

УДК 504.05
UDC 504.05

DOI: 10.33744/0365-8171-2023-113.1-130-142

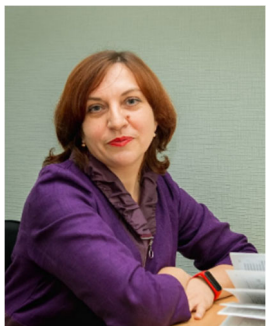
ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ОСНОВІ ДАНИХ СТАНЦІЇ
АВТОМАТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY BASED ON DATA FROM AN
AUTOMATIC MONITORING STATION



Єсипова Анна Сергіївна, магістр, Національний транспортний університет, e-mail: anka.kostiyshko@gmail.com, тел. +38 (044) 288-51-00

<https://orcid.org/0009-0005-9704-2956>



Кобзиста Оксана Петрівна, кандидат біологічних наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Національний транспортний університет, e-mail: kobzyska@ukr.net, тел. +380442885100

<https://orcid.org/0000-0002-9944-0609>



Коломієць Сергій Валерійович, кандидат технічних наук, доцент кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища, Національний транспортний університет, e-mail: s.kolomiets@ntu.edu.ua, тел. +38 (044) 288-51-00

<https://orcid.org/0000-0001-9825-8904>



Михайлова Марина Євгенівна, магістр, Національний транспортний університет, e-mail: drk.mykhailova537@gmail.com, тел. +38 (044) 288-51-00

<https://orcid.org/0009-0001-5924-5630>

Анотація. У статті розглянуто технології створення мережі громадського моніторингу стану забруднення атмосферного повітря міста, що передбачає проведення незалежного спостереження на основі постанов та інших керівних документів щодо якості атмосферного повітря. Пропонується запровадження громадського екологічного моніторингу якості атмосферного повітря на підставі індикативного вимірювання показників якості повітря через сенсорні датчики. Проаналізовано можливості використання станції моніторингу якості атмосферного повітря Oхуген, яка дозволяє в режимі реального часу контролювати та реєструвати стан повітря, а саме температуру, вологість, концентрацію пилу PM_{2.5} та PM₁₀, CO (оксид вуглецю), NO₂ (оксиди азоту) та NH₃ (аміак). Показано, що функціональні можливості автоматичної станції моніторингу якості атмосферного повітря Oхуген дозволяють не тільки отримувати оперативні дані про якість атмосферного повітря, а й накопичувати великі дані для оцінки і прогнозування індексів забруднення і ризиків для здоров'я населення, використовуючи для цього персональний кабінет на сайті EcoCity [1].

Під час проведення експериментальних досліджень проводились вимірювання, станцією моніторингу якості атмосферного повітря, максимальні концентрації CO, NH₃, PM₁₀ та PM_{2.5} в атмосферному повітрі, які не перевищували ГДКс.д., при цьому спостерігалось періодичне перевищення концентрації діоксиду азоту NO₂. Отримані дані свідчать про шкідливий вплив, переважно транспортних засобів, на оточуюче середовище та здоров'я населення в даному районі. При подальших дослідженнях планується проведення оцінки ризиків для здоров'я населення Печерського району м. Києва згідно з методичними рекомендаціями «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» [2] враховуючи показники інших станцій громадського моніторингу розташованих в районі дослідження.

Ключові слова: моніторинг якості повітря, громадський моніторинг, автоматична станція моніторингу, забруднюючі речовини, індекс якості повітря, інформування населення.

Вступ. Якість повітряного середовища міста має важливий характер як складова середовища проживання, а тому має вплив на здоров'я громадян. Відповідно до постанови КМУ про здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря [3], та за результатами порівняльного аналізу моніторингу України та країн Європейського союзу, встановлено ряд недоліків, серед яких відсутність автоматизованого аналізу забруднення повітря, зокрема на вміст твердих часток, та відсутність широкого інформування та зацікавлення громадськості щодо стану атмосферного повітря в містах. Важливою задачею є створення мережі моніторингу стану забруднення атмосферного повітря міста, що дозволить здійснити незалежне спостереження за забрудненням повітря, враховуючи нормативні документи та постанови. Так, громадський моніторинг може стати не лише інструментом в залученні громадськості до актуальних проблем міста, але і дозволить усунути ряд недоліків діючої системи моніторингу атмосферного повітря.

Системи громадського індикативного моніторингу якості атмосферного повітря за прикладом тих, що ефективно функціонують в Європі, призначені для безперервних спостережень за вмістом забруднюючих речовин у повітрі. Ці системи (табл. 1) мають вирішити питання безперервності вимірювань вмісту поллютантів та питання широкого територіального охоплення цими вимірюваннями – питання, які не можуть бути вирішені за допомогою стаціонарних постів спостереження за якістю атмосферного повітря [4].

