

# ЗАПОРІЖЖЯ: ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ (АНАЛІТИЧНА ЗАПИСКА)

Міжнародна програма «Чисте повітря для України»  
Прага – Київ, 2022

Електронне мережеве науково-практичне видання

**Запоріжжя: якість повітря в умовах воєнного стану (аналітична записка) /** під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага – Київ: Arnika, 2022. – 28 с.

ISBN 978-80-88508-03-8

URL: <https://cleanair.org.ua/publication/zpag2022>

У цьому виданні узагальнені дані про стан та якість повітря у містах Запорізької області у першій половині 2022 року. Аналітичні дані спираються на результати спостережень державних постів моніторингу у м. Запоріжжя та станцій Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City. Наведені у виданні результати демонструють зміни рівня забруднення атмосферного повітря у перші місяці війни в Україні та зв'язок цього забруднення з загальними змінами інтенсивності виробництва та інших джерел викидів у Запорізькій області.

ЕКО СІТІ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ВІЙНА, ГРОМАДСЬКИЙ МОНІТОРИНГ, ЗАПОРІЖЖЯ, УКРАЇНА, ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ.

**Авторський колектив:** Максим СОРОКА (канд. техн. наук, Ph.D., ГО «Довкола», «Чисте повітря для України», доц. УДУНТ, Україна), Олексій ТРЕЛЕВСЬКИЙ (маг. екології, ГО «Фрі Ардуіно», Eco City, Україна), Марцела ЧЕРНОЦОВА (маг. екології, НГО «Arnika», Чеська республіка).

Літературний редактор: Тетяна ЖАВЖАРОВА (маг. філології, ГО «Екосенс», Україна)

Графічний дизайнер:

Ця публікація видана українською мовою.

Дата публікації: грудень 2022 р.

Світлина обкладинки: фотограф/кореспондент © Єва Миронова, м. Запоріжжя, 2022 р.

<https://www.facebook.com/profile.php?id=100001758671619>

Ця публікація частково спирається на результати досліджень, викладені у публікації «Якість атмосферного повітря за 1 півріччя 2022 м. Запоріжжя» під загальною редакцією І. Пірогової, Г. Веремеєнко та С. Янько (Запоріжжя: Департамент захисту довкілля Запорізької обласної адміністрації, 2022).

Ця публікація підготовлена спільними зусиллями команди міжнародної програми «Чисте повітря для України», яка реалізується чеською неурядовою громадською організацією «Arnika» за фінансової підтримки Міністерства закордонних справ Чеської Республіки в рамках програми TRANSITION Promotion Program та Національного фонду на підтримку демократії (NED, Сполучені Штати Америки).

**Застереження про відмову від відповідальності.** Погляди, думки та твердження, висловлені у цій публікації, є виключно позицією її авторів і жодним чином не можуть сприйматися як офіційна позиція або думка програми TRANSITION Promotion Program, Міністерства закордонних справ Чеської Республіки, Уряду Чеської республіки, Національного фонду на підтримку демократії або Уряду Сполучених Штатів Америки. Відповідальність за зміст цієї публікації несуть її автори спільно з учасниками міжнародної програми «Чисте повітря для України».



Ця публікація поширюється за ліцензією Creative Commons Attribution-NonCommercialShareAlike 3.0 International (CC BY-NC-SA 3.0, IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>). Відповідно до умов цієї ліцензії, ви можете копіювати, розповсюджувати та адаптувати матеріали цієї публікації для некомерційних цілей без спеціального дозволу правовласників за умови обов'язкового та належного цитування твору, включно з посиланням на цитовані джерела даних.

© NGO Arnika, ГО «Фрі Ардуіно»

Питання, коментарі та пропозиції, що стосуються цієї публікації, просимо надсилати на електронну адресу міжнародної програми «Чисте повітря для України» [info@cleanair.org.ua](mailto:info@cleanair.org.ua)

Більше інформації про цю публікацію та умови її поширення на сайті програми «Чисте повітря для України» за посиланням <https://cleanair.org.ua/publication>

**Розповсюджується безкоштовно**

# ЗМІСТ

|                                                                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
|                                                                                                                    | С.        |
| <b>ВСТУП.....</b>                                                                                                  | <b>4</b>  |
| <b>1 МЕРЕЖА МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ У М. ЗАПОРІЖЖЯ.....</b>                                                     | <b>5</b>  |
| 1.1 Державна мережа моніторингу якості повітря.....                                                                | 5         |
| 1.2 Мережа громадського моніторингу якості повітря.....                                                            | 7         |
| <b>2 ДОВІДКОВІ ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ АНАЛІЗУ.....</b>                                                                | <b>10</b> |
| 2.1 Методологічні пояснення до аналізу даних державних стаціонарних постів моніторингу якості повітря.....         | 10        |
| 2.2 Методичні пояснення до вибору фактору порівняння.....                                                          | 11        |
| 2.3 Методичні пояснення до аналізу даних громадських станцій моніторингу                                           | 12        |
| <b>3 ВПЛИВ СКОРОЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ АГЛОМЕРАЦІЇ М. ЗАПОРІЖЖЯ.....</b>                              | <b>18</b> |
| <b>4 ВПЛИВ ПЕРШИХ МІСЯЦІВ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВОЄННОГО ВТОРГНЕННЯ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ АГЛОМЕРАЦІЇ М. ЗАПОРІЖЖЯ.....</b> | <b>21</b> |
| <b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....</b>                                                                      | <b>26</b> |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....</b>                                                                  | <b>27</b> |

## ВСТУП

Моніторинг якості повітря та контроль обсягу викидів забруднюючих речовин – це ключова ланка екологічної політики та забезпечення чистих і безпечних умов довкілля для громадян. Актуальна інформація про вміст забруднюючих речовин у повітрі (як і її узагальнений аналіз) необхідні для оцінки ризиків для здоров'я населення.

У цій публікації ми зосередили свою увагу на зміні якості повітря зони Запорізької області, яка зазнала значних збитків (руйнувань, окупації та інше) від початку повномасштабного вторгнення військ російської федерації на територію України 24 лютого 2022 року. Окрему увагу у цій роботі ми приділили оцінці якості повітря агломерації м. Запоріжжя, яке за часу війни стало адміністративним, промисловим та гуманітарним центром Запорізької області. Для наших оцінок використані дані спостережень на мережі державних стаціонарних постів міста Запоріжжя за 2020–2022 рр. та станцій моніторингу Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City, встановлених на території Запорізької зони у 2019-2022 роках.

У цій аналітичній записці ми порівнюємо якість повітря м. Запоріжжя у 1 півріччі 2022 року з аналогічними періодами попередніх 2019-2021 років. Такий підхід не забезпечує повну об'єктивність аналізу, проте дозволяє виявити загальні тенденції та зміни у якості повітря, вмісті забруднюючих речовин, спричинені початком війни в Україні. В якості основного індикатора порівняння обрані вибіркові дані про обсяги виробництва основних видів продукції підприємств на території агломерації м. Запоріжжя.

Оцінка якості повітря виконана за основними та поширеними забруднювальними речовинами, серед яких: дрібнодисперсний пил, леткі органічні сполуки, формальдегід, оксид вуглецю, фенол, оксиди азоту, двоокис сірки.

Отриманий аналіз даних державних та громадських систем моніторингу підтвердив вплив активних воєнних дій на якість повітря агломерації м. Запоріжжя. У перші місяці від початку активних воєнних дій (березень – травень) зафіксоване суттєве зменшення вмісту основних забруднюючих речовин у повітрі міста. Концентрації дрібнодисперсного пилу, азоту діоксиду та летких органічних сполук зменшилися на 20...55 % від аналогічних періодів 2020 та 2021 років.

Результати досліджень підтверджують, що виробничі джерела викидів мають домінуючий вплив на якість повітря у агломерації м. Запоріжжя. Скорочення та зупинка великих виробництв на території міста, а також у зоні транскордонного перенесення викидів (Донецька, Дніпропетровська, Харківська області), стали причиною короткострокового «покращення» якості повітря.

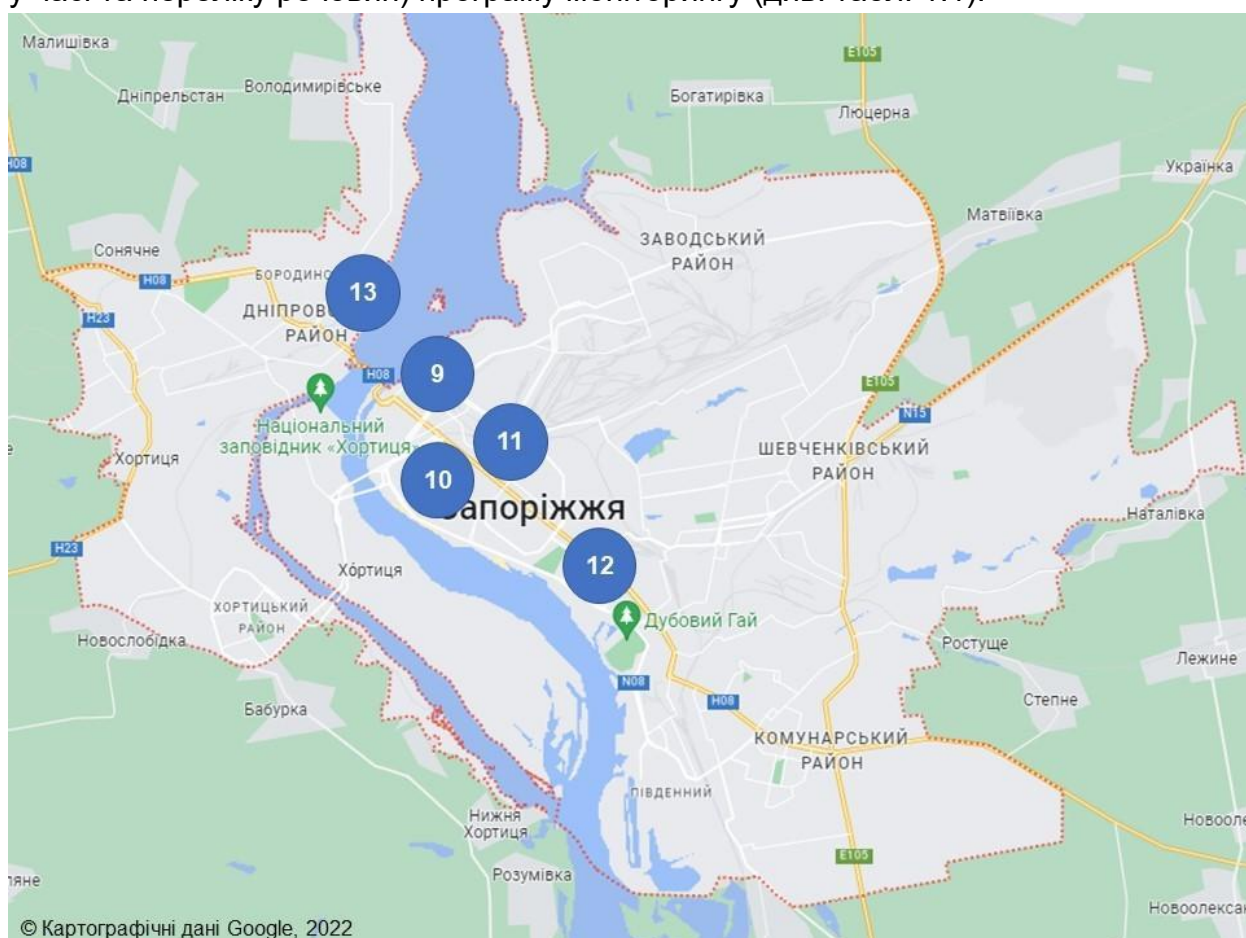
# 1 МЕРЕЖА МОНІТОРИНГУ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ У М. ЗАПОРІЖЖЯ

## 1.1 Державна мережа моніторингу якості повітря

До початку повномасштабного воєнного вторгнення (24 лютого 2022 року) моніторинг якості повітря агломерації м. Запоріжжі на державному рівні здійснювали два основні суб'єкти:

- Запорізький обласний центр гідрометеорології (на стаціонарних постах моніторингу якості повітря, згідно традиційної програми моніторингу);
- Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України (на пересувних постах моніторингу якості повітря у житловій забудові міста, згідно спеціальної програми та додатковим викликам-реагуванням на скарги про забруднення повітря).

