

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра загальної та прикладної екології і зоології**

**Кваліфікаційна робота  
магістра**

на тему СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ  
ПІД ЧАС ВОЄННОГО СТАНУ

ATMOSPHERIC AIR CONDITIONS IN THE CITY OF ZAPORIZHZHIA  
DURING MARTIAL LAW

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1012-з

спеціальності 101 Екологія

освітньо-професійної програми Екологія та охорона навколишнього  
середовища

Скуйбіда Олена Леонідівна

Керівник доцент, к.б.н. Воронова Н. В.

Рецензент доцент, к.б.н. Горбань В. В.

# ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Біологічний факультет

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Рівень вищої освіти магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітньо-професійна програма Екологія та охорона навколишнього середовища

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної  
екології і зоології,  
д.б.н., проф.

О.Ф. Рильський

«    »                      \_\_\_\_\_ року

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ

Скуйбіді Олені Леонідівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи

Стан атмосферного повітря міста Запоріжжя під час  
воєнного стану

керівник роботи

Воронова Наталія Валентинівна, к.б.н., доцент

затверджена наказом ЗНУ від « 06 » вересня 2023 р. № 221-с

2. Строк подання студентом роботи

«08» грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи

аналіз стану атмосферного повітря міста  
Запоріжжя під час воєнного стану

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- розглянути стан атмосферного повітря в м. Запоріжжя протягом останніх років;
- виявити, які речовини призводять до стабільного перевищення гранично допустимих концентрацій, а також перевищення рекомендованих Всесвітньою організацією охорони здоров'я рівнів;
- з'ясувати, які загрози забруднення атмосферного повітря в м. Запоріжжя виникають внаслідок воєнних дій.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 10 таблиць, 22 рисунка.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ім'я, по батькові та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., доцент, к.с.-г.н.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	Жовтень	Виконано
2.	Вивчення, засвоєння методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	Жовтень	Виконано
3.	Засвоєння правил техніки безпеки під час виконання експериментальної частини. Написання відповідного розділу роботи.	Жовтень	Виконано
4.	Проведення експериментальних досліджень. Оформлення результатів експерименту	Листопад	Виконано
5.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Передзахист роботи.	Листопад	Виконано
6.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Грудень	Виконано
7.	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень	Виконано

Студентка \_\_\_\_\_

О.Л. Скуйбіда

Керівник роботи \_\_\_\_\_

Н.В. Воронова

**Нормоконтроль пройдено**

Нормоконтролер \_\_\_\_\_

Н.М. Притула

## РЕФЕРАТ

В роботі 81 сторінка, 10 таблиць, 22 рисунка, 7 додатків. Було використано 102 літературних джерел, з них 6 іноземною мовою.

Об'єкт дослідження – атмосферне повітря.

Предмет дослідження – оцінка рівня забруднення повітря та ризиків для здоров'я, обумовлених інгаляційним впливом забруднень атмосфери.

Методи дослідження: оцінювання якості повітря за індексом забруднення атмосфери та коефіцієнтом небезпеки, методологія оцінки категорії якості повітря. Статистична обробка результатів проводилась з використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel.

Актуальність дослідження. Проблема моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря міста Запоріжжя є серйозною та актуальною, особливо в контексті високого техногенного навантаження, а також загрози хімічної та радіаційної аварій в регіоні.

Мета роботи – аналіз інформації про якість атмосферного повітря міста Запоріжжя, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення на основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення державного та громадського моніторингу атмосферного повітря, а також поширення інформації про якість атмосферного повітря регіону.

АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, МОНІТОРИНГ, ЗАБРУДНЮВАЛЬНІ РЕЧОВИНИ, ТЕХНОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ, СТАЦІОНАРНІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ, ПЕРЕСУВНІ ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ, РАДІАЦІЙНЕ ЗАБРУДНЕННЯ

## ABSTRACT

There are 81 pages, 10 tables, 22 pictures, 7 annexes in the work. There were 102 literary sources used, including 6 in a foreign language.

The object of the research is the atmospheric air.

The subject of the study is the assessment of level of air pollution and health risks caused by inhalational influence of atmospheric pollution.

Research methods: air quality assessment methodology based on the air pollution index and hazard ratio, methodology of air quality category assessment. Statistical processing of the results was carried out using the Microsoft Excel computer program.

Relevance of the research. The problem of monitoring in the field of atmospheric air protection and atmospheric air quality management of Zaporizhzhia city is serious and urgent, especially in the context of high technogenic load, as well as the threat of chemical and radiation accidents in the region.

The purpose of the work is to analyze information about the quality of atmospheric air in the city of Zaporizhzhia, to assess the impact of atmospheric air pollution on the natural environment, health and life of the population based on data and information obtained as a result of the state and citizen monitoring of the atmospheric air, as well as dissemination of information about the quality of atmospheric air of the region.

ATMOSPHERIC AIR, MONITORING, POLLUTANTS, TECHNOLOGICAL LOAD, STATIONARY SOURCES OF POLLUTION, MOBILE SOURCES OF POLLUTION, RADIATION POLLUTION

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП.....	8
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	11
1.1 Наслідки воєнних дій на території України для атмосферного повітря.....	14
1.2 Моніторинг атмосферного повітря в Україні.....	15
1.3 Забруднення атмосферного повітря в місті Запоріжжя та його вплив на здоров'я населення.....	18
2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	28
2.1 Методика дослідження якості повітря .....	28
2.2 Методологія оцінки впливу якості атмосферного повітря на здоров'я населення.....	36
2.3 Фізико-географічна характеристика району дослідження.....	37
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	42
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
4.1 Заходи з охорони праці.....	57
4.2 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.....	63
ВИСНОВКИ.....	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	69
ДОДАТКИ .....	82

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- AQI – індекс якості атмосферного повітря
- AQHI – індекс здоров'я за якістю повітря
- EuAQI – європейський індекс якості повітря
- ICR – індивідуальний канцерогенний ризик
- HQ – коефіцієнт небезпеки
- PCR – популяційний канцерогенний ризик
- RAD – потужність експозиційної дози в атмосферному повітрі
- UAQI – український індекс якості повітря
- VOC – леткі органічні речовини
- ВДТ – візуально дисплейний термінал
- ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
- ГДК – гранично допустима концентрація
- ЗАЕС – Запорізька атомна електростанція
- ЗЦГМ – Запорізький обласний центр з гідрометеорології
- I<sub>ВОЗ</sub> – інтегральний показник якісного стану атмосферного повітря
- ІЗА – індекс забруднення атмосфери
- ІЛР – індекс людського розвитку
- КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери
- НХР – небезпечна хімічна речовина
- ОЛЦ – обласний лабораторний центр
- ПК – персональний комп'ютер
- ПСЗ – пост спостереження (стаціонарний) за забрудненням  
навколишнього природного середовища

## ВСТУП

Запорізький регіон характеризується вкрай високим рівнем техногенного навантаження, пов'язаного з наявністю значної кількості джерел атмосферного забруднення: промислових підприємств, що є хімічно небезпечними об'єктами; електростанцій, в т.ч. Запорізької АЕС, яка є найбільшою атомною електростанцією в Європі; аеропорту, річкового та морського портів, перевантажувальних терміналів, а також транспортних засобів; об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, місць видалення відходів [1].

*Постановка проблеми.* Місто Запоріжжя та Запорізька область є одними з найбільш техногенно навантажених регіонів України, де сконцентровані підприємства машинобудівної, металургійної, хімічної промисловості, електроенергетики, сільського господарства. Здійснюється виробництво сталі, чавуну, титанової губки, феросплавів, коксу, хімічної продукції, графітових електродів, вогнетривких виробів, трансформаторів, деталей авіабудування, кранів, виробів харчової промисловості тощо. На початок 2021 р. індекс промислового виробництва в регіоні становив 95,5%. З діяльністю промислових підприємств в значній мірі пов'язано забруднення атмосферного повітря [2, 3], що викликає порівняно високий рівень захворюваності населення; при цьому, даними осередками джерела викидів не обмежуються. Запоріжжя характеризуються потужною транспортною складовою, а саме морський та річковий порти, три зернових перевантажувальних термінали, розвинена система шосейних доріг та залізничних колій. Іншими джерелами викидів в атмосферу та небезпек для людини і навколишнього середовища є Запорізька атомна електростанція, Запорізька тепла електростанція, Дніпровська гідроелектростанція.

*Актуальність дослідження.* Проблема моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря м. Запоріжжя є серйозною та актуальною, особливо в контексті високого техногенного



навантаження, а також загрози хімічної та радіаційної аварій, зокрема внаслідок воєнних дій.

*Мета роботи* – аналіз інформації про якість атмосферного повітря міста Запоріжжя, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення на основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення державного та громадського моніторингу атмосферного повітря, а також поширення інформації про якість атмосферного повітря регіону.

В завдання дослідження входило:

1. Розглянути стан атмосферного повітря в м. Запоріжжя протягом останніх років.

2. Виявити, які речовини призводять до стабільного перевищення гранично допустимих концентрацій, а також перевищення рекомендованих Всесвітньою організацією охорони здоров'я рівнів.

3. З'ясувати, які загрози забруднення атмосферного повітря в м. Запоріжжя виникають внаслідок воєнних дій.

*Об'єкт дослідження* – атмосферне повітря.

*Предмет дослідження* – оцінка рівня забруднення повітря та ризиків для здоров'я, обумовлених інгаляційним впливом забруднень атмосфери.

*Наукова новизна*: здійснено комплексний аналіз стану якості атмосферного повітря в м. Запоріжжя під час воєнного стану за результатами державного та громадського моніторингу.

*Теоретичне та практичне значення*. Проаналізовано рівень забруднення атмосферного повітря по постах спостереження та районам в м. Запоріжжя під час воєнного стану. Результати роботи доцільно використовувати для розробки заходів щодо покращення якості атмосферного повітря.

Представлені результати роботи є наслідком участі (на громадських засадах) упродовж останніх 5 років в роботі робочих груп та комісій Запорізького регіону:

1. Розпорядження міського голови Про створення робочої групи з

розробки Плану дій з адаптації до наслідків зміни клімату місто Запоріжжя від 26.09.2019 №275р): <http://surl.li/lprzi>

2. Розпорядження голови обласної державної адміністрації Про створення комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря в Запорізькій зоні, затвердження її складу та Положення про неї від 09.02. 2021 р. № 66: <http://surl.li/lpsaw> , <http://surl.li/kmslh>

3. Розпорядження міського голови Про створення комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря в місті Запоріжжя від 09.07.2020 №156р: <http://surl.li/lpscl>

4. Розпорядження міського голови Про створення робочої групи по вирішенню питань покращення атмосферного повітря міста Запоріжжя від 03.010.2022 №245р.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані у змісті навчальної дисциплін «Моніторинг довкілля».

Матеріали дослідження опубліковані у статті в журналі, внесеному до переліку наукових фахових видань України (категорія Б) у галузі природничих наук (101 – Екологія):

1. Скуйбіда О. Л. Стан, проблеми та перспективи моніторингу атмосферного повітря зони «Запорізька» та агломерації «Запоріжжя». *Екологічні науки*. 2022. №5(44). С. 43-47.

За результатами дослідження опубліковано 2 тези за матеріалами Міжнародної наукової конференції «Search for scientific answers to the challenges of our time» (Вашингтон, США) та Всеукраїнської наукової конференції «Екологічна безпека та раціональне природокористування» (Житомир, Україна).

## 1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ

### 1.1 Наслідки воєнних дій на території України для атмосферного повітря

Воєнні дії значно вплинули на забруднення атмосферного повітря в Україні: з'явилися нові джерела викидів забруднювальних речовин, а також змінився просторовий розподіл джерел викидів, пов'язаних із руйнуванням об'єктів інфраструктури, промислових об'єктів та застосування боєприпасів [4]. Одним із довгострокових наслідків воєнних дій є хімічне забруднення екосистем через застосування боєприпасів, бомбардування та обстріли. Війна є причиною суттєвого підвищення викидів парникових газів, зокрема через нафтопродукти військового обладнання та техніки. Деякі іноземні дослідники повідомляють, що негативний вплив на якість повітря було виявлено навіть за межами зон, уражених війною. В результаті воєнних дій відбувається сильне забруднення атмосферного повітря (насамперед, токсичними хімічними речовинами та парниковими газами). Також можна припустити, що це вплине і на процеси зміни клімату. Відповідно до Обсерваторії конфліктів та довкілля, загальний військовий вуглецевий слід становить близько 5,5 % світових викидів, тобто формують четвертий у світі вуглецевий слід [5].

Супутніми факторами є азимут або напрямок середнього вітру, ступінь вертикальної стійкості повітря та рельєф місцевості. Опади сприяють вологому осадженню забруднюючих речовин, які хімічно взаємодіють із водяною парою (зокрема, пилу,  $\text{NO}_2$  та  $\text{SO}_2$ ). Виведення з опадами СО не відбувається. Поле вітру суттєво змінюється внаслідок впливу рельєфу місцевості, щільності забудови та наявності міської рослинності.

Встановлено прямий зв'язок між воєнними діями та викидами забруднювальних речовин – і наслідки для екологічної ситуації можуть бути катастрофічними, в т.ч. в контексті забруднення атмосферного повітря та здоров'я населення. Наприклад, в Києві якість повітря на 19 березня 2022 року була в 27,8 разів вищою за рекомендації ВООЗ [6].

Вчені з Державного університету «Житомирська політехніка» [7] вказують, що з усіх видів людської діяльності саме війна найбільше впливає на довкілля. Зокрема, патрони, що розриваються, неметалеві частини військової техніки, яка горить, забруднюють довкілля важкими металами та токсичними елементами. На сьогоднішній день було знищено велику кількість військової техніки. При цьому паливо, яке потрапляє в ґрунт і атмосферу, викликаючи їх забруднення. Кожен вибух є окремою хімічною реакцією. Наприклад, після вибуху від викиду «граду», який потрапляє в ґрунт, залишається більше 0,5 кг сірки, в результаті чого утворюється сірчана кислота (при контакті з водою). Крім того, після вибуху в атмосферу проникає багато частинок, які забруднюють не лише певну зону чи агломерацію, але і всю Україну та планету в цілому.

При використанні бронебійних підкаліберних снарядів утворюється аерозоль радіотоксичних оксидів урану ( $U_3O_8$ ,  $UO_2$ ) з розміром часток 0,5...5 мкм [8]. Основною їх небезпекою для людини є потрапляння в організм у вигляді пилових часток. Уран є важким металом, який викликає порушення роботи нирок, печінки, кровоносної системи, захворювання легень, а також є джерелом внутрішнього альфа-випромінювання. Додатковими стабілізуючими та ініціюючими речовинами, які використовуються в боєприпасах, є олово та його сполуки, нітрат стронцію тощо.

За оцінкою експертів [8], ракети типу Х-22, Х-101, Х-555, «Калібр», «Іскандер», С-300 та інші, несуть, зокрема, небезпеку, пов'язану із застосуванням токсичного палива та / або продуктів його горіння. При застосування балістичних ракет («Уран», «Град») утворюються токсичні сполуки: CO, HCN, NO, NO<sub>2</sub> тощо. В зенітних ракетах використовується паливо на основі перхлорату амонію NH<sub>4</sub>ClO<sub>4</sub>, кінцевими продуктами розкладу якого є N<sub>2</sub>O, Cl<sub>2</sub>, HCl, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, а також H<sub>2</sub>O. При використанні ракет в атмосферу можуть надходити PbO, CH<sub>4</sub>, NH<sub>3</sub>, HNO<sub>2</sub> та інші хімічні сполуки.

Робота Н. М. Гринчишина [9] присвячена дослідженню якості атмосферного повітря за вмістом твердих мікрочастинок РМ 2,5 з оцінкою

ризиком для здоров'я в умовах карантину та воєнного стану в Україні. Було використано індекси якості атмосферного повітря AQI (інструмент Агентства з охорони навколишнього середовища США) для частинок РМ 2,5, розраховані на основі вимірювань постами громадського моніторингу. Було виявлено, що воєнний стан має різний вплив на динаміку забруднення атмосферного повітря РМ 2,5 в містах України. Так, за даними [9] у більшості населених пунктів (розрахунок здійснювався для 5 міст) відбулося суттєве зниження індексу якості повітря. Однак для м. Кам'янське, індекс якості повітря за РМ 2,5 у досліджуваній період під час воєнного стану збільшився. Це пов'язано з тим, що в період дослідження місто перебувало на лінії зіткнення під постійними артилерійськими обстрілами, «градів», «смерчів», мінометів, гранатометів та різного озброєння. Автором зроблено висновок, що ведення активних бойових дій викликає підвищення рівня забруднення атмосферного повітря РМ 2,5, тоді як ракетні обстріли міст не мали суттєвого впливу на підвищення рівнів індексу якості атмосферного повітря для РМ 2,5.

Про забруднення довкілля внаслідок воєнних дій наразі говорять вчені в різних країнах світу. Так, вчені з Литви, Іспанії та Хорватії вказують, що хоча війна ще триває, є докази сильного забруднення повітря та викидів парникових газів у результаті інтенсивних боїв [10]. Воєнні дії мають шкідливий вплив на якість повітря, збільшуючи викиди токсичних елементів в атмосферу (наприклад, стійкі органічні забруднювачі, поліхлоровані біфеніли, поліциклічні ароматичні вуглеводні, діоксини, чадний газ) внаслідок інтенсивного руху важкої військової техніки та вибухів. Науковці наголошують на потребі неперервного моніторингу забруднення атмосферного повітря під час війни.

Вчені Університету Лондону [11] вбачають перспективними напрямками моніторингу довкілля під час воєнних конфліктів дистанційне зондування (вимірювання та/або збір інформації про об'єкти або просторові області на відстані, і зазвичай містить зображення, зібрані аерофотозйомкою або із використанням супутникових технологій) та свідому громадянську позицію

(волонтери приймають участь у картографуванні екологічно значущих подій). Дослідники зазначають, що відповідно до отриманого в інших країнах досвіду, найуспішніші моніторингові дослідження поєднували аналіз даних з відкритих джерел (про ті чи інші воєнні події, які могли вплинути на рівень забруднення), супутникових знімків з інформацією, отриманою від активістів, що змогли поїхати до місць для збору доказів.

На офіційному ресурсі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України «ЕкоЗагроза» [12] наводяться дані щодо наслідків воєнних дій та впливу на довкілля. Так, станом на 627й день війни (листопад 2023 р.) орієнтовні збитки, нараховані Державною екологічною інспекцією, складають 2164 млрд. грн., в т.ч. збитки від забруднення атмосферного повітря складають 1080,7 млрд. грн.. Так, збитки від лісових пожеж оцінюються в 1023,1 млрд. грн. ( 4330569 т викидів в атмосферне повітря), від горіння нафтопродуктів – 51,9 млрд. грн. (499473 т викидів в атмосферне повітря), від неорганізованих викидів отруйних речовин – 6,3 млн. грн. (97 т викидів забруднювальних речовин).

## 1.2 Моніторинг атмосферного повітря в Україні

Сьогодні по всьому світі спостерігається катастрофічне зменшення вмісту кисню в атмосфері та забруднення повітря [13-15]. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), якість довкілля складає близько 20 % від загального економічного збитку від захворювань, інвалідності та передчасної смертності. Близько 7 % смертності серед населення великих міст асоціюється із впливом забрудненого повітря [16].

Дослідження стану атмосферного повітря в містах України проводили М. В. Савенець, І. В. Дворецька, О. О. Самко, Н. О. Рингач, Л. Й. Власик, Н. М. Гринчишин, А. Гусєв, О. Ангурець та ін. [4, 17-20]. Забруднювальні

речовини в атмосферному повітрі є однією з причин змін клімату, що вимагає відповідних дій на глобальному, національному, регіональному та місцевому рівнях [21]. Аналіз офіційних даних Держстату [22] показав, що в довоєнний період Незалежності України обсяги викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря зменшилися майже в 4 рази, що пояснюється зниженням промислового виробництва за вказаний період.

Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за останні роки за даними спостережень гідрометеорологічної служби приведені в [23-25]. Стан атмосферного повітря оцінюється за показником забруднення атмосфери (ІЗА) [26]. Інформація про атмосферне повітря відповідно до ІЗА надається в щорічних регіональних доповідях про стан навколишнього природного середовища та екологічних паспортах, зокрема приведена в [27-29].

В багатьох країнах для визначення екологічної складової якості життя використовують показник викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря [30]. Державна служба статистики України, відповідно до «Методики вимірювання регіонального людського розвитку» [31], розраховує індекс людського розвитку (ІЛР) і щорічно випускає статистичний бюлетень «Регіональний людський розвиток» [32]. Для розрахунку ІЛР використовуються 33 показники, об'єднані у 6 блоків. Інтегральний показник стану навколишнього середовища віднесено до блоку «Комфортне життя», однак більш коректним є виокремлення екологічного показника а в окремий блок ІЛР [33].

В роботі [34] представлено класифікацію якісного стану атмосферного повітря за значеннями інтегрального показника якісного стану атмосферного повітря (Івоз) і значеннями індексу забруднення атмосфери ІЗА. Автори вважають, що саме показник стану атмосферного повітря Івоз доцільно застосовувати для визначення рівня забруднення атмосферного повітря в Україні.

Згідно з проведеним аналізом, Н.І. Коцур [35] вказує, що такі вчені як В.Г. Бардов, В.І. Федоренко, Е.М. Білецька, С.С. Гаркавий, А.М. Гринзовський вважають, що індекс здоров'я є кількісним показником стану здоров'я людини в умовах, коли спостерігається вплив екологічної якості середовища. При припущенні, що середовище сприятливе для здоров'я, загальний індекс здоров'я становить приблизно 65...70%. Адаптивність організму людини є інтегральним показником стану її здоров'я [36].

Забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення базується на гігієнічній оцінці та прогнозуванні впливу довкілля на захворюваність населення. Індекс небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів характеризує небезпечність сполуки для здоров'я людини і є більш інформативним, ніж ІЗА (КІЗА) [37].

Аналіз ризику для здоров'я населення, спрямований на практичне прийняття управлінських рішень, перетворився на важливий компонент оцінки екологічних взаємозв'язків людини, ставши складовою інтегрованої міждисциплінарної науки, яка досліджує взаємодію людини з її життєвим середовищем [38].

Методологія аналізу ризику, заснована на сучасних наукових, політичних і економічних уявленнях, є потужним інструментом впливу на політику та політиків. Вона допомагає виявити джерела, причини, динаміку, рівні та медико-соціальну важливість ризиків, інформувати населення та суспільство про ці ризики і ефективність запропонованих заходів для їх усунення та зменшення [39]. Реальна загроза здоров'ю населення посилюється через одночасне забруднення навколишнього середовища шкідливими хімічними речовинами зі стаціонарних і пересувних джерел, а також наслідками воєнних дій.

В аналітичному матеріалі Національного інституту стратегічних досліджень зазначено, що функціонування ефективної системи моніторингу довкілля є невід'ємною складовою державної екологічної політики, спрямованої на забезпечення конституційного права громадян на безпечне



середовище існування [40]. Тим не менш, наявна мережа спостережень в Україні за складом та переліком параметрів, що вимірюються, а також за технічним оснащенням постів не відповідає сучасному рівню, зокрема, вимогам Директив 2008/50/ЄС та 2004/107/ЄС [16].

Також автори [4] вказують, що наявність лише чотирьох вимірювань на добу стаціонарними постами спостережень не дозволяє досліджувати добову мінливість забруднюючих речовин. Згідно наведеної інформації щодо досліджень за кордоном, добові часові періоди мінімаксів концентрації забруднюючих речовин не узгоджуються із часом спостережень вітчизняної мережі спостережень за станом забруднення атмосферного повітря.

У Стратегії національної безпеки України [41], незадовільний стан моніторингу довкілля визначено як загрозу національній безпеці в екологічній сфері. Питанню якості функціонування державної системи моніторингу присвячено ряд наукових праць та статей. Зокрема, існує думка, що координація системи моніторингу Міністерством охорони довкілля не зовсім сприяє узгодженню діяльності інших установ, міністерств, відомств та організацій, задіяних у системі державного моніторингу [42-44].

