** для вимірювання температури, вологості та тиску. Отримані сигнали обробляються блоком **Mediatek MT7688A** та через *Wi-Fi* передаються в мережу. Таким чином, ступінь забруднення атмосфери визначається на основі вмісту твердих часток розміром 1.0, 2.5 та 10 мкм. Далі отримані дані конвертуються в індекс якості повітря Агенції з охорони довкілля США – AQI [6]. Одночасно проводиться вимірювання температури, вологості повітря і атмосферного тиску. Далі з використанням шкали індексів розраховані індекси AQI наносяться на інтерактивну карту м. Києва для кожного спостережного пункту. При встановленні курсора на відповідний спостережний пункт розкривається список із більш детальними даними про вміст твердих часток в атмосферному повітрі та кліматичних параметрах для даної точки простору. Відповідні значення рівнів забруднення повітря можна отримати у вигляді діаграм за 48 годин чи за 30 діб. Варто також зауважити, що отримана інформація транслюється на відеоборди у візуально привабливому вигляді поки що в семи районах м. Києва та на вайбер-бот *Повітря NOW* (https://chats.viber.com/air-now). Незважаючи на значну обмеженість інформації для оцінки рівня забруднення повітря в м. Києві, дана система, на нашу думку, є досить перспективною, оскільки дозволяє створення на її основі повноцінної автоматизованої служби контролю якості повітря в форматі реального часу шляхом підключення сучасних датчиків та аналізаторів вмісту приземного озону, окису вуглецю, діоксиду сірки та діоксиду азоту.

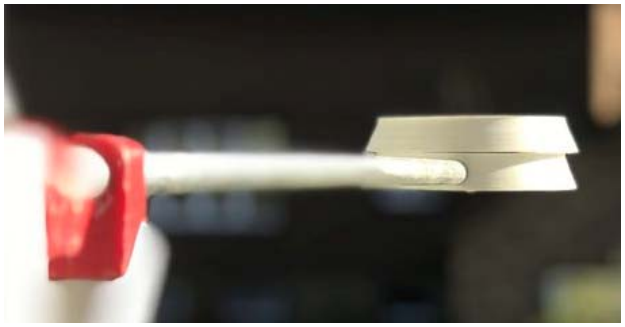

Рис. 2. Сенсорні датчики системи контролю атмосфери ЛУН Місто Air

В столиці сьогодні працює кілька аналогічних систем. За даними [7], всього на території столиці на сьогодні встановлено 328 станцій моніторингу забруднення атмосфери, з яких працює 123 станції. Причому, ці станції належать різним власникам - державним та приватним підприємствам, місцевим органам самоврядування, мешканцям міста або створені в результаті виконання різноманітних проектів. Крім цього, є системи моніторингу, що нараховують біля

сотні станцій моніторингу, а є системи, що лише починають розвиватися і не мають ще жодної діючої станції (табл. 1).

Система *luftdaten.info* - глобальна сенсорна мережа, керована самими учасниками, яка створює відкриті екологічні дані. Охоплює 69 країн, нараховує 14038 станцій моніторингу по всьому світу. *AirVisual* – міжнародна компанія в галузі обробки повітря з безкоштовною інформаційною платформою якості повітря в режимі реального часу. Система моніторингу дозволяє відстежувати якість повітря за такими параметрами як PM2,5, PM10, NO_2, CO_2 і SO_2 із значним покриттям в різних частинах світу. Система дозволяє залучати до моніторингу як

Таблиця 1- Перелік платформ, проектів та органів самоврядування м. Києва, що мають станції для моніторингу рівня забруднення атмосферного повітря [7]

№ п/п	Найменування	Станції моніторингу якості повітря на території м. Києва	
		Всього	Працюючі
1	ЛУН Місто	82	53
2	luftdaten.info	37	21
3	SaveDnipro	30	14
4	AirVisual	11	9
5	AirPol	4	1
6	Kyiv Smart City	3	-
7	Київський національний університет імені Тараса Шевченка	1	1
8	Київська міська державна адміністрація (КМДА)	4	4
9	PurpleAir	3	1
	Всього:	173	101