SaveEcoBot - український стартап, створений у 2018 році та працює у 15 країнах світу. Це некомерційний проект, який швидко набув популярності в Україні і став найбільшим застосунком екологічних даних про забруднення, забруднювачів та інструменти захисту довкілля. Він частково замінює державні функції, збираючи, зберігаючи та поширюючи онлайн всю екологічну інформацію про забруднення, забруднювачі та засоби захисту навколишнього середовища доступну в Україні. Щоб дізнатися рівень забруднення повітря (якість повітря) в Києві, потрібно вибрати відповідну станцію моніторингу на карті [6].

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY**

Таблиця 1 - Порівняння станцій громадського моніторингу
Table 1 - Comparison of public monitoring stations

Назва станції	Характеристика станції
Oxygen	Пристрій, який дозволяє в режимі реального часу контролювати та реєструвати стан повітря, а саме температуру, вологість, концентрацію пилу PM2.5 та PM10, CO (оксид вуглецю), NO ₂ (оксиди азоту) та NH ₃ (аміак).
AirFreshMax	1. Станція найдоступніша для громадян України, при цьому вона вимірює основні показники забруднення повітря і метеорологічні дані - температуру, вологість та тиск. 2. Станція обладнана пиломіром на три фракції дрібнодисперсного пилу PM1, PM2.5, PM10 з автоматичним термокомпенсаційним модулем на туманну погоду. 3. Станція має більш спрощений для користувачів монтаж в будь-якому доступному місці.
SaveEcoSensor 3.0	Вимірює рівень пилу, температуру повітря, вологість та атмосферний тиск. Має камеру підігріву, перетворювач живлення, автоматичне оновлення, ультрафіолетовий друк.
Sapphire 32	Станція нового типу від EcoCity. Насамперед вона призначена для мобільного моніторингу. Станція портативна і працює від акумуляторних батарей, які можуть забезпечувати живленням станцію протягом більше 48 годин. Знімає дані з більш ніж десятка сенсорів кожні 5 секунд, після чого виводить усі показники на TFT дисплей і зберігає кожен окремий вимір на згадку з точним часом. Встановлені на Sapphire32 сенсори вимірюють 13 показників якості повітря та опціональний шумомір. Можливе підключення до Wi-Fi для виведення даних на станції на сайті eco-city.org.ua. Обладнана модулем GPS, тому до кожного виміру додаються координати, де він був здійснений, а також супутниковий час.

У 2022 році вийшло оновлення у застосунку «Київ Цифровий» і була додана можливість підписатися на отримання сповіщень про високий рівень забруднення повітря в столиці. Користувачі отримуватимуть сповіщення, коли індекс якості повітря для всієї столичної агломерації буде вище 75, тобто "високе забруднення". Ця послуга буде корисною насамперед батькам з маленькими дітьми, людям з ослабленим здоров'ям та літнім людям. Якщо ви отримали повідомлення про погіршення якості повітря в Києві, варто відкласти тривалі прогулянки та утриматися від фізичних навантажень.

Тому, авторами було проаналізовано дані, отримані з використанням станції моніторингу якості атмосферного повітря Oxygen, яка дозволяє в режимі реального часу контролювати та реєструвати стан повітря, а саме температуру, вологість, концентрацію пилу PM2.5 та PM10, CO (оксид вуглецю), NO₂ (оксиди азоту) та NH₃ (аміак).

Матеріали та методи дослідження. Для оцінки якості атмосферного повітря використовували український індекс якості повітря (Ukrainian Air Quality Index, UAQI) – це шкала якісної та кількісної оцінки якості атмосферного повітря. UAQI як інструмент комунікації дозволяє зацікавленим особам [6]:

- краще зрозуміти якість повітря там, де вони живуть, працюють або подорожують;
- прийняти усвідомлене рішення про дії для безпеки на випадок погіршення якості повітря;

– провести поточний та ретроспективний аналіз якості повітря та обґрунтувати відповідне рішення управління якістю повітря в Україні, в окремих зонах, агломераціях або локаціях;
– поширювати актуальну інформацію про якість повітря у графічній та цифровій формі, адаптованій для сприйняття громадянами без спеціальної фахової підготовки.

UAQI складається з чотирьох груп (рис. 1) основних забруднюючих речовин, а також фізичних параметрів, які впливають на якість та безпечність повітря[9]:

- Група (А) Вміст у повітрі аерозолів та інших дрібнодисперсних твердих часток;
- Група (В) Вміст у повітрі газоподібних забруднюючих речовин пріоритетного переліку, визначеного ВООЗ (WHO-20216);
- Група (С) Вміст у повітрі інших забруднюючих речовин з пріоритетного переліку, який застосовується у практиці охорони атмосферного повітря від забруднення в Україні (Перелік А та Перелік Б Додатку 2 ПКМУ 827 [2], Перелік речовин ПКМУ 1598[8]);
- Група (D) Параметри фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря (зокрема, параметри радіоактивності атмосферного повітря тощо).