Більшість сучасних публікацій [45-48] засвідчують необхідність ґрунтового реформування та вдосконалення державної системи моніторингу якості повітря. Ряд завдань моніторингу дозволяє вирішити система громадянського моніторингу атмосферного повітря, яка все більше застосовується для оцінки стану атмосферного повітря в регіонах України [49].

Результати досліджень підтверджують, що в найбільша імовірності виникнення захворювання внаслідок забруднення атмосферного повітря властива промисловим регіонам України [50]. Рангування областей України за значенням ІЗА на основі даних державного моніторингу за станом атмосферного повітря показало, що найбільш забрудненим є атмосферне повітря в Одеській, Запорізькій і Дніпропетровській областях [33]. Рівень забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя за оцінкою потенційного

ризиком для здоров'я населення відповідає 3 класу небезпеки (значний вплив на здоров'я населення) [30].

З 2019 р. працює комісія з моніторингу стану та охорони атмосферного повітря м. Запоріжжя. В 2020 р. між Запорізькою міською радою та 23 промисловими підприємствами міста укладено Угоду про спільні дії у сфері покращення стану довкілля. За участі комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря в м. Запоріжжя розроблено Програму державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації Запоріжжя на 2022-2026 роки. Створено робочу групу по вирішенню питань покращення атмосферного повітря м. Запоріжжя, здійснюється робота з розробки Програми охорони довкілля щодо поетапного зниження викидів забруднюючих речовин суб'єктами господарювання м. Запоріжжя.

### 1.3 Забруднення атмосферного повітря в місті Запоріжжя та його вплив на здоров'я населення

В атмосферному повітрі м. Запоріжжя міститься близько 80 поллютантів, з них біля 50 пріоритетних забруднювальних речовин та 17 канцерогенів [51, 52]. Питання сучасного стану забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя та регіону розглянуто в наукових публікаціях Рильського О.Ф., Турос О.І., Петросян А.А., Гришко С.В., Непша Я. Ю., Станкевич С. та ін. [3, 38, 52-55]. Більшість вчених вказує на недоліки в існуючій системі моніторингу, викликаних недосконалістю керівних документів в галузі охорони атмосферного повітря. Наразі останні дослідження пов'язані з розробкою дієвих програм державного моніторингу, що базуватимуться на науково обґрунтованому комплексному підході до контролю якості атмосферного

повітря, а також розробленні науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень в сфері охорони довкілля [1].

Запоріжжя є великим індустріальним центром з концентрацією промислових забруднювачів атмосферного повітря – металургійних, машинобудівних та коксохімічних виробництв та енергетики. В Запоріжжі виплавляється більше 30% сталі, виробленої в країні, більше 17% чавуну; виробляється близько 75% високовольтної апаратури та 20% металоконструкцій. В місті сконцентровано потужні підприємства: ПАТ «Запоріжсталь», АТ «Запорізький завод феросплавів», АТ «Запорізький виробничий алюмінієвий комбінат», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат», ПрАТ «Укрґраїнський графіт», ПАТ «Запорізький сталепрокатний завод», АТ «Мотор Січ», ПрАТ «Запоріжкран», ПАТ «Запорізький кабельний завод», ПрАТ «Запорізький електровозремонтний завод», ПАТ «Запоріжтрансформатор», ПрАТ «Запоріжжкокс», ЗДП «Кремнійполімер», ПрАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» та ін.. Інформація про основні забруднювачі наведена в табл. 1.1.

В роботі [26] представлені результати оцінки якості атмосферного повітря м. Запоріжжя на основі розрахунку індексу забруднення атмосфери та комплексного індексу забруднення атмосфери. Встановлено, що найбільший рівень комплексного індексу забруднення атмосфери спостерігається на постах, які розташовані в безпосередній близькості до промзони міста та сягають 5,4-9,8, що відповідає високому рівню забруднення. Основними забруднювальними речовинами в атмосферному повітрі м. Запоріжжя, які визначають його якість, є тверді частинки, фенол, формальдегід, оксид азоту, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю та озон. Стан здоров'я населення формувався під впливом систематичного перевищення ГДК забруднювальних речовин. Так, за даними [36-38, 58, 59], концентрація бенз(а)пірену з 2014 р. перевищувала значення середньодобової ГДК до 9,7 разів у Заводському районі, до 8,9 разів в Вознесенівському районі, до 6,2 разів в Комунарському районі, до 2,4 разів у Дніпровському районі.

Таблиця 1.1 – Інформація про забруднення атмосферного повітря [56, 57]

№ п/п	Показник	Рік				
		2016	2017	2018	2019	2020
1	Кількість підприємств, що здійснюють викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, од	333	408	326	343	287
2	Кількість діючих дозволів на викиди, об'єкт якого належить до:	3	7	3	3	9
	першої групи					
	другої та третьої групи	680	826	989	1178	325
3	Кількість транспортних засобів, од.	299289	221014	241010	289231	342969
4	Протяжність автомобільних доріг, тис. км	6989	6989	6989	7001	7001
5	Інші джерела забруднення, од.	3				
	аеропортів					
	морських/річкових портів	2				
	об'єктів оброблення та утилізації відходів	5	2	5	6	7
	місць видалення відходів	81	81	83	83	83

Протягом усього періоду промислового розвитку м. Запоріжжя характеризувалося високим обсягом викидів забруднювальних речовин в атмосферу. Вплив деяких забруднювачів на організм людини проаналізовано в роботі [60]. На основі цих даних складено табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Вплив забруднювальних речовин, які містяться в атмосферному повітрі, на стан здоров'я людини [60]

Речовина	Критичні органи / системи організму людини / наслідки
Пил	Органи дихання, вроджені вади розвитку
Діоксид азоту	Органи дихання, кров
Діоксид сірки	Органи дихання
Оксид вуглецю	Кров, серцево-судинна система, центральна нервова система, вроджені вади розвитку
Фенол	Серцево-судинна система, нирки, центральна нервова система, печінка, органи дихання
Формальдегід	Органи дихання, очі, імунна система, онкологічні захворювання
Фтористий водень	Органи дихання, кісткова система
Бенз (а) пірен	Імунна система, вроджені вади розвитку, онкологічні захворювання
Аміак	Органи дихання

З початком воєнного стану традиційно складна екологічна ситуація в регіоні є напруженою та невизначеною. Експертами ГО «Екосенс» та мережі «Довкола» було проведено аналітичне дослідження щодо впливу воєнних дій на якість повітря у м. Запоріжжя [61]. Також громадськими активістами [62] наголошується на наявності у великих концентраціях в повітрі Запоріжжі вуглеводнів нафти, миш'яку, хрому.

В аналітичній записці, підготованої командою міжнародної програми «Чисте повітря для України» [63] аналізується вплив скорочення виробництва на якість повітря агромерації «Запоріжжя». Автори дійшли висновку, що воєнне вторгнення на півдні України вплинуло на якість повітря передусім через зниження виготовлення коксохімічної та металургійної продукції.

Динаміка змін середньої річної концентрації забруднювальних речовин в повітрі м. Запоріжжя та зміна показника КІЗА на постах спостереження наведена в Додатку А. Показник КІЗА корелює зі зміною обсягів виробництва, що показано на рис. 1.1.

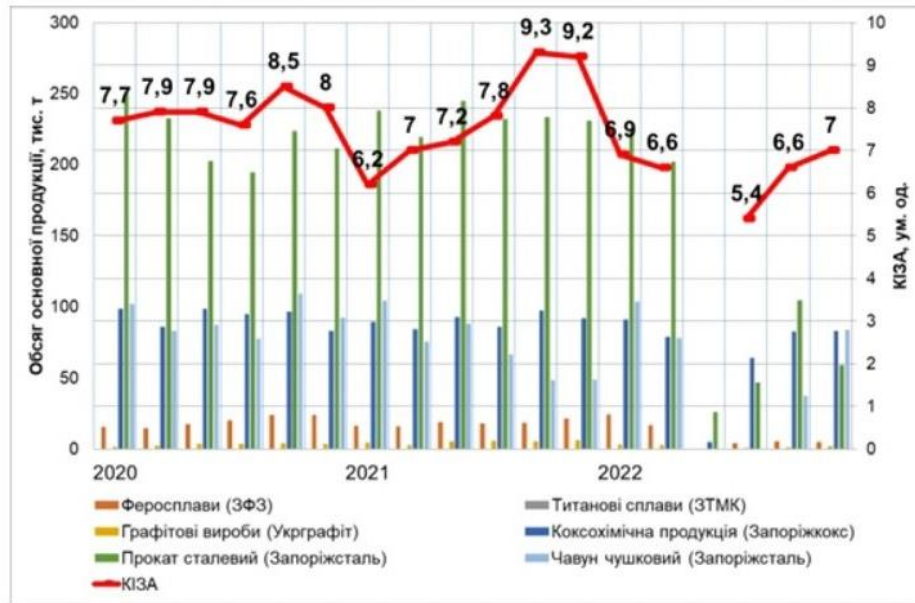


Рисунок 1.1 – Динаміка змін КІЗА в м. Запоріжжя в залежності від обсягів промислового виробництва [63]

На рис. 1.2 показано різницю між довоєнним періодом та часом воєнних дій, отриману за результатами супутникових даних Copernicus за участю OpenStreetMap [64]. З початку воєнної агресії простежується зниження забруднення  $\text{NO}_2$  у великих містах, зокрема Запоріжжі. Сполука  $\text{NO}_2$  не є основним забруднювачем, що виділяється під час вибухів і зміна концентрації діоксиду азоту пов'язана зі спадом промислового виробництва та міграцією населення через війну. Діоксид азоту призводить до захворювань дихальних шляхів, порушень функції легень, посилення бронхіту, астми тощо. Взаємодія  $\text{NO}_2$  з іншими хімічними речовинами викликає кислотні дощі, зміну в водних екосистемах та лісах. Основні впливи оксидів азоту на здоров'я включають подразнення легень, погіршення функції дихання та збільшення ризику захворювань дихальних шляхів.

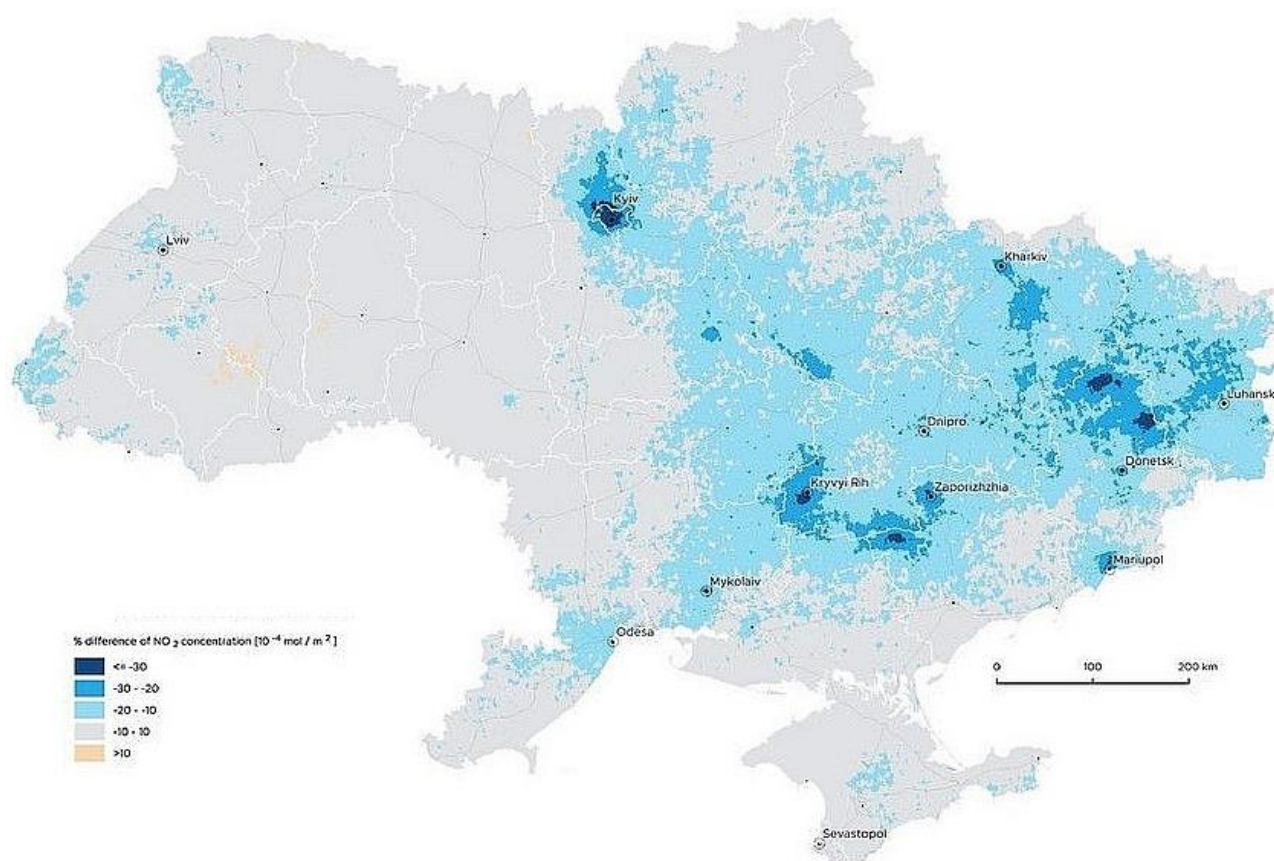


Рисунок 1.2 – Різниця (%) в середній концентрації  $\text{NO}_2$  ( $10^{-4}$  моль/м<sup>3</sup>) на території України між довоєнним періодом та під час воєнного стану [64]

ВООЗ вказує, що оксиди азоту, зокрема оксид азоту (NO) і діоксид азоту ( $\text{NO}_2$ ), можуть мати негативний вплив на здоров'я людини. Діоксид азоту призводить до захворювань дихальних шляхів, порушень функції легень, посилення бронхіту, астми тощо. Взаємодія  $\text{NO}_2$  з іншими хімічними речовинами викликає кислотні дощі, зміну в водних екосистемах та лісах. Основні впливи оксидів азоту на здоров'я включають подразнення легень, погіршення функції дихання та збільшення ризику захворювань дихальних шляхів.

Моноксид вуглецю (чадний газ) у кровоносній системі людини з'єднується з гемоглобіном – білком, що бере участь у транспортуванні кисню, відтак кров втрачає здатність переносити і доставляти кисень до тканин, а організм швидко починає відчувати його нестачу [65]. Довготривале вдихання великих концентрацій CO може призвести до серйозних проблем зі здоров'ям,

включаючи отруєння, погіршення роботи серцево-судинної системи та інших органів. Токсичність СО зростає за наявності в повітрі азоту.

На рис. 1.3 наведені дані щодо викидів СО Запоріжжі в порівнянні з Кривим Рогом та Кам'янським. За вмістом пилу найбільш забрудненими містами України є Кривий Ріг та Кам'янське [4]. Динаміка викидів пилу в довоєнний період показана на рис. 1.4.

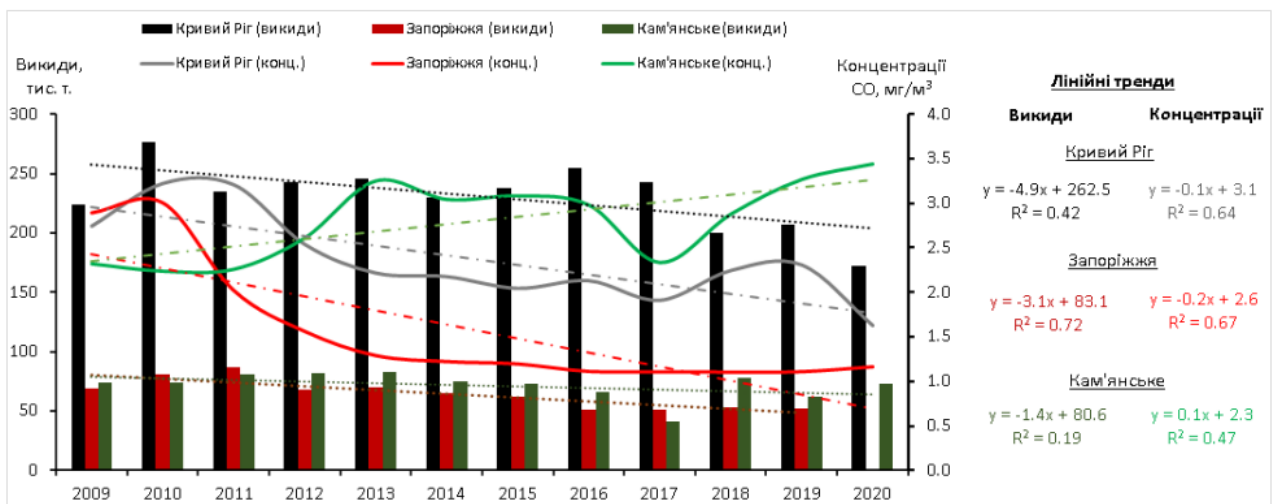


Рисунок 1.3 – Середньорічні зміни викидів та концентрацій СО в м. Запоріжжя, м. Кривий Ріг, м. Кам'янське [4]

Основна небезпека твердих мікрочастинок розміром 2,5 мкм та менше полягає в їх здатності спричиняти передусім захворювання серцево-судинної і дихальної систем. Частинки РМ 2,5 проявляють токсикологічний вплив для дихальної, імунної, нервової і серцево-судинної систем, а також шкіри людини. Також частинки РМ 2,5 можуть адсорбувати інші шкідливі речовини, що збільшує ризики для здоров'я населення. В гігієнічних регламентах «Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» (2020 р.) відсутні значення гранично допустимих концентрацій для РМ 2,5. Рекомендована норма ВООЗ – 5 мкг/м<sup>3</sup>.



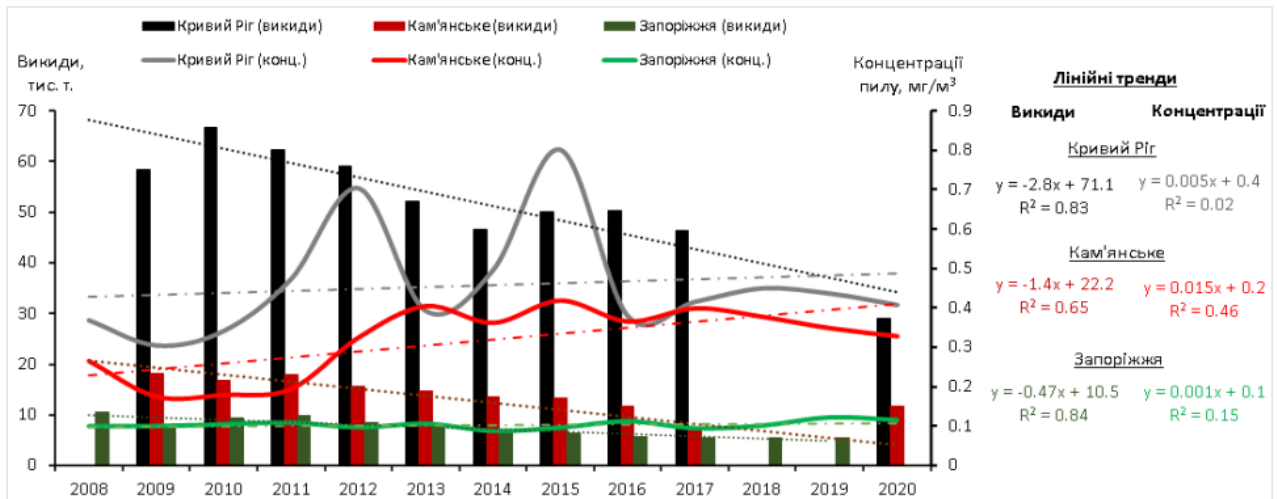


Рисунок 1.4 – Середньорічні зміни викидів та концентрацій пилу в м. Запоріжжя, м. Кривий Ріг, м. Кам'янське [4]

Автори [7] вказують, що сезонні максимуми концентрації забруднювальних речовин в повітрі забруднених міст фіксуються в літній період року, що залежить від впливу метеорологічних умов, зокрема менш інтенсивного осадження та більш інтенсивних фотохімічних реакції, а також пов'язано зі значним впливом забруднювальних речовин внаслідок їх високого вмісту.

Узагальнена інформація ВООЗ щодо впливу деяких забруднювальних речовин на здоров'я людини наведена нижче. Експозиція до високих концентрацій  $SO_2$  може викликати подразнення дихальних шляхів, сприяти розвитку захворювань дихальних шляхів, таких як астма, та погіршенню функції легень. Особливо чутливими до негативного впливу діоксиду сірки є діти, літні люди та люди з вже існуючими респіраторними захворюваннями.

Великі концентрації аміаку можуть призвести до подразнення очей, носових шляхів та дихальних шляхів, а також викликати кашель та дихальні проблеми. Довготривалий вплив аміаку може мати шкідливий вплив на легені та дихальну систему, особливо для осіб з респіраторними захворюваннями.

Озон є газовим забруднювачем, який утворюється в результаті хімічних реакцій під впливом сонячного світла між оксидами азоту та різними

вуглеводнями, що викидаються в атмосферу. Високі рівні озону можуть призвести до подразнення дихальних шляхів, підвищення ризику захворювань дихальних шляхів та зменшення функції легень. Озон може бути особливо шкідливим для дітей, літніх людей, осіб з хронічними респіраторними захворюваннями, такими як астма, та інших вразливих груп населення.

Довготривале вдихання формальдегіду може призвести до подразнення очей і дихальних шляхів, а також викликати алергічні реакції. Крім того, формальдегід визнається канцерогеном для людини, що означає, що висока експозиція цією речовиною може збільшити ризик виникнення онкологічних захворювань.

Вченими [66] було здійснено оцінку канцерогенного ризику для здоров'я населення (індивідуального, популяційного) від забруднення атмосферного повітря в Вознесенівському та Заводському районах м. Запоріжжя формальдегідом за 2019 рік (табл. 1.3). Проведені розрахунки індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення свідчить про середній рівень ризику при гострому та хронічному впливах ( $10^{-6} < ICR < 10^{-4}$  – рівень, на якому встановлюються гігієнічні нормативи для населення).

Таблиця 1.3 – Розраховані канцерогенні ризики від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя формальдегідом [66]

Район	Середня концентрація, мг/м <sup>3</sup>	ICR, гострий вплив	ICR, хронічний вплив	PCR, гострий вплив (на 10 тис. осіб)	PCR, хронічний вплив (на 10 тис. осіб)
Вознесенівський	0,0146	$2,150 \cdot 10^{-4}$	$1,195 \cdot 10^{-4}$	2,150	1,195
Заводський	0,0145	$2,132 \cdot 10^{-4}$	$1,185 \cdot 10^{-4}$	2,132	1,185

Дослідження, проведені в м. Запоріжжя показали, що відносний ризик для захворюваності й розповсюдженості хвороб у дорослих як при високому,

так і при помірному рівні виробництва, вірогідно вищий, ніж у дітей (1,98...2,04 та 2,39...2,56 умовних одиниць відповідно). Авторами [26, 34, 52] встановлено, що найбільш сильний вплив на розвиток хвороб органів дихання у дорослих мають діоксид марганцю, кобальт та його сполуки, ацетон, бенз(а)пірен, бутилацетат; у дітей – бензол, діоксид марганцю та інші забруднювальні речовини.

Стан атмосферного повітря м. Запоріжжя та його вплив на здоров'я населення було проаналізовано в роботі [67]. Так, вказано, що забруднення атмосферного повітря може спричиняти гостру і хронічну, специфічну і неспецифічну дію на організм людини. Це – збільшення кількості хворих з гіпертонічною хворобою, злоякісними новоутвореннями, патологією органів дихання. алергічними захворюваннями, гострими респіраторними захворювання з астматичним компонентом, бронхіальною астмою, випадки набряку Квінке. Забруднення атмосферного повітря провокує хронічні запальні захворювання легень та є однією з причин підвищення ризику захворювання на рак легенів. Присутність в атмосферному повітрі комбінацій шкідливих речовин може викликати синергію їх дії.