окремі країни, так і окремих громадян. Мережа *PurpleAir* створюється компанією вчених та громадян з головним офісом в штаті Юта, США. Компанія спеціалізується на випуску простих в установці датчиків якості повітря, для роботи котрих необхідна лише електромережа та *Wi-Fi*. Датчики дозволяють збирати дані про якість повітря в режимі реального часу та обмінюватися ними на вільній для доступу карті. В основі роботи датчиків лежить вимірювання концентрації PM2,5 в реальному часі. У місцях з обмеженим доступом до *Wi-Fi* або без доступу до *Wi-Fi* детектор вимірювання містить карту *SD* і годинник реального часу, що дозволяє датчику записувати та зберігати дані локально. *AirPol* – демонстраційна система моніторингу якості повітря виробників пиломіра *7bit Pollution Monitor*. Пиломір орієнтовано як на персональне використання, так і на обмін даними в межах проекту *air-pollution.ml*. Розвиток мережі передбачається за рахунок під'єднання до системи нових власників пиломіра. Більшість даних, отриманих в межах описаних вище систем, зібрано на єдиному в Україні безкоштовному екологічному чат-боті *SaveEcoBot* [7]. Система включає в себе також чат-боти у *Telegram*, *Rakuten Viber*, *Facebook Messenger* та мапу забруднення атмосферного повітря. Опікується розвитком системи ГО "*SaveDnipro*", засноване командою однодумців у 2017 році з метою пошуку шляхів впливу на екологічну ситуацію в Україні та світі [8].

Особливу увагу серед зазначених в табл. 1 платформ варто приділити системі моніторингу КМДА [9]. Систему почали формувати лише в останні кілька років. При цьому стаціонарні пости моніторингу якості повітря відповідають вимогам чинних європейських стандартів та

рекомендацій ВООЗ. За повідомленням [10], все обладнання зібрано в спеціальному боксі і здатне фіксувати такі показники: пил PM2.5 та PM10; діоксид азоту (NO_2); оксид азоту (NO); діоксид сірки (SO_2); оксид вуглецю (CO); приземний озон (O_3); бензол; формальдегід; бензапірен; метилмеркаптан; важкі метали. Онлайн – мапа є надзвичайно функціональною і дозволяє отримувати графіки зміни відповідних параметрів протягом доби, тижня, місяця. Окрім вологості повітря, температури та тиску, напрямку та швидкості вітру наведені значення загального індексу якості повітря (*Common Air Quality Index, CAQI*). Безперечно, у випадку достатнього покриття території столиці спостережними постами такого типу саме ця система стане базовою для оцінки якості повітря в різних районах столиці.

Таким чином, навіть в столиці сьогодні відсутня повноцінна відкрита система моніторингу якості повітря. Існуючі розрізнені пости моніторингу якості повітря різної підпорядкованості або лише встановлюються, причому, досить часто за кошти окремих громадян, або базуються на використанні лише 1 – 2 параметрів повітря, найчастіше – вмісті часток розміром 1 – 10 мкм, що далеко недостатньо як з точки зору чинних нормативних документів, так і з точки зору сучасного переліку забруднень, що викидаються в повітря на території столиці. В цілому можна визначити три основні можливі напрямки подальшого розвитку системи моніторингу якості повітря в м. Києві:

- модернізація існуючої системи моніторингу на базі ЦГО із заміною обладнання на більш сучасне із забезпеченням автоматичного вимірювання параметрів повітря в реальному часі та оперативним представленням інформації на сайті;
- подальше розширення покриття та переліку контрольованих забруднювачів громадськими та приватними системами моніторингу та створення на їх базі єдиної об’єднаної системи;
- подальший розвиток з метою збільшення покриття території столиці сучасної мережі спостережних пунктів моніторингу КМДА.