Запорізький обласний центр гідрометеорології виконує програму моніторингу на 5-ти стаціонарних постах, які охоплюють три найбільші райони міста – Дніпровський, Вознесенівський, Олександрівський (див. рис. 1.1). 4 пости моніторингу розташовані у локації лівобережної частини м. Запоріжжя. Кожен пост має спеціальну (обмежену у часі та переліку речовин) програму моніторингу (див. табл. 1.1).



**Рисунок 1.1 – Схема розташування стаціонарних постів моніторингу якості повітря Запорізького центру гідрометеорології**

(на маркерах наведені номери постів згідно затверджених програм державного моніторингу якості повітря)

**Таблиця 1.1 – Програма моніторингу стаціонарних постів моніторингу якості повітря Запорізького центру гідрометеорології**

| Номер поста | Локація поста        | Параметри, що контролюються                                                     | Періодичність спостережень, разів за добу |
|-------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| №9          | вул. Рекордна, 2     | пил, CO, розчинні сульфати, важкі метали                                        | 2                                         |
|             |                      | SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , сірководень, фтористий водень, формальдегід | 4                                         |
| №10         | бул. Шевченка, 25    | пил, CO                                                                         | 2                                         |
|             |                      | SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , фенол                                       | 3                                         |
|             |                      | сірководень                                                                     | 4                                         |
| №11         | вул. Миру, 1         | пил, CO, важкі метали, бенз(а)пірен                                             | 2                                         |
|             |                      | SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , сірководень               | 3                                         |
|             |                      | Фенол, формальдегід                                                             | 4                                         |
| №12         | вул. Шкільна, 24а    | пил, CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> важкі метали, бенз(а)пірен           | 2                                         |
|             |                      | Фенол                                                                           | 3                                         |
|             |                      | Хлористий водень                                                                | 4                                         |
| №13         | пров. Черкаський, 13 | пил, CO SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , бенз(а)пірен                        | 2                                         |
|             |                      | Хлористий водень                                                                | 4                                         |

Необхідно зауважити, що стаціонарні пости спостережень державної системи моніторингу якості повітря у м. Запоріжжя не є автоматизованими. Усі дослідження якості повітря виконують комбінованим способом згідно повної або скороченої програми моніторингу. Повна програма моніторингу передбачає напів-автоматизований відбір проб повітря за розкладом 01, 07, 13 та 19 години, з наступним хімічним аналізом у лабораторіях Запорізького центру гідрометеорології. Скорочена програма – за розкладом 7 та 19 години. Усталена практика свідчить, що державний моніторинг якості повітря виконують протягом року, крім вихідних та святкових днів.

Програма державного моніторингу якості повітря агломерації м. Запоріжжя на всіх постах виконує моніторинг за вмістом основних забруднюючих речовин – завислі речовини (пил, загальний, не диференційований за складом), двоокис сірки, оксид вуглецю і двоокис азоту. Державна програма моніторингу якості повітря не передбачає контроль та дослідження вмісту дрібнодисперсного пилу (фракцій 2,5 та 101 мкм) у повітрі агломерації м. Запоріжжя.

Після початку повномасштабного воєнного вторгнення на територію України, наприкінці лютого та у березні забір та аналіз проб якості повітря на стаціонарних постах спостережень м. Запоріжжя не виконувався. Це пов'язано з низкою об'єктивних обставин, спричинених активними воєнними діями на території Запорізької області та півдня України загалом. Небезпека ракетних та артилерійських обстрілів, брак персоналу через мобілізацію або евакуацію населення, дефіцит паливно-мастильних матеріалів, перебої з електропостачанням

постів та лабораторій – все це обумовило відсутність державних даних про стан та якість повітря наприкінці лютого – на початку квітня 2022 року. Цей період не буде враховуватися у наших подальших аналітиках та висновках.

## 1.2 Мережа громадського моніторингу якості повітря

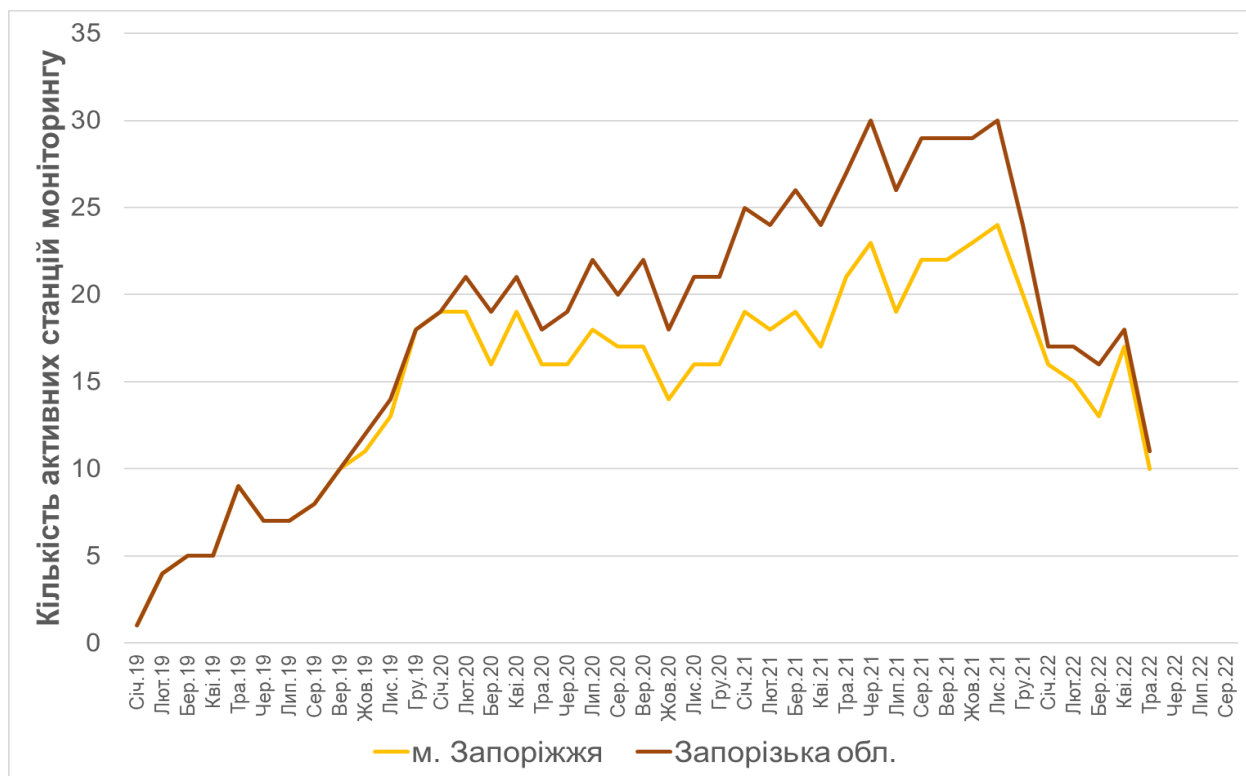
До початку повномасштабного воєнного вторгнення (24 лютого 2022 року) Запорізька область та агломерація міста Запоріжжя мала широку мережу громадського моніторингу якості повітря, яка розвивалася з 2019 року спільними зусиллями громадян та волонтерів, громадських організацій та академічних спільнот. У рамках цього дослідження ми зосередилися на станціях моніторингу, які включені до Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City.

Від 2019 року до початку серпня 2022 року на території Запорізької області встановлено 48 громадських станцій моніторингу якості повітря, серед яких 39 – у локації агломерації м. Запоріжжя. Громадські станції моніторингу відрізняються конструкцією та переліком параметрів моніторингу. Місто Запоріжжя має найбільш розгалужену мережу громадських станцій моніторингу, у програмі яких включено спостереження за вмістом не тільки дрібнодисперсного пилу, а й поширених газоподібних забруднюючих речовин: азоту діоксиду, аміаку, вуглецю оксиду, суми летких органічних сполук (у перерахунку на формальдегід), тропосферного озону та радіаційного фону. Найбільшу кількість станцій моніторингу встановлено у Дніпровському, Комунарському, Вознесенівському та Заводському районах міста.

**Таблиця 1.2 – Мережа громадських станцій моніторингу якості повітря у Запорізькій області та агломерації міста Запоріжжя**

| Локація станцій моніторингу | Заг. кіл-сть | Параметри моніторингу якості повітря |                   |                  |                 |                 |           |                         |                |          |
|-----------------------------|--------------|--------------------------------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------|-------------------------|----------------|----------|
|                             |              | PM <sub>1</sub>                      | PM <sub>2.5</sub> | PM <sub>10</sub> | NO <sub>2</sub> | NH <sub>3</sub> | CO        | VOC (CH <sub>2</sub> O) | O <sub>3</sub> | RAD      |
| <b>Запорізька область</b>   | <b>48</b>    | <b>12</b>                            | <b>48</b>         | <b>48</b>        | <b>22</b>       | <b>20</b>       | <b>22</b> | <b>11</b>               | <b>8</b>       | <b>6</b> |
| <b>Запоріжжя</b>            | <b>39</b>    | <b>11</b>                            | <b>39</b>         | <b>39</b>        | <b>18</b>       | <b>16</b>       | <b>18</b> | <b>7</b>                | <b>7</b>       | <b>2</b> |
| Райони міста:               |              |                                      |                   |                  |                 |                 |           |                         |                |          |
| Вознесенівський             | 5            | 1                                    | 5                 | 5                | 3               | 3               | 3         | 2                       |                |          |
| Дніпровський                | 8            | 4                                    | 8                 | 8                | 2               | 2               | 2         |                         | 1              |          |
| Заводський                  | 5            | 2                                    | 5                 | 5                | 2               | 2               | 2         |                         | 1              |          |
| Комунарський                | 7            | 1                                    | 7                 | 7                | 3               | 3               | 3         |                         | 1              |          |
| Олександрівський            | 4            |                                      | 4                 | 4                | 2               | 2               | 2         |                         | 1              |          |
| Хортицький                  | 4            | 2                                    | 4                 | 4                | 2               | 1               | 2         | 1                       | 1              | 1        |
| Шевченківський              | 4            |                                      | 4                 | 4                | 2               | 2               | 2         | 2                       | 1              |          |
| <b>Бердянськ</b>            | <b>2</b>     |                                      | <b>2</b>          | <b>2</b>         |                 |                 |           |                         |                |          |
| <b>Енергодар</b>            | <b>2</b>     |                                      | <b>2</b>          | <b>2</b>         | <b>2</b>        | <b>2</b>        | <b>2</b>  | <b>2</b>                |                | <b>2</b> |
| <b>Кам'янка-Дніпровська</b> | <b>1</b>     |                                      | <b>1</b>          | <b>1</b>         | <b>1</b>        | <b>1</b>        | <b>1</b>  | <b>1</b>                |                | <b>1</b> |
| <b>Малокатеринівка</b>      | <b>1</b>     | <b>1</b>                             | <b>1</b>          | <b>1</b>         |                 |                 |           |                         |                |          |
| <b>Мелітополь</b>           | <b>2</b>     |                                      | <b>2</b>          | <b>2</b>         | <b>1</b>        | <b>1</b>        | <b>1</b>  | <b>2</b>                | <b>1</b>       | <b>1</b> |