Рисунок 1 - Групи параметрів моніторингу, які формують якість та безпечність повітря Українського індексу якості повітря

Figure 1 - Groups of monitoring parameters that form the air quality and safety of the Ukrainian Air Quality Index

UAQI забезпечує комплексний підхід до всебічної оцінки якості та безпечності повітря на трьох етапах: а) індивідуальна оцінка категорії якості повітря для кожного з параметрів моніторингу, які включені у програму моніторингу якості повітря в певній точці або на певній території; б) визначення категорії якості повітря для кожної групи параметрів; в) формування загального висновку про якість та безпечність повітря у певній локації або громаді [9].

Цей підхід захищає користувача від викривленої, хибної або неповної інформації про якість повітря. Технічні можливості кожної окремої станції громадського моніторингу якості повітря можуть не надавати можливості оцінки якості повітря за усіма забруднюючими речовинами та фізичними параметрами.

Враховуючи можливості та практику розвитку Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eсо City, у таблиці 2 наведена деталізована структура Українського індексу якості повітря, який застосовується у моделі Citizen Science громадського моніторингу якості повітря в Україні.

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY**

Таблиця 2 – Деталізована структура Українського індексу якості повітря, яка застосовується Українською мережею громадського моніторингу якості повітря Eco City
Table 2 – Detailed structure of the Ukrainian Air Quality Index, which is used by the Ukrainian network of public air quality monitoring Eco City

Група параметрів якості повітря		Індивідуальний параметр якості повітря			Примітка та уточнення
Позначення	Назва	Позначення у комунікації	Позначення у базах даних	Назва	
Група (А)	Вміст у повітрі аерозолів та інших дрібнодисперсних твердих часток	TSP	A1	Загальний вміст недиференційованого за складом пилу (аерозолію)	Моніторинг не здійснюється
		PM ₁₀	A2	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 10 мкм	
		PM _{2.5}	A3	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 2.5 мкм	
		PM ₁	A4	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 1 мкм	У режимі дослідної експлуатації
		PM ₁₀₀	A5	Загальний вміст пилу, тверді часточки диференційовані за розміром, фракцією до 100 мкм	Моніторинг не здійснюється
		Інші	A7-A99	Інші	Зарезервовані
Група (В)	Вміст у повітрі газоподібних забруднюючих речовин пріоритетного переліку, визначеного ВООЗ	NO ₂	B1	Азоту діоксид	
		CO	B2	Вуглецю оксид (чадний газ)	У режимі дослідної експлуатації
		O ₃	B3	Озон (приземний озон)	
		SO ₂	B4	Ангідрид сірчистий (сірки діоксид)	Оцінка не здійснюється
		Інші	B7-B99	Інші	Зарезервовані
Група (С)	Вміст у повітрі інших забруднюючих речовин з пріоритетного переліку	VOC (H ₂ CO)	C1	Леткі органічні сполуки ¹⁾	У режимі дослідної експлуатації
		NH ₃	C2	Аміак	
		H ₂ S	C3	Сірководень	
		Cl ₂	C4	Хлор	
		PH ₃	C5	Фосфін	
		DNO	C6	Еквівалентний показник одорації (запахів)	У режимі дослідної експлуатації
		Інші	C7-C99	Інші	Зарезервовані
Група (D)	Параметри фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря	T	D1	Температура атмосферного повітря ²⁾	
		W	D2	Відносна вологість атмосферного повітря ³⁾	
		P	D3	Атмосферний тиск ⁴⁾	
		RAD (мкР/год)	D4	Потужність експозиційної дози у атмосферному повітрі	
		RAD (нЗв/год)	D5	Потужність еквівалентної дози/ потужність ефективної дози у атмосферному повітрі	Оцінка не здійснюється
		Інші	D6-D99	Інші	Зарезервовані

Примітки до таблиці:

- 1) Включно з леткими органічними сполуками у перерахунку на формальдегід
- 2) У градусах за шкалою Цельсія, °C
- 3) У процентах відношення абсолютної вологості до її макс. значення при заданій температурі, %.
- 4) У мм.рт.ст. без додаткових обчислень для приведення показники на рівні моря географічної широти 45°)

Український індекс якості повітря (Ukrainian Air Quality Index) встановлює 10 категорій якості повітря (рис. 2) – шість основних, дві додаткові та дві спеціальні.

