

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДОСТУПНОГО ТА ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ МЕШКАНЦІВ МІСТА ВІННИЦІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано стан системи моніторингу викидів забруднюючих речовин у місті Вінниці. Запропоновано першочергові заходи для забезпечення доступного та екологічно чистого середовища для мешканців міста Вінниці.

Ключові слова: забруднення атмосфери, моніторинг атмосферного повітря, автотранспорт, відпрацьовані гази, аерозолі.

Abstract

The state of the pollutant emission monitoring system in the city of Vinnytsia has been analyzed. Priority measures have been proposed to ensure an accessible and environmentally friendly environment for residents of the city of Vinnytsia.

Keywords: atmospheric pollution, atmospheric air monitoring, motor vehicles, exhaust gases, aerosols.

Вступ

Беззаперечним, природним ресурсом №1 для людини в біосфері, є атмосферне повітря. Але атмосферне повітря є також необхідним виробничим ресурсом для транспорту, теплоенергетики, промисловості та інших видів діяльності людини.

Захист атмосферного повітря є однією з найбільш актуальних проблем в сучасному технологічному суспільстві, оскільки науково-технічний прогрес і розширення виробництва пов'язане зі зростанням негативних антропогенних впливів на атмосферу [1].

Моніторинг атмосферного повітря міста Вінниці

Відпрацьовані гази (ВГ) двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ) являють собою гетерогенну дисперсну систему, до складу якої входить суміш газів, пари, краплин рідин і дисперсних твердих часток. Всього ВГ містять близько 280 компонентів, серед яких можна виділити ті, що містяться в повітряному середовищі: азот N_2 і кисень O_2 , продукти повного згоряння палива (двоокис вуглецю CO_2 і водяну пару H_2O), речовини, що утворюються в результаті термічного синтезу ВГ із повітрям при високих температурах (оксиди азоту N_xO_y , продукти неповного згоряння палива (монооксид вуглецю CO , вуглеводні C_xH_y , дисперсні тверді частинки, основним компонентом яких є сажа), а також оксиди сірки, альдегіди, продукти конденсації і полімеризації. Крім продуктів згоряння палива у ВГ присутні продукти згоряння мастила і речовини, що утворюються із присадок до палива і оливи. У незначних кількостях (1-2%) ВГ містять водень H_2 і інертні гази - Ar та ін. [2].

В регіонах України діє Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, яка є довгоочікуваним кроком у реалізації державної політики в галузі охорони атмосферного повітря.

Державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря; здійснюється

контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Атмосферне повітря надзвичайно динамічний об'єкт і рівень його забруднення змінюється доволі швидко, пропорційно швидкості руху повітряних мас. Тому, для якісного екологічного моніторингу атмосферного повітря потрібні системи здатні проводити вимірювання і відображати отримані результати в режимі реального часу. Результати вимірювання концентрації забруднюючих речовин у атмосферному повітрі, отримані із інтервалом часу - година і більше, є застарілими і неактуальними. Висвітлювати застарілі дані забруднення, без вказування часу вимірювання, означає - поширювати завідомо недостовірну інформацію серед населення. Як показують численні дослідження атмосферного повітря, біля транспортних магістралей із великим потоком автотранспорту, концентрація забруднюючих речовин постійно змінюється пропорційно виду і кількості автотранспорту, швидкості руху і метеумов.

У Вінниці регулярно проводиться моніторинг стану атмосферного повітря. Спостереження здійснюються на стаціонарних постах, розташованих у різних районах міста. Контроль забруднення повітря у місті Вінниці здійснює лабораторія спостережень за забрудненням повітря міста Вінниці Вінницького обласного центру з гідрометеорології (ЦГМ) [3].

Щомісяця аналізується вміст понад десятка шкідливих речовин. До основних домішок, що контролюються, належать завислі речовини, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю та інші.