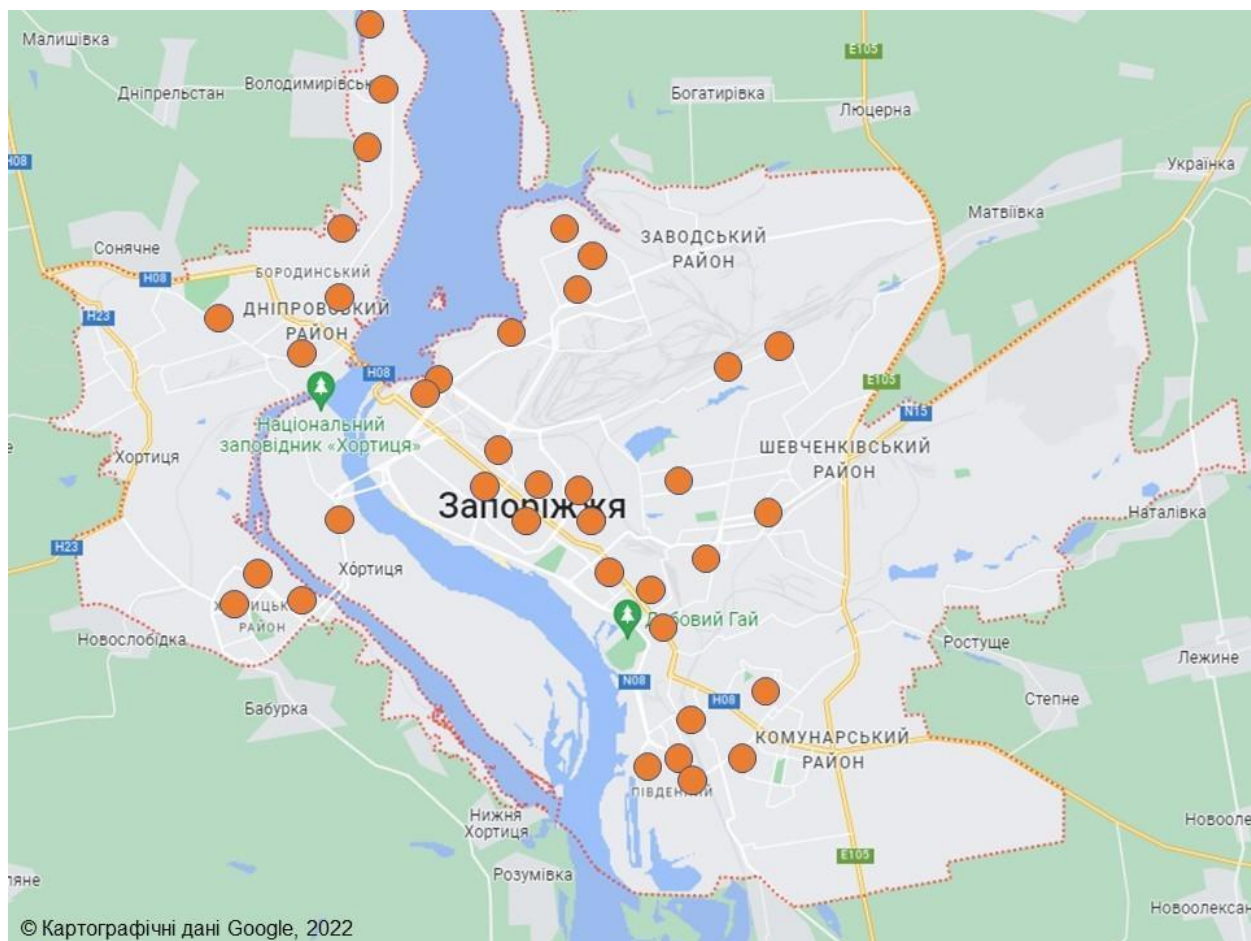
Необхідно зауважити, що станції громадського моніторингу є автоматизованими інструментами, які надають інформацію про якість повітря з рівнем узагальнення від 20 до 60 хв. у режимі 24/7. Це збільшує наші можливості для детального аналізу результатів моніторингу, у порівнянні з стаціонарними постами державної системи спостережень. Незважаючи на ці переваги, громадська модель моніторингу якості повітря є добровільною та нестабільною у часі (див. рис. 1.2), особливо в умовах початку активних воєнних дій на території України та області.



**Рисунок 1.2 – Кількість станцій громадського моніторингу якості повітря, які відповідають критерію 50 % виконання програми моніторингу**

Аналізуючи дані активності станцій громадського моніторингу, можна помітити різкий спад активності встановлених станцій з лютого 2022 року. Стабільність роботи станцій моніторингу суттєво впливає на об'єктивність та повноту висновків про якість повітря в агломерації. Цей факт був врахований під час узагальнення результатів моніторингу та формування висновків. Незважаючи на обставини, на території агломерації м. Запоріжжя у 2022–2022 роках доступні дані з щонайменше 12-15 станцій, які відповідають мінімальним критеріям виконання програми моніторингу якості повітря. Це дозволяє нам узагальнити ці дані та використати їх для досягнення мети цього дослідження.

На рис. 1.3 з довідковою метою наведені приблизні локації станцій громадського моніторингу (станом до серпня 2022 року), результати яких були використані у цьому дослідженні. З міркувань безпеки та відповідно до спеціальної політики безпеки мережі Есо Сіті на час воєнного стану, точні координати локацій та назви станцій (і їх ID) не наводяться.



**Рисунок 1.3 – Локації громадських станцій моніторингу якості повітря в агломерації м. Запоріжжя**

## 2 ДОВІДКОВІ ТА ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ АНАЛІЗУ

Дизайн цього дослідження передбачає як спільний, так і відокремлений аналіз результатів моніторингу якості повітря державних та громадських систем. Цей підхід дозволить сформулювати незалежні висновки про зміни у якості повітря, спричинені початком повномасштабного воєнного вторгнення на територію України.

### 2.1 Методологічні пояснення до аналізу даних державних стаціонарних постів моніторингу якості повітря

Оцінка результатів моніторингу зі стаціонарних постів спостережень виконана за критерієм Індексу забруднення повітря (ІЗА). Цей параметр порівняння є застарілим, проте відповідає усталеній практиці в Україні. Цей підхід застосовується останні 30 років Незалежності. Наявність великої кількості ретроспективних даних – це вирішальний аргумент, яким ми користувалися під час вибору критерію аналізу.

ІЗА передбачає індивідуальну оцінку впливу для кожної забруднюючої речовини (яка включена до програми моніторингу), а також комплексну оцінку взаємного впливу цих забруднюючих речовин у атмосферному повітрі (комплексний індикатор – КІЗА). Для обчислення індикаторів якості повітря ІЗА та КІЗА отримані усереднені концентрації забруднюючих речовин порівнювалися з відповідними гігієнічними нормативами безпеки (див. табл. 2.1).

**Таблиця 2.1 – Гігієнічні нормативи безпеки атмосферного повітря, використані для обчислення ІЗА та КІЗА**

| Забруднююча речовина                                  | Середньодобові гранично допустимі концентрації, (мг/м <sup>3</sup> ) | Максимально разові допустимі концентрації, (мг/м <sup>3</sup> ) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Пил (завислі речовини, не диференційовані за складом) | 0,15                                                                 | 0,50                                                            |
| Двоокис сірки                                         | 0,05                                                                 | 0,50                                                            |
| Оксид вуглецю                                         | 3,0                                                                  | 5,0                                                             |
| Двоокис азоту                                         | 0,04                                                                 | 0,2                                                             |
| Оксид азоту                                           | 0,06                                                                 | 0,40                                                            |
| Формальдегід                                          | 0,003                                                                | 0,035                                                           |
| Фенол                                                 | 0,003                                                                | 0,01                                                            |
| Хлористий водень                                      | 0,20                                                                 | 0,20                                                            |
| Фтористий водень                                      | 0,005                                                                | 0,02                                                            |

Для оцінки стану та якості атмосферного повітря за 2020-2022 роки (див. розділ 3) використані усереднені результати спостережень 5 стаціонарних постів моніторингу якості повітря Запорізького центру гідрометеорології (детально див п. 1.1). Масштаб усереднення даних – за кожний місяць виконання програми моніторингу якості повітря.

Під час аналізу результатів обчислень та формування висновків були враховані найбільші, середні і максимальні зафіксовані концентрації забруднюючих речовин у повітрі агломерації м. Запоріжжя (див. табл. 2.2 та 2.3).

**Таблиця 2.2 – Річні середні концентрації вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі агломерації міста Запоріжжя за 2015-2022 роки (у кратності значень ГН із табл. 2.1)**

| Період спостережень | Пил | SO <sub>2</sub> | NO <sub>2</sub> | NO <sub>x</sub> | CO  | CH <sub>2</sub> O | Фенол | HF   | HCl  |
|---------------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----|-------------------|-------|------|------|
| 2015                | 0,7 | 0,2             | 2,2             | 1               | 0,3 | 1,7               | 2     | 0    | 0,2  |
| 2016                | 0,7 | 0,2             | 2               | 1               | 0,3 | 1,7               | 2     | 0    | 0,2  |
| 2017                | 0,7 | 0,2             | 2,2             | 1               | 0,3 | 1,3               | 2     | 0    | 0,2  |
| 2018                | 0,7 | 0,1             | 2               | 0,8             | 0,3 | 1,3               | 2     | 0    | 0,2  |
| 2019                | 1,1 | 0,2             | 2,2             | 1               | 0,4 | 2                 | 2,3   | 0,2  | 0,2  |
| 2020                | 0,7 | 0,1             | 1,7             | 0,9             | 0,4 | 1,6               | 2,2   | 0,09 | 0,2  |
| 2021                | 0,9 | 0,1             | 1,5             | 0,8             | 0,4 | 1,8               | 1,9   | 0,09 | 0,2  |
| 2022                | 0,7 | 0,1             | 1,3             | 0,7             | 0,3 | 1,6               | 1,6   | 0,02 | 0,16 |

**Таблиця 2.3 – Середні та максимальні зафіксовані концентрації вмісту забруднюючих речовин в атмосферному повітрі агломерації міста Запоріжжя за 2020-2022 роки (у кратності значень ГН із табл. 2.1)**

| Забруднююча речовина | 2020    |     | 2021    |     | 2022 (1 півр.) |      |
|----------------------|---------|-----|---------|-----|----------------|------|
|                      | середні | max | середні | max | середні        | max  |
| Пил                  | 0,7     | 1,4 | 0,9     | 1,7 | 0,7            | 1,3  |
| Двоокис азоту        | 1,7     | 2,4 | 1,5     | 2,5 | 1,3            | 2    |
| Окис азоту           | 0,9     | 0,9 | 0,8     | 0,9 | 0,7            | 0,8  |
| Двоокис сірки        | 0,14    | 0,2 | 0,14    | 0,2 | 0,14           | 0,2  |
| Фтористий водень     | 0,1     | 0,2 | 0,1     | 0,2 | 0,02           | 0,06 |
| Окис вуглецю         | 0,4     | 0,7 | 0,4     | 0,8 | 0,3            | 0,5  |
| Фенол                | 2,2     | 3,1 | 1,9     | 2,5 | 1,6            | 2,2  |
| Формальдегід         | 1,6     | 2   | 1,8     | 2,1 | 1,6            | 1,9  |
| Хлористий водень     | 0,2     | 0,3 | 0,2     | 0,2 | 0,17           | 0,2  |

## **2.2 Методичні пояснення до вибору фактору порівняння**

В якості фактору порівняння використані дані про питомі обсяги основної продукції промислових підприємств на території агломерації м. Запоріжжя (див. табл. 2.4). Наш вибір фактору порівняння спирається на такі обставини:

- ретроспективний аналіз результатів екологічного моніторингу та державної статистичної звітності свідчить, що саме викиди промислових підприємств мають домінуючий вплив на якість повітря в агломерації м. Запоріжжя;
- повномасштабне воєнне вторгнення суттєво вплинуло на виробничу діяльність промислових підприємств, частина підприємств призупинила свою діяльність, частина суттєво знизила обсяги виробництва, інші – були зруйновані під час ракетних та артилерійських атак;
- відсутня достатня кількість ретроспективних даних щодо інших факторів (потенційних джерел викидів), таких як: автотранспорт, малі підприємства сфери обслуговування, приватні домогосподарства тощо.

На нашу думку, обсяги основної продукції 5 найбільших підприємств є достатнім критерієм для порівняння та пошуку загальних трендів у якості повітря на території агломерації м. Запоріжжя. Вибір цього детермінуючого фактору додатково обґрунтовується тим, що обрані підприємства на території м. Запоріжжя (що належать до 1 групи) за результатами державної статистичної звітності формують до 90% задокументованого балансу викидів у атмосферне повітря. Ми розуміємо недолік цього підходу, який обмежує усі локації потенційних джерел викидів. В якості фактору порівняння обрані показники випуску основної продукції підприємств, які зосереджені у Вознесенівському районі міста, проте підприємства 1 групи в інших районах міста не були враховані. Це рішення обґрунтовується такими чинниками:

- П'ять обраних підприємств є «економічними індикаторами» загальної виробничої (суспільно-економічної) діяльності у місті. Динаміка змін обсягів виробництва цих підприємств може поширюватися (із застереженнями) на загальну динаміку виробництва у місті).
- Інші великі промислові підприємства 1-ої групи розташовані у районах міста, на території яких відсутні стаціонарні пости системи державного моніторингу якості повітря. Брак інформації про якість повітря у цих локаціях обмежує нас у застосуванні обраного підходу аналізу – через показник ІЗА.

Обраний нами дизайн дослідження не дозволяє сформулювати остаточні та чіткі висновки, щодо загальних змін у якості повітря. Незважаючи на це, достатні дані для оцінки питомого внеску великих промислових джерел викидів на території м. Запоріжжя. А ці висновки (із застереженнями та обмеженнями) можна поширити на всю територію агломерації.