УКРАЇНСЬКИЙ ІНДЕКС ЯКОСТІ ПОВІТРЯ UKRAINIAN AIR QUALITY INDEX,UAQI	
КАТЕГОРІЯ	
ОСНОВНІ КАТЕГОРІЇ	I Добра якість повітря
	II Задовільна якість повітря
	III Якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення
	IV Погана якість повітря
	V Дуже погана якість повітря
	VI Надзвичайно погана якість повітря
ДОДАТКОВІ КАТЕГОРІЇ	VII Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру
	VIII Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється
СПЕЦІАЛЬНІ КАТЕГОРІЇ	IX Якість повітря потребує уточнення, аномальні значення результатів
	X Якість повітря потребує уточнення, результат поза діапазоном чутливості інструменту моніторингу

Рисунок 2 – Категорії якості та безпечності повітря Український індекс якості повітря
Figure 2 – Categories of air quality and safety Ukrainian Air Quality Index

Шість основних категорій надають користувачу інформацію про якість та безпечність атмосферного повітря згідно практики ЕЕА ЕУ9 . Дві додаткові категорії використовують для позначення випадків, коли якість повітря невідома з різних причин. Спеціальні категорії якості повітря позначають особливі випадки аномальних результатів моніторингу з низьким ступенем довіри або особливими умовами використання. Ці категорії не застосовуються для оповіщення населення, проте враховуються під час детального аналізу ретроспективних результатів моніторингу. Для чіткого та однозначного позначення кожної категорії якості повітря використовують: – Числове позначення категорії, римські цифри від I до X. – Назва категорії якості, яка характеризує рівень ризику і небезпеки (ключове повідомлення). – Кольорове позначення, яка на інтуїтивному рівні

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY**

допомагає зрозуміти рівень ризику і небезпеки. – Діапазон значень (шкала) для кожного параметра моніторингу. Визначення категорії якості повітря (як за кожним індивідуальним параметром моніторингу, так і загалом для певної локації або території) відбувається простим порівнянням результату моніторингу з діапазонами значень (шкала) кожного параметра якості повітря [9].

У таблиці 3 наведені діапазони значень (шкала) категорій якості повітря для параметрів, які використовуються у практиці Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City.

Таблиця 3(а) – Шкала Українського індексу якості повітря (група А та В)

Table 3(a) – Scale of the Ukrainian air quality index (group A and B)

		Номер категорії якості повітря															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII								
		Назва категорії якості повітря (Головне повідомлення про якість повітря)															
		Добра якість повітря	Задовільна якість повітря	Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення	Погана якість повітря	Дуже погана якість повітря	Надзвичайно погана якість повітря	Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру	Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється								
		Кольорова шкала позначення категорії якості															
Параметр моніторингу		Діапазони значень кожного параметра моніторингу, які визначають категорію якості повітря															
Група	Позначення	Назва	ОВ	(<)	(≤)	(<)	(≤)	(<)	(≤)	(<)	(≤)	(<)	(≤)	(<)	(≤)		
A	PM ₁₀	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 10 мкм	мкг/м ³	0	20	20	40	40	50	50	100	100	150	150	1200	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.
	PM _{2.5}	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 2.5 мкм	мкг/м ³	0,0	10,0	10,0	20,0	20,0	25,0	25,0	50,0	50,0	75,0	75,0	800,0		
	PM ₁	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 1 мкм	мкг/м ³	0	9,0	9,0	18,0	18	20	20	35	35	55	55	400		
B	NO ₂	Азоту діоксид	мкг/м ³	0	40	40	90	90	120	120	230	230	340	340	1000	Станція моніторингу обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.	Станція моніторингу не обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.
	CO	Вуглецю оксид (чадний газ)	мкг/м ³	0	500	500	1000	1000*	3000	3000	5000	5000	8000	8000	10000		
	O ₃	Озон (приземний озон)	мкг/м ³	0	50	50	100	100	130	130	240	240	380	380	800		
	SO ₂	Ангідрид сірчистий (сірки діоксид)	мкг/м ³	0	100	100	200	200	350	350	500	500	750	750	1250		

Примітки до таблиці: Значення діапазонів наведені у метричних одиницях вимірювань - мкг/м³ (µg/m³). Об'єм приведений до нормальних умов температури 20 °C та тиску 101,325 кПа.

Значення діапазонів параметрів PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, O₃, SO₂ засновані на європейській практиці моніторингу та оцінки якості атмосферного повітря. Значення діапазонів PM₁ встановлено за аналогією відомого співвідношення прийнятного ризику PM₁₀/PM_{2.5} = 2. Значення діапазонів CO, NH₃, VOC (H₂CO), H₂S, HCl, PH₃ встановлено, спираючись на поширену в Україні практику оцінки якості та безпечності повітря, а також чинні гігієнічні регламенти 15, 16, 17. Значення діапазонів H₂S, HCl, PH₃ встановлено, спираючись на AEGl-1 рівні небезпечного впливу згідно настанов EPA Acute Exposure Guideline Levels (AEGlS), приведені до метричної системи одиниць вимірювань за температури 20 °C та тиску 101,325 кПа.

Результати і пояснення. Експериментальні дослідження проводились в рамках міжнародної програми «Чисте повітря для України», до якої в березні 2023 року приєднався Національний транспортний університет.