Показники порівнюються з гранично-допустимими концентраціями, аби оцінити рівень забруднення та потенційну загрозу для здоров'я населення. Такий моніторинг допомагає контролювати стан довкілля та своєчасно реагувати на зміни, що можуть вплинути на здоров'я мешканців.

Фахівці лабораторії спостережень за забрудненням атмосфери Вінницького ЦГМ зазначають, що загальна ситуація з якістю повітря в місті є стабільною, однак випадки перевищення допустимих рівнів окремих речовин свідчать про необхідність подальших спостережень та екологічного реагування.

Спеціалістами лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря Вінницького обласного центру з гідрометеорології здійснюється постійний лабораторний контроль стану забруднення атмосферного повітря у місті Вінниця на двох стаціонарних постах спостереження забруднення (ПСЗ) (рисунок 1): Пост №1 розташований на вулиці Київська, 25; Пост №2 – на Немирівському шосе, 29 [3].

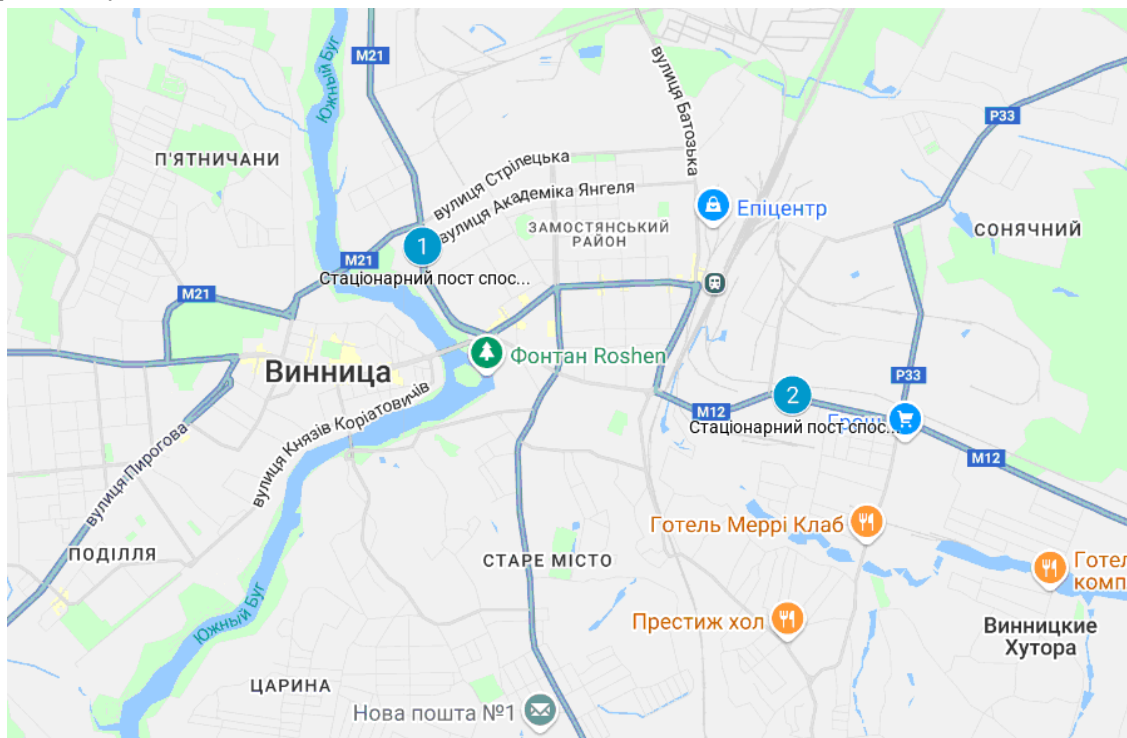


Рис. 1. Розташування постів спостереження забруднення ПСЗ №1 і ПСЗ №2 у місті Вінниці

У повітрі визначається 15 забруднювальних домішок, з них основні - завислі речовини, діоксид сірки, оксид вуглецю та діоксид азоту і специфічні - фтористий водень, аміак, формальдегід та вісім важких металів (залізо, кадмій, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк).