## 2 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕННЯ

### 2.1. Методика дослідження якості повітря

Оцінка рівня забруднення атмосфери залишається актуальною задачею, і правильна санітарно-гігієнічна діагностика і визначення впливу на здоров'я людини є ключовими завданнями в галузі екології. Кожне місто має свій специфічний склад забруднень, зокрема, в залежності від виду промисловості. У Запоріжжі основним джерелом забруднення є промислові підприємства, а найбільш токсичними забруднювачами є пил, оксиди азоту, сполуки сірки, вуглеводні, фенол, формальдегід та оксид вуглецю.

Як промислове місто, Запоріжжя має добре розвинену мережу моніторингу якості повітря:

1. Запорізький обласний центр гідрометеорології (Запорізький ОЦГМ). Використовує стаціонарні пости моніторингу якості повітря відповідно до програми моніторингу. Проводить спостереження за потужністю експозиційної дози гамма-випромінювання.

2. Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України (Запорізький ОЛЦ МОЗ України). Використовує мобільний пост моніторингу якості повітря відповідно до програми моніторингу.

3. Промислові об'єкти здійснюють спостереження на постах стаціонарних джерел викидів та стаціонарних постах моніторингу якості повітря згідно програми моніторингу, що визначена у дозвільних документах.

4. Громадяни та їх об'єднання, які здійснюють неформальний моніторинг якості повітря. Використовують стаціонарні станції громадського моніторингу.

Для оцінки стану та якості атмосферного повітря в роботі використані усереднені результати спостережень 5 стаціонарних постів моніторингу якості повітря Запорізького центру гідрометеорології. Під час аналізу результатів

обчислень та формування висновків були враховані середні і максимальні концентрації забруднювальних речовин у повітрі м. Запоріжжя.

Місця розташування відповідають наступним: ПСЗ №9 – вул. Рекордна, 2; №10 – бул. Шевченка, 25; №11 – вул. Миру, 1; №12 – вул. Шкільна, 24 а; №13 – пров. Черкаський 13 (рис.2.1). На всіх постах спостереження визначається вміст основних забруднювальних домішок (табл. 2.1): завислі речовини (пил), діоксид сірки, оксид вуглецю і діоксид азоту; на одному посту – вміст розчинних сульфатів і оксиду азоту. За вмістом специфічних речовин – сірководень, фенол, фтористий водень, хлористий водень, формальдегід спостереження проводяться на окремих постах з урахуванням викидів промислових підприємств, розташованих поблизу постів спостереження, а також в районах найбільш завантажених автомагістралей міста.



Рисунок 2.1 – Схема розташування ПСЗ ЗЦГМ м. Запоріжжя (на маркерах наведені номери постів) [68]

Таблиця 2.1 – Спостереження стаціонарними постами в м. Запоріжжя [51, 57]

Номер ПСЗ	Параметри, що контролюються	Періодичність спостережень, разів за добу
9	пил, CO, розчинні сульфати, важкі метали	2
	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , сірководень, фтористий водень, формальдегід	4
10	пил, CO	2
	CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , фенол	3
	сірководень	4
11	пил, CO, важкі метали, бенз(а)пірен	2
	CO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , сірководень	3
	фенол, формальдегід	4
12	пил, CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , важкі метали, бенз(а)пірен	2
	фенол	3
	хлористий водень	4
13	пил, CO, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , важкі метали, бенз(а)пірен	2
	фенол	4

Кожен ПСЗ працює за індивідуальною програмою, спеціально адаптованою до його місцезнаходження, близькості до джерел викидів та інших важливих факторів. Спостереження проводяться як за повною програмою, що включає в себе чотири точки вимірювань щоденно о 01:00, 07:00, 13:00 та 19:00 годин, так і за скороченою програмою з двома вимірюваннями о 07:00 та 19:00 годин протягом всього року, за винятком вихідних та святкових днів [57]. Проводиться наступний хімічний аналіз у лабораторіях ЗЦГМ. Оцінка забруднення атмосферного повітря здійснюється за показниками середньомісячних концентрацій у кратності перевищень встановлених

середньодобових гранично допустимих концентрацій (ГДК) по пріоритетним забруднювальним речовинам.

Для оцінки якості атмосферного повітря встановлено категорії ГДК пріоритетних забруднювальних речовин, наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Величини гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі [69]

Забруднювальна речовина	Середньодобова ГДК, (мг/м <sup>3</sup> )	Максимально разова ГДК (мг/м <sup>3</sup> )
Пил (PM <sub>2,5</sub> ; PM <sub>10</sub> )	0,15	0,50
Діоксид сірки	0,05	0,50
Оксид вуглецю	3,0	5,0
Діксид азоту	0,04	0,2
Оксид азоту	0,06	0,4
Формальдегід	0,003	0,035
Фенол	0,003	0,01
Хлористий водень	0,2	0,20
Фтористий водень	0,005	0,02

Індекс забруднення атмосфери розраховується для оцінки внеску окремих забруднень (ІЗА) або комплексно для декількох речовин з метою порівняння забрудненості міст в різних регіонах (КІЗА). Значення індексу забруднення атмосфери дозволяє оцінити ступінь забруднення повітря та його динаміку. Цей параметр порівняння є достатньо застарілим, проте відповідає усталеній практиці в Україні та передбачає наявність великої кількості ретроспективних даних. Сумарний індекс забруднення міського повітря змінюється щорічно через викиди та сумачію ІЗА різних речовин [70]. Серед основних недоліків індексу забруднення атмосфери – відсутність врахування сукупної дії забруднень та жорстка матриця умов розрахунку. Також він припускає, що будь-яка кількість домішок у повітрі негативно впливає на людину, хоча деякі

токсичні речовини не є шкідливими при концентраціях нижче встановлених норм.

Розрахунок ІЗА (I) здійснюється за формулою:

$$I_i = \left(\frac{q_{\text{сер}}}{\text{ГДК}}\right) C_i \quad (3.1)$$

де  $q_{\text{сер}}$  – середня концентрація забруднювальної речовини в атмосферному повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

ГДК – гранично допустима концентрація забруднювальної речовини, мг/м<sup>3</sup>;

$C_i$  – константа, рівна 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки шкідливої речовини відповідно.

Якість повітря за вмістом окремої забруднювальної речовини відповідає вимогам санітарно-гігієнічної безпеки при  $I_{\text{ЗА}} \leq 1$ .

Оцінку взаємного впливу забруднювальних речовин у атмосферному повітрі здійснюють за допомогою комплексного індикатору КІЗА ( $I_n$ ):

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (3.2)$$

Для кожного року спостережень для інтегральної оцінки рівня забруднення повітря використані значення п'яти забруднювальних речовин, для яких значення одиничних індексів ІЗА найбільші. Таким чином,

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i \quad (3.3)$$

Відповідно до отриманого значення КІЗА можна оцінити рівень забруднення:  $I_k < 5$  – низький рівень забруднення;  $5 \leq I_k < 7$  – підвищений рівень забруднення;  $7 \leq I_k < 14$  – високий рівень забруднення;  $I_k \geq 14$  – підвищений рівень забруднення.



Системами громадського моніторингу атмосферного повітря на території агломерації м. Запоріжжя є EcoCity та SaveEcoBot. Запоріжжя має розгалужену мережу громадських станцій моніторингу (табл. 2.3), у програмі яких включено спостереження за вмістом наступних забруднювальних речовин: азоту діоксиду, аміаку, вуглецю оксиду, суми летких органічних сполук (у перерахунку на формальдегід), озону, пилу та радіаційного фону [71]. Громадська система моніторингу доповнює державну та має достатньо широке охоплення за територією – 39 станцій в межах м. Запоріжжя (рис. 2.2). Найбільшу кількість станцій встановлено у Дніпровському та Комунарському районах міста.

Таблиця 2.3 – Мережа громадських станцій моніторингу якості повітря в агломерації міста Запоріжжя [61, 71]

Локація станцій моніторингу по районам міста	Загальна кількість	Параметри моніторингу якості повітря							
		PM1	PM2.5	PM10	NO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	CO	VOC (CH <sub>2</sub> O)	O <sub>3</sub>
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
Шевченківський	4	-	4	4	2	2	2	2	1

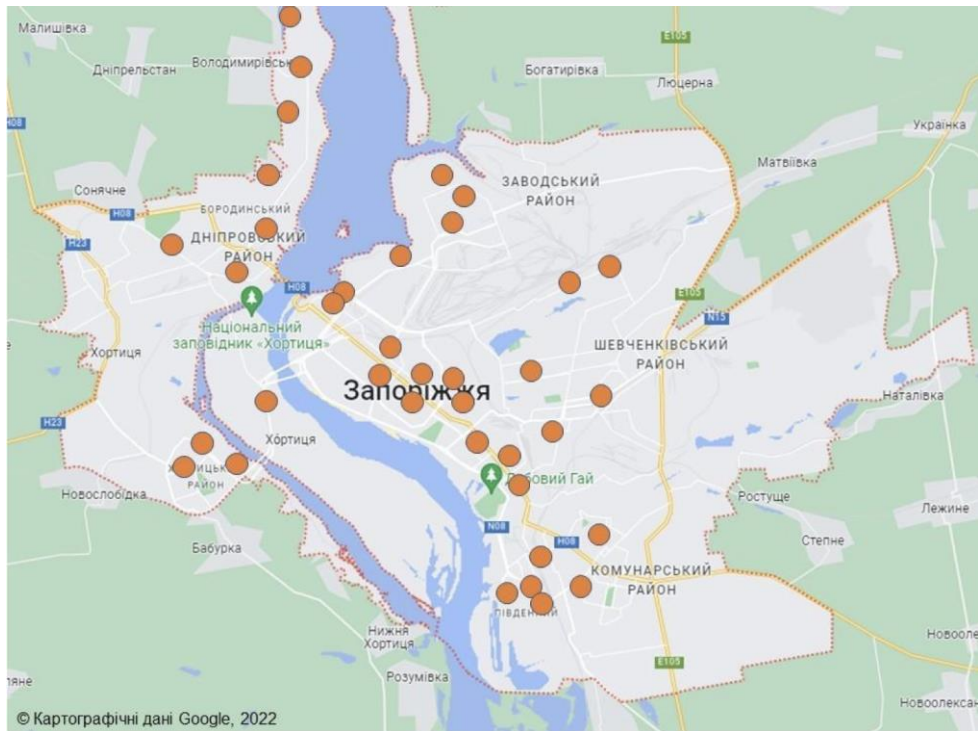


Рисунок 2.4 – Локації громадських станцій моніторингу якості повітря в агломерації міста Запоріжжя [61]

Громадська система моніторингу надає оперативну інформацію про стан повітря, тоді як для гідрометеорологічної мережі України наявна практика надавати піврічні та річні звіти (властива, зокрема, і для м. Запоріжжя). Так, мережа станцій EcoCity надає дані про мікроклімат, про кількість пилу у повітрі (зокрема, дрібнодисперсного пилу  $PM_{2,5}$  та  $PM_{10}$ , який ВООЗ вважає найбільш небезпечним), хімічну та радіаційну загрози.

Станції громадського моніторингу представляють собою автоматизовані засоби, які забезпечують неперервне надання інформації про якість повітря протягом 24/7 з часовим інтервалом від 20 до 60 хвилин. Це розширює наші можливості для докладного аналізу результатів моніторингу в порівнянні з тими, які отримані на стаціонарних постах державної системи спостережень. В залежності від стану повітря, громадянам надаються відповідні рекомендації — наприклад, не перебувати довго на відкритому повітрі, утриматися від тривалих прогулянок чи занять спортом на вулиці.

Системами громадського моніторингу використовується український індекс якості повітря (UAQI). Український індекс якості повітря встановлює 10 категорій якості повітря: добра якість повітря (I); задовільна якість повітря (II); якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення (III); погана якість повітря (IV); дуже погана якість повітря (V); надзвичайно погана якість повітря (VI); якість повітря тимчасово невідома (VII); якість повітря невідома (VIII); якість повітря потребує уточнення, аномальні значення результатів (XIX); якість повітря потребує уточнення, результат поза діапазоном чутливості інструменту моніторингу (XX). Категорії I-VI корелюють з Європейським індексом якості повітря EuAQI, який використовується, зокрема, Європейським агентством із охорони довкілля. Категорії мають інтуїтивно зрозуміле кольорове позначення, яке визначає реальну / потенційну небезпеку для людини. Відповідність вмісту забруднювальних речовин категоріям наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Максимальний вміст забруднювальних речовин відповідно до категорії якості повітря, мкг/м<sup>3</sup>

Параметр моніторингу	Категорія якості повітря					
	I	II	III	IV	V	VI
PM1	0-9	9-18	18-20	20-35	35-55	55-400
PM 2,5	0-10	10-20	20-25	25-50	50-75	75-800
PM 10	0-20	20-40	40-50	50-100	100-150	150-1200
NH <sub>3</sub>	0-10	10-25	25-40	40-100	100-200	200-500
CO	0-500	500-1000	1000-3000	3000-5000	5000-8000	8000-10000
O <sub>3</sub>	0-50	50-100	100-130	130-240	240-380	380-800
H <sub>2</sub> S				200-400	400-500	500-1200
NH <sub>3</sub>	0-10	10-25	25-40	40-100	100-200	200-500

## 2.2 Методологія оцінки впливу якості атмосферного повітря на здоров'я населення

Індекс здоров'я за якістю повітря (AQHI) показує рівень забруднення атмосферного повітря в певний час. Розрахунок AQHI здійснюється на основі середніх значень концентрації забруднювальних речовин за вказаний період, отриманих за результатами моніторингу стану атмосферного повітря або шляхом моделювання.

Для оцінки UAQI за основу беруть одиничний результат спостереження кожного параметра якості повітря, що характеризується числовим значенням та обов'язковими атрибутами, які дозволяють ідентифікувати як одиничний результат, так і похідні результати оцінки якості повітря (унікальний ідентифікаційний номер станції; позначення широти та довготи точки встановлення станції моніторингу якості повітря; позначення, яке ідентифікує адміністративно-територіальну одиницю локації встановлення станції моніторингу; дату та час доби, на які було виконано результат спостереження; код для позначення певного параметру якості повітря, який входить до структури українського індексу якості повітря). Для оцінки якості повітря на певній території або місцевості застосовується груповий результат моніторингу, який чисельно дорівнює простому середньому арифметичному одиничних результатів моніторингу кожного параметра якості повітря за 20 хв.

Для окремих груп населення потрібно формувати спеціальні повідомлення про якість атмосферного повітря в певній точці або на певній території. Зв'язок параметра якості повітря та певної групи населення, який має бути врахований під час формування повідомлення про якість повітря, наведений в Додатку Б. Для параметра RAD всі категорії населення вважаються уразливими та чутливими до забруднення. Рекомендації до стандартних повідомлень про якість повітря наведені в Додатку В. У випадку загострення

симптомів необхідно уникати фізичної активності, відстежувати зміни самопочуття, звернутися за консультацією до лікаря.

Серед методів оцінки забруднення повітря використовується методика оцінки ризиків для здоров'я. Ця методика передбачає оцінку ризику забруднення повітря для населення, і вона використовує коефіцієнт екологічного ризику забруднення атмосфери як практичний гігієнічний показник [70].

Для характеристики неканцерогенного ризику визначають коефіцієнт небезпеки (HQ). Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюється шляхом порівняння фактичної кількості вмісту речовини (або суміші шкідливих речовин) у повітрі з умовно безпечними (референтними) рівнями впливу. За відсутності референтних доз/концентрацій як еквівалент використовуються значення ГДК поллютантів.

Розрахунок коефіцієнта небезпеки (HQ) здійснюється за формулою:

$$HQ = \frac{C_{\text{сер}}}{\text{ГДК}}, \quad (3.4)$$

де  $C_{\text{сер}}$  – середня концентрація шкідливої речовини, мг/м<sup>3</sup>.

Критеріями оцінки ризику є значення коефіцієнта небезпеки:  $HQ = 1$  – гранична величина;  $HQ > 1$  – імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ.

### 2.3 Фізико-географічна характеристика району дослідження

Зона «Запорізька» розташована у південно-східній частині України і межує: на заході – з зоною «Херсонська», півночі і північному заході – з зоною «Дніпропетровська», на сході – з зоною «Донецька». Південні кордони зони

омиваються водами Азовського моря, берегова лінія якого в межах області перевищує 300 км. Територія зони «Запорізька» займає 26869 кв. км [56-59].

На півночі зони «Запорізька» знаходиться агломерація «Запоріжжя» (рис. 2.5) площею 331,0 квадратних кілометри. Характеристика рельєфу та клімату м. Запоріжжя наведені в [73]. Рельєф території рівнинний, розчленований річково-балковою мережею. Ухили поверхні спостерігаються в бік рік та водотоків (рис. 2.6). Територію в напрямку з півночі на південь пересікає р. Дніпро; довжина ріки в межах міста 24,2 км. Також гідрографічну мережу міста представляють малі ріки Мокра Московка, Суха Московка, Верхня, Середня та Нижня Хортиця, Кабиця, численні водотоки і балки.



Рисунок 2.5 – Географічне положення агломерації міста Запоріжжя [73]

Клімат м. Запоріжжя є степовим атлантико-континентальним, характеризується частими змінами циклонів та антициклонів. Циклони приносяться із заходу, північного та південного заходу, а також із півдня,

переносячи морські повітряні маси з Атлантики і Арктики. Вторгнення арктичних повітряних мас призводить до різкого похолодання, особливо взимку. Морозна погода у цей період обумовлена впливом Сибірського антициклону, тоді як літні засухи спричинені Азорським антициклоном. Зима в Запоріжжі настає наприкінці листопада - на початку грудня і характеризується помірно-холодною та малосніжною погодою з частими відлигами. Весна, яка настає в першій декаді березня, є короткотривалою і характеризується інтенсивним наростанням тепла. Літо, як правило, спекотне та сухе. В окремі періоди переміщення холодніших повітряних мас виникають сильні зливи, шквали, град. Осінь переважно настає у третій декаді вересня.



Рисунок 2.6 – Рельєф агломерації міста Запоріжжя [73]

Середньорічна температура повітря  $+10,4^{\circ}\text{C}$  тепла. Середня температура повітря липня складає  $+23,5^{\circ}\text{C}$  тепла, січня  $-2,5^{\circ}\text{C}$  морозу. Середньорічна кількість опадів складає 527 мм. Випадіння опадів відрізняється нерівномірністю і значними коливаннями їх кількості, що призводить до

нерівномірного зволоження в різні роки. Протягом року опади випадають нерівномірно, за рахунок сильних злив більше їх у теплий період року. Середньорічна відносна вологість повітря складає 73%. Середньорічна швидкість вітру 1,5 м/с; переважають вітри північного напрямку.

Місто Запоріжжя – це досить великий індустріальний центр з повним циклом важкої металургії, на відносно невеликій площі якого, в довоєнний період, було розміщено 40% підприємств чорної та кольорової металургії, 20,5% хімічної та промисловості машинобудування, 41% енергетики країни. Над Запоріжжям часто спостерігається жовто-сизий смог, що формується викидами промислових підприємств, сконцентрованих на відносно невеликій території. Цьому також сприяє рельєф місцевості, який погіршує провітрювання території та умови розсіювання пилогазових викидів [51]. Взаємне розміщення підприємств та ПСЗ в м. Запоріжжя наведено на рис. 2.7.

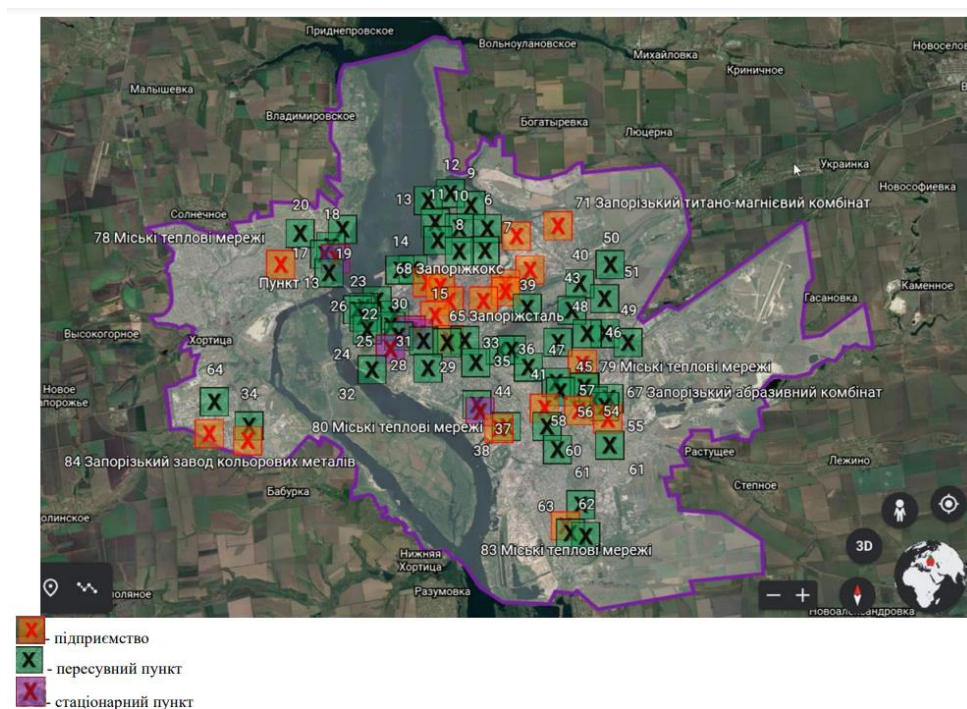


Рисунок 2.7 – Супутникова карта розміщення пунктів спостережень та підприємств м. Запоріжжя [73]

Основні підприємства Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться в північно-східній частині міста. Забруднення



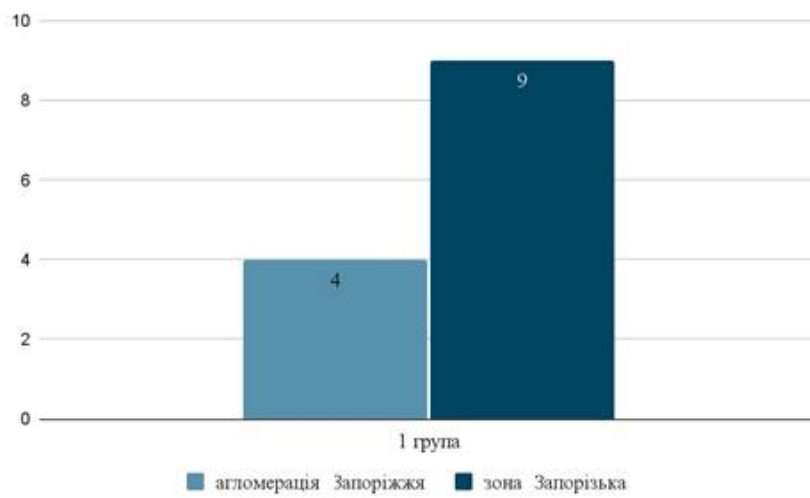
атмосферного повітря над основними районами міста відбувається при напрямках вітру від північно-західного через північ до східного. При південному напрямку вітру найбільше забруднюється Заводський район, у якому, крім промислових підприємств, також багато житлових будинків та інфраструктурних споруд. Південно-західний та західний вітер сприяє виносу забрудненого повітря за місто. Вітер, швидкість якого 0-4 м/с, забруднює місто незалежно від напрямку [51, 73]. Полігони максимальних концентрацій забруднювальних речовин в м. Запоріжжя наведені в Додатку Г.