## **2.3 Методичні пояснення до аналізу даних громадських станцій моніторингу**

Для аналізу результатів спостережень громадських станцій моніторингу використаний спрощений формальний підхід. Цей підхід включає первинну обробку результатів моніторингу: виключення результатів станцій з низьким рівнем довіри та усереднення отриманого масиву даних за критеріями локації (м. Запоріжжя), масштабу порівняння – 1 місяць. Обчислення усереднених результатів виконано

простим середнім арифметичним. На другому етапі вторинної обробки результатів моніторингу – виконані узагальнення та пошук динамічних істотних змін у концентрації забруднюючих речовин у відповідних періодах 2019-2022 років.

Якісний аналіз отриманих результатів (за категоріями якості повітря) не проводився. Це пов'язано з відсутністю в Україні чіткої позиції щодо методики якісної та кількісної оцінки Українського індексу якості повітря. Враховуючи основну мету нашого дослідження – дізнатися вплив активних воєнних дій на якість повітря – достатнім є формальне порівняння концентрацій забруднюючих речовин у аналогічні періоди до та після початку повномасштабного воєнного вторгнення.

У табл. 2.5 та 2.6 наведені результати узагальнення даних моніторингу якості повітря, отриманих з громадських станцій моніторингу мережі Eco City на території агломерації м. Запоріжжя у 2019-2022 роках.

Таблиця 2.4 – Обсяги випуску основної продукції найбільших підприємств промислового майданчика агломерації м. Запоріжжя (у тис. тонн продукції)

| Розрахунковий період |          | Феросплави (ЗФЗ) | Титанові сплави (ЗТМК) | Графітові вироби (Укрграфіт) | Коксохімічна продукція (Запоріжжкокс) | Сталь (Запоріжсталь) | Чавун чушковий (Запоріжсталь) |
|----------------------|----------|------------------|------------------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------|
| 2020                 | січень   | 15,458           | 0,544                  | 2                            | 98,979                                | 251,386              | 102,144                       |
|                      | лютий    | 14,865           | 0,507                  | 2,417                        | 86,08                                 | 232,915              | 83,154                        |
|                      | березень | 17,883           | 0,505                  | 3,731                        | 98,994                                | 202,547              | 87,366                        |
|                      | квітень  | 20,338           | 0,529                  | 3,965                        | 95,036                                | 194,498              | 77,672                        |
|                      | травень  | 24,177           | 0,446                  | 4,292                        | 96,779                                | 223,857              | 109,258                       |
|                      | червень  | 24,118           | 0,386                  | 3,805                        | 82,999                                | 211,58               | 92,582                        |
| Загалом:             |          | 117              | 2,917                  | 19,985                       | 558,867                               | 1316,783             | 552,176                       |
| 2021                 | січень   | 16,27            | 0,485                  | 4,759                        | 89,731                                | 238,244              | 104,362                       |
|                      | лютий    | 16,049           | 0,385                  | 3,043                        | 84,407                                | 219,831              | 75,453                        |
|                      | березень | 18,849           | 0,421                  | 5,457                        | 92,742                                | 245,134              | 88,436                        |
|                      | квітень  | 18,301           | 0,424                  | 5,926                        | 86,284                                | 232,448              | 66,711                        |
|                      | травень  | 18,715           | 0,444                  | 5,437                        | 97,709                                | 233,772              | 48,499                        |
|                      | червень  | 21,659           | 0,422                  | 6,248                        | 92,214                                | 231,191              | 48,909                        |
| Загалом:             |          | 109,843          | 2,581                  | 30,87                        | 543,087                               | 1400,62              | 432,37                        |
| 2022                 | січень   | 24,667           | 0,305                  | 3,523                        | 91,307                                | 225,572              | 103,873                       |
|                      | лютий    | 17,085           | 0,284                  | 3,092                        | 79,048                                | 202,411              | 78,12                         |
|                      | березень | 0,526            | 0,118                  | 0,163                        | 4,902                                 | 26,15                | 0,466                         |
|                      | квітень  | 4,432            | 0,095                  | 0,68                         | 64,213                                | 46,88                | 0,366                         |
|                      | травень  | 5,347            | 0,027                  | 1,255                        | 82,831                                | 104,59               | 37,469                        |
|                      | червень  | 4,878            | 0                      | 2,064                        | 83,352                                | 59,288               | 83,843                        |
| Загалом:             |          | 56,935           | 0,829                  | 10,777                       | 405,653                               | 664,891              | 304,137                       |

**Таблиця 2.5 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднюючих речовин у повітрі різних районів агломерації м. Запоріжжя (за даними Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City)**

| Локація та час усереднення | Параметри моніторингу якості повітря |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|--------|
|                            | PM <sub>1</sub>                      | PM <sub>2.5</sub>  | PM <sub>10</sub>   | NH <sub>3</sub>   | CO                | VOC (CH <sub>2</sub> O) | O <sub>3</sub>     | RAD    |
|                            | мкг/м <sup>3</sup>                   | мкг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup>      | мкг/м <sup>3</sup> | мР/год |
| Вознесенівський район      |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       |                                      | 19,30              | 47,45              | 0,016             | 0,18              | 10                      |                    |        |
| 2020                       | 13,53                                | 15,42              | 33,89              | 0,009             | 0,21              | 14                      |                    |        |
| 2021                       |                                      | 17,08              | 37,59              | 0,005             | 0,32              | 17                      |                    |        |
| 2022                       |                                      | 10,77              | 26,00              | 0,003             | 0,34              | 16                      |                    |        |
| Дніпровський район         |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       | 7,01                                 | 18,32              | 43,60              | 0,020             | 0,22              |                         |                    |        |
| 2020                       | 13,02                                | 18,67              | 27,36              | 0,073             | 0,67              |                         |                    |        |
| 2021                       | 15,75                                | 23,95              | 31,82              | 0,001             | 0,82              |                         | 20,00              |        |
| 2022                       | 10,85                                | 12,79              | 16,59              | 0,002             | 0,82              |                         | 22,04              |        |
| Заводський район           |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       |                                      | 10,03              | 17,92              | 0,119             | 1,34              |                         |                    |        |
| 2020                       | 13,23                                | 19,70              | 28,92              | 0,046             | 0,36              |                         |                    |        |
| 2021                       | 16,41                                | 23,97              | 35,76              | 0,045             | 0,59              |                         | 59,37              |        |
| 2022                       | 11,25                                | 16,88              | 28,96              | 0,018             | 0,96              |                         | 63,44              |        |
| Комунарський район         |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       | 10,87                                | 20,33              | 39,93              | 0,151             | 0,56              |                         |                    |        |
| 2020                       | 13,01                                | 16,19              | 27,74              | 0,067             | 0,79              |                         |                    |        |
| 2021                       | 15,33                                | 19,43              | 31,38              | 0,046             | 0,86              |                         | 24,32              |        |
| 2022                       | 11,43                                | 15,18              | 24,59              | 0,038             | 0,91              |                         | 20,11              |        |

**Таблиця 2.5 (продовження) – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднюючих речовин у повітрі різних районів агломерації м. Запоріжжя (за даними Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City)**

| Локація та час усереднення | Параметри моніторингу якості повітря |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|--------|
|                            | PM <sub>1</sub>                      | PM <sub>2.5</sub>  | PM <sub>10</sub>   | NH <sub>3</sub>   | CO                | VOC (CH <sub>2</sub> O) | O <sub>3</sub>     | RAD    |
|                            | мкг/м <sup>3</sup>                   | мкг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup>      | мкг/м <sup>3</sup> | мР/год |
| Олександрівський район     |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       |                                      | 26,24              | 65,41              |                   |                   |                         |                    |        |
| 2020                       |                                      | 18,43              | 47,13              |                   |                   |                         |                    |        |
| 2021                       |                                      | 17,62              | 39,53              | 0,004             | 0,79              |                         | 42,82              |        |
| 2022                       |                                      | 10,34              | 23,39              | 0,004             | 0,92              |                         | 54,09              |        |
| Хортицький район           |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       | 16,54                                | 42,77              | 59,09              |                   |                   |                         |                    |        |
| 2020                       | 17,92                                | 42,44              | 48,02              |                   |                   |                         |                    |        |
| 2021                       | 16,00                                | 17,95              | 22,55              | 0,000             | 0,46              | 0                       | 40,01              | 12     |
| 2022                       | 16,66                                | 16,44              | 19,53              |                   | 0,50              |                         | 30,22              | 12     |
| Шевченківський район       |                                      |                    |                    |                   |                   |                         |                    |        |
| 2019                       |                                      | 22,72              | 55,84              | 0,020             | 0,19              | 10                      |                    |        |
| 2020                       |                                      | 18,75              | 49,01              | 0,013             | 0,26              | 18                      |                    |        |
| 2021                       |                                      | 27,79              | 66,06              | 0,056             | 0,68              | 30                      |                    |        |
| 2022                       |                                      | 14,90              | 36,49              | 0,047             | 0,49              | 12                      | 24,42              |        |

\*Загальна примітка: відсутність даних позначає усі випадки, для яких у певній локації в певний період часу відсутні результати за певним параметром з достатнім рівнем довіри

**Таблиця 2.5 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднюючих речовин у повітрі агломерації м. Запоріжжя (за даними Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City)**

| Час<br>усереднення | PM <sub>1</sub><br>мкг/м <sup>3</sup> | PM <sub>2.5</sub><br>мкг/м <sup>3</sup> | PM <sub>10</sub><br>мкг/м <sup>3</sup> | NO <sub>2</sub><br>мг/м <sup>3</sup> | NH <sub>3</sub><br>мг/м <sup>3</sup> | CO<br>мг/м <sup>3</sup> | VOC (CH <sub>2</sub> O)<br>мкг/м <sup>3</sup> | O <sub>3</sub><br>мкг/м <sup>3</sup> | RAD<br>мР/год |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|---------------|
| <b>2019</b>        | <b>38,89</b>                          | <b>21,03</b>                            | <b>46,83</b>                           | <b>0,050</b>                         | <b>0,033</b>                         | <b>0,27</b>             | <b>10</b>                                     |                                      |               |
| Березень           |                                       | 17,48                                   | 32,35                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Квітень            |                                       | 16,27                                   | 31,22                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Травень            |                                       | 14,47                                   | 22,99                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Червень            |                                       | 10,51                                   | 19,50                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Липень             |                                       | 14,72                                   | 24,02                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Серпень            |                                       | 9,42                                    | 17,43                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Вересень           |                                       | 11,88                                   | 22,14                                  |                                      |                                      |                         |                                               |                                      |               |
| Жовтень            | 17,65                                 | 34,65                                   | 84,98                                  | 0,042                                | 0,149                                | 0,01                    |                                               |                                      |               |
| Листопад           | 14,88                                 | 26,77                                   | 58,64                                  | 0,033                                | 0,042                                | 0,35                    | 11                                            |                                      |               |
| Грудень            | 15,53                                 | 32,53                                   | 83,93                                  | 0,062                                | 0,024                                | 0,22                    | 9                                             |                                      |               |
| <b>2020</b>        | <b>13,50</b>                          | <b>18,08</b>                            | <b>32,59</b>                           | <b>0,035</b>                         | <b>0,028</b>                         | <b>0,36</b>             | <b>16</b>                                     |                                      |               |
| Січень             | 15,07                                 | 33,53                                   | 71,10                                  | 0,049                                | 0,017                                | 0,35                    | 10                                            |                                      |               |
| Лютий              | 16,89                                 | 20,22                                   | 38,59                                  | 0,068                                | 0,010                                | 0,24                    | 10                                            |                                      |               |
| Березень           | 18,12                                 | 19,77                                   | 34,02                                  | 0,048                                | 0,018                                | 0,28                    | 11                                            |                                      |               |
| Квітень            | 14,82                                 | 16,49                                   | 26,51                                  | 0,036                                | 0,015                                | 0,28                    | 10                                            |                                      |               |
| Травень            | 10,22                                 | 11,05                                   | 16,37                                  | 0,020                                | 0,028                                | 0,33                    | 13                                            |                                      |               |
| Червень            | 10,98                                 | 12,13                                   | 18,76                                  | 0,020                                | 0,039                                | 0,41                    | 17                                            |                                      |               |
| Липень             | 11,41                                 | 12,77                                   | 20,56                                  | 0,020                                | 0,050                                | 0,50                    | 27                                            |                                      |               |
| Серпень            | 9,59                                  | 11,43                                   | 18,11                                  | 0,021                                | 0,052                                | 0,50                    | 24                                            |                                      |               |
| Вересень           | 9,33                                  | 12,82                                   | 30,93                                  | 0,024                                | 0,036                                | 0,40                    | 22                                            |                                      |               |
| Жовтень            | 13,32                                 | 20,29                                   | 41,97                                  | 0,026                                | 0,047                                | 0,38                    | 16                                            |                                      |               |
| Листопад           | 15,77                                 | 25,47                                   | 41,35                                  | 0,033                                | 0,021                                | 0,41                    | 17                                            |                                      |               |
| Грудень            | 17,18                                 | 25,93                                   | 46,30                                  | 0,041                                | 0,010                                | 0,30                    | 16                                            |                                      |               |