Оцінка стану забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом порівняння з відповідними гранично допустимими концентраціями (ГДК) речовин у повітрі населених міст (таблиця 1).

Таблиця 1 - Середні концентрації забруднювальних речовин в повітрі міста Вінниці в кратності до гранично-допустимих концентрацій (ГДК)

Дата	Завислі речовини	Діоксид сірки	Оксид вуглецю	Діоксид азоту	Фтористий водень	Аміак	Формальдегід
24.05.2025	0.2	0.0	0.2	1.3	1.9	0.6	6.8
23.05.2025	0.0	0.0	0.2	1.8	0.7	0.4	0.0
22.05.2025	0.0	0.0	0.2	2.0	0.1	0.0	0.0
21.05.2025	0.0	0.0	0.2	2.0	2.4	0.0	0.7
20.05.2025	0.0	0.0	0.2	1.6	0.9	0.1	0.0
19.05.2025	0.0	0.0	0.2	1.7	0.4	0.3	3.3
17.05.2025	0.0	0.0	0.2	1.2		1.5	0.0
16.05.2025	0.0	0.0	0.2	2.0	0.4	0.1	0.0
15.05.2025	1.0	0.0	0.2	1.7	1.1	0.1	0.0
14.05.2025	0.0	0.0	0.3	1.4	2.6	0.1	1.4

Пости спостереження забруднення (ПСЗ) державного моніторингу атмосферного повітря розташовані безпосередньо біля самих завантажених автомагістралей міста Вінниці. Однак, існуюча мережа ПСЗ не дає в повному обсязі оцінити стан забруднення атмосферного повітря, через невисоку частоту вимірювань в ручному режимі.

У місті Вінниця, як і в багатьох інших містах України, стан якості повітря стає все актуальнішою проблемою для місцевого населення. Міський голова Вінниці Сергій Моргунов ініціює впровадження нових технологій та ініціатив задля забезпечення доступного та екологічно чистого середовища для мешканців міста.

Так, для створення прозорого моніторингу стану якості повітря у Вінниці діє мережа станцій, що відстежує цей показник. Зокрема, у березні 2024 року міська рада Вінниці отримала від міжнародних партнерів ще дві станції моніторингу повітря EcoCity (рисунок 2) [4].



Рис. 2. Дві станції моніторингу повітря EcoCity (фото/Вінницька міська рада) [4]

Сергій Московко, заступник начальника відділу інформатизації департаменту інформаційних технологій Вінницької міської ради, розповів, що місто Вінниця підтримує сучасні екологічні тенденції, які сьогодні є в Європі та світі. Зокрема, міська рада зобов'язалася працювати відповідно до Європейського Зеленого курсу, тому всі сфери діяльності у місті мають його дотримуватись [4].

Одним із таких кроків є встановлення станції моніторингу повітря EcoCity (рисунок 3) за інформаційним таблом на фасаді будівлі міської ради. Всі дані зі станції відображаються на табло (рисунок 5), яке розмістили на вході до Вінницької міської ради. Це дозволяє мешканцям міста стежити за змінами якості повітря у місті в реальному часі та підтримувати свідоме ставлення до екологічних проблем.



Рис. 3. Станція моніторингу повітря EcoCity на фасаді будівлі ВМР (фото/архів С. Московко) [4]. Відстань до вулиці Соборної близько 100 метрів.