### 3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

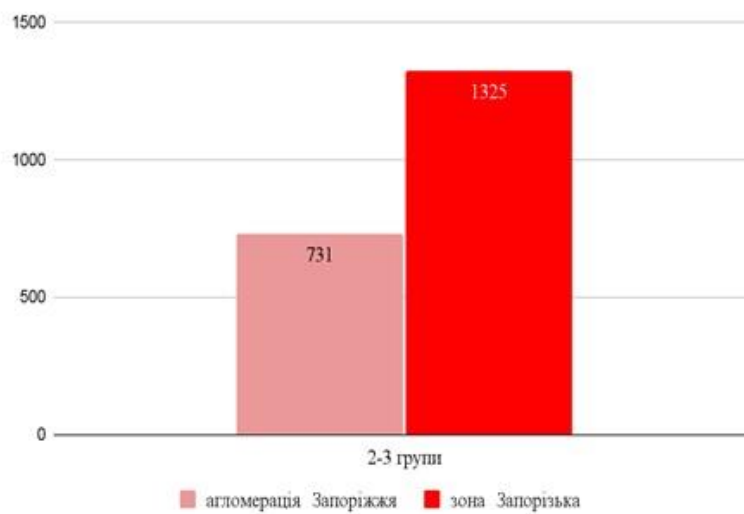
Забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя традиційно асоціюється з виробництвом електроенергії, металургією, переробною промисловістю, в т.ч. виробництво коксу, неметалевої мінеральної продукції, а також харчової продукції, що здійснюють найбільший внесок в загальний обсяг викидів. До основних забруднювальних речовин зони «Запорізька» та агломерації «Запоріжжя» відносяться оксид азоту, оксид вуглецю, діоксид сірки, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, метали та їх частинки (арсен, кадмій, ртуть, свинець, нікель), озон, бензол, бенз(а)пірен, формальдегід тощо.

Загальна кількість підприємств, що здійснюють викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, в 2021 р. склала 164 одиниці. Загальна кількість (одиниць) діючих дозволів на викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, об'єкт якого належить до першої групи становила 4 для агломерацій «Запоріжжя» та 9 для зони «Запорізька» (рис. 3.1); до другої та третьої груп – 731 та 1325 відповідно.

Згідно з [74], на території Запорізької зони впродовж року було здійснено близько 27 тис. досліджень атмосферного повітря. В 2020 р. було виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин у 4,5% досліджень атмосферного повітря області (для порівняння, в 2019 р. перевищення складала 2,5 %). В м. Запоріжжя в 2020 р. було здійснено близько 18 тис. досліджень, з них 19,7% показали перевищення гранично допустимих концентрацій (в 2019 р. перевищення складала 14,8 %) – див. рис. 3.2. Викиди забруднювальних речовин від стаціонарних джерел в 2020 р. склали 64,7 тис. т в агломерації та 90,8 тис. т в Запорізькій зоні. По м. Запоріжжя найбільше забруднення атмосферного повітря спостерігалось в Заводському, Шевченківському, Дніпровському, Вознесенівському та Олександрівському районах міста.



а



б

Рисунок 3.1 – Загальна кількість (одиниць) діючих дозволів на викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря станом на 2021 рік:

а – об'єктів 1-ї групи; б – об'єктів 2-ї та 3-ї груп

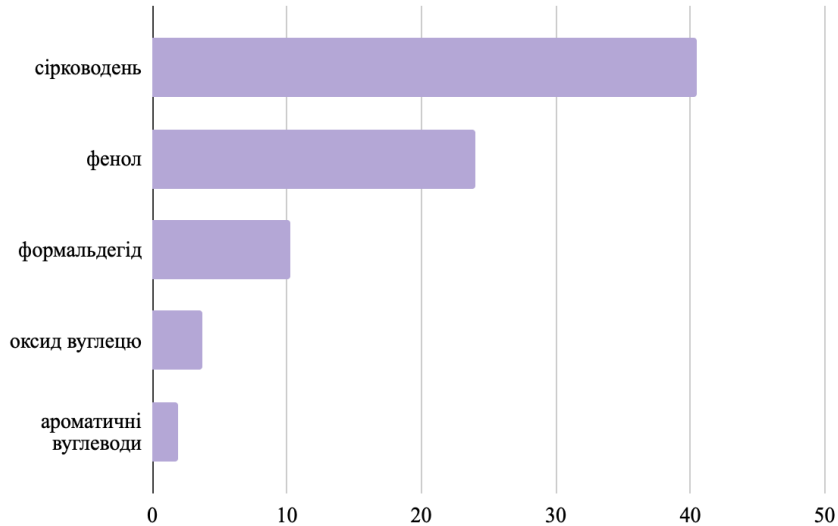


Рисунок 3.2 – Відсоток перевищення рекомендованих ВООЗ безпечних концентрацій речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя

Динаміка середніх концентрацій основних забруднювальних речовин в повітрі м. Запоріжжя, отриманих за даними ЗЦГМ, наведена в Додатку А. Зміна максимальних концентрацій забруднювальних речовин в 2022 р. (в порівнянні з 2021 р.) показана на рис. 3.3.

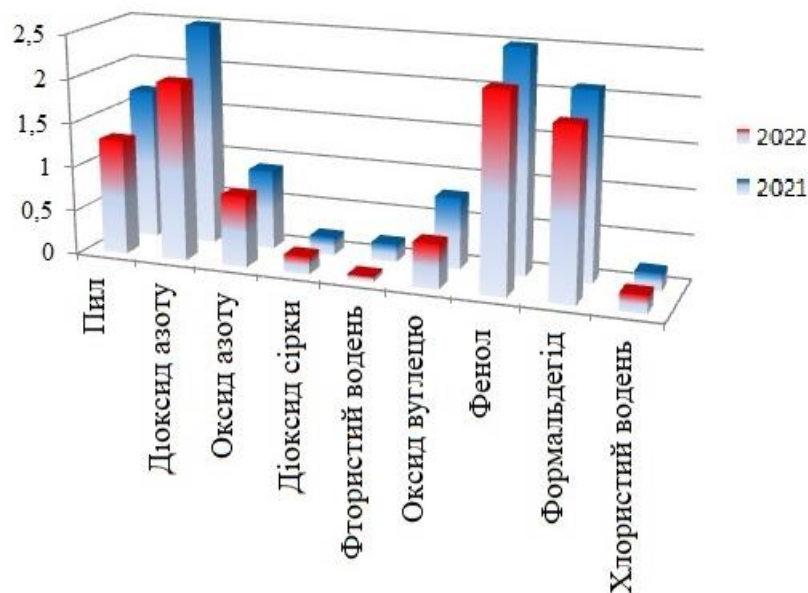


Рисунок 3.3 – Максимальні концентрації забруднювальних речовин (в кратності ГДК) в атмосферному повітрі м. Запоріжжя за 2021-2022 рр.

Дані, отримані ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України» та відсоток нестандартних проб відрізняється від інформації ЗЦГМ. В першому півріччі 2022 р. було досліджено 1894 проби атмосферного повітря, з яких 241 проба (13%) не відповідала нормам. Встановлено перевищення рекомендованих ВООЗ безпечних концентрацій дрібнодисперсних часточок РМ<sub>2,5</sub> протягом 23 діб, РМ<sub>10</sub> – 7 діб. Перевищення гігієнічних нормативів обумовлювали показники – пил (33% від загальної кількості відхилень по зазначеному інгредієнту), фенол (28,3%), сірководень (16,2%), формальдегід (9,1%), сірковуглець (7,1%), діоксид азоту (6%), перевищення яких фіксувалося в межах від 1,1 до 1,7 ГДК [51].

Наприкінці лютого та у березні 2022 р., після початку повномасштабного воєнного вторгнення на територію України, забір та аналіз проб якості атмосферного повітря суб'єктами державного моніторингу в м. Запоріжжя не здійснювався, що було пов'язано з небезпекою ракетних та артилерійських обстрілів, фізичною відсутністю персоналу у зв'язку з евакуацією та мобілізацією, проблемою з паливно-мастильними матеріалами, перебоями електропостачання тощо.

Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в за даними української мережі громадянського моніторингу EcoCity [71] за 2021-2022 рр. по районах м. Запоріжжя наведені на рис. 3.4 - 3.10. Найбільше забруднення атмосферного повітря спостерігалось в Заводському, Шевченківському, Дніпровському, Вознесенівському та Олександрівському районах міста. В 2022 р. якість атмосферного повітря житлових районів суттєво погіршилася, особливо в Шевченківському районі. За оцінкою громадських експертів та представників органів влади це може бути пов'язано, окрім напрямку вітру, з наявністю нових джерел викидів внаслідок воєнних дій, нестаціонарними режимами роботи обладнання на етапі відновлення виробництва, неврахованими та не облікованими низько емісійними джерелами та дяльністю суб'єктів господарювання III групи [63].

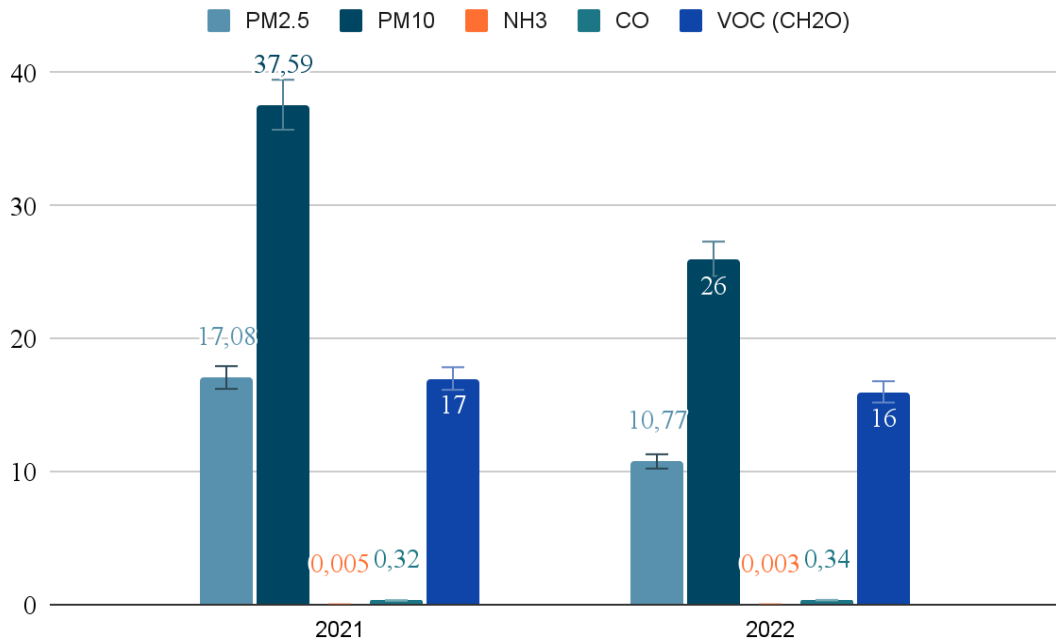


Рисунок 3.4 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Вознесенівського району м. Запоріжжя в 2021-2022 рр.

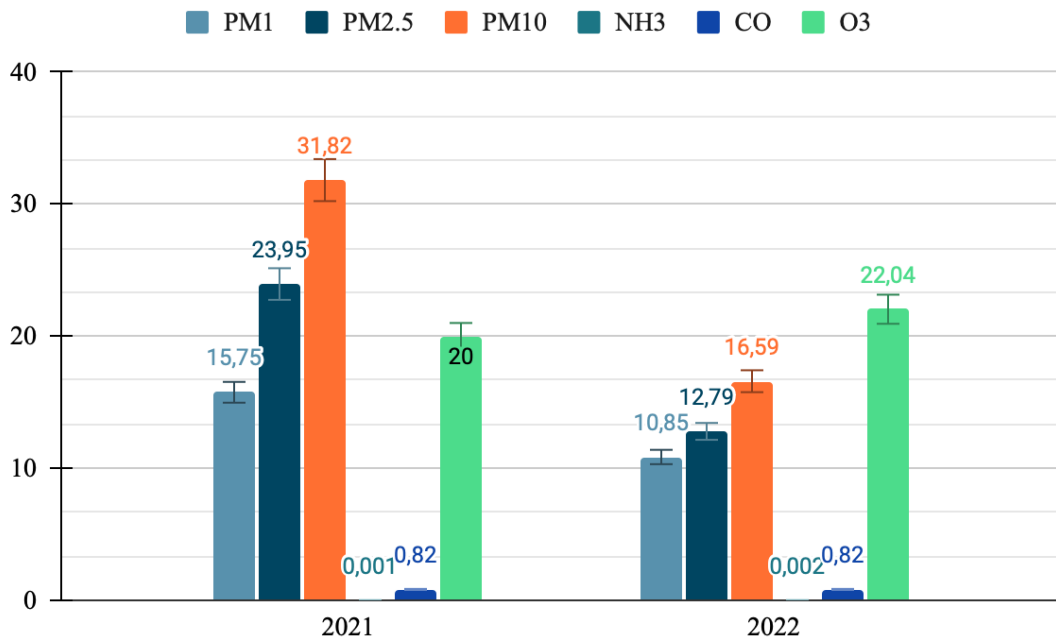


Рисунок 3.5 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Дніпровського району м. Запоріжжя

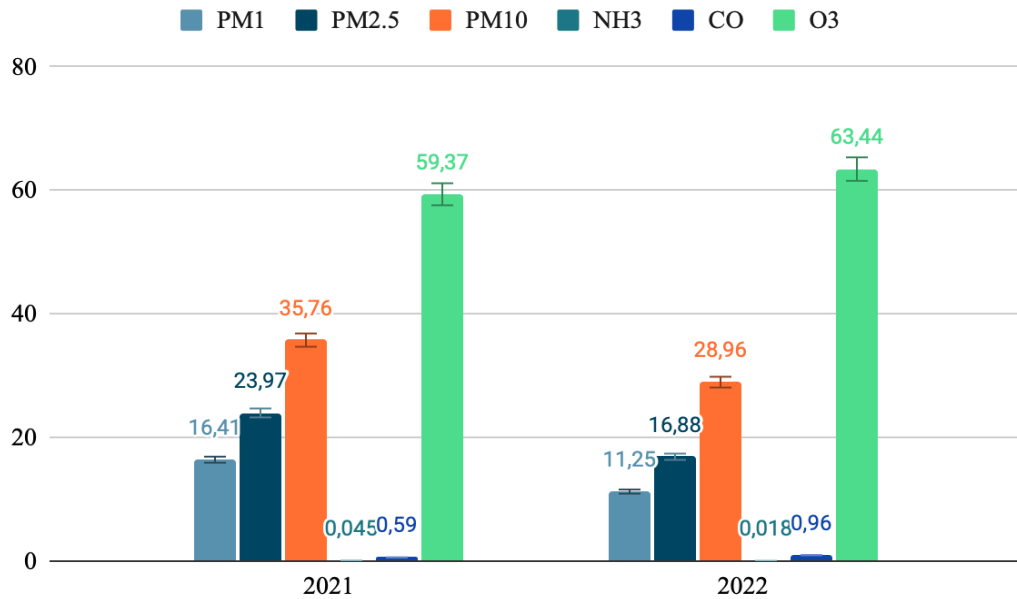


Рисунок 3.6 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Заводського району м. Запоріжжя

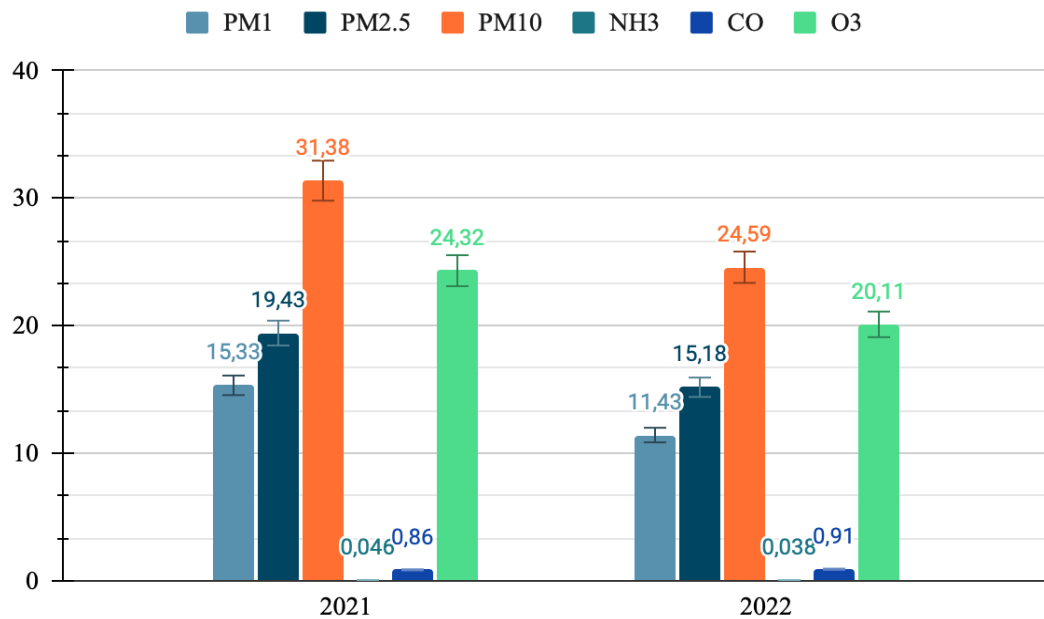


Рисунок 3.7 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Комунарського району м. Запоріжжя

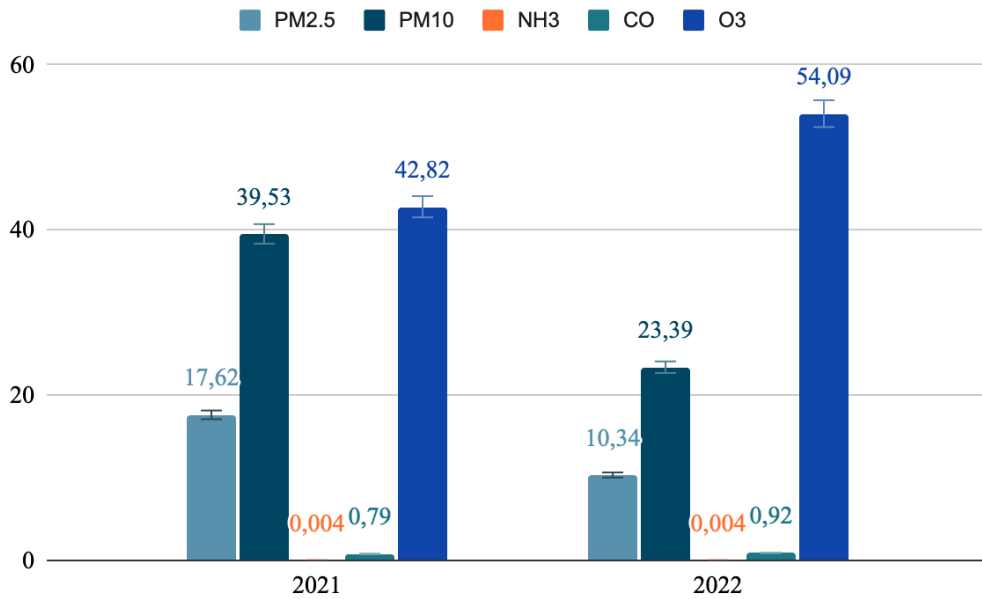


Рисунок 3.8 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Олександрівського району м. Запоріжжя

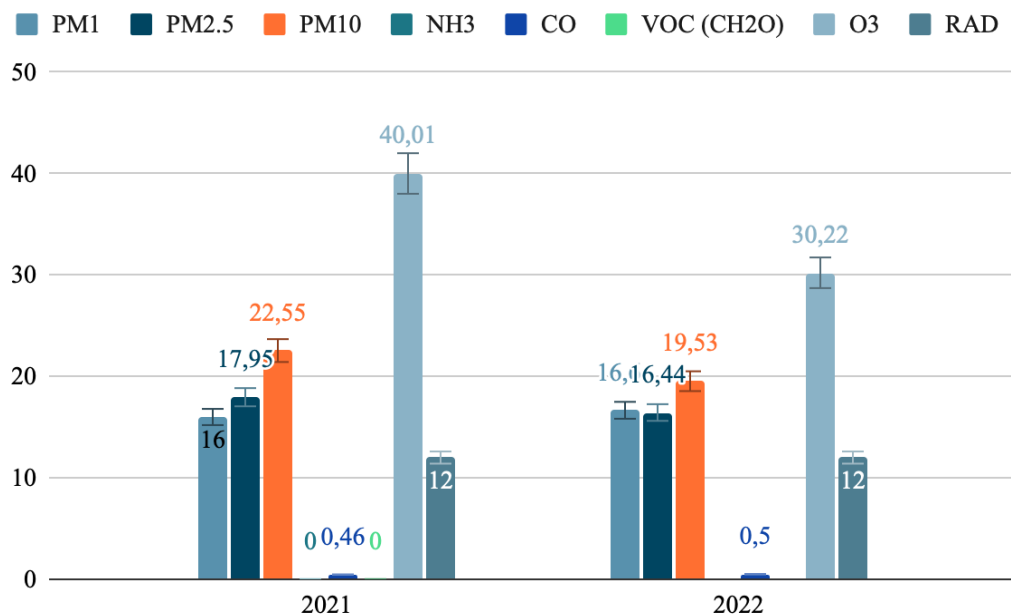


Рисунок 3.9 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Хортицького району м. Запоріжжя



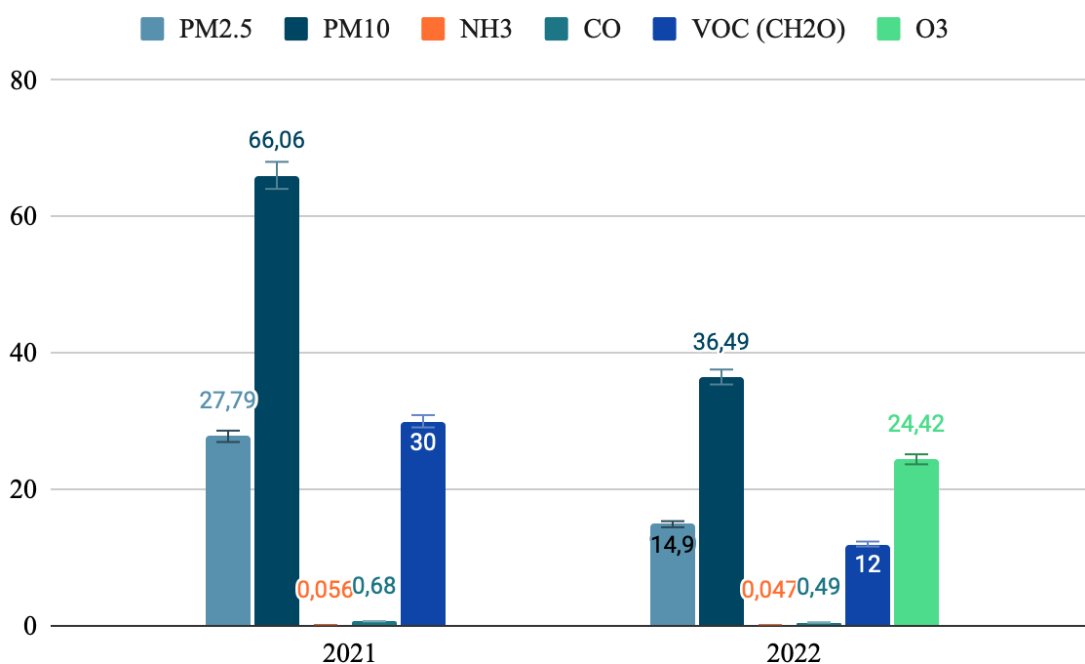


Рисунок 3.10 – Усереднені результати моніторингу вмісту забруднювальних речовин в  $\text{мг}/\text{м}^3$  у повітрі Шевченківського району м. Запоріжжя

В цілому результати громадського моніторингу корелюють з величинами, отриманими державною системою моніторингу в галузі якості атмосферного повітря (рис. 3.3, Додаток А). В 2022 р. простежувалась тенденція зниження рівня вмісту забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя. Особливо виражено це стосувалось фенолу та діоксиду азоту. Це пов'язано зі зниженням виробничих потужностей промислових підприємств, зокрема 1-ї групи, у вказаному періоді.