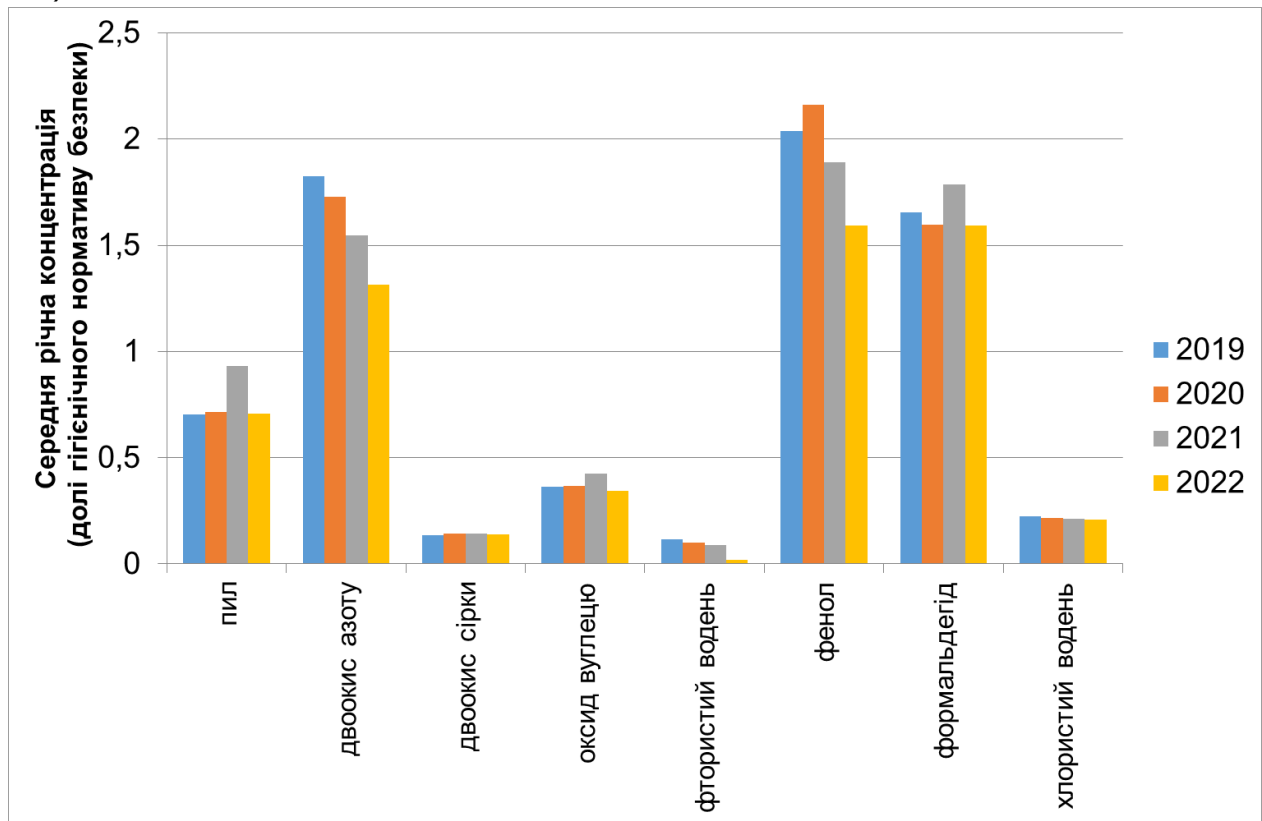
**Таблиця 2.5 (продовження) – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднюючих речовин у повітрі агломерації м. Запоріжжя (за даними Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City)**

| Час         | PM <sub>1</sub>    | PM <sub>2.5</sub>  | PM <sub>10</sub>   | NO <sub>2</sub>   | NH <sub>3</sub>   | CO                | VOC (CH <sub>2</sub> O) | O <sub>3</sub>     | RAD       |
|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| усереднення | мкг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мг/м <sup>3</sup> | мкг/м <sup>3</sup>      | мкг/м <sup>3</sup> | мР/год    |
| <b>2021</b> | <b>15,76</b>       | <b>20,92</b>       | <b>34,98</b>       | <b>0,047</b>      | <b>0,021</b>      | <b>0,86</b>       | <b>19</b>               | <b>20,43</b>       | <b>12</b> |
| Січень      | 18,63              | 29,03              | 50,27              | 0,070             | 0,012             | 0,32              | 21                      |                    |           |
| Лютий       | 16,07              | 28,46              | 49,27              | 0,048             | 0,012             | 0,41              | 19                      |                    |           |
| Березень    | 17,24              | 24,58              | 37,29              | 0,071             | 0,019             | 0,44              | 23                      |                    |           |
| Квітень     | 16,59              | 22,52              | 34,48              | 0,040             | 0,019             | 0,33              | 17                      |                    | 12        |
| Травень     | 7,83               | 9,91               | 16,20              | 0,067             | 0,034             | 0,41              | 19                      |                    | 12        |
| Червень     | 8,63               | 11,81              | 20,82              | 0,029             | 0,037             | 0,50              | 32                      | 8,78               | 12        |
| Липень      | 12,56              | 15,70              | 25,07              | 0,020             | 0,082             | 0,59              | 18                      | 7,14               | 12        |
| Серпень     | 15,50              | 20,37              | 32,14              | 0,026             | 0,035             | 0,58              | 17                      | 14,18              | 12        |
| Вересень    | 10,96              | 14,81              | 26,75              | 0,030             | 0,020             | 0,55              | 25                      | 25,74              | 12        |
| Жовтень     | 19,40              | 25,27              | 43,05              | 0,029             | 0,016             | 0,61              | 16                      | 19,73              | 12        |
| Листопад    | 24,83              | 28,54              | 49,37              | 0,072             | 0,020             | 0,63              | 13                      | 21,67              | 12        |
| Грудень     | 18,44              | 19,86              | 34,08              | 0,082             | 0,013             | 0,67              | 15                      | 25,72              |           |
| <b>2022</b> | <b>11,58</b>       | <b>13,50</b>       | <b>24,53</b>       | <b>0,031</b>      | <b>0,020</b>      | <b>0,81</b>       | <b>11</b>               | <b>25,97</b>       | <b>12</b> |
| Січень      | 14,78              | 19,68              | 39,64              | 0,033             | 0,018             | 1,25              | 14                      | 29,41              | 12        |
| Лютий       | 17,72              | 20,97              | 37,94              | 0,035             | 0,014             | 0,80              | 13                      | 25,97              | 12        |
| Березень    | 11,78              | 12,58              | 22,40              | 0,030             | 0,019             | 0,63              | 11                      | 25,78              | 12        |
| Квітень     | 11,09              | 11,95              | 21,61              | 0,032             | 0,022             | 0,67              | 11                      | 25,07              | 12        |
| Травень     | 7,09               | 7,65               | 13,71              | 0,026             | 0,026             | 0,90              | 10                      | 23,61              | 12        |
| Червень     | 7,71               | 8,03               | 13,85              | 0,025             | 0,027             | 0,74              | 8                       | 27,65              | 13        |
| Липень      | 7,39               | 8,15               | 13,11              | 0,024             | 0,025             | 0,61              | 9                       | 28,79              | 12        |
| Серпень     | 11,12              | 12,18              | 18,03              | 0,047             | 0,025             | 0,57              | 8                       | 12,70              | 13        |

\*Загальна примітка: відсутність даних позначає усі випадки, для яких у певній локації в певний період часу відсутні результати за певним параметром з достатнім рівнем довіри

### 3 ВПЛИВ СКОРОЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ АГЛОМЕРАЦІЇ М. ЗАПОРІЖЖЯ

На рис. 3.1 наведені результати обчислень та порівняльного аналізу середніх річних концентрацій основних забруднюючих речовин у повітрі агломерації м. Запоріжжя. Ці обчислення спираються на результати спостережень державної системи моніторингу якості повітря у Запорізькій області (детально див. п. 1.1 та 2.1, 2.2).

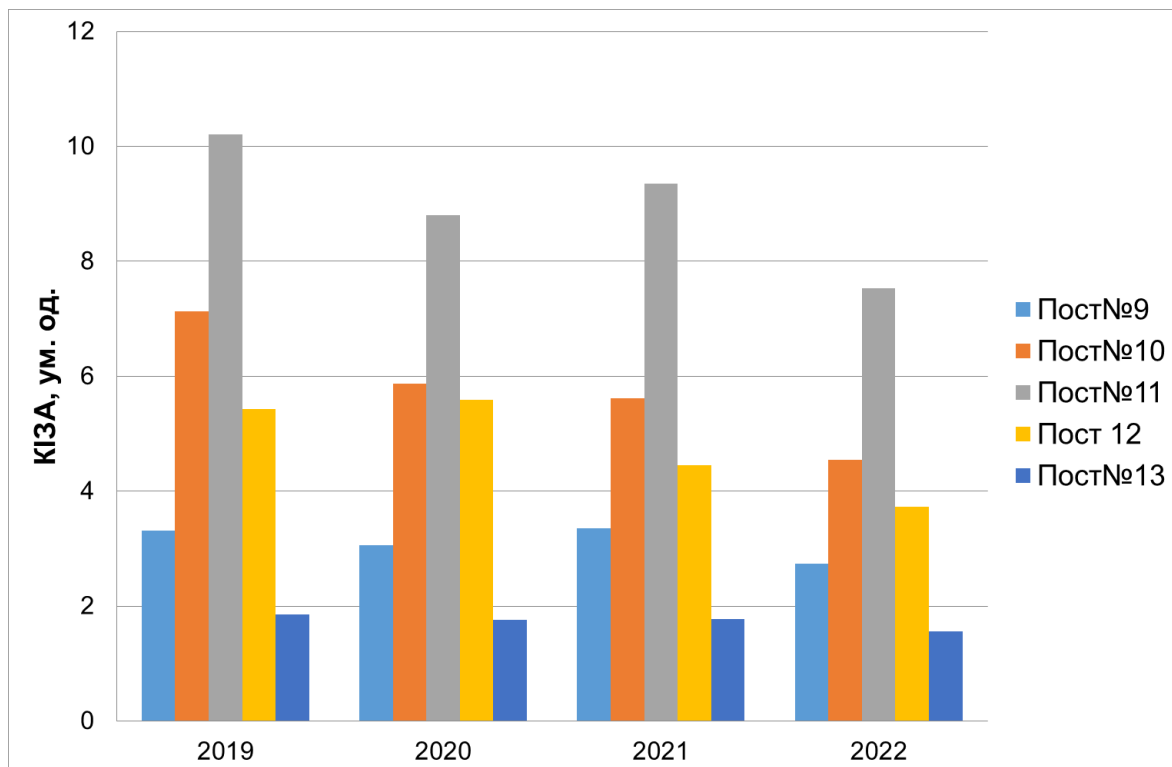
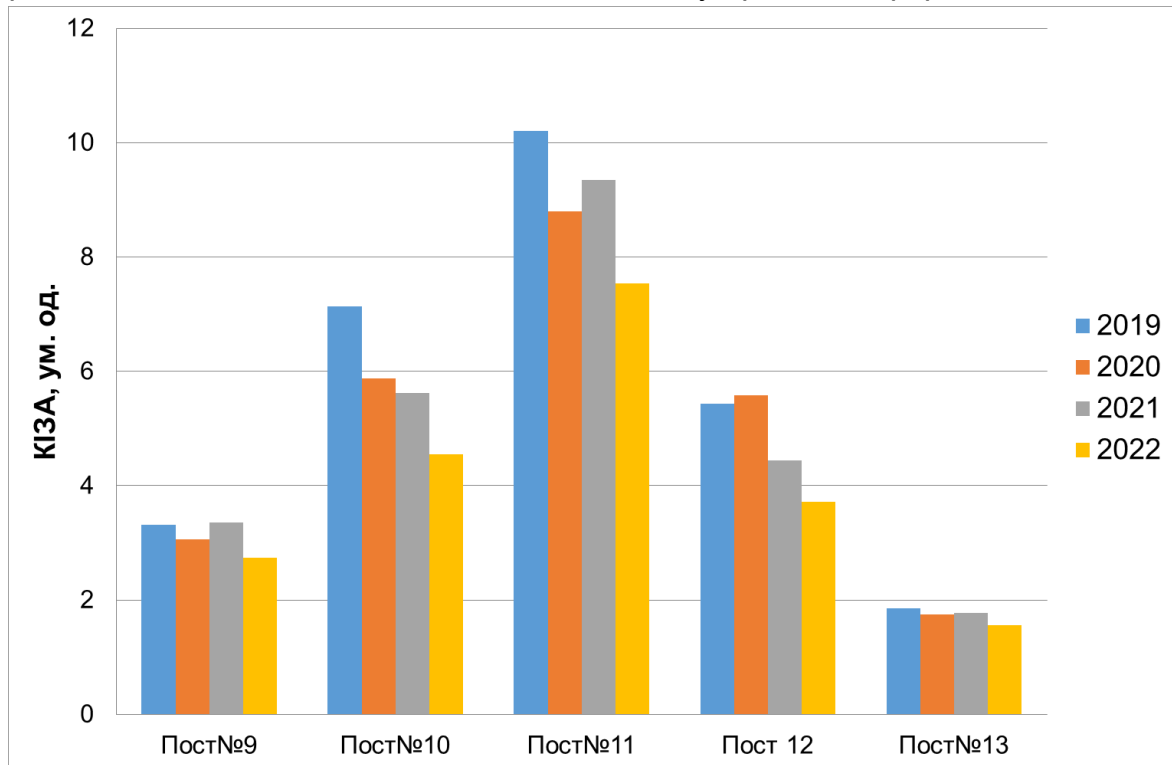