У рамках дослідження, в лабораторії кафедри екології та технологій захисту навколишнього середовища (ауд.357а) в центральному корпусі університету по вул. Омеляновича-Павленка, 1, (рис. 3) була встановлена станція моніторингу якості повітря.

Універсальна станція моніторингу якості повітря «Oxygen» (рис. 4) дозволяє здійснювати контроль та реєстрацію стану повітря, а саме показники температури, вологості, концентрації пилу PM_{2.5} і PM₁₀, CO (Оксид вуглецю), NO₂ (Діоксид азоту), NH₃ (Аміак) в режимі реального часу. Ці забруднюючі речовини входять в пріоритетний список "А", щодо яких проводиться оцінювання якості повітря згідно Порядком державного моніторингу в сфері охорони атмосферного повітря [1].

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА / ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY

Під час проведення дослідження показників забруднюючих речовин проведено вимірювання та оцінено динаміку змін концентрацій шкідливих речовин (NO₂, CO, NH₃, пил) в атмосферному повітрі за три рази на добу протягом двох тижнів, що дало змогу зробити аналіз стану якості атмосферного повітря в районі встановлення станції моніторингу (рис. 5).

Таблиця 3(б) – Шкала Українського індексу якості повітря (група С)
Table 3(b) – Scale of the Ukrainian air quality index (group C)

		Номер категорії якості повітря															
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII								
		Назва категорії якості повітря (Головне повідомлення про якість повітря)															
		Добра якість повітря	Задовільна якість повітря	Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення	Погана якість повітря	Дуже погана якість повітря	Надзвичайно погана якість повітря	Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру	Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється								
		Кольорова шкала позначення категорії якості															
		Діапазони значень кожного параметра моніторингу, які визначають категорію якості повітря															
C	VOC (H ₂ CO)	Сума летких органічних сполук (включно з леткими органічними сполуками у перерахунку на формальдегід)	мкг/м ³	0	10	10	20	20	35	35	50	50	100	100	300	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.
	NH ₃	Аміак	мкг/м ³	0	10	10	25	25	40	40	100	100	200	200	500	Станція моніторингу обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.	Станція моніторингу не обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.
	H ₂ S	Сірководень	мкг/м ³						200	400	400	500	500	1200			
	Cl ₂	Хлор	мкг/м ³				30	65	65	100	100	130	130	260			
	PH ₃	Фосфін	мкг/м ³						10	50	50	100	100	350			
DNO	Еквівалентний показник одорації (запаху)	ppm	0	0,2	0,2	1	1	1,5	1,5	3	3	10	10	20			

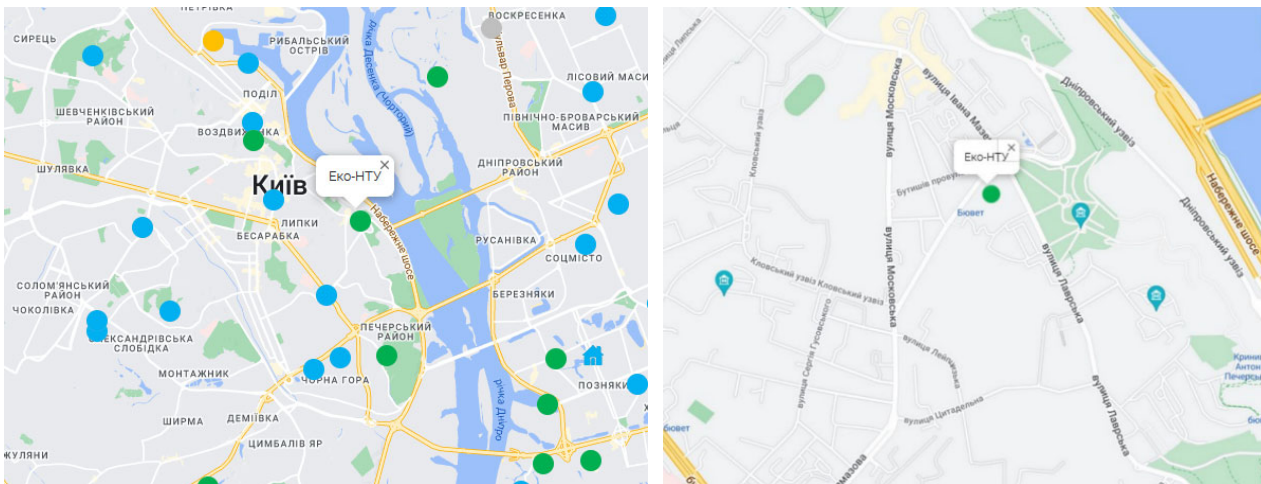


Рисунок 3 – Карта розміщення станції моніторингу
Figure 3 – Location map of the monitoring station

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY



Рисунок 4 – Універсальна станція моніторингу якості повітря «Оxygen»
Figure 4 – Universal air quality monitoring station «Oxygen»