У 2022 р. м. Запоріжжя було з пріоритетного списку найбільш забруднених міст країни, оскільки рівень забруднення знизився до підвищеного. Значення КІЗА в Запоріжжі відповідало значенню 6,7 (ПСЗ №9 – 2,7; ПСЗ №10 – 4,6; ПСЗ №11 – 8,2; ПСЗ №12 – 3,9; ПСЗ №13 – 1,6) [51].

У першому півріччі 2023 р. в м. Запоріжжя рівень забруднення повітря за комплексним індексом забруднення атмосфери КІЗА характеризувався як високий (як і в інших 8 містах України: Дніпро, Кам'янське, Одеса, Миколаїв,

Київ, Вінниця, Львів, Луцьк). При цьому, у порівнянні з аналогічним періодом минулого року, рівень забруднення атмосферного повітря (за КІЗА), найбільш помітно підвищився у двох містах нашої держави – Вінниці та Запоріжжі [75].

Якість атмосферного повітря в м. Запоріжжя в 2023 р. в порівнянні з 2022 р. погіршилася, зокрема за твердими частинками РМ 2,5. Найвищі концентрації дрібнодисперсного пилу спостерігаються в холодний період року. По районах міста – максимальні концентрації забруднення в 2023 р. спостерігались у Вознесенівському та Дніпровському районах, найменші – в Хортицькому районі. Аналіз здійснювався за даними SaveEcoBot (Додаток Д, надані графіки, згенеровані на сайті <https://www.saveecobot.com/maps/zaporizhzhia>). Підвищеному рівню забруднення повітря пилом також сприяли метеорологічні умови, зокрема напрямок вітру.

За даними [75] в першому півріччі 2023 р. в атмосферному повітрі м. Запоріжжя зафіксовано перевищення концентрації (за середнім вмістом) сірководню – на 0,003 мг/м<sup>3</sup>, фенолу – 1,7 (у кратності відповідно до ГДК). Для порівняння, в 2022 р. в атмосферному повітрі м. Запоріжжя було зафіксовано перевищення концентрації (за середнім вмістом) сірководню – на 0,003 мг/м<sup>3</sup>, фенолу – 1,6 (у кратності відповідно до ГДК). КІЗА атмосферного повітря м. Запоріжжя у 1-му півріччі 2023 р складав 7,3 (6,7 – в 2022 р.), що, відповідно до аналізу літературних джерел, корелює зі збільшенням обсягом випуску промислової продукції найбільших підприємств-забруднювачів м. Запоріжжя.

За даними спостережень ЗЦГМ в 2023 р. реєструвалось систематичне перевищення максимально разової гранично допустимої концентрації фенолу на ПСЗ №11 та ПСЗ №13, розміщених в максимальній близькості до промислової зони; перевищення на інших постах не фіксувалося. За строком спостережень перевищення ГДК найчастіше фіксувалось о 07.00 та 13.00 годинах, що відповідає піковим годинам виробництва. Аналіз даних, опублікованих на сайті Запорізької міської ради (звіти ЗЦГМ) [76], приведений в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Дані спостережень щодо перевищення ГДК основних забруднювальних речовин в м. Запоріжжя в 2023 р.

Дата спостережень	Строк (години)	Перелік речовин, по яким зареєстровано перевищення максимально разової гранично допустимої концентрації	
		ПСЗ № 11 вул. Миру,1	ПСЗ № 12 вул. Шкільна,24а
05.05	1	Фенол	-
	7	Фенол	-
08.05	19	Фенол	-
12.05	7	Фенол	-
16.05	7	Фенол	-
29.05	13	Фенол	-
05.06	13	Фенол	-
06.06	7	Фенол	-
13.06	7	Фенол	-
16.06	13	Фенол	-
22.06	19	Фенол	-
30.06	13	-	Фенол
	19	Фенол	Фенол
01.07	13	Фенол	Фенол
04.07	7	Фенол	-
07.07	19	Фенол	-
10.07	13	Фенол	-
17.07	19	Фенол	-
18.07	7	Фенол	-
31.07	19	Фенол	Фенол
11.08	7	Фенол	-
12.08	13	Фенол	-
15.08	13	-	Фенол
16.08	7	Фенол	-

Дата спостережень	Строк (години)	Перелік речовин, по яким зареєстровано перевищення максимально разової гранично допустимої концентрації	
		ПСЗ № 11 вул. Миру,1	ПСЗ № 12 вул. Шкільна,24а
16.08	7	Фенол	-
17.08	19	Фенол	-
21.08	7	Фенол	-
		Сірководень	-
29.08	19	Фенол	-
04.09	13	Фенол	-
09.09	13	Фенол	-
18.09	7	Фенол	-
22.09	13	Фенол	-
27.09	7	Фенол	-
	13		-
	19		-
28.09	7	Фенол	-
11.10	7	Фенол	-

Відсоток нестандартних проб, які свідчать про забруднення атмосферного повітря в місті в середньому складає 17%; влітку 2023 року цей показник доходив до 40% через особливості метеорологічних умов розсіювання забруднювальних речовин [2]. Зокрема по районах міста: Заводський район – близько 75% нестандартних проб, Шевченківський район – 56%, у Вознесенівський район – 36%, Дніпровський район – 23%, Олександрівський район - 30%, Комунарський район – близько 12% нестандартних проб; Хортицький район – відхилення від нормативів не реєструвалося [77]. В 2022 р. відсоток зареєстрованих відхилень від норми складав 16%; відповідно збільшення кількості нестандартних проб свідчить про деяке погіршення якості

атмосферного повітря в місті [78]. Найбільше скарг громадян надходило з Шевченківського, Заводського та Вознесенівського районів міста.

Аналіз даних спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ щодо перевищення максимально разових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі за 1-ше півріччя 2023 р. засвідчив перевищення ГДК переважно за сірководнем, фенолом, аміаком (рис. 3.11). Дані спостережень взяті з відкритих офіційних джерел [76] та систематизовані в Додатку Е. Також приведені розраховані значення коефіцієнта НQ. Для зафіксованих нестандартних проб за аміаком визначено категорію якості повітря – VI; за озоном – IV-V; за оксидом вуглецю – V-VI. Відповідні рекомендації для населення щодо дій на відкритому повітрі та в приміщенні наведені в Додатку В.

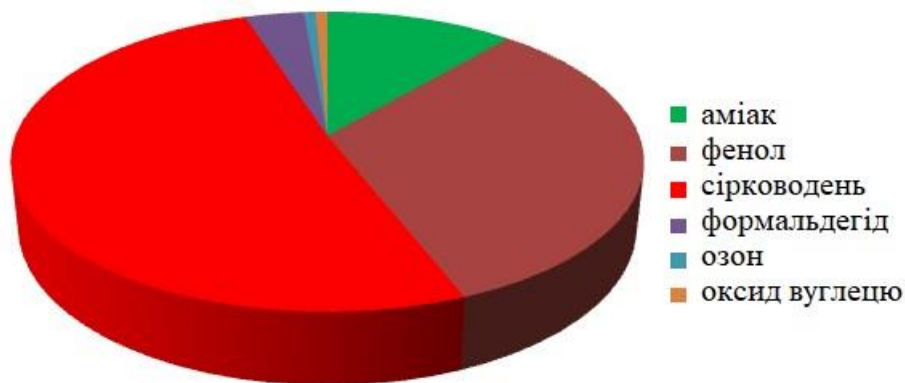


Рисунок 3.11 – Відросток нестандартних проб основних забруднювальних речовин в повітрі м. Запоріжжя в 1-му півріччі 2023 р.

Забруднення атмосферного повітря по районам м. Запоріжжя відбувається за значного впливу напрямку вітру: при південному напрямку вітру найбільше забруднень локалізується в Заводському районі. При південно-західному та західному напрямках вітру забруднювальні речовини виносяться за місто. Якщо швидкість вітру не перевищує 4 м/с, то напрямок вітру для розсіювання забруднювальних речовин можна вважати несуттєвим [75].

Одним з недоліків стаціонарних постів спостереження є недостатнє врахування впливу викидів від автотранспорту (стаціонарні пости, як правило, розташовані поряд з основними автомагістралями міста). Викиди транспортних засобів є одним із основних джерел високих рівнів твердих мікрочастинок у містах (близько третини від загального рівня забруднення РМ) [29, 30].

Дослідження, проведені науковцями НУ «Запорізька політехніка» (результати включені до програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерації Запоріжжя на 2022-2026 роки [73]), засвідчили порівняно високі рівні оксиду вуглецю, діоксиду азоту, сажі, бенз(а)пірену, сірчаного газу та вуглеводнів на найбільш напружених перехрестях міста, зокрема пр. Соборний – вул. Українська та пр. Соборний – пр. Металургів. Карта автодоріг м. Запоріжжя наведена в Додатку Ж.

З початком пандемії коронавірусу в 2020 р., внаслідок вжитих карантинних заходів на підприємствах, установах і організаціях, зокрема переходу частини працівників і здобувачів освіти на дистанційний формат роботи та навчання, транспортні потоки міста зазнали суттєвих змін, динамічно варіюючись в залежності від введеного у місті рівня епідеміологічної небезпеки. З початком воєнних дій у 2022 р., внаслідок міграції мешканців м. Запоріжжя (виїзд та повернення), а також міграції населення (як постійної, так і транзитної) окупованих районів Запорізької та Донецької областей України, транспортні потоки основних автомагістралей міста були і залишаються вкрай несталими та суттєво залежать від безпекової ситуації у регіоні. Тому важливим є моніторинг забруднення атмосферного повітря за допомогою автоматизованих пунктів спостережень для індикативних вимірювань на основних транспортних розв'язках м. Запоріжжя.

Однією з характеристик забруднення атмосферного повітря є рівень радіації. Запорізька АЕС є найбільшою атомною електростанцією в Європі та третьою в світі за сукупною потужністю, має 6 реакторів. Атомна станція віддає радіонукліди в розщеплених газах (Xe-133), аерозолях (Sr-90, Cs-137), твердому стані (I-131, C-14). Загальна площа можливого зараження при аварії

на ЗАЕС складає 980 кв. км. Внаслідок руйнування ядерного реактора при тепловому вибуху утворюється радіаційна хмара, яка розповсюджується за напрямком вітру на висоті 1-3 км з тривалістю розповсюдження 3-12 год після кожного викиду паро-газової суміші в атмосферу. При проходженні димо-газової хмари над місцевістю з неї випадають частинки (розміром від сотих долей мікрона до 100 мілімікронів), які мають в своєму складі більше 200 радіоізоотопів та 35 хімічних елементів. При аварії на АЕС перенесення радіоактивних речовин відбувається переважно в приземному шарі.

Практично з початку воєнних дій на території України ЗАЕС працює з ризиком порушення норм радіаційної та пожежної безпеки. Наслідки припинення охолодження ядерного палива та обстріл сховища відпрацьованого ядерного палива викликають високий ризик масштабного викиду радіоактивних та хімічних речовин в атмосферу, що може значно перевищити наслідки аварій на Чорнобильській АЕС та Фукусімській АЕС. В ЗМІ регулярно оприлюднюються відомості щодо небезпечних ситуацій на ЗАЕС [1].

Під час воєнного стану оцінювання рівня радіації за даними вимірювань у м. Запоріжжя здійснюється Запорізьким обласним центром контролю та профілактики хвороб МОЗ, ЗЦГМ, а також системою громадського моніторингу якості атмосферного повітря. Відповідно до результатів щоденних вимірювань радіаційний фон з початку воєнних дій є таким, що не перевищує властивий для території природний фон. За даними спостережень, радіаційний стан залишався стабільним і складав 10-14 мкр/год.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

### 4.1 Заходи з охорони праці

Під час виконання професійних обов'язків у галузі екології може існувати можливість впливу на фахівця небезпечних або шкідливих виробничих факторів [79-81]. Ці фактори часто пов'язані з використанням комп'ютерної техніки. Наприклад, безпека може включати в себе імовірність ураження електричним струмом, незадовільні параметри мікроклімату, шум, вібрацію, несприятливе освітлення, електромагнітне випромінювання, пожежну небезпеку тощо [82-84]. Шкідливі та небезпечні фактори можуть призвести до погіршення самопочуття, зниження продуктивності праці, захворювань, травм, нещасних випадків, аварій та катастроф. Комфортні та безпечні умови праці є ключовими для досягнення високої продуктивності при роботі з персональним комп'ютером.

При роботі в дослідницьких лабораторіях мають бути розроблені та узгоджені інструкції щодо дій дослідника в лабораторії та правила використання обладнання, устаткування, приладів. Приміщення, в яких проводяться обробка експериментальних/статистичних даних повинні відповідати нормативам безпеки при роботі з комп'ютерною технікою.

Потенційні небезпеки фізичного характеру пов'язані з руйнуванням окремих вузлів та агрегатів обладнання, ДТП при перевезенні персоналу тощо [85]. Прикладом потенційних небезпек хімічного характеру є безпека отруєння речовинами, що виділяються при роботі персональних комп'ютерів та копіювальної техніки. До потенційних небезпек психофізіологічного характеру належать незадовільна організація робочого місця, недостатнє врахування вимог ергономіки, нераціональне розташування обладнання та захаращеність робочої зони, підвищені психофізіологічні навантаження при роботі з персональним комп'ютером, які виникають через нераціональну організацію робочого часу тощо.



Робота з використанням комп'ютерної техніки виконується в одноманітній позі в умовах обмеження загальної м'язової активності при рухливості кистей рук, великому напруженні зорового аналізатора, а також нервово-емоційного навантаження.

Порушення зору можуть виникати, переважно, внаслідок нераціонального освітлення та недотриманням режимів праці та відпочинку. Основними об'єктами зорової роботи є екран, клавіатура та документація, які розташовані у різних зонах, що вимагає багаторазового переміщення лінії зору. Відбувається постійна переадаптація між яскравими/світлими об'єктами з позитивним контрастом та темними об'єктами з негативним контрастом. Це призводить до виникнення болі та різі в очах, ломоти у надбрівній ділянці, розпливчастості контурів та нечіткості сприйняття зображення, виникає синдром Сікка. Постійний погляд на екран монітора зменшує частоту кліпання очей та, зрештою, функціональних змін ока.

Безпечні умови роботи осіб, які працюють з комп'ютерами, регламентуються Директивою ЄС 90/270/ЄЕС «Про мінімальні вимоги безпеки та гігієни праці при роботі з екранними пристроями» та НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Визначені наступні основні вимоги до моніторів (екранних пристроїв) [85]: символи на екранних пристроях повинні бути чіткими, відповідного розміру та добре розрізнятися; між символами і рядками символів має бути належна відстань; зображення на екрані повинне бути стабільним, без миготінь; яскравість та/або контрастність символів має легко регулюватися; екран не повинне відблискувати або відбивати світло; екран повинен легко і вільно повертатися і нахилитися в залежності від потреб працівника.

Технічні характеристики моніторів повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці та гігієни праці.

Вимоги до природного та штучного освітлення визначаються відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 «Природне і штучне освітлення» [86]. Природне

освітлення має забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче 1,5%. Для захисту від прямих сонячних променів, які створюють прямі та відбиті відблиски на поверхнях дисплеїв і клавіатури, використовують сонцезахисні пристрої.

Штучне освітлення повинно здійснюватися системою загального рівномірного освітлення; допускається застосування системи комбінованого освітлення. Значення освітленості на поверхнях робочих столів, в зоні розміщення документів, має становити 300-500 лк. Якщо використовуються світильники місцевого освітлення, то освітленість екрана має не перевищувати 300 лк. У якості джерел штучного освітлення повинні переважно використовуватися люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Джерелами шуму при роботі з комп'ютерною технікою є жорсткий диск, вентилятори, CD-ROM та DVD-ROM, сканер, принтер тощо. Рівні звукового тиску повинні відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [87] та ДСН 3.3.6-037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [88]. Зокрема, рівні звуку (еквівалентні рівні звуку) операторів комп'ютерного набору складають 65 дБА/дБАекв. Зниження рівня шуму здійснюють шляхом використання малошумного обладнання, відповідних технологічних рішень щодо конструктивних елементів комп'ютерного обладнання, а також розміщення звукоізолюючого відгородження (стін, перегородок, кабін) та акустичної обробки приміщення.

Під час роботи за комп'ютером можливе ушкодження хребта, в результаті недостатнього рівня ергономічності робочого місця. Плечі і шия під час роботи напружені і затікають внаслідок неприродного положення, тому виникають болі та погіршення самопочуття. Неправильне положення рук при користуванні клавіатурою призводить до перетискання нервів та виникнення тунельного синдрому (тунель Карпаля), хронічного розтягнення зв'язок (синдром RSI) тощо.

Монотонність роботи за комп'ютером доповнює негативні наслідки неергономічності робочого місця (або несприятливої пози користувача) та електромагнітного поля, в результаті чого можливі загальна втома, головний біль, порушення сну, підвищена роздратованість, метушливість, депресії, загальмованість реакції та інші негативні ефекти.

Джерелами електромагнітного випромінювання є блок живлення ПК від мережі, системи розгортки, блок модуляції променя. Особливістю використання комп'ютерної техніки є небезпека захворювань шкіри. Наелектризований екран монітора притягує частинки завислого в повітрі пилу і заряджає їх, що може викликати подразнення та запалення шкіри, висипання. Також можливе виділення отрут від матеріалу корпусу і плат ПК та монітора (діоксини, фуран), а також виділення озону при роботі з лазерним принтером. Ці НХР є канцерогенними речовинами.

Необхідно забезпечити організацію робочого місця відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» та НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями».

Для поліпшення умов праці для екологів важливо дотримуватися елементарних принципів ергономіки та враховувати такі основні аспекти [87, 89, 90]:

а) комп'ютеризовані робочі місця розташовувати відносно вікон так, щоб природне світло падало збоку переважно зліва, на відстані не менш ніж 1,5 м від стіни з вікнами та не менше 1 м від інших стін;

б) висота робочої поверхні столу має регулюватися в межах 680-800 мм, ширина – 600-1400 мм, глибина – 800-1000 мм.

в) монітор повинен знаходитися на відстані 600-700 мм від очей користувача;

г) екрана монітору повинен знаходитись у вертикальній площині під кутом 30° до нормалі лінії погляду користувача;

д) клавіатура повинна розміщуватися на поверхні столу на відстані 100-300 мм від краю, з кутом нахилу клавіатури до столу в межах від 5° до 15°;

є) стіл повинен мати простір для ніг висотою не менше ніж 600 мм, шириною – не менше ніж 500 мм і глибиною не менше ніж 450 мм на рівні колін та не менше ніж 650 мм на рівні простягнутої ноги;

ж) висота поверхні сидіння має регулюватися в межах 400-500 мм, а ширина і глибина становити не менше ніж 400 мм; кут нахилу сидіння – до 15° вперед і до 5° – назад;

з) висота спинки стільця має становити  $300 \pm 20$  мм, ширина – не менше ніж 380 мм; кут нахилу спинки має регулюватися в межах 1-30° від вертикального положення.

є) робоче місце повинно мати підставку для ніг шириною не менше ніж 300 мм, глибиною – не менше ніж 400 мм, висотою до 150 мм; кут нахилу опорної поверхні підставки – до 20°;

ж) необхідно розташовувати комп'ютерну периферію (сканер, принтер) переважно зліва від комп'ютеризованого робочого місця.

Санітарно-гігієнічні вимоги до параметрів приміщень, обладнаних персональними комп'ютерами з візуальними дисплейними терміналами (екранними пристроями закладені в Державних санітарних нормах і правилах «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин», НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроям». Відповідно до вимог, площа приміщення на одне комп'ютеризоване робоче місце повинна становити не менше  $6 \text{ м}^2$ , а об'єм – не менше ніж  $20 \text{ м}^3$ . Розміщення приміщень обладнаних ПК з ВДТ в підвальних і цокольних поверхах будівель заборонено.

Значення температури, відносної вологості та швидкості переміщення повітря, повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми

мікроклімату виробничих приміщень» [91] для легких фізичних робіт категорій Іа або Іб (табл. 4.1). Системи вентиляції, кондиціонування та опалення повинні бути улаштовані відповідно до ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Система вентиляції повинна забезпечувати 3-х кратний повітрообмін за годину.

Таблиця 4.1 – Норми мікроклімату для приміщень з електронно-обчислювальними машинами

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С, не більше	Швидкість руху повітря, м/с	Відносна вологість повітря, %
Холодний	Іа	22-24	0,1	60-40
	Іб	21-23	0,1	60-40
Теплий	Іа	23-25	0,1	60-40
	Іб	22-24	0,2	60-40

Рівні іонізації повітря мають відповідати вимогам додатка ДСанПіН 3.3.2.007-98 (табл. 4.2). Рівень позитивних і негативних аероіонів в повітрі приміщень, обладнаних комп'ютерною технікою, можна регулювати за допомогою біполярних коронних аероіонізаторів.

Таблиця 4.2 – Значення іонізації повітря приміщень з ПК

Рівень іонізації	Кількість іонів в 1 см <sup>3</sup> повітря	
	n+	n –
Мінімальний	400	600
Оптимальний	1500-3000	3000-5000
Максимально допустимий	50000	50000

Електроживлення електрообладнання приміщення, об'єкту лаштованого ПК з ВДТ, здійснюється від мережі змінного струму напругою 220 В і частотою 50 Гц. Величина опору контуру захисного заземлення електрообладнання не перевищує 4 Ом.

Комплекс протипожежних заходів для приміщення дослідницької лабораторії, обладнаної ПК з ВДТ, повинен відповідати вимогам НАПБ А.01.001-2014 «Правила пожежної безпеки в Україні» [92]. У приміщенні лабораторії, обладнаної комп'ютерами, можлива пожежа класів А (пожежа, що супроводжується горінням твердих матеріалів) та Е (горіння електроустановок, що перебувають під напругою до 1000 В).

Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [93] приміщення належить до категорії «Д» з пожежної небезпеки та має II ступінь вогнестійкості. В приміщенні лабораторії з ПК (площа 40 м<sup>2</sup>) встановлена система пожежної й охоронної сигналізації «Сигнал-ВК6». Для гасіння електроустановок, що знаходяться під напругою, передбачені вуглекислотні вогнегасники типу ВВК-3,5 у кількості 2 штук. На кожному поверсі будівлі, в якій розміщене приміщення, передбачено розміщення 2 переносних порошкових вогнегасників типу ВП-5. Відстань між вогнегасниками та місцями можливих загорянь не перевищує 10 м.

Відповідно до вимог НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці», з метою попередження можливих травмувань, з усіма працівниками, прийнятими на роботу, а також у період роботи проводяться навчання, інструктажі з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, правилам поведінки при виникненні аварій, навчання з правил електробезпеки [94].

Режими праці та відпочинку визначаються в залежності від характеру, типу і обсягу робіт що виконуються відповідно до вимог ДСанПіН 3.3.2.007-98. При 8-ми годинному робочому дні для операторів ПК слід призначати

регламентовані перерви для відпочинку тривалістю 15 хвилин через кожні дві години. Тривалість неперервної роботи з ПК не повинна перевищувати 4 години. Можливе виконання комплексу спеціальних вправ, а також психологічне розвантаження під час регламентованих перерв або в кінці робочого дня.

#### 4.2 Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях

У прифронтовому місті під час війни цивільна безпека стає надзвичайно важливою для забезпечення безпеки та здоров'я працівників, які виконують свої обов'язки в умовах загрози та конфлікту. Серед заходів з безпеки, які можуть бути вжиті в цьому контексті, можна вказати наступні [95, 96]:

1. Підготовка персоналу: забезпечити регулярні інструктажі та навчання працівників з надання першої допомоги, дій в надзвичайних ситуаціях тощо.

2. Захист від потенційних загроз: поставити на перший план заходи для захисту від можливих небезпечних факторів, таких як вибухи, обстріли, та інші асоційовані з військовими конфліктами ризики.

3. Неперервний моніторинг: проводити постійний моніторинг обстановки, щоб оперативно реагувати на можливі загрози та вживати заходи безпеки відповідно до ситуації.

4. Евакуація та дії в надзвичайних ситуаціях: розробити плани евакуації та дії в надзвичайних ситуаціях воєнного характеру, а також забезпечити доступ до домедичної/медичної допомоги постраждалим.