**Рисунок 3.1 – Динаміка змін середньої річної концентрації забруднюючих речовин у повітрі агломерації м. Запоріжжя**

Як можна помітити, початок повномасштабного воєнного вторгнення на півдні України частково вплинув на якість повітря агломерації м. Запоріжжя. Середні значення річних концентрацій забруднюючих речовин (у долях гігієнічного нормативу безпеки) у 2019-2022 роках демонструють стабільність в обсягах викидів та якості повітря. Зменшення концентрації азоту діоксиду та фенолу потребує додаткових пояснень. На нашу думку, це пов'язано з різким зниженням виробництва продукції коксохімічного та металургійного комплексів м. Запоріжжя.

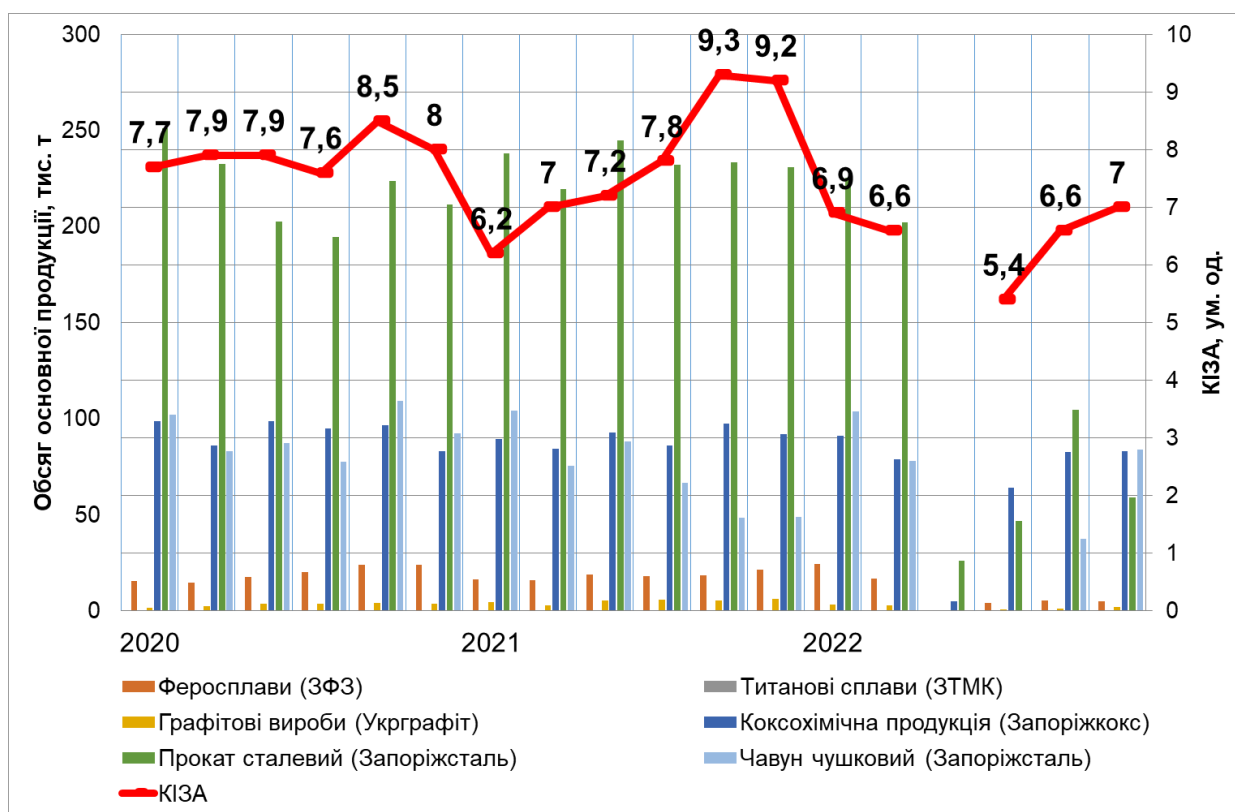
На рис. 3.2 наведені результати обчислення комплексного індексу забруднення атмосферного повітря. За даними звітів Центральної геофізичної обсерваторії ім. Срезневського за період 2016-2019 величини КІЗА у Запоріжжі коливаються на рівні 8, що відповідає рівню «небезпечний». При цьому результати спостережень

свідчать, що найбільші концентрації спостерігаються для таких забруднюючих речовин: пил загальний, двоокис та окис азоту, фенол та формальдегід.



**Рисунок 3.2 – Динаміка змін комплексного індексу якості повітря агломерації м. Запоріжжя (за роками та стаціонарними постами спостережень)**

Аналіз отриманої залежності (рис. 3.3) демонструє пряму залежність між комплексним ІЗА та обсягами виробництва (з урахуванням вмісту у атмосферному повітрі пріоритетних забруднюючих речовин).



**Рисунок 3.3 – Динаміка змін комплексного ІЗА агломерації м. Запоріжжя залежно від обсягу виробництва продукції деяких підприємств**

Аналіз відповідності детермінуючого фактору (потужність виробництва, рис. 3.3) та рівнів КІЗА показав, що за умови зменшення обсягів виробництва відбувається зменшення концентрацій забруднюючих речовин у повітрі міста. Це підтверджує гіпотезу про домінуючий вплив великих промислових підприємств 1-ої групи на загальну якість повітря агломерації м. Запоріжжя. Водночас, це не виключає впливу інших чинників на якість повітря. Відновлені у квітні-травні 2022 року спостереження не фіксують зменшення комплексного індексу якості повітря.

Аномальна непропорційність змін комплексного ІЗА відносно обсягу виробництва (особливо виробництва сталі) потребує додаткового ретельного вивчення. Зараз цю аномалію можна пояснити чинниками:

- Наявність нових джерел викидів, пов'язаних з воєнними діями.
- Зміна впливу високих гарячих промислових джерел викидів на якість повітря агломерації.
- Нестационарні форсовані режими роботи обладнання на етапі відновлення виробництва (металургійне та коксохімічне).
- Методологічні обмеження, пов'язані з вибіркою 5 найпотужніших з точки зору валових забруднень, підприємств (за даними багаторічних державних спостережень).
- Наявність неврахованих та не облікованих викидів низько емісійних джерел інших виробництв та суб'єктів господарювання III групи.

## 4 ВПЛИВ ПЕРШИХ МІСЯЦІВ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВОЄННОГО ВТОРГНЕННЯ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ АГЛОМЕРАЦІЇ М. ЗАПОРІЖЖЯ

На рис. 4.1 – 4.6 наведені узагальнені результати середніх місячних концентрацій шести основних індикаторів якості повітря агломерації міста Запоріжжя. Серед них: дрібнодисперсний пил фракцій 2.5 та 10 мкм, азоту діоксид, вуглецю оксид, аміак, тропосферний озон та сума летких органічних сполук у перерахунку на формальдегід. Як було зазначено у п. 1.2, ці узагальнення спираються на результати спостережень станцій Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City, встановлені у різних локаціях м. Запоріжжя у 2019-2022 роках. В якості фактору порівняння обрані критерії якості повітря Українського індексу якості повітря UAQI (див. табл. 4.1).

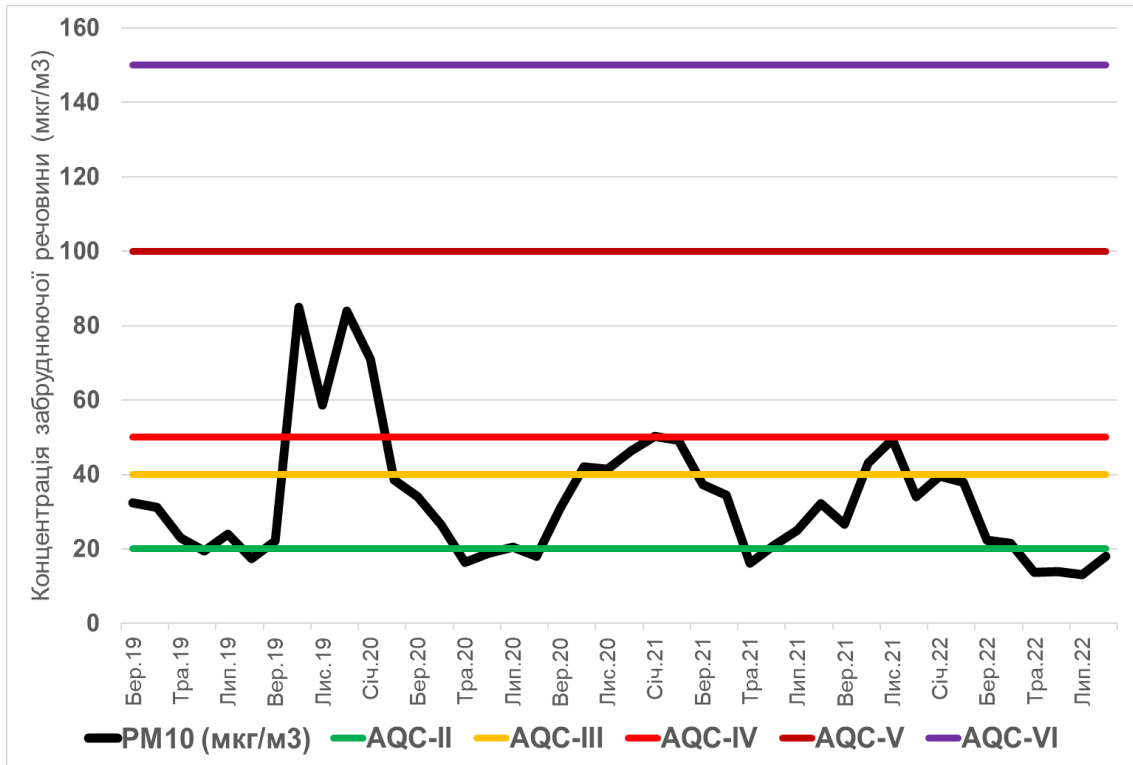
**Таблиця 4.1 – Критерії категорій якості повітря Українського індексу якості повітря UAQI (у мкг/м³)**

| Індикатор якості повітря (забруднююча речовина) |                                                                                                       | Категорія якості повітря |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|
|                                                 |                                                                                                       | II                       | III  | IV   | V    | VI   |
| <b>PM<sub>10</sub></b>                          | Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 10 мкм                                              | 20                       | 40   | 50   | 100  | 150  |
| <b>PM<sub>2.5</sub></b>                         | Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 2.5 мкм                                             | 10                       | 20   | 25   | 50   | 75   |
| <b>PM<sub>1</sub></b>                           | Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 1 мкм                                               | 9                        | 18   | 20   | 35   | 55   |
| <b>NO<sub>2</sub></b>                           | Азоту діоксид                                                                                         | 40                       | 90   | 120  | 230  | 340  |
| <b>CO</b>                                       | Вуглецю оксид (чадний газ)                                                                            | 500                      | 1000 | 3000 | 5000 | 8000 |
| <b>O<sub>3</sub></b>                            | Озон (приземний озон)                                                                                 | 50                       | 100  | 130  | 240  | 380  |
| <b>VOC (H<sub>2</sub>CO)</b>                    | Сума летких органічних сполук (включно з леткими органічними сполуками у перерахунку на формальдегід) | 10                       | 20   | 35   | 50   | 100  |
| <b>NH<sub>3</sub></b>                           | Аміак                                                                                                 | 10                       | 25   | 40   | 100  | 200  |