Рис. 4. Розташування сенсорів станції моніторингу атмосферного повітря біля проїзної частини дороги

Заступник начальника відділу інформатизації департаменту інформаційних технологій Вінницької міської ради Сергій Московко наголошує на важливості такої ініціативи: «В нашому місті вже чимало станцій моніторингу повітря. На сьогодні знімаємо показники локально тільки з нашої станції моніторингу (яка на будівлі ВМР) і виводимо їх раз у 20 хвилин. Поки що це пілотний проєкт. Надалі плануємо розширити цю можливість, оновлюючи показники кожні 30 секунд або 1 хвилину. При цьому будемо підтягувати дані з інших станцій, розташованих в різних районах міста» [4].



Рис. 5. Інформаційне табло на фасаді Вінницької міської ради (фото/архів С. Московко) [4]

Таке рішення надає можливість активно долучати мешканців міста до розв'язання проблеми забруднення повітря та допомагає громадськості бути більш освіченою щодо стану довкілля, додає пан Сергій. Однак, важливим є не лише збір та відображення даних, а і їхня актуальність та наскільки їм можна довіряти [4].

«ЕкоСіті впровадив унікальну версію станції моніторингу, що міряє радіаційний фон, а також інші параметри якості повітря, такі як монооксид вуглецю, PM2,5 та PM10, вологість, атмосферний тиск та температура. Такі станції роблять наш моніторинг ще повнішим, об'єктивним та оперативним в разі перевищень шкідливих речовин у повітря, зокрема радіаційної та хімічної небезпеки», – зауважує Сергій Московко [4].

Прозорість та доступність даних, на думку представників Вінницької міської ради, є ключовими аспектами, щоб забезпечити містян якісним моніторингом стану повітря та, в разі небезпеки, оперативно сповістити населення про потенційну загрозу. Саме тому ініціативи, спрямовані на розвиток та вдосконалення системи моніторингу, відіграють важливу роль у створенні здорового та безпечного середовища для мешканців міста [4].

«Всі показники з усіх станцій моніторингу повітря збираються дані кожні 15 хвилин протягом доби. А тижневі звіти публікуються для громадськості на Порталі відкритих даних ВМР. Хочу наголосити ще раз, що будь-хто у реальному часі може перевірити рівень забруднення повітря у своєму районі або використати показники з Порталу, проаналізувати, опрацювати їх. Це сприяє залученню громадськості до процесу моніторингу та створює передумови для подальшого розвитку цього напрямку», – зазначає заступник начальника відділу інформатизації Сергій Московко [4].

Оскільки дані відображаються в реальному часі (оновлення раз на 20 хвилин), люди зможуть корегувати свої плани залежно від стану якості повітря, наприклад, в разі перевищення показників шкідливих речовин зачинити вікна, обмежити перебування на вулиці тощо.

Візуалізацію статистичних даних показників стану якості атмосферного повітря можна переглянути на Порталі відкритих даних Вінницької міської територіальної громади. Публікація даних екомоніторингу стану атмосферного повітря вивантажується щотижня [4].

19 червня 2023 року відбувся офіційний запуск проєкту моніторингу якості повітря у Вінниці від ЛУН Місто AIR спільно з представниками міської ради [5]. ЛУН Місто AIR — українська громадська система моніторингу якості повітря, створена з метою покращити екологічну ситуацію в Україні.

Аналогічні станції вже успішно працюють у 8 містах: Києві, Львові, Одесі, Чернівцях, Хмельницькому, Тернополі, Івано-Франківську, Ужгороді. В червні 2023 року мережа розширилась ще на три міста: Вінниця, Луцьк, Рівне. Проєкт розробили команди української ІТ-компанії ЛУН та Факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем КНУ ім. Шевченка.

Наразі у Вінниці встановлені 7 станцій, вони щосекунди аналізують якість повітря за вікном. Станції вимірюють небезпечні для здоров'я наддрібні частинки: концентрацію PM1, PM2.5, PM10.

Показники у реальному часі виводяться на карту, у Telegram- та Viber-боти. Сервіси ЛУН Місто AIR доступні з телефону та комп'ютера [5].