5. Психологічна підтримка: забезпечити психологічну підтримку для працівників, які працюють у стресових умовах воєнного конфлікту.

Запоріжжя як велике індустріальне місто має велику кількість промислових підприємств. Окрім викидів забруднювальних речовин внаслідок технологічних процесів, існує небезпека техногенних аварій та катастроф. На

промислових підприємствах м. Запоріжжя використовуються в технологічних процесах та/або зберігаються НХР. Як під час нормального режиму функціонування, так і особливо під час воєнних дій існує імовірність виникнення аварій з виливом (викидом) НХР на місцевість і в повітря. В результаті можуть виникати зони хімічного зараження, усередині яких можуть утворюватись осередки хімічної ураження людей, тварин, сільськогосподарських та лісгосподарських рослин, зараження місцевості, ґрунтів, води, продуктів харчування та повітря. Тому може виникнути необхідність прогнозування для визначення можливих наслідків аварії і порядку дій в зоні можливого хімічного забруднення. Для довгострокового (оперативного) та аварійного прогнозування використовуються наступні основні дані: загальна кількість НХР для об'єктів, які розташовані в небезпечних районах (на воєнний час), метеорологічні дані (швидкість вітру в приземному шарі, температура та ступінь вертикальної стійкості повітря), щільність населення на місцевості, площа зони можливого хімічного забруднення, площа прогнозованої зони хімічного забруднення тощо. Здійснюється розрахунок часу підходу хмари НХР до заданого об'єкта, тривалості вражаючої дії НХР, можливих втрат робітників, службовців об'єктів і населення в осередку хімічного ураження, а також розробка заходів щодо захисту населення (на глибину зони можливого хімічного забруднення, яка утворюється після початку аварії на хімічно небезпечному об'єкті).

В Запорізькій зоні визначено 32 об'єкти, які відносяться до категорії хімічно небезпечних (4 об'єкти, що відносяться до I ступеня безпеки). В межах м. Запоріжжя розташовано 18 хімічно-небезпечних об'єктів, що робить агломерацію міста найбільш техногенно навантаженою територією. Загалом на цих об'єктах зберігається понад 8 тисяч тонн НХР, переважно хлору і аміаку. У зоні можливого хімічного забруднення проживає понад 800 тисяч осіб [97].

До об'єктів в м. Запоріжжя, які за певних обставин можуть становити хімічну загрозу, відносять [98-100]: аміакопровід «Тольяті-Одеса» (аміак), ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» (хлор), Запорізьке державне



підприємство «Кремнійполімер» (хлор, аміак), ТОВ «Квас Бевериджиз» (аміак), ПрАТ «Карлсберг Україна» (аміак, соляна кислота), КП Водоканал (хлор), Запорізький машинобудівний завод ім. В.І. Омельченка АТ «Мотор Січ» (аміак) та інші.

Хлор – це зеленувато-жовтий газ з характерним запахом, важчий за повітря, малорозчинний у воді, при викиді в атмосферу димить. Накопичується у низьких ділянках поверхні, підвалах, тунелях тощо. Ступінь токсичності хлору – 2. Ємності з хлором можуть вибухати при нагріванні. Високі концентрації хлору викликають смертельний наслідок. Хлор уражає слизову оболонку шкіри, що викликає опіки слизової дихальних шляхів, шкіри та очей. При вдиханні парів хлору виникає ураження легень, яке супроводжується набряком киснево-поглинальних альвеол, які під час кашлю можуть розірватися з виділенням мокроти з кров'ю, внаслідок чого людина гине від нестачі кисню. У разі ураження хлором спостерігається різкий за грудний біль, сухий кашель, блювота, порушення координації, задишка, різь в очах, слезотеча. Для захисту від хлору необхідно використовувати ізолюючий протигаз, фільтрувальний протигаз марки В, захисний одяг. З метою дегазації місце розливу потрібно залити водою, вапняним молоком, розчином питної або каустичної соди. При ураженні хлором потерпілого слід винести на свіже повітря, дати зволожений кисень, забезпечити повний спокій. У важких випадках необхідно застосувати кисневу інгаляцію. Для зменшення подразнення: вдихання парів нашатирного спирту, промивання очей, рота, носа 2% розчином харчової соди [98, 101].

Аміак – це безбарвний газ з різким запахом, важчий за повітря, розчинний у воді, при викиді в атмосферу димить. Є горючим газом, горить при наявності постійного джерела вогню. Ємності з аміаку можуть вибухати при нагріванні. Пара аміаку утворює з повітрям пожежонебезпечні суміші. Аміак небезпечний при вдиханні. Високі концентрації аміаку викликають смертельний наслідок. Аміак викликає сильний кашель, задуху, подразнює слизові оболонки та шкіряні покрови, викликає серцебиття, обрушення частоти

пульсу, нежить, почервоніння і свербіння шкіри, різь в очах, сльозотечу. Може викликати обмороження шкіри. При розливі рідкого аміаку і його концентрованих розчинів не можна доторкатися до розлитої рідини [98, 101].

Існує певний загальний алгоритм дій у випадку загрози або раптового виникнення хімічної аварії. Дії у випадку загрози виникнення хімічної небезпеки [98]:

1. Сирени і переривчасті гудки підприємств є сигналом «Увага всім!». негайно ввімкніть приймач радіотрансляційної мережі, телевізор або скористайтеся офіційними каналами Запорізької міської ради / Запорізької обласної державної адміністрації в соціальних мережах. Уважно ознайомтесь з інформацією про надзвичайну ситуацію та порядком дій.

2. Попередьте сусідів, за можливості та необхідності надайте допомогу людям похилого віку, інвалідам, дітям.

3. Виконайте заходи щодо зменшення проникнення отруйних речовин в квартиру (будинок): закрийте вікна та двері, щілини заклейте / герметизуйте іншим способом (наприклад, закрийте щілини ганчірками тощо).

4. Упакуйте у герметичні пакети та складіть у валізу документи, цінності та гроші, предмети першої необхідності, білизну та одягу, питну воду, консервовані продукти на 2-3 доби, медикаменти, найпростіші засоби санітарної обробки.

5. Перед виходом з будинку вимкніть джерела електро-, водо- і газопостачання, візьміть підготовлені речі, одягніть засоби захисту.

Дії у випадку раптового виникнення хімічної небезпеки [98]:

1. По можливості негайно залишіть зону хімічного забруднення.

2. Якщо засобів індивідуального захисту немає і вийти із району аварії неможливо, залишайтеся у приміщенні і негайно його герметизуйте. Вимкніть джерела газо- та електропостачання. Чекайте повідомлень органів влади за допомогою засобів зв'язку.

3. Виходьте із зони хімічного зараження в бік, перпендикулярний напрямку вітру, та оминайте тунелі, яри, лощини (в низинах може бути висока концентрація НХР).

4. При підозрі на ураження НХР уникайте фізичних навантажень, вживайте велику кількість рідини (вода, чай, молоко, сік), зверніться до медичного закладу.

5. Вийшовши із зони зараження, зніміть верхній одяг, ретельно вимийте очі, ніс та рот, по можливості, прийміть душ або здійсніть санітарну обробку відкритих частин тіла.

Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку станціями громадського моніторингу викладені в [102].

Необхідно здійснювати аналіз небезпек, які можуть вплинути на дослідника-еколога під час роботи з комп'ютерною технікою та розробити заходи для їх усунення, мінімізації або приведення до значень, встановлених відповідними нормативно-правовими актами. Враховуючи всі ці фактори та дотримуючись правил організації робочого місця, можна створити комфортні та безпечні умови праці для екологів.

Забезпечення безпеки у прифронтовому місті вимагає високого рівня обачності, готовності до надзвичайних ситуацій, а також прогнозування можливих наслідків аварії на хімічно-небезпечному об'єкті та дієвого керівництва підприємств, установ, організацій з метою збереження життя та здоров'я працівників та населення.

## ВИСНОВКИ

Питання покращення якості атмосферного повітря міста Запоріжжя та регіону залишається актуальним упродовж тривалого часу. Рівень забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя за оцінкою потенційного ризику для здоров'я населення відповідає 3 класу небезпеки (значний вплив на здоров'я населення). КІЗА атмосферного повітря м. Запоріжжя у 1-му півріччі 2023 р. склав 7,3 (6,7 – в 2022 р.), що корелює зі збільшенням обсягом випуску промислової продукції найбільших підприємств-забруднювачів. На розподіл концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі та КІЗА по постах спостереження впливає віддаленість від промислових об'єктів та автодоріг; на розподіл по районах міста – розміщення підприємств-забруднювачів та метеорологічні умови. Найбільші рівні викидів, в цілому, фіксуються в місцях безпосередньої близькості до основного промислового комплексу.

Відсоток нестандартних проб, які свідчать про забруднення атмосферного повітря в місті в 1-му півріччі 2023 р. складає близько 17% (16% – в 2023 р.). Зокрема по районах міста, найвищий рівень забруднення зафіксовано в Заводському, Шевченківському та Олександрівському районах. Протягом воєнного стану спостерігається стабільне перевищення ГДК фенолу, сірководню, аміаку в атмосферному повітрі, вміст твердих часток (ТЧ<sub>2,5</sub>; ТЧ<sub>10</sub>) перевищує рекомендовані ВООЗ середньодобові концентрації дрібнодисперсного пилу.

Воєнні дії загострили існуючі загрози забруднення атмосферного повітря в м. Запоріжжя; загрозами внаслідок воєнних дій є радіаційної катастрофи та хімічних аварій, що створило нові виклики для здійснення моніторингу стану забруднення атмосферного повітря та управління його якістю, а також здоров'я та забезпечення безпеки населення, працівників та службовців.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Скуйбіда О. Л. Стан, проблеми та перспективи моніторингу атмосферного повітря зони «Запорізька» та агломерації «Запоріжжя». *Екологічні науки*. 2022. № 5(44). С. 43-47.
2. Air pollution mapping with nitrogen and sulfur dioxides in the South-Eastern part of Ukraine using satellite data / Stankevich S., Titarenko O., Svideniuk M. and others. *Mining Science*. 2016. Vol. 23. P. 21–31.
3. Гришко С. В., Непша Я. Ю., Стегареску Х. І. Сучасний стан атмосферного повітря міста Запоріжжя та його вплив на здоров'я населення. *Здоров'я та суспільство: матеріали II Всеукр. наук.-практ. конф. (Кропивницький, 5 листопада, 2020 р.)*. Кропивницький, 2020. С. 24-30.
4. Стан забруднення атмосферного повітря в Україні напередодні повномасштабного російського вторгнення. Частина 1. Приземний вміст забруднювальних речовин / Савенець М. В., Дворецька І. В., Козленко Т.В. та ін.. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2023. № 31. С. 69-87.
5. Conference: Military and conflict GHG emissions. URL: <https://ceobs.org/conference-military-and-conflict-ghg-emissions-from-understanding-to-mitigation/> (дата звернення 15.10.2023).
6. Забруднення повітря. *Укрінформ*: веб-сайт. <https://www.ukrinform.ua/tag-zabrudnenna-povitra?page=2> (дата звернення 07.09.2022)
7. Пацева І. Г., Алпатова О. М., Демчук Л. І., Кірейцева Г. В., Левицький В. Г. Сучасний стан навколишнього природного середовища в умовах впливу війни. *Екологічні науки*. 2022. № 4(43). С. 19-22.
8. Ангурець О., Хазан П., Колесникова К., Куш М., Чернохова М., Гавранек М. Наслідки для довкілля війни росії проти України. URL: <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2023/03/cleanair.org.ua-environmental->

consequences-of-russian-war-in-ukraine-war-damages-en-version.pdf

(дата

звернення: 13.10.2023).

9. Гринчишин Н. М. Якість атмосферного повітря за вмістом твердих мікрочастинок (PM<sub>2,5</sub>) у містах України в умовах карантину та воєнного стану. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2023. № 27. С. 6-15.

10. Pereira P., Basic F., Bogunovic I., Barcelo D. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*. 2022. Vol. 837. URL: <https://cutt.ly/awPBHpsC> (дата звернення 05.10.2023).

11. Civilian science: the potential of participatory environmental monitoring in areas affected by armed conflicts. *Environmental Monitoring and Assessment*. 2019. Vol. 191(618). URL: <https://cutt.ly/4wPBjQgq> (дата звернення 12.09.2023).

12. ЕкоЗагроза. <https://ecozgroza.gov.ua/> (дата звернення 30.09.2023).

13. Рибалова О. В., Бригада О. В., Горбань А. В. Потенційний ризик для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря в індустріальних регіонах України: abstracts of Xth International scientific and practical conference «Trends in the development of modern scientific thought» (Vancouver, November 23-26, 2020). Vancouver, Canada, 2020. P. 201-205.

14. Skuibida O.. Disposal of aluminum from end-of-life vehicles in Ukraine: analysis of legislative regulation. *Ecological Sciences*. 2023. № 46, 183-189.

15. Борисенко М. С. Сучасний стан та основні проблеми ресурсів атмосферного повітря в Україні. Київ: 2018. С.120-122.

16. Пірогова І. М. Моніторинг стану довкілля м. Запоріжжя та ризики пов'язані з антропогенним забрудненням : кваліфікаційна робота магістра спеціальності 101 «Екологія» / наук. керівник О. Ф. Рильський. Запоріжжя : ЗНУ, 2020. 128 с.

17. Самко О. О. Проблеми оцінки транскордонного та міжрегіонального забруднення атмосферного повітря регіонів України. *Інноваційна економіка*. 2023. №93. С. 110-115.

18. Рингач Н. О., Власик Л. Й., Власик Л. І., Колодніцька Т. Л. Урбанізація і вплив на здоров'я забрудненого повітря в Україні: загрози та можливості. *Буковинський медичний вісник*. 2022. Т. 26. № 2 (102). С. 69-76.

19. 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://cutt.ly/CwEHkWxQ> (дата звернення: 13.10.2023).

20. Гусев А., Легка Т. Моніторинг стану повітря в Україні та в ЄС. *Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки*: зб. матеріалів 28 Всеукр. наук.-метод. конф. (м. Київ, 17 травня, 2023 р.). Київ, 2023. С. 53-57.

21. Skuibida O., Garkusha M. Coherence of the climate policies of the European Union and Ukraine. *Search for scientific answers to the challenges of our time '2022: conference proceedings* (pp. 45-49). December 2022, ProConference in conjunction with KindleD, Seattle, Washington, USA.

22. Державна служба статистики України: веб-сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 14.09.2023).

23. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2022 році. *Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського Державної служби України з надзвичайних ситуацій*: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/vwEHjWF6> (дата звернення: 15.09.2023).

24. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2021 році. *Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського Державної служби України з надзвичайних ситуацій*: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/mwEHjSOy> (дата звернення: 15.09.2023).

25. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2020 році. *Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського*

*Державної служби України з надзвичайних ситуацій: веб-сайт.*  
URL: <https://cutt.ly/OwEHjM5Y> (дата звернення: 15.09.2023).

26. Белоконь К. В., Пірогова І. М.. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Збірник наукових праць ДДТУ*. 2021. № 1(38). С. 149-158.

27. Екологічний паспорт Запорізької області за 2021 рік. *Запорізька обласна державна адміністрація: веб-сайт.*  
URL: [https://www.zoda.gov.ua/files/WP\\_Article\\_File/original/000164/164507.PDF](https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000164/164507.PDF)  
(дата звернення: 12.10.2023).

28. Екологічний паспорт Запорізької області за 2020 рік. *Запорізька обласна державна адміністрація: веб-сайт.*  
URL: [https://www.zoda.gov.ua/files/WP\\_Article\\_File/original/000164/164507.PDF](https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000164/164507.PDF)  
(дата звернення: 12.10.2023).

29. Екологічний паспорт Запорізької області за 2019 рік, Запорізька обласна державна адміністрація, 2020 С. 9-14.

30. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О. Г. Васенко та ін.. – Х: НУГЗУ, 2015. – 419 с.

31. Методика вимірювання людського розвитку регіонів України. *Інститут демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи Національної академії наук України: веб-сайт.* URL: [http://https://idss.org.ua/ukr\\_index/Metodika\\_ua.pdf](http://https://idss.org.ua/ukr_index/Metodika_ua.pdf) [www.eco-live.com.ua](http://www.eco-live.com.ua) (дата звернення: 09.09.2023).

32. Регіональний людський розвиток: статистичний збірник. *Державна служба статистики України: веб-сайт.*  
URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/09/zb\\_rlr2017\\_w.doc](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/09/zb_rlr2017_w.doc) (дата звернення: 12.09.2023).

33. Рибалова О. В., Бригада О. В., Горбань А. В. Потенційний ризик для здоров'я населення при сучасному рівні забруднення атмосферного повітря в індустріальних регіонах України. Abstracts of Xth International scientific and



practical conference «*Trends in the development of modern scientific thought*» (Vancouver, November 23-26, 2020). Vancouver, Canada, 2020. 3. 201-205.

34. Bielokon K. V., Pirohova I. M., Hordiienko D. R.. Analysis of the state of air pollution in industrial cities in Ukraine during the war period (on the example of Zaporizhzhia city). *Baltija Publishing*. 2023. URL: <http://baltijapublishing.lv/omp/index.php/bp/catalog/download/302/8388/17518-1?inline=1> (дата звернення 10.09.2023).

35. Коцур Н. І.. Екологічні ризики і здоров'я людини: сучасні проблеми та шляхи розв'язання. *Молодий вчений*. 2016. № 9.1 (36.1). С. 91-94.

36. Основи екології : підручник для студ. вищих навч. закладів / Бардов В. Г., Федоренко В. І., Білецька Е. М. та ін. Вінниця: Нова Книга, 2013. 424 с.

37. Пірогова І. М., Крамаренко О. М., Рильський О. Ф. Обґрунтування автоматизації систем моніторингу атмосферного повітря промислової агломерації (на прикладі міста Запоріжжя). *Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту*: зб. тез доповідей 80 Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпро, 23-24 квітня 2020 р.). Дніпро, 2020. С.202-203.

38. Турос О.І. Аналіз ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами м. Запоріжжя. *Медичні перспективи*. 2008. Том XIII. № 8 (1). С. 93-97.

39. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації. *Міністерство охорони здоров'я України* : веб-сайт. URL: [https://moz.gov.ua/uploads/7/35819-dn\\_89\\_17\\_01\\_2022\\_dod.pdf](https://moz.gov.ua/uploads/7/35819-dn_89_17_01_2022_dod.pdf) (дата звернення 23.10.2023).

40. Створення ефективної системи моніторингу довкілля в Україні: проблеми і шляхи їх вирішення: Аналітична записка *Національний інститут стратегічних досліджень*: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/0wEHkrCS> (дата звернення 01.09.2023).

41. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України «Про Стратегію національної безпеки України»: Указ Президента України від

6 травня 2015 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/287/2015#Text> (дата звернення 10.09.2023).

42. Федонюк М. А. До питання удосконалення системи державного екологічного моніторингу стану атмосферного повітря. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2013. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur\\_2013\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2013_2_6) (дата звернення 19.07.2023).

43. Моніторинг та оцінювання екологічних ризиків техногенного походження. Аналітична доповідь. *Інститут демографії та соціальних досліджень імені М.В. Птухи Національної академії наук України*: веб-сайт. URL: [https://niss.gov.ua/sites/default/files/2013-01/Ocin\\_monitor-a70a1.pdf](https://niss.gov.ua/sites/default/files/2013-01/Ocin_monitor-a70a1.pdf) (дата звернення 10.09.2023).

44. Проблеми державної системи екологічного моніторингу в Україні та шляхи їх подолання. Аналітична записка. *Інститут демографії та соціальних досліджень імені М. В. Птухи Національної академії наук України*: веб-сайт. URL: <https://cutt.ly/kwEHksY7> (дата звернення 16.09.2023).

45. Галла-Бобик С.В. Марійчук Р.Т., Сухарев С.М. Моніторинг забруднення атмосферного повітря канцерогенними речовинами у Закарпатській області. *Вісник УжНУ. Серія Хімія*. 2009. Випуск 22. С.143-147.

46. Федонюк М. А. До питання удосконалення системи державного екологічного моніторингу стану атмосферного повітря. *Державне управління: удосконалення та розвиток*. 2013. № 2. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur\\_2013\\_2\\_6](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Duur_2013_2_6) (дата звернення 10.09.2023).

47. Скакальський О. Екологічний моніторинг у системі природоохоронної діяльності регіональної влади. *Державне управління та місцеве самоврядування*. 2015. Вип. 4. С. 152-162. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums\\_2015\\_4\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums_2015_4_19) (дата звернення 10.09.2023).

48. Кауля В. С. Прогнозування динаміки забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2015. Том 9. № 1. С. 56-63. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/apd\\_2015\\_9\\_1\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/apd_2015_9_1_8) (дата звернення 10.09.2023).

49. Чугай А. В., Лавров Т. В. Громадський моніторинг як інструмент оцінки стану повітряного басейну в регіонах України. *Український гідрометеорологічний журнал*. 2022, № 30. С. 81-86.

50. Бахарєв В. С., Маренич А.В. Аналітичний огляд результатів наукових досліджень з проблем моніторингу довкілля в Україні. *Екологічна безпека*. 2016. Вип. 2. С. 35-42. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez\\_2016\\_2\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez_2016_2_7) (дата звернення 10.09.2023).

51. Якість атмосферного повітря за 1 півріччя 2022 м. Запоріжжя. Аналітична записка. Департамент захисту довкілля Запорізької обласної військової адміністрації. URL: [https://www.zoda.gov.ua/files/WP\\_Article\\_File/original/000193/193582.docx](https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000193/193582.docx) (дата звернення: 13.10.2023).

52. Гребняк М.П., Федорченко Р.А.. Закономірності формування забруднення атмосферного повітря та детермінація впливу на здоров'я населення. *Еко Форум – 2018* : збірник тез доповідей II спеціалізованого міжнар. Запорізького екологічного форуму (Запоріжжя, 30 травня – 1 червня 2018 р). Запоріжжя: Запорізька міська рада, Запорізька торгово-промислова палата, 2018. С. 8-10.

53. Air pollution mapping with nitrogen and sulfur dioxides in the South-Eastern part of Ukraine using satellite data / Stankevich Sergey, Titarenko Olga, Mykhailo Svideniuk and others. *Mining Science*. 2016. Vol. 23. P. 21–31.

54. Сучасний стан атмосферного повітря міста Запоріжжя та його вплив на здоров'я населення / Гришко С. В., Непша Я. Ю., Стегареску Х. І. *Здоров'я та суспільство*: матеріали II Всеукраїнської наук.-практ. конф. (Кропивницький, 5 листопада 2020 р.). Кропивницький, 2020. С. 24-30.

55. Пірогова І.М., Рильський О.Ф. Проблема регулювання якості повітря м. Запоріжжя при несприятливих метеоумовах. *Молодий вчений*. 2020. № 7 (83). С. 128-132.

56. Проект програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря зони «Запорізька». Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації. 2021. 231 с.

57. Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації Запоріжжя на 2022-2026 роки. *Запорізька міська рада*: веб-сайт. URL: [https://zp.gov.ua/upload/content/o\\_1h92mi0i6e1k1ovi12f411b410bda.pdf](https://zp.gov.ua/upload/content/o_1h92mi0i6e1k1ovi12f411b410bda.pdf) (дата звернення 27.09.2023).

58. Стратегія розвитку міста Запоріжжя на період до 2028 року. *Запорізька міська рада*: веб-сайт. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/development-strategy> (дата звернення 10.10.2023).

59. План дій з адаптації до наслідків зміни клімату міста Запоріжжя. *Запорізька міська рада*: веб-сайт. URL: <https://zp.gov.ua/uk/sessions/99/resolution/41273> (дата звернення 10.10.2023).

60. Сердюк А.М., Гущук І.В., Черниченко І.О., Литвиченко О.М. Особливості забруднення атмосферного повітря непромислового міста: ризик для населення. *Медичні перспективи*. 2019. Т. 24, № 4. С. 154-159.

61. Що забруднює повітря в Запоріжжі під час війни: результати дослідження ГО «Екосенс». URL: <https://cutt.ly/uwAeVFKj> (дата звернення: 17.10.2023).