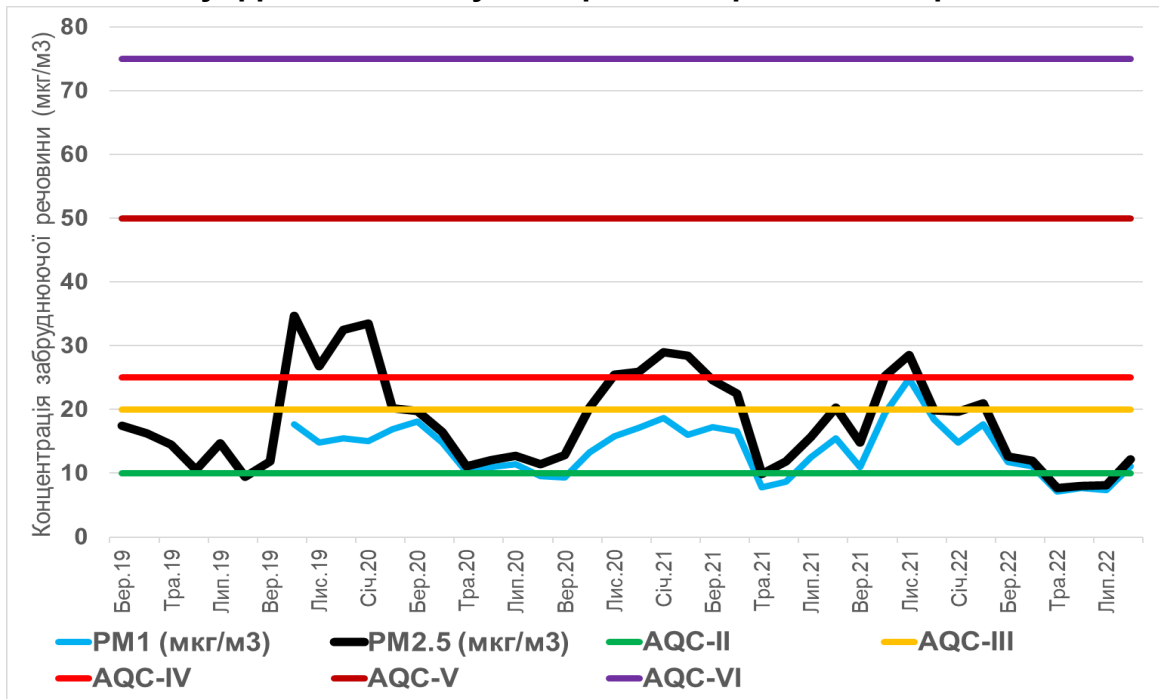
Поверхневий аналіз графіків на рис. 4.1 – 4.6 свідчить, що у період з березня по травень 2022 року спостерігається зменшення середньої місячної концентрації всіх забруднюючих речовин (у порівнянні з аналогічними періодами 2020 та 2021 років). Тренди, отримані за результатами громадського моніторингу, узгоджуються з даними державних систем спостереження за станом та якістю повітря (див. рис. 3.3).

За даними спостережень громадської мережі моніторингу в перші місяці повномасштабного воєнного вторгнення спостерігається покращення якості повітря. Середньомісячна концентрація дрібнодисперсного пилу у березні-травні 2022 року на 26...40% менша від цього ж показника в аналогічні періоди 2020 та 2021 років

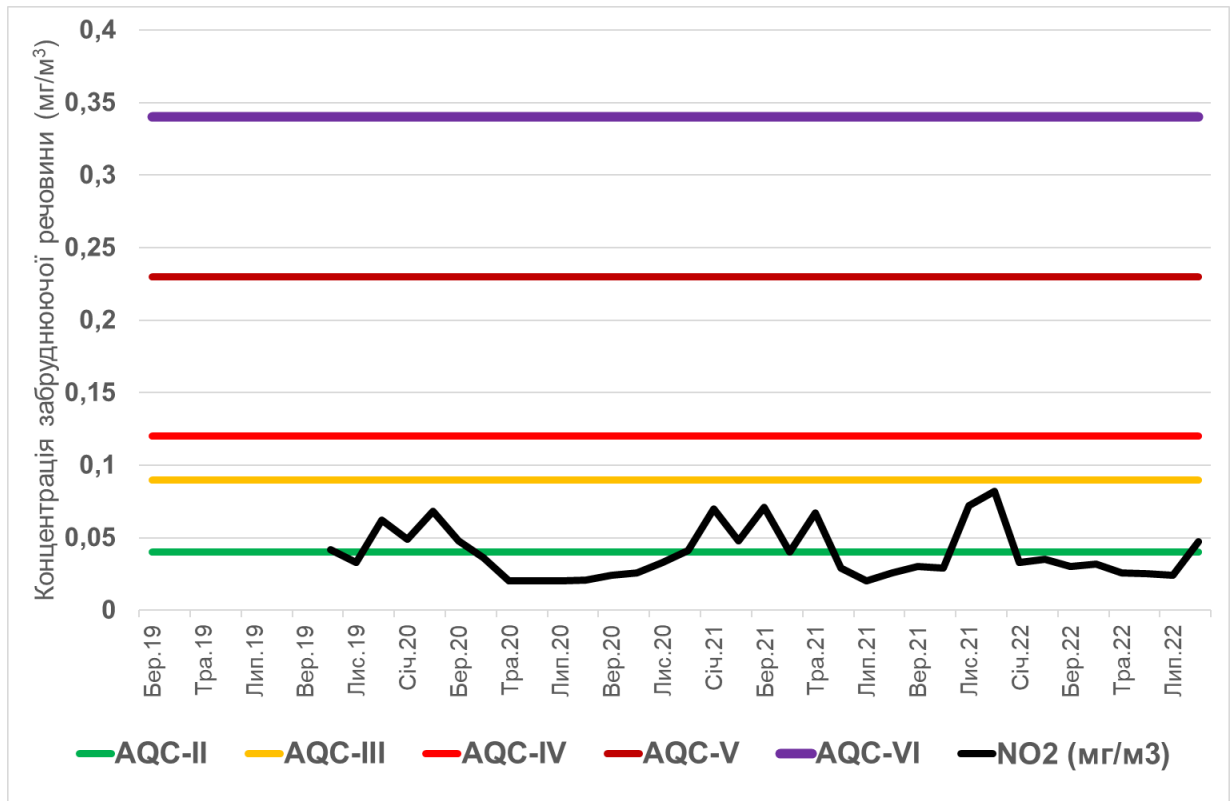
(див. рис. 4.1 та 4.2). Подібний тренд спостерігаємо для азоту діоксиду: його концентрації на 20...50% менші порівняно з аналогічними періодами 2020 та 2021 років (див. рис. 4.3). Так само суми летких органічних сполук на 32...55% менші порівняно з аналогічними періодами 2020 та 2021 років (див. рис. 4.4).



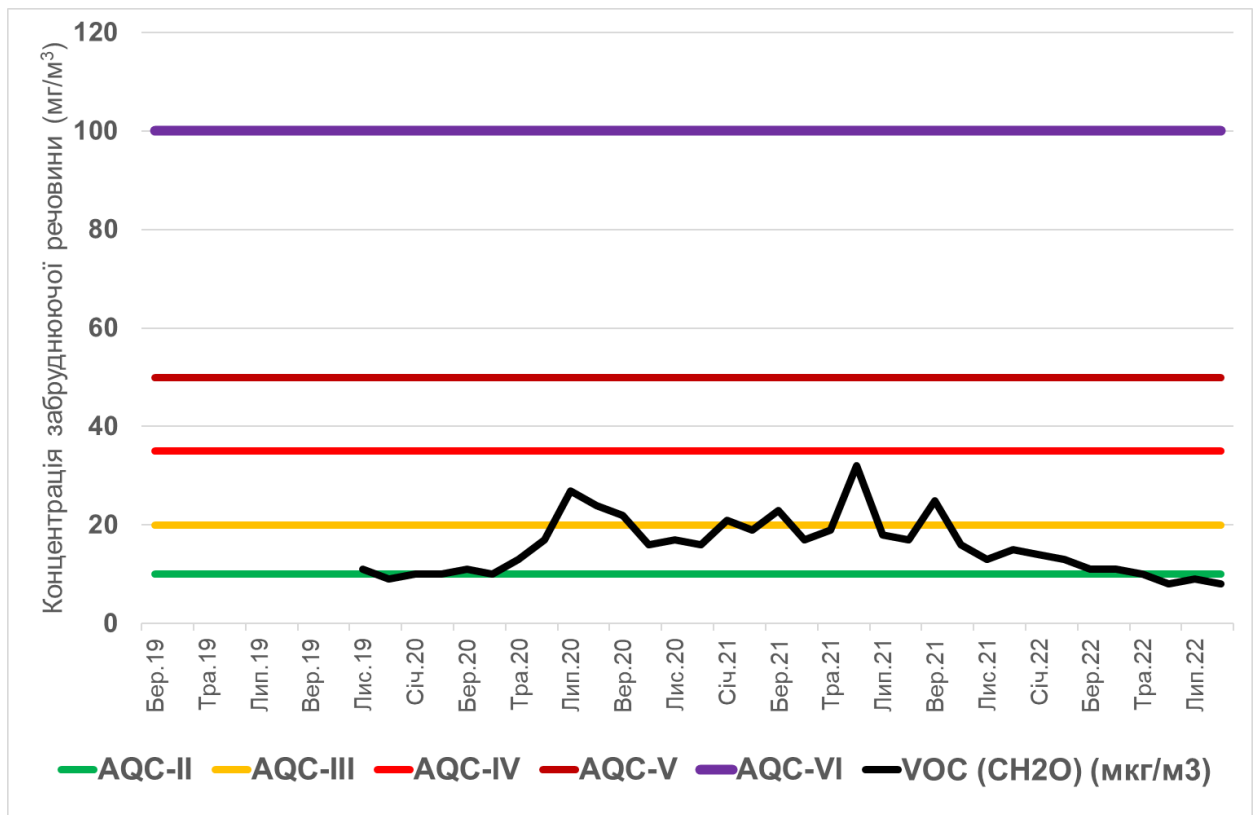
**Рисунок 4.1 – Динаміка середньої місячної концентрації дрібнодисперсного пилу фракції 10 мкм у повітрі агломерації м. Запоріжжя**



**Рисунок 4.2 – Динаміка середньої місячної концентрації дрібнодисперсного пилу фракції 2.5 та 1 мкм у повітрі агломерації м. Запоріжжя**