Пил 2.5 мкм PM2.5	1.41 мкг/м ³	Пил 2.5 мкм PM2.5	3.97 мкг/м ³	Пил 2.5 мкм PM2.5	3.59 мкг/м ³	Пил 2.5 мкм PM2.5	2.28 мкг/м ³
Пил 10 мкм PM10	3.06 мкг/м ³	Пил 10 мкм PM10	7.23 мкг/м ³	Пил 10 мкм PM10	7.01 мкг/м ³	Пил 10 мкм PM10	4.67 мкг/м ³
Температура Temperature	15.49 °C	Температура Temperature	12.15 °C	Температура Temperature	17.41 °C	Температура Temperature	11.13 °C
Вологість Humidity	29.76 %	Вологість Humidity	42.25 %	Вологість Humidity	31.44 %	Вологість Humidity	64.23 %
Атмосферний тиск Pressure	749.53 мм.рт.ст.	Атмосферний тиск Pressure	750.58 мм.рт.ст.	Атмосферний тиск Pressure	743.53 мм.рт.ст.	Атмосферний тиск Pressure	746.33 мм.рт.ст.
Аміак NH ₃	1.23 мкг/м ³	Аміак NH ₃	1.51 мкг/м ³	Аміак NH ₃	1.67 мкг/м ³	Аміак NH ₃	1.41 мкг/м ³
Діоксид азоту NO ₂	99.75 мкг/м ³	Діоксид азоту NO ₂	82.71 мкг/м ³	Діоксид азоту NO ₂	73.45 мкг/м ³	Діоксид азоту NO ₂	90.18 мкг/м ³
Монооксид вуглецю CO	683.78 мкг/м ³	Монооксид вуглецю CO	706.35 мкг/м ³	Монооксид вуглецю CO	762.59 мкг/м ³	Монооксид вуглецю CO	699.58 мкг/м ³
Погода Київ 12.75°C 61% 751мм.рт.ст.	∓0.45м/с	Погода Київ 12.95°C 62% 751мм.рт.ст.	∓0.45м/с	Погода Київ 12.95°C 62% 751мм.рт.ст.	∓0.45м/с	Погода Київ 12.75°C 61% 751мм.рт.ст.	∓0.45м/с
Дані надано: Національний транспортний університет станція Eco-City		Дані надано: Національний транспортний університет станція Eco-City		Дані надано: Національний транспортний університет станція Eco-City		Дані надано: Національний транспортний університет станція Eco-City	

Рисунок 5 – Візуалізація отриманих даних в особистому кабінеті на сайті eco-city.org.ua
Figure 5 – Visualization of the data obtained in the personal account on the website eco-city.org.ua

**ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY**

За даними станції авторами роботи проведено вимірювання та оцінено динаміку змін концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі. Результати вимірювань (середні значення за 14 діб) представлено у таблиці 4 та на рисунку 6.

Таблиця 4 – Середні значення вимірів стаціонарної станції

Table 4 – Average values of stationary station measurements

Назва	Середні значення за добу, мкг/м ³							ГДК с.д., мкг/м ³
Пил 2.5 мкм	6,44	9,63	3,97	3,08	3,63	11,2	4,59	25
Пил 10 мкм	10,39	13,85	7,23	5,61	8,08	19,65	9,12	50
Аміак	2,02	1,36	1,51	1,31	1,42	2,02	1,85	40
Діоксид азоту	59,69	48,67	62,71	93,75	88,26	59,69	39,78	40
Оксид вуглецю	530	656	706	693	719	732	615	3000
Дата	31.03.23	01.04.23	02.04.23	03.04.23	04.04.23	05.04.23	06.04.23	
Назва	Середні значення за добу, мкг/м ³							ГДК с.д., мкг/м ³
Пил 2.5 мкм	5,36	9,59	2,43	7,86	4,99	10,87	8,23	25
Пил 10 мкм	7,66	5,13	4,55	11,35	9,00	14,83	12,15	50
Аміак	1,44	2,15	1,28	1,07	1,61	1,94	1,91	40
Діоксид азоту	37,05	30,07	42,75	48,39	34,82	27,74	27,35	40
Оксид вуглецю	643	596	531	538	531	551	588	3000
Дата	07.04.23	08.04.23	09.04.23	10.04.23	11.04.23	12.04.23	13.04.23	

ТЕХНОЛОГІЇ ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА /
ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY

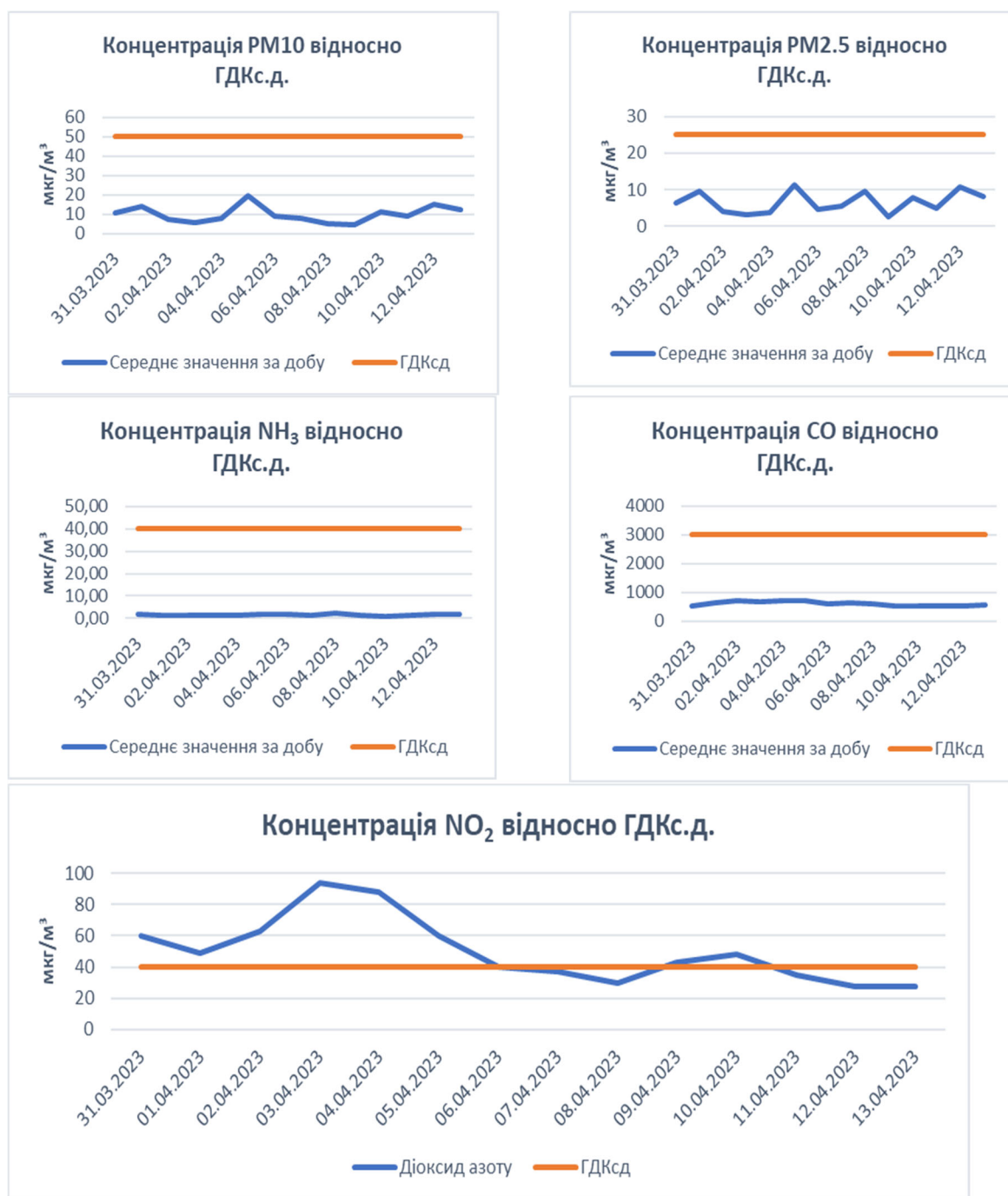


Рисунок 6 - Зміни концентрації пилу PM2.5 і PM10, CO, NO₂, NH₃

Figure 6 - Changes in the concentration of dust PM2.5 and PM10, CO, NO₂, NH₃

Висновки

Отже, під час вимірювань станцією моніторингу якості атмосферного повітря максимальні концентрації CO, NH₃, PM10 та PM2.5 в атмосферному повітрі не перевищували ГДКс.д., при цьому спостерігалось періодичне перевищення концентрації діоксиду азоту NO₂. Отримані дані свідчать про

шкідливий вплив, переважно транспортних засобів [10], на оточуюче середовище та здоров'я населення в даному районі. При подальших дослідженнях планується проведення оцінки ризиків для здоров'я населення Печерського району м. Києва згідно з методичними рекомендаціями «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» враховуючи показники інших станцій громадського моніторингу розташованих в районі дослідження.

Таким чином, функціональні можливості автоматичної станції моніторингу якості атмосферного повітря Охуген дозволяють не тільки отримувати оперативні дані про якість атмосферного повітря, а й накопичувати великі дані для оцінки і прогнозування індексів забруднення і ризиків для здоров'я населення, використовуючи для цього персональний кабінет на сайті eco-city.org.ua.