AQI (Air Quality Index) – індекс якості повітря, розроблений Агенцією з охорони довкілля США і використовується у багатьох країнах світу. Чим більше значення AQI, тим вищий рівень забруднення повітря і негативніший вплив на здоров'я. Результати визначення індексу якості повітря та концентрація аерозолів PM1, PM2,5 і PM10 у повітрі Вінниці представлені на рисунку 6. Рівні якості повітря AQI визначають по таблиці 2 [5].

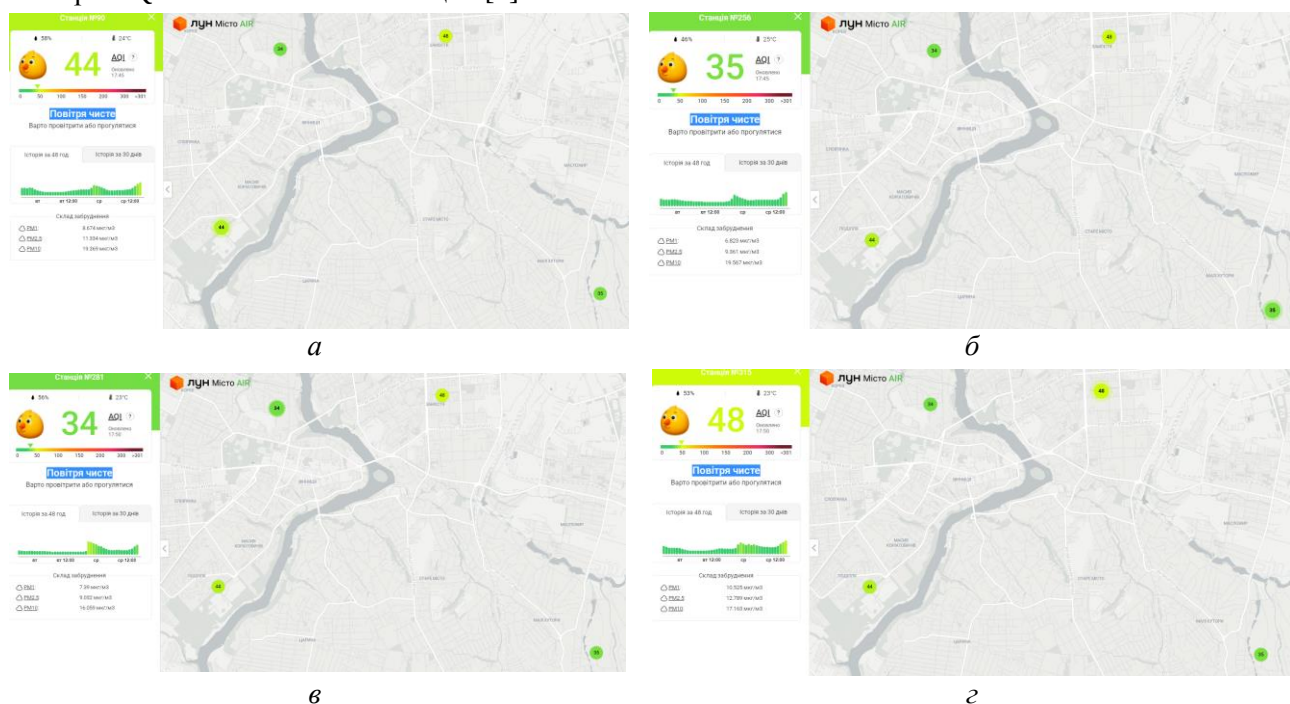


Рис. 6. Індекс якості повітря та концентрація аерозолів PM1, PM2,5 і PM10 у повітрі Вінниці [5]

Таблиця 2 – Рівні якості повітря AQI

1-50	Повітря чисте. Можна провітрювати, активно проводити час просто неба.
51-100	Повітря прийнятне. Не варто хвилюватися, це нормальний показник.
101-150	Повітря нездорове для чутливих людей. Якщо маєте серцеві чи легеневі захворювання, варто обмежити активності на вулиці. Це ж стосується дітей.
151-200	Повітря нездорове. Варто відмовитися від прогулянки та припинити провітрювання квартири.
201-300	Повітря дуже нездорове. Закривайте вікна та за можливості увімкніть очищувач повітря.
від 301	Повітря небезпечне. Побережіть себе, увімкнувши очищувач чи зволожувач повітря.