**Рисунок 4.3 – Динаміка середньої місячної концентрації азоту діоксиду у повітрі агломерації м. Запоріжжя**



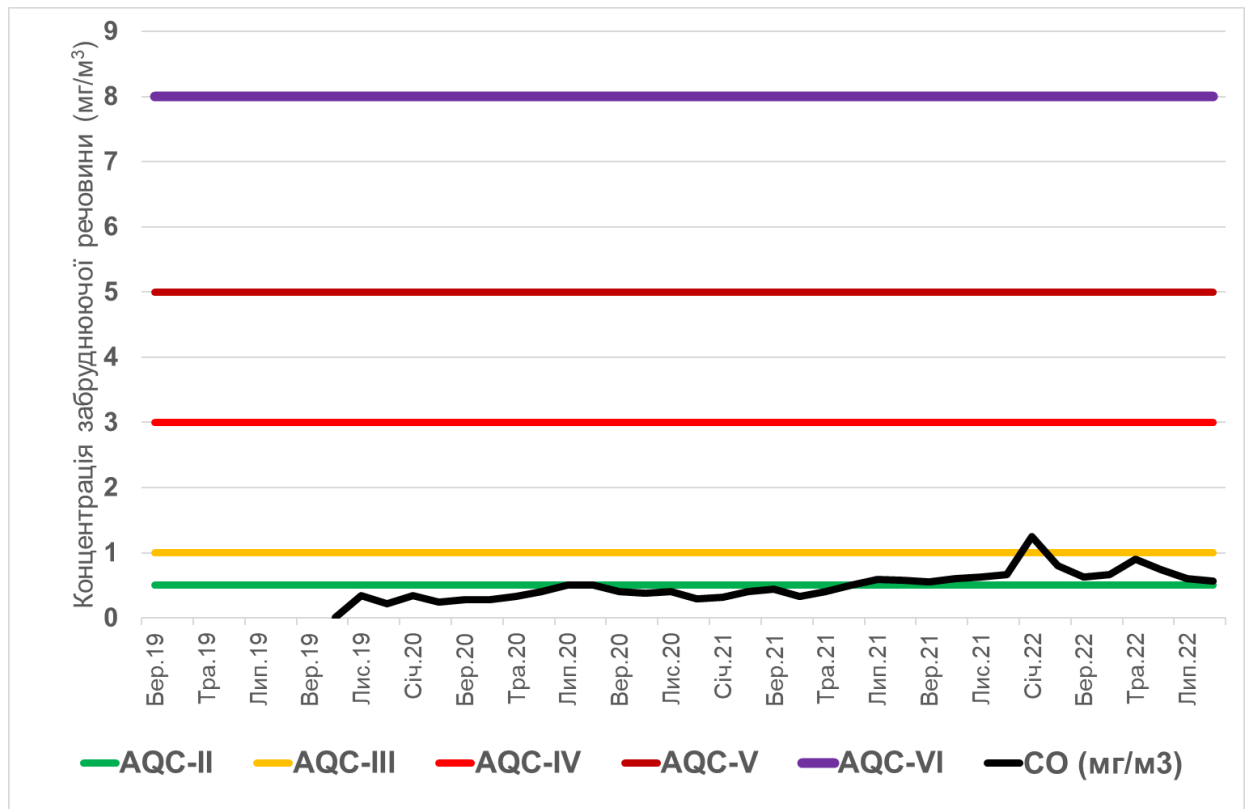
**Рисунок 4.4 – Динаміка середньої місячної концентрації летких органічних сполук у перерахунку на формальдегід у повітрі агломерації м. Запоріжжя**

Аналогічно динаміці змін КІЗА (див. рис. 3.3), від другої половини травня громадські мережі моніторингу фіксують ріст середньодобових та середньої місячної концентрації деяких забруднюючих речовин.

На нашу думку, такі зміни у якості повітря прямо пов'язані з двома основними чинниками:

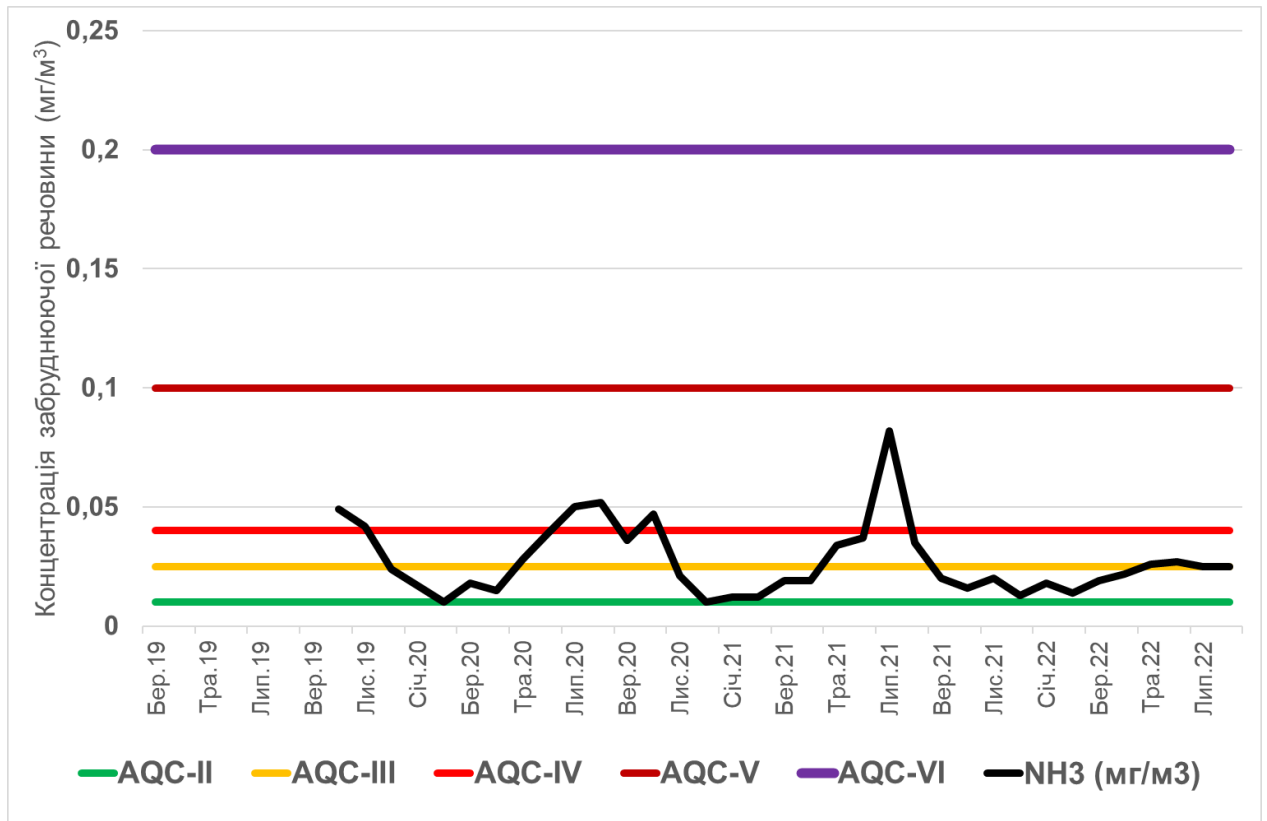
- Різкий спад та часткова зупинка виробництва (металургійна та коксохімічна промисловість) на території агломерації м. Запоріжжя.
- Зупинка виробничих процесів (джерел викидів) у Донецькій, Луганській, Дніпропетровській та Харківській областях, що призвела до зниження транскордонного переміщення забруднюючих речовин від організованих джерел промислових джерел викидів на території цих областей.

Проте вміст вуглецю оксиду / чадного газу (див. рис. 4.5) та аміаку (див. рис. 4.6) демонструє протилежну динаміку. Від часу початку активних воєнних дій вміст у повітрі аміаку збільшився на 8...16%, а чадного газу зріс на 56...120% у порівнянні з аналогічними періодами 2020 та 2021 років. Ця аномалія потребує більш детального вивчення та пояснення.



**Рисунок 4.5 – Динаміка середньої місячної концентрації вуглецю оксиду у повітрі агломерації м. Запоріжжя**

Результати багаторічних спостережень (отриманих зі станцій громадського моніторингу) свідчать про стабільний тренд на поступове збільшення середніх концентрацій чадного газу у повітрі агломерації м. Запоріжжя. За 2020-2021 роки вміст цієї забруднюючої речовини збільшилися майже у два рази, а у січні та травні 2022 року «перетнув» межу III категорії якості повітря – «несприятлива для уразливих та чутливих до забруднення категорій населення».



**Рисунок 4.5 – Динаміка середньої місячної концентрації аміаку у повітрі агломерації м. Запоріжжя**

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Аналіз даних державних то громадських систем моніторингу підтверджує вплив активних воєнних дій на якість повітря агломерації м. Запоріжжя. У перші місяці від початку активних воєнних дій (березень – травень) спостерігається суттєве зменшення у повітрі міста основних забруднюючих речовин: дрібнодисперсного пилу, азоту діоксиду та летких органічних сполук. Це пов'язано зі скороченням виробництва та зупинкою роботи великих виробництв на території міста, а також в зоні транскордонного перенесення викидів (Донецька, Дніпропетровська, Луганська, Харківська області, Запорізька ТЕС).

З частковим відновленням виробничої потужності (від травня 2022 року) спостерігається поступове збільшення вмісту основних забруднюючих речовин у повітрі.

Отримані та проаналізовані дані підтверджують:

- Виробничі джерела викидів мають домінуючий вплив на якість повітря у агломерації м. Запоріжжя.
- Результати моніторингу громадських мереж не суперечать трендам, отриманим за результатами аналізу даних державної системи моніторингу якості повітря.
- Система моніторингу та управління якістю повітря у агломерації м. Запоріжжя потребує модернізації, застосування сучасних та коректних інструментів порівняння та аналізу.
- Перевищення та аномальні рівні концентрацій деяких забруднюючих речовин обґрунтовують необхідність розширення програм моніторингу на рівні агломерації. Для цих цілей необхідно використати мобільні інструменти МЛМД ОЛЦКПХ МОЗ.
- В умовах воєнного стану система моніторингу повітря потребує розвитку та використання всіх наявних інструментів, і особливо – інтеграції якісних вимірювань станціями громадського моніторингу до регіональних систем спостережень за станом довкілля у агломерації м. Запоріжжя та Запорізької області.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

- (1) Банк даних станцій громадського моніторингу у Запорізькій області. Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City. ГО «Фрі Ардуіно. Івано-Франківськ. 2019-2022. URL: <https://eco-city.org.ua/>
- (2) Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. ПКМУ від 14.08.19 р. № 827, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-п>
- (3) Перелік найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню ПКМУ від 29.11.01 р. N 1598, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-п>
- (4) Гігієнічні регламенти. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ Міністерства охорони здоров'я України, 14 січня 2020 року № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20>
- (5) Екологічний паспорт Запорізької області за 2021 рік. Запорізька обласна державна адміністрація. Військова державна адміністрація. 2022 р. URL: <https://mepr.gov.ua/news/39661.html>
- (6) Екологічний паспорт Запорізької області за 2020 рік. Запорізька обласна державна адміністрація. 30.06.2021 р. URL: <https://www.zoda.gov.ua/news/56168/ekologichniy-pasport-zaporizkoji-oblasti-za-2020-rik.html>
- (7) Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2020 році. Департамент захисту довкілля. Запорізька обласна державна адміністрація. 2021 р. URL: <https://mepr.gov.ua/timeline/Regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolishnogo-prirodnogo-seredovishcha.html>
- (8) Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій за I півріччя 2022 року. Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського. Державна служба з надзвичайних ситуацій. Київ. 2022. 19 с. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/8-materialy-na-glavnoj/171-stan-zabrudnennya-prirodnogo-seredovishcha-na-teritoriji-ukrajini>
- (9) Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2021 році. Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського. Державна служба з надзвичайних ситуацій. Київ. 2022. 40 с. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/8-materialy-na-glavnoj/171-stan-zabrudnennya-prirodnogo-seredovishcha-na-teritoriji-ukrajini>
- (10) Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2020 році. Центральна геофізична обсерваторія ім. Б. Срезневського. Державна служба з надзвичайних ситуацій. Київ. 2021. 43 с. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/8-materialy-na-glavnoj/171-stan-zabrudnennya-prirodnogo-seredovishcha-na-teritoriji-ukrajini>
- (11) Якість атмосферного повітря за 1 півріччя 2022 м. Запоріжжя [Аналітична записка] / Пірогова І., Веремєєнко Г., Янько С. — Запоріжжя: Департамент захисту довкілля Запорізької обласної адміністрації, 2022. — 20 с. URL: <https://www.zoda.gov.ua/news/62639/departamentom-zahistu-dovkillya-zova-provedeno-analiz-zmin-yakosti-povitrya-u-period-vojenного-stanu.html>
- (12) Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку / під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага -

- Івано-Франківськ: Arnika, 2022. – 58 с. URL: <https://cleanair.org.ua/publication/radiation-and-smog-alarm/>
- (13) Ангурець О., Хазан П., Колесникова К. Управління якістю атмосферного повітря: від концепції до впровадження: Звіт за результатами досліджень / у редакції М. Сороки. Прага-Київ: Arnika, 2021. 52 с. URL: <https://cleanair.org.ua/publication/upravlinnya-yakistyu-atmosfernoho-povitrya/>
- (14) Банк даних станцій громадського моніторингу у Запорізькій області. Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City. ГО «Фрі Ардуіно. Івано-Франківськ. 2019-2022. URL: <https://eco-city.org.ua/>