62. Круглий стіл «Що по повітрю?» у Запоріжжі 24/10/23. URL: <https://cleanair.org.ua/event/krygluy-stil-zaporizhzhya/> (дата звернення 28.10.2023).

63. Запоріжжя: якість повітря в умовах воєнного стану (аналітична записка) / під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага-Київ: Arnika, 2022. 28 с. URL: <https://cleanair.org.ua/publication/zpaq2022/> (дата звернення 10.10.2023).

64. Погляд з космосу на забруднення повітря в Україні: наслідки війни. Дослідження на основі зображень супутника Copernicus Sentinel 5p / ред. С. Бочкова. Прага-Дніпро: Arnika, 2023. 28 с. URL: <https://view.publitas.com/arnika-zs/poghliad-z-kosmosu-na-zabrudnennia-povitria-v-ukrayini-naslidki-viini/> (дата звернення 28.10.2023).

65. У чому небезпека чадного газу та як уберегтися від отруєння. URL: <https://moz.gov.ua/article/news/u-chomu-nebezpeka-chadnogo-gazu-ta-jak-uberegtisja-vid-otruennja> (дата звернення 15.10.2023).

66. Белоконь К.В., Матухно О.В. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя формальдегідом. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2020. Том 2, № 37. С. 149-155.

67. Гришко С. В., Непша Я. Ю., Стегареску Х. І. Сучасний стан атмосферного повітря міста Запоріжжя та його вплив на здоров'я населення: Матеріали II Всеукраїнської науковопрактичної конференції «Здоров'я та суспільство» (м. Кропивницький, 5 листопада 2020 р.). Кропивницький, 2020. С. 24-31. URL: <https://cutt.ly/bwPBLo1T> (дата звернення 07.10.2023).

68. Забруднення повітря. *Запорізький обласний центр з гідрометеорології*: веб-сайт. <https://zarpcgm.com.ua/pollution> (дата звернення 13.10.2023).

69. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених пунктів: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14 січня 2020 року № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20> (дата звернення: 02.10.2023).

70. Колесник В. Є, Павличенко А. В., Калініна К. Р. Екологічна класифікація якості атмосферного повітря за комплексними індексами його забруднення. *Геотехнічна механіка*. 2017. Вип. 137. С. 156-169. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/gtm\\_2017\\_137\\_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/gtm_2017_137_19) (дата звернення 10.09.2023).

71. Банк даних станцій громадського моніторингу у Запорізькій області. *Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City*: веб-сайт. URL: <https://eco-city.org.ua/> (дата звернення 27.09.2023).

72. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році. *Запорізька обласна державна адміністрація*. 2020. С.26–38.

73. Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації Запоріжжя на 2022-2026 роки. *Запорізька міська рада*: веб-сайт. [https://zp.gov.ua/upload/content/o\\_1h92mi0i6e1k1ovi12f411b410bda.pdf](https://zp.gov.ua/upload/content/o_1h92mi0i6e1k1ovi12f411b410bda.pdf) (дата звернення 01.11.2023).

74. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища Запорізької області у 2020 році. *Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України*: веб-сайт. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2022/10/Regionalna-dopovid-Zaporizka-ODA-2021.pdf> (дата звернення: 12.10.2023).

75. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за I півріччя 2023 року (за даними мережі спостережень Національної гідрометслужби України). URL: <https://cutt.ly/mwEHjSOy> (дата звернення: 01.11.2023).

76. Дослідження атмосферного повітря. *Запорізька міська рада*: веб-сайт. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/doslidzhennya-atmosfernogo-povitrya> (дата звернення 22.09.2023).

77. У Запоріжжі на 17% зросло забруднення атмосферного повітря: чому це відбувається і як вирішити проблему. URL: <https://www.061.ua/news/3673484/u-zaporizzi-na-17-zroslo-zabrudnenna-atmosfernogo-povitra-comu-ce-vidbuvaetsa-i-ak-virisiti-problemu> (дата звернення 10.11.2023).

78. Скуйбіда О. Л. Забруднення повітря Запоріжжя під час воєнних дій. *Екологічна безпека та раціональне природокористування: тези Всеукраїнської наукової конференції здобувачів вищої освіти та молодих учених* (Житомир, 16 листопада 2023 року). Житомир : Житомирська політехніка, 2023. С. 184.

79. Гребенюк Н. О., Дембіцька С. В. Значення охорони праці в професійній діяльності еколога. Матеріали V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Техногенно-екологічна безпека України: стан та перспективи розвитку» (м. Ірпінь, 10-20 листопада 2015).

URL: <https://inmad.vntu.edu.ua/portal/static/ADACF437-B79F-4466-95FB-65158694ECC4.pdf> (дата звернення 01.12.2023).

80. Дембіцька С.В., Королевська С.В.. Організація самостійної роботи студентів-екологів під час вивчення дисципліни «Основи охорони праці». Матеріали XVI науково-технічної конференції ВНТУ (м. Вінниця, 23-24 березня 2016 р.) URL: <https://cutt.ly/uwEHzyoB> (дата звернення: 12.10.2023).

81. Методичні рекомендації до написання, оформлення та захисту кваліфікаційної роботи для здобувачів ступеня вищої освіти магістра спеціальності 101 «Екологія» освітньо-професійної програми «Екологія та охорона навколишнього середовища» / уклад.: О. Ф. Рильський, Н. М. Притула, Н. В. Воронова. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. 64 с.

82. Основи охорони праці: підручник для студентів вищ. навч. закладів / О. І. Запорожець, О. С. Протоєрейський, Г. М. Франчук, І. М. Боровик. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 264 с.

83. Запорожець О. І. Безпека життєдіяльності: підручник / О. І. Запорожець, Б. Д. Халмурадов, В. І. Применко. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 448 с.

84. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підручник, 5-те вид., доп.. Київ: Знання, 2014. 373 с.

85. Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях» в магістерських дипломних роботах (проектах) зі спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» за освітньою програмою (спеціалізацією) – «Енергетичний менеджмент» / уклад. : М. О. Журавель. Запоріжжя: Каф. ОП і НС НУ «Запорізька політехніка», 2019. 32 с.

86. Природне і штучне освітлення: ДБН В.2.5-28-2018. Київ: Мінрегіон України, 2018. 133 с.

87. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин: ДСанПіН 3.3.2.007-98. Київ: МОЗ України, 1998.

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98#Text> (дата звернення: 02.10.2023).

88. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку: ДСН 3.3.6.037-99. Київ: МОЗ України, 1999. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va037282-99> (дата звернення: 02.10.2023).

89. Дизайн і ергономіка. Робоче місце для виконання робіт у положенні сидячи. Загальні ергономічні вимоги: ДСТУ 8604:2015. Київ: ДП «УкрНДНЦ» України, 2017. 10 с.

90. Васильєва Н. М. Професійні захворювання при роботі з комп'ютерною технікою. *Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика*: збірник наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці, (Полтава, 23–24 квітня 2020 р.). Полтава : ПНПУ імені В.Г. Короленка, 2020. С. 481-483.

91. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень: ДСН 3.3.6.042-99. Київ: МОЗ України, 1999. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99> (дата звернення: 02.10.2023).

92. Правила пожежної безпеки в Україні: НАПБ А.01.001-14. Київ: МВС України, 2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text> (дата звернення: 02.10.2023).

93. Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою: ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Київ: Мінрегіонбуд України, 2016. 66 с.

94. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці: НПАОП 0.00-4.12-05. Київ: Держнагляд охорони праці України, 2005. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05> (дата звернення: 02.10.2023).

95. Стеблюк М. І. Цивільна оборона та цивільний захист: навч. посіб. для вузів / М. І. Стеблюк. Київ: Знання, 2013. 487 с.

96. Халмурадов Б. Д. Медицина надзвичайних ситуацій: підручник. Київ: Центр учбової літератури, 2016. 208 с.



97. На Запоріжжі зберігається 8 тисяч тонн хімічно небезпечних речовин.  
URL: <https://zp.depo.ua/rus/zp/na-zaporizhzhzhi-zberigaetsya-8-tisyach-tonn-himichno-nebezpechnih-02022016131300> (дата звернення: 20.09.2023).

98. Дії у разі аварії на хімічно-небезпечних об'єктах. *Запорізька районна державна адміністрація Запорізької області*: веб-сайт.  
[https://zrda.gov.ua/dii\\_u\\_razi\\_avarii\\_na\\_khimichno-nebezpechnikh\\_obektakh/](https://zrda.gov.ua/dii_u_razi_avarii_na_khimichno-nebezpechnikh_obektakh/) (дата звернення: 01.10.2023).

99. Система оповіщення працівників потенційно небезпечних об'єктів та населення при виникненні або загрозі виникнення техногенної надзвичайної ситуації. URL: <http://old.zounb.zp.ua/node/1285> (дата звернення: 01.10.2023).

100. Протокол позачергового засідання регіональної комісії з питань техногенно-екологічної безпеки і надзвичайних ситуацій у Запорізькій області. *Запорізька обласна державна адміністрація*: веб-сайт.  
URL: [https://www.zoda.gov.ua/files/WP\\_Article\\_File/original/000153/153363.pdf](https://www.zoda.gov.ua/files/WP_Article_File/original/000153/153363.pdf) (дата звернення: 03.10.2023).

101. Методичні вказівки до розрахунково-графічної роботи «Прогнозування наслідків впливу (викиду) небезпечних хімічних речовин при аваріях на промислових об'єктах і транспорті» з дисципліни «Безпека життєдіяльності» для студентів усіх спеціальностей денної форми навчання / уклад.: О.Є. Денщикова, А.С. Петрищев. Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. 42с.

102. Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну безпеку / під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага-Івано-Франківськ: Arnika, 2022. 58 с.  
URL: <https://cutt.ly/QwEH14bE> (дата звернення: 13.10.2023).

## ДОДАТКИ ДОДАТОК А

### Зміна концентрації основних забруднювальних речовин в повітрі міста Запоріжжя

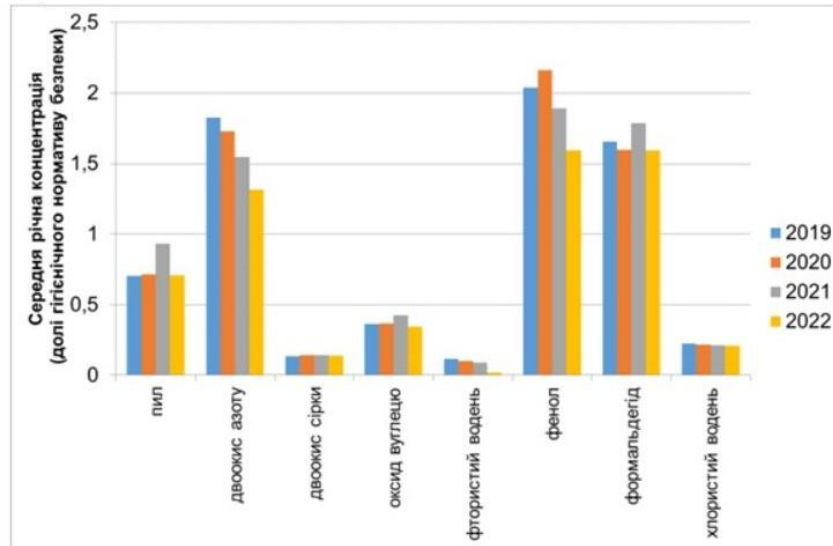


Рисунок А1 – Зміна концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі за роками та постами спостережень за 2019-2022 рр. [63]

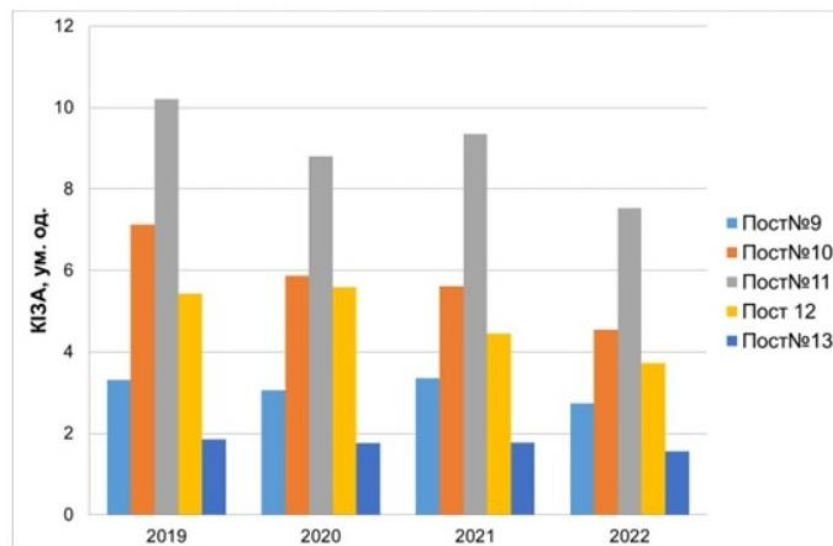


Рисунок А2 – Зміна концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі за роками та постами спостережень в залежності від обсягів промислового виробництва за 2019-2022 рр. [63]

## ДОДАТОК Б

## Чутливість населення до деяких забруднювальних речовин

Чутлива група населення	PM1 PM 2,5 PM 10	NH <sub>3</sub>	CO	O <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	VOC (H <sub>2</sub> CO)	SO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S
Люди з хронічними захворюваннями серцево-судинної системи	+		+	+			+	
Люди з хронічними захворюваннями легень (органів дихання)	+			+			+	
Люди хворі на рак, діабет, психічні або когнітивні розлади	+		+			+		
Вагітні жінки	+	+	+	+	+	+	+	+
Хворі на астму, хронічну обструктивну хворобу легень, аритмію, стенокардію	+	+		+	+	+	+	+
Люди, які мають виражені алергічні реакції на певні забруднюючі речовини у повітрі	+	+	+	+	+	+	+	+
Діти	+	+		+	+	+	+	+
Особи похилого віку	+			+	+	+	+	+
Особи зі значним розумово-когнітивним навантаженням			+		+	+	+	+

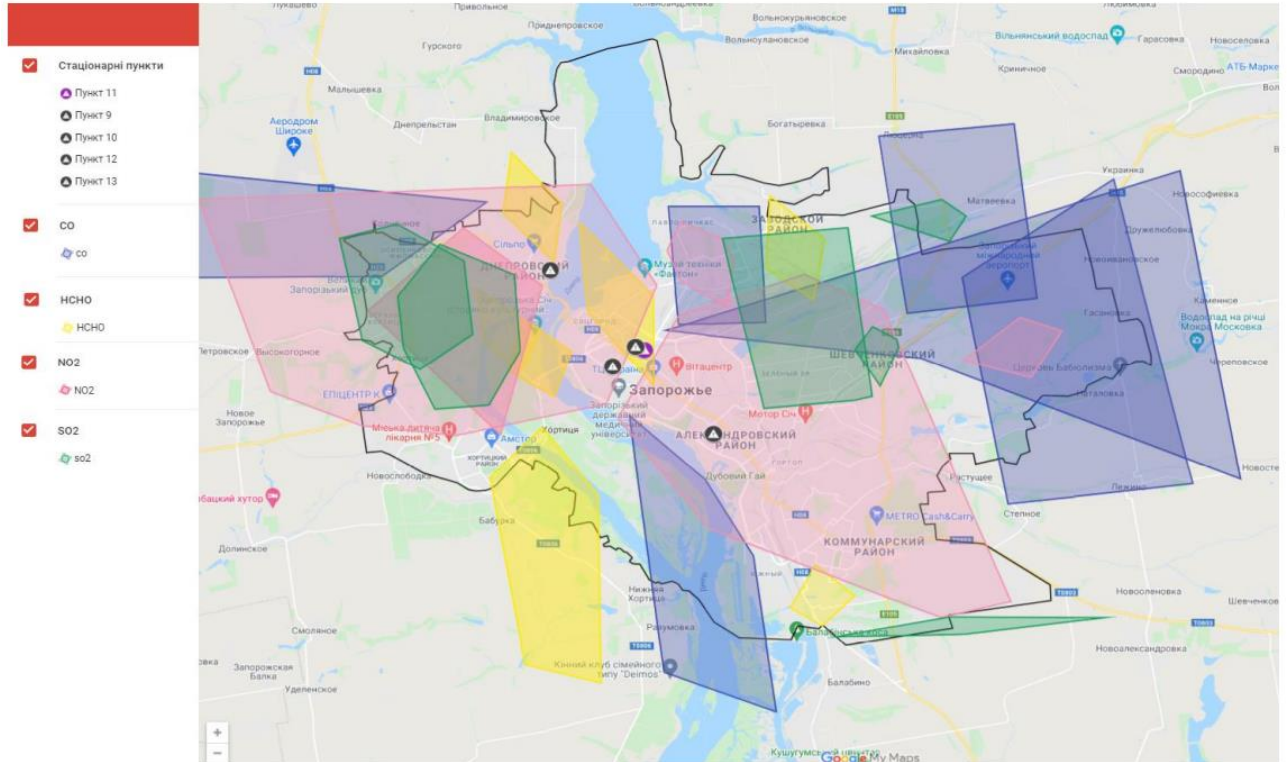
## ДОДАТОК В

## Рекомендації для населення відповідно до категорії якості повітря

Категорія	Дії на відкритому повітрі	Дії у приміщеннях
I	Плануйте діяльність без спеціальних обмежень	
II	Плануйте діяльність без спеціальних обмежень	
III	Уникайте активної фізичної діяльності на відкритому повітрі; довготривалих прогулянок	Без потреби не провітрюйте приміщення
IV	Уникайте активної фізичної діяльності на відкритому повітрі; довготривалих прогулянок; спортивних та освітніх заходів на відкритому повітрі. Користуйтеся засобами захисту органів дихання	Закрийте вікна. Без потреби не провітрюйте приміщення. Виконайте позачергове вологе прибирання
V	Уникайте активної фізичної діяльності на відкритому повітрі; довготривалих прогулянок; спортивних та освітніх подій. Користуйтеся засобами захисту органів дихання. За можливості залишайтеся у приміщенні	Закрийте вікна. Без крайньої потреби не провітрюйте приміщення. Виконайте позачергове вологе прибирання. Використовуйте побутові очищувачі повітря.
VI	За можливості залишайтеся у приміщенні. Користуйтеся засобами захисту органів дихання, захисними окулярами. Заборона масових заходів, спортивних та освітніх подій	Закрийте вікна. Без крайньої потреби не провітрюйте приміщення. Виконайте позачергове вологе прибирання. Використовуйте побутові очищувачі повітря
VII-VIII	Уникайте активної фізичної діяльності на відкритому повітрі	Без потреби не провітрюйте приміщення. Виконайте вологе прибирання

## ДОДАТОК Г

Полігони максимальних концентрацій забруднювальних речовин в  
міста Запоріжжя в довоєнний період



Примітка: Дані приведено за 2021 р. відповідно до [73].

### ДОДАТОК Д

#### Середній індекс якості повітря у м. Запоріжжя в 2022-2023 роках

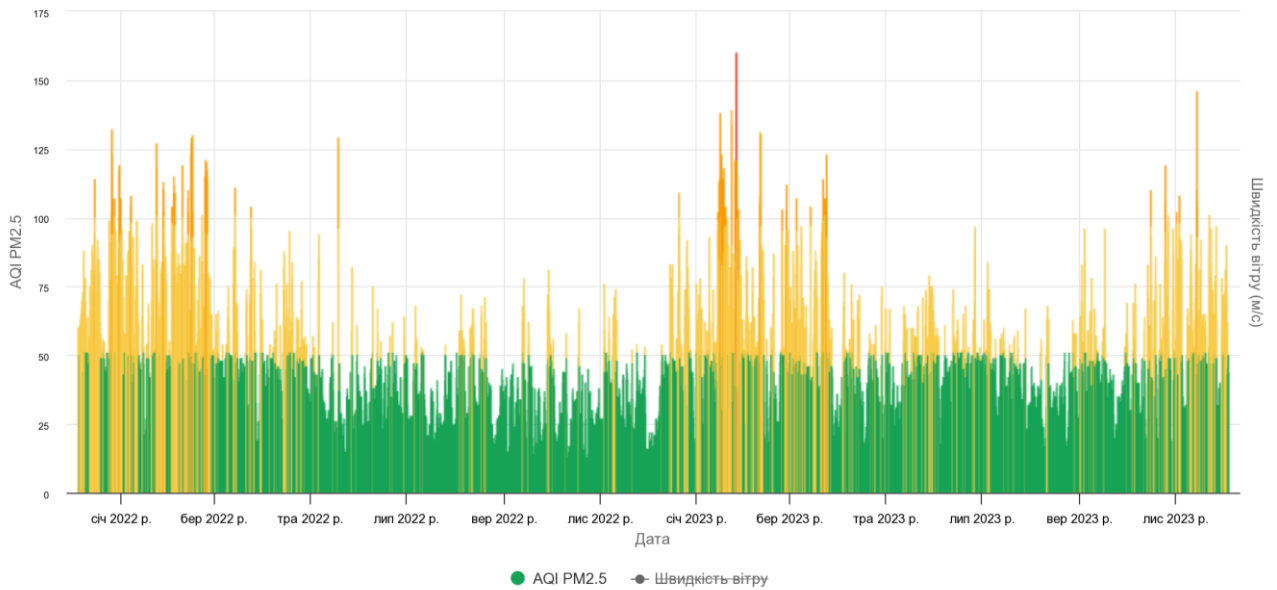


Рисунок Д1 – Середній індекс якості повітря у м. Запоріжжя за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

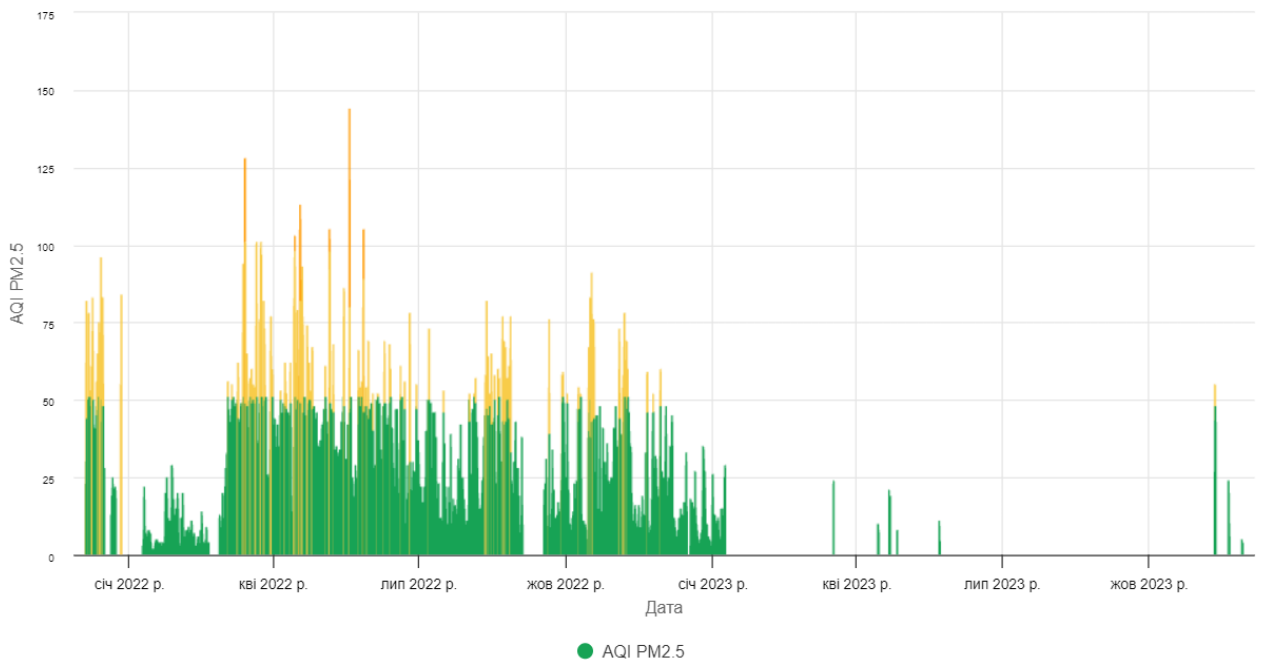


Рисунок Д2 – Середній індекс якості повітря у Комунарському районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