Перелік посилань

1. <https://eco-city.org.ua/> - веб-сайт проекту громадського моніторингу якості повітря EcoCity.
2. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. Київ, 2007. – 40 с.
3. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Постанова КМУ від 14 серпня 2019 р № 827.
4. World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
5. <https://www.saveecobot.com/> - екологічний чат-бот, який поєднує дані про забруднення, забруднювачів та інструменти захисту довкілля.
6. CAQI Air quality index Comparing Urban Air Quality across Borders – 2012. EUROPEAN UNION European Regional Development Fund Regional Initiative Project Cite Air II. INTERREG IVC Programme. 38 p.
7. The European Air Quality Index. Menu About the European Air Quality Index. URL: <https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>.
8. Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню. Постанова КМУ від 29 листопада 2001 р. № 1598.
9. Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну безпеку / під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага - Івано-Франківськ: Arnika, 2022. – 58 с.
10. Kolomiets, S., Kolomiets, A. (2021). Integral Criterion of Environmental Safety as an Indicator of the Effectiveness of a Motor Transport Enterprise Management. In: Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1246. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54215-3_22.

ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY BASED ON DATA FROM AN AUTOMATIC MONITORING STATION

Yesypova Anna S., Master's degree, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: anka.kostiysenko@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-9704-2956>.

Kobzyska Oksana P., PhD in Biology, Associate Professor, Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, National Transport University, Kyiv, Ukraine e-mail: kobzyska@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-9944-0609>.

Kolomiets Serhii V., PhD in Engineering, Associate Professor, Department of Ecology and Environmental Protection Technologies, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: s.kolomiets@ntu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0001-9825-8904>.

Mykhailova Maryna E., Master's degree, National Transport University, Kyiv, Ukraine, e-mail: drk.mykhailova537@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-5924-5630>.

Abstract. The article discusses the technologies for creating a network of public monitoring of the state of atmospheric air pollution in the city, which involves independent monitoring based on resolutions and other guidelines on air quality. It is proposed to introduce public environmental monitoring of atmospheric air quality on the basis of indicative measurement of air quality indicators through sensor sensors. The possibilities of using the Oxygen air quality monitoring station, which allows real-time monitoring and recording of the air condition, namely temperature, humidity, PM2.5 and PM10 dust concentration, CO (carbon monoxide), NO₂ (nitrogen oxides) and NH₃ (ammonia), are analyzed. It has been shown that the functionality of the Oxygen automatic air quality monitoring station allows not only to obtain operational data on air quality, but also to accumulate big data for assessing and predicting pollution indices and risks to public health using a personal account on the EcoCity website [1].

During the experimental studies, the air quality monitoring station measured the maximum concentrations of CO, NH₃, PM10 and PM2.5 in the air that did not exceed the MPCs, while periodically exceeding the concentration of nitrogen dioxide NO₂. The data obtained indicate a harmful impact, mainly of vehicles, on the environment and public health in the area. In further studies, it is planned to assess the risks to public health in the Pechersk district of Kyiv in accordance with the guidelines "Assessment of the risk to public health from air pollution" [2], taking into account the indicators of other public monitoring stations located in the study area.

Keywords: air quality monitoring, public monitoring, automatic monitoring station, pollutants, air quality index, public awareness.

References

1. <https://eco-city.org.ua/> - website of the EcoCity public air quality monitoring project. [in Ukrainian]
2. Methodological recommendations MR 2.2.12-142-2007. Assessment of the risk to public health from air pollution. Approved by the Order of the Ministry of Health of Ukraine. Order of the Ministry of Health of Ukraine of 13.04.07 № 184. Kyiv, 2007. 40 p. [in Ukrainian]
3. Some issues of state monitoring in the field of atmospheric air protection. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 827 of August 14, 2019. [in Ukrainian]
4. World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>. [in English]
5. <https://www.saveecobot.com/> is an environmental chatbot that combines data on pollution, polluters, and environmental protection tools. [in Ukrainian]
6. CAQI Air quality index Comparing Urban Air Quality across Borders - 2012. EUROPEAN UNION European Regional Development Fund Regional Initiative Project Cite Air II. INTERREG IVC Program. 38 p. [in English]
7. The European Air Quality Index. Menu About the European Air Quality Index. URL: <https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/>. [in English]
8. On Approval of the List of the Most Common and Hazardous Pollutants, Emissions of which into the Atmospheric Air are Subject to Regulation. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of November 29, 2001, No. 1598. [in Ukrainian]
9. Radiation and Smog Alarm. Guidelines and principles of public notification of air quality, radiation and chemical hazards / edited by M. L. Soroka. Prague - Ivano-Frankivsk: Arnika, 2022. 58 p. [in Ukrainian]
10. Kolomiets, S., Kolomiets, A. (2021). Integral Criterion of Environmental Safety as an Indicator of the Effectiveness of a Motor Transport Enterprise Management. In: Lecture Notes in Computational Intelligence and Decision Making. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1246. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-54215-3_22. [in English].