На жаль, більшість описаних вище систем моніторингу носять, швидше, рекламний характер для окремих суб’єктів господарської діяльності, комерціалізовані, що змушує робити доступною для пересічних громадян лише чверть отриманої інформації, або взагалі розраховані на створення мережі спостережних постів за кошти самих громадян. І в такій ситуації можна лише вітати намагання КМДА створити сучасну відкриту автоматизовану систему моніторингу якості повітря в столиці, сподіваючись що вона не буде комерціалізована чи приватизована в майбутньому і стане інформаційним підґрунтям для прийняття необхідних управлінських рішень.

Література

1. Київ – у п'ятірці міст із найбруднішим повітрям. URL: https://www.ukrinform.ua/rubric-kyiv/3313257.html (дата звернення: 10.09.2021).

2. Air quality and pollution city ranking. URL: https://www.iqair.com/world-air-quality-ranking (дата звернення 14.11.2021).

3. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. URL: http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/index.php?dv=main (дата звернення 23.11.2021).

4. Про стан забруднення атмосферного повітря у м. Києві і містах Київській області. URL: http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/index.php?fn=k_zabrud&f=kyiv (дата звернення 23.11.2021).

5. Чим зараз дихає місто. URL: https://misto.lun.ua/air-about (дата звернення 28.11.2021).

6. Air Quality Index (AQI) Basics. URL: https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics/ (дата звернення 28.11.2021).

7. SaveEcoBot - екологічний бот для моніторингу інформації про довкілля. URL: https://www.saveecobot.com/static/about (дата звернення 15.12.2021).

8. ГО “SaveDnipro”. URL: https://www.savednipro.org/about (дата звернення 26.12.2021).

9. Управління екології та природних ресурсів КМДА. URL: http://asm.kyivcity.gov.ua/map/view (дата звернення 26.12.2021).

10. У Києві встановили сучасну систему моніторингу якості повітря. URL: https://ecopolitic.com.ua (дата звернення 26.12.2021).

DEVELOPMENT OF AIR QUALITY MONITORING SYSTEMS IN KYIV

Vyacheslav RADOVENCHYK
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-5361-5808
Olena IVANENKO
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
https://orcid.org/0000-0001-6838-5400
Tamara KRYSENKO
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-9903-6884
Olena HLUSHKO
Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
https://orcid.org/0000-0002-8243-5707

DOI: https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.303975

Keywords: *atmosphere, monitoring, air, pollution, air pollution index.*

Abstract
Every year, the anthropogenic impact on the environment, and especially on the atmosphere, is increasing. This leads to the deterioration of the conditions of existence of humans and living organisms and, as a final result, may lead to a global ecological crisis. In Ukraine, the city of Kyiv is one of the first places in terms of pollution. In order to improve air quality, it is necessary to have detailed information about the level of pollution, pollutants, sources of their formation, changes in time and space, etc. In most of the developed countries of the world, these functions are performed by national environmental pollution monitoring systems, which are open, automated, computerized and display information in real time. Today, the national environmental monitoring system in Ukraine is just beginning to take shape, so it is important to determine the most appropriate directions for its development.

Today, monitoring of air quality in the capital is carried out by several entities. For a long time, these issues have been taken care of by the Central Geophysical Observatory. Today, the observatory has the most detailed information on air quality in the capital over a long period. The last few years have been characterized by intensive development of non-state air quality monitoring systems in the capital. Most of such monitoring systems are, rather, of an advertising nature for individual business entities or are designed to create a network of observation posts at the expense of citizens themselves. A few years ago, the KMDA decided to create a modern, open, automated air quality monitoring system in the capital. To date, four observation points have been installed and put into operation.

The air quality monitoring system in the capital will most likely develop precisely through the installation of new modern observation posts within the city within the scope of the KMDA program.