Із приведених даних станцій моніторингу забруднення атмосферного повітря Вінниці: станція №90 (рисунок 6а); станція №256 (рисунок 1б); станція №281 (рисунок 6в); станція №315 (рисунок 6г); випливає, що у місцях розташування стаціонарних станцій №90, №256, №281 і №315, індекс якості повітря відповідає високому рівню якості повітря (таблиця 2).

В Україні *вміст* PM₁₀, PM_{2,5} і PM₁ у атмосферному повітрі населених місць не нормується, тому рівень забруднення атмосферного повітря аерозолями PM₁, PM_{2,5} і PM₁₀ оцінити складно.

Однак, як видно з мапи (рисунок 6), всі задіяні станції спостереження розташовані далеко від основних джерел забруднення повітря: транспортних магістралей і промислових об'єктів міста Вінниці.

Отже, робити висновок про чисте повітря на всій території міста Вінниці є некоректним.

Висновки

Для забезпечення доступного та екологічно чистого середовища для мешканців міста Вінниці потрібно здійснити низку першочергових заходів:

- 1) збільшити кількість станцій моніторингу повітря і розмістити їх безпосередньо біля основних промислових об'єктів і автомагістралей міста Вінниці, де відбувається найбільший транспортний потік, на висоті органів дихання людини 1,5-2,0 м, як це показано на рисунку 4;
- 2) обов'язково розмістити станції моніторингу повітря на зупинках громадського транспорту, де спостерігається найбільша кількість пасажирів, по вулицях: Соборна, Театральна, Хмельницьке шосе, Київська, Келецька, проспект Коцюбинського, Привокзальна, Пирогова, Брацлавська, Немирівське шосе, Замостянська та інші;
- 3) на основі зібраних даних станції моніторингу повітря створити детальну мапу забруднення приземного шару атмосферного повітря Вінниці, яка буде оновлюватись в режимі реального часу;
- 4) для зменшення забруднення атмосферного повітря центру міста Вінниці, виділи в центральній частині міста Вінниці зону руху виключно електротранспорту, громадського і індивідуального, наприклад по вулиці Соборній;
- 5) зобов'язати приватних перевізників і комунальні підприємства міста Вінниці використовувати транспортні засоби обладнані каталізаторами та система вловлювання викидів;
- 6) розділити і оптимізувати транспортні потоки та розробити нові маршрути руху міського електро- і автотранспорту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Технології захисту навколишнього середовища. Ч. 1. Захист атмосфери: підручник / Петрук В.Г., Васильківський І.В., Петрук Р.В., Крусір Г.В., Клименко М.О., Сакалова Г.В. – Херсон: Олді-плюс, 2019. – 432 с.
2. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 5. Екологізація ДВЗ / За ред. проф. А. П. Марченка та засл. діяча науки України проф. А. Ф. Шеховцова.— Харків: Прапор, 2004.— 360 с.
3. <https://meteo.vn.ua/activity/pollution/>
4. <https://cleanair.org.ua/12471/monitoring-yakosti-povitya-v-misti-vinnuchya/>
5. <https://lun.ua/misto/about-air-vinnysia>

Васильківський Ігор Володимирович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Зелінський Дмитро В'ячеславович – аспірант кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: dizelinskiy@gmail.com.

Igor V. Vasykivskiy – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: igor.vntu@gmail.com

Dmytro V. Zelinsky – Postgraduate of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: dizelinskiy@gmail.com.