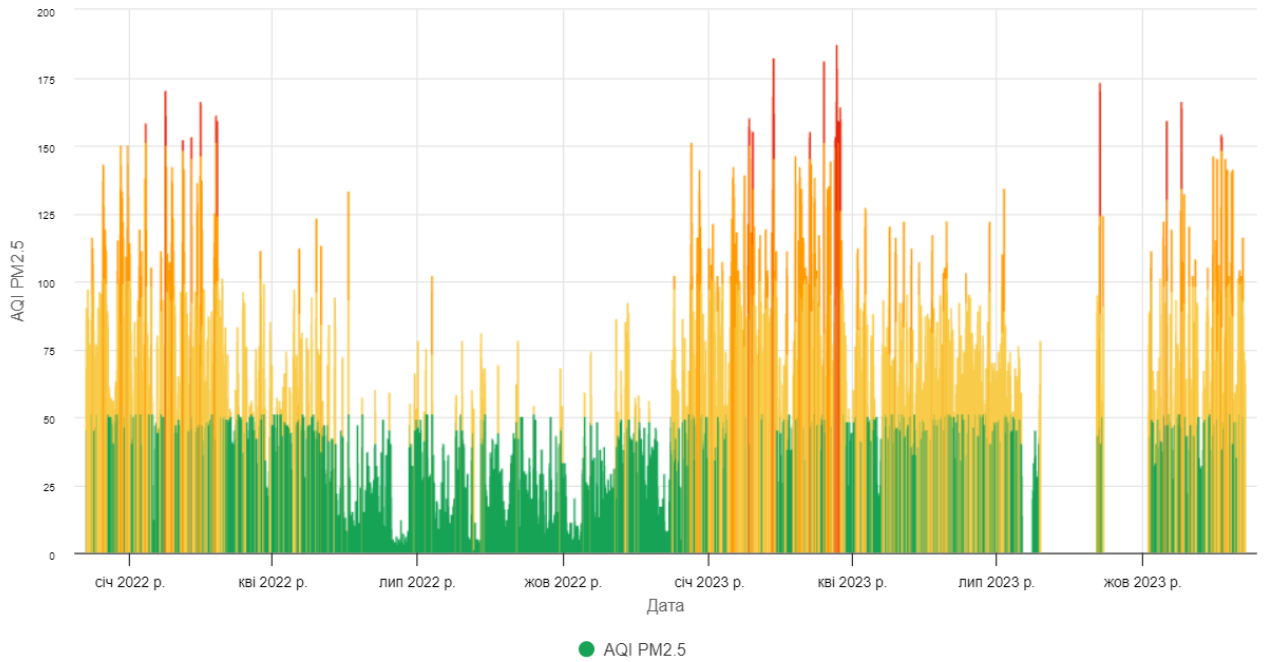


Рисунок ДЗ – Середній індекс якості повітря у Вознесенівському районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

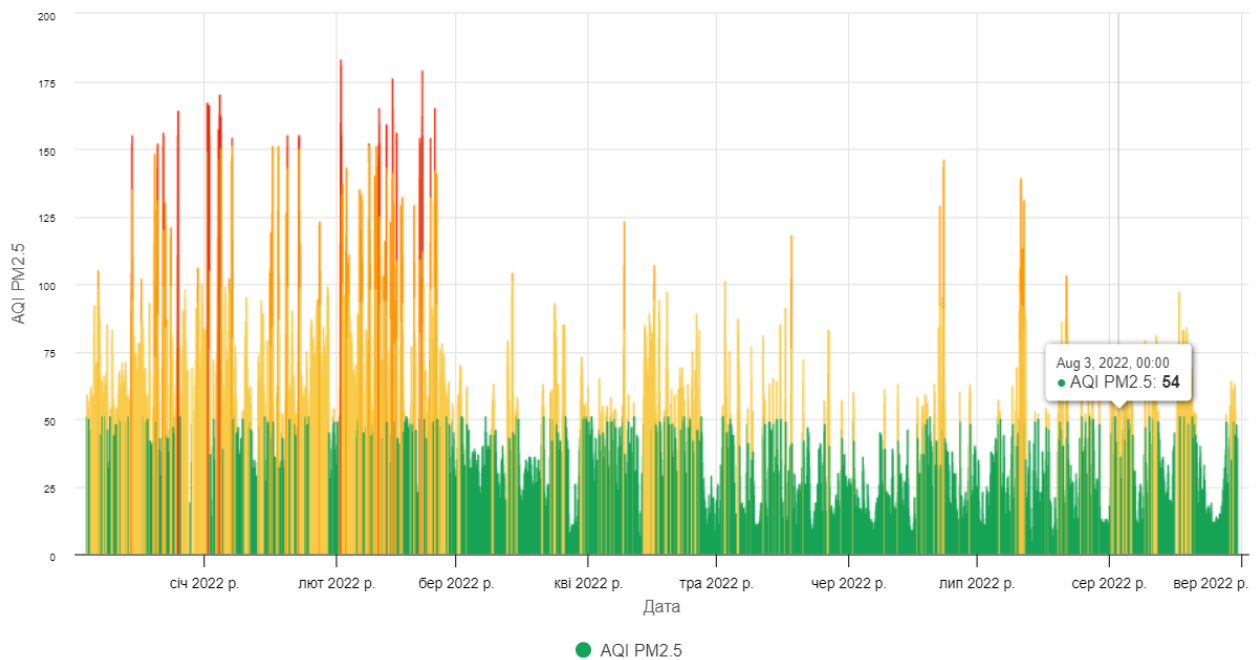


Рисунок Д4 – Середній індекс якості повітря у Заводському районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

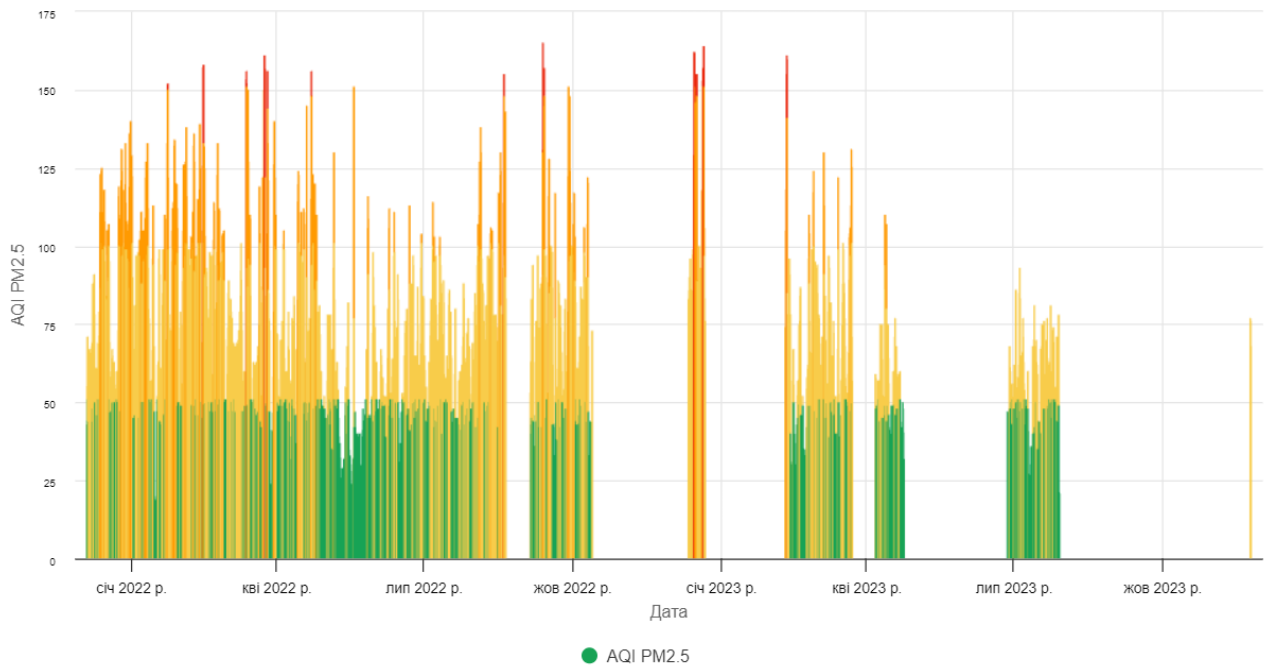


Рисунок Д5 – Середній індекс якості повітря у Дніпровському районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

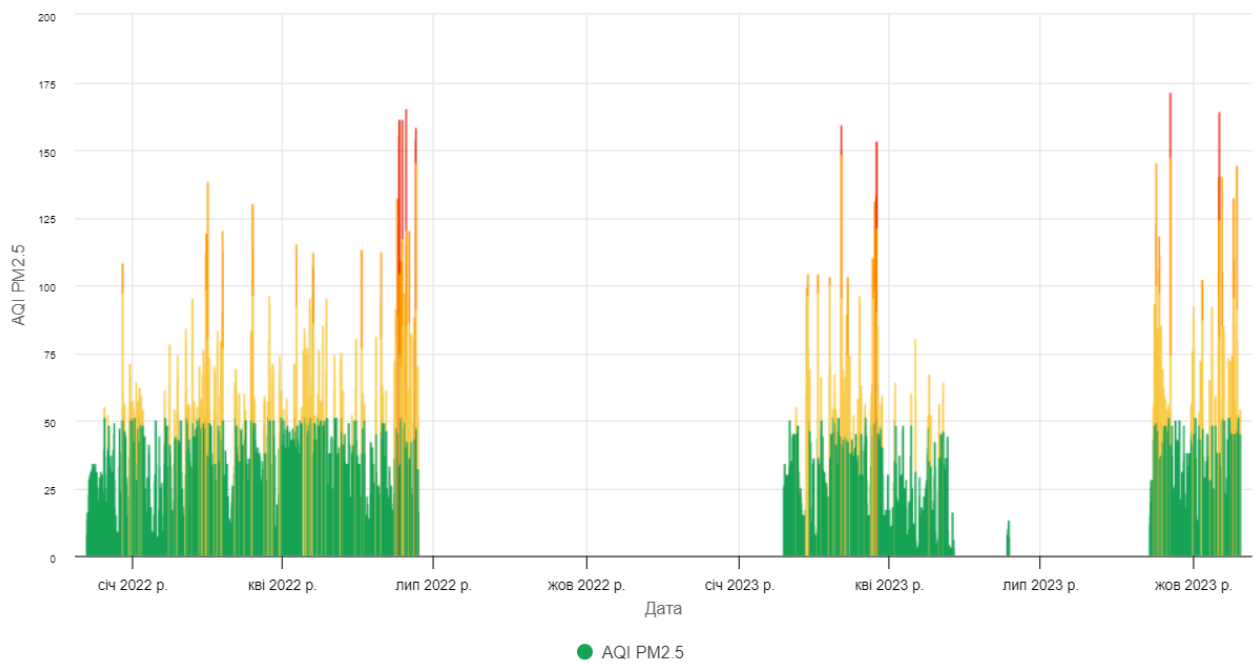


Рисунок Д6 – Середній індекс якості повітря у Шевченківському районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot



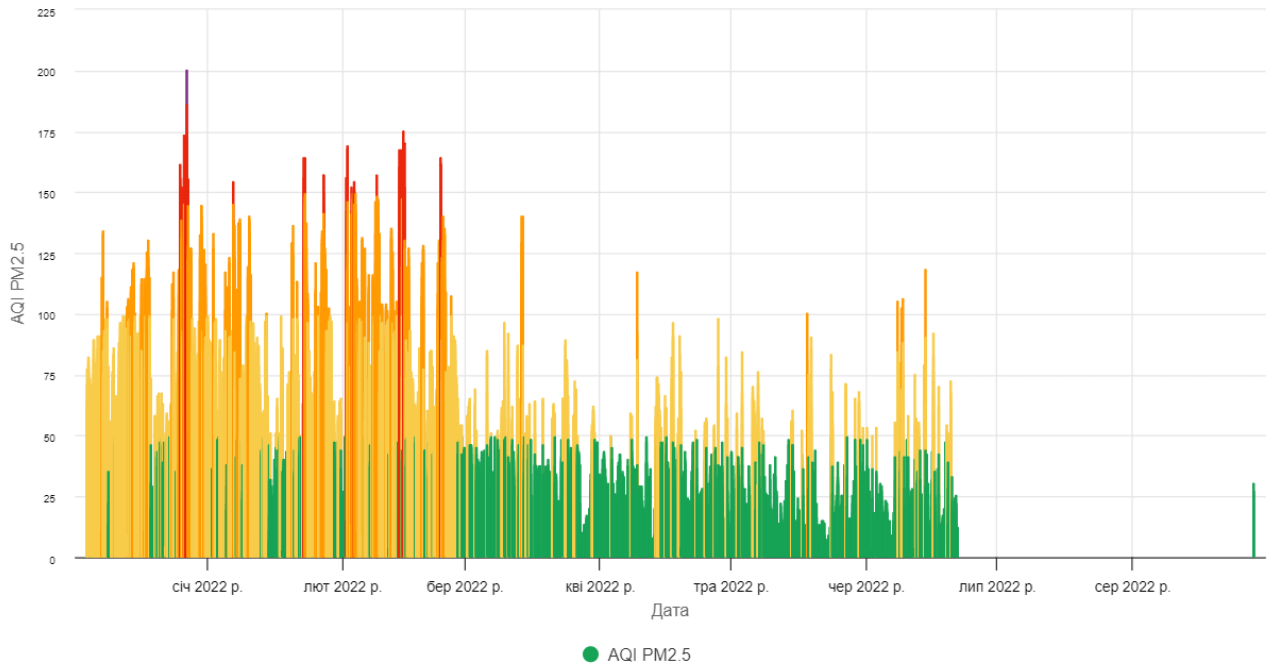


Рисунок Д7 – Середній індекс якості повітря у Олександрівському районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

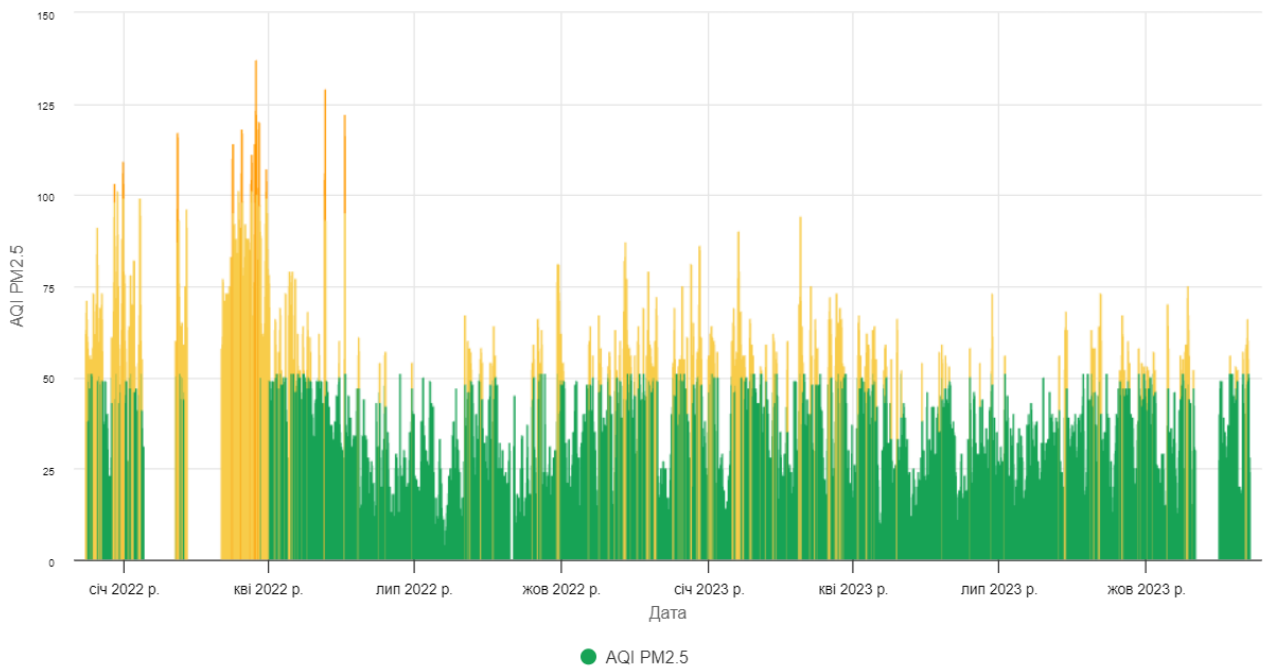


Рисунок Д1 – Середній індекс якості повітря у Хортицькому районі за даними громадського моніторингу SaveEcoBot

## ДОДАТОК Е

Дані спостережень щодо перевищення максимально разових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі

Таблиця Е1 – Дані спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ за січень 2023 р. та коефіцієнт небезпеки

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	НҚ
02.01	вул. Миколи Корищенка, буд.38 – по південно-західному	сірководень	0,0081	1,01
03.01	вул. Військбуд, буд. 89 – по південно-західному	сірководень	0,0093	1,16
04.01	вул. Полякова, буд. 23 – по північно-західному	фенол	0,011	1,1
05.01	вул. Морфлотська, буд. 38 – по південно-західному	фенол	0,015	1,5
		сірководень	0,013	1,63
17.01	вул. Магістральна, буд.90 по південно-східному	сірководень	0,01	1,25
23.01	вул. Передатна, буд. 40 – по північно-східному	аміак	0,22	1,1
		сірководень	0,011	1,38
24.01	вул. Магістральна, буд. 90 – по північно-східному	фенол	0,011	1,1
25.01	вул. Передатна, буд. 40 – по північно-східному	фенол	0,015	1,5
		сірководень	0,011	1,38
26.01	вул. Магістральна, буд. 90 – по північно-східному	фенол	0,011	1,1
		сірководень	0,01	1,25
30.01	вул. Передатна, буд. 40 – по північному	фенол	0,011	1,1
		сірководень	0,01	1,25
31.01	вул. Полякова, буд. 23 – по північному	фенол	0,011	1,1
		сірководень	0,0095	1,19

Таблиця Е2 – Дані спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ за лютий 2023 р. та коефіцієнт небезпеки

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
01.02	вул. Миколи Корищенка, буд. 38 – по південно-західному	сірководень	0,0096	1,2
02.02	вул. Олексія Поради, буд. 39 – по південному	сірководень	0,01	1,25
		фенол	0,011	1,1
	вул. Морфлотська, буд. 38 – по південному	сірководень	0,011	1,38
		фенол	0,011	1,1
05.02	вул. Магістральна, буд.90 – по північному	сірководень	0,009	1,13
06.02	вул. Билкіна, буд. 14 – по північному	фенол	0,013	1,3
	вул. Космічна, буд. 122 – по північному	фенол	0,011	1,1
07.02	пр. Соборний, буд. 26 – по північно-східному	фенол	0,011	1,1
12.02	вул. Рекордна,27 – по північно-західному	сірководень	0,0095	1,19
13.02	вул. Полякова,23 – по західному	сірководень	0,011	1,38
		фенол	0,0125	1,25
14.02	вул. Рекордна,27 – по північно-західному	сірководень	0,01	1,25
15.02	вул. Українська, буд. 89 – по північно-західному	сірководень	0,013	1,63
		фенол	0,011	1,1
16.02	вул. Шкільна, буд. 40 – по північно-західному	аміак	0,22	1,1
	вул. Яценка, буд. 3 – по північному	фенол	0,011	1,1
17.02	вул. Олексія Поради, буд.39 – по південно-східному	фенол	0,0126	1,26
		сірководень	0,0095	1,19
	вул. Морфлотська, буд. 38 – по південно-східному	сірководень	0,01	1,25

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
20.02	вул. Полякова, буд. 23 – по північно-західному	фенол	0,011	1,1
	вул. Українська, буд. 89 – по північно-західному	сірководень	0,009	1,13
21.02	вул. Омельченка, буд. 11 – по західному	фенол	0,011	1,1
	вул. Билкіна, буд. 14 – по західному	сірководень	0,0093	1,16
22.02	пр. Моторобудівників, буд. 74 – по північно-західному	фенол	0,011	1,1
24.02	вул. М. Кориценка, буд. 38 – по південному	фенол	0,0119	1,19
	вул. Шкільна, буд. 40 – по південному	аміак	0,214	1,07
27.02	вул. Харчова, буд. 9 – по південному	фенол	0,0115	1,15
		аміак	0,22	1,1
	вул. Морфлотська, буд. 38 – по південному	сірководень	0,0092	1,15
	вул. Шкільна, буд. 40 – по південному	фенол	0,012	1,2
28.02	м. Профспілок, буд. 2 – по північному	аміак	0,23	1,15

Таблиця ЕЗ – Дані спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ за березень 2023 р. та коефіцієнт небезпеки

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
01.03	вул. Яценка, буд. 3 – по північно-західному	сірководень	0,01	1,25
05.03	вул. Билкіна, буд. 14 – по західному	сірководень	0,0115	1,44
	вул. Магістральна, буд. 90 – по західному	сірководень	0,009	1,13
07.03	вул. Героїв 55 бригади, буд. 1 – по південному	фенол	0,013	1,3
10.03	вул. Полякова, буд. 23 – по південно-західному	аміак	0,27	1,35
		фенол	0,012	1,2
12.03	вул. Українська, буд. 133 – по західному	сірководень	0,0086	1,08
13.03	вул. Яценка, буд. 3 – по північно-західному	сірководень	0,0084	1,05
14.03	вул. Історична, буд. 9 – по південно-східному	фенол	0,012	1,2
16.03	вул. Магістральна, буд. 80 – по північному	фенол	0,013	1,3
		сірководень	0,0093	1,16
	вул. Космічна, буд. 122 – по північному	аміак	0,26	1,3
		сірководень	0,01	1,25
17.03	вул. Електрична, буд. 220 – по північному	сірководень	0,0097	1,21
	вул. Базова, буд. 10 – по північному	аміак	0,28	1,4
19.03	вул. Передатна, буд. 40 – по північно-східному	сірководень	0,0089	1,11
	вул. Українська, буд. 89 – по північно-східному	сірководень	0,0084	1,05
20.03	вул. Билкіна, буд. 14 – по північному	сірководень	0,01	1,25
		аміак	0,38	1,9

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
21.03	вул. Шкільна, буд. 40 – по південно-західному	аміак	0,22	1,1
22.03	вул. Миколи Корищенка, буд. 38 – по південно-східному	сірководень	0,0105	1,31
		фенол	0,013	1,3
24.03	вул. Скворцова, буд. 190 буд. 14 – по південно-західному	сірководень	0,0099	1,24
26.03	вул. Миколи Корищенка, буд. 38 – по південному	сірководень	0,0113	1,41
27.03	вул. Ольги Кобилянської, буд. 2 – по південно-західному	аміак	0,26	1,3
29.03	вул. Омельченка, буд. 11 – по північно-західному	сірководень	0,0108	1,35

Таблиця Е4 – Дані спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ за квітень 2023 р. та коефіцієнт небезпеки

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
02.04	вул. Морфлотська, буд. 38 – по південно-східному	сірководень	0,0098	1,23
04.04	вул. Харчова, буд. 9 – по південно-східному	сірководень	0,0093	1,16
		аміак	0,22	1,1
05.04	вул. Жаботинського, буд. 5а – по східному	формальдегід	0,042	1,2
10.04	вул. Миколи Корищенка, буд. 38 – по східному	фенол	0,012	1,2
17.04	вул. Шкільна, буд. 40 – по східному	аміак	0,46	2,3
		сірководень	0,0091	1,14

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
19.04	вул. Північне шосе, буд. 10 – по східному	формальдегід	0,038	1,09
		сірководень	0,0087	1,09
	вул. Портова, буд. 9 – по східному	сірководень	0,0099	1,24
23.04	вул. Магістральна, буд. 90 – по північному	сірководень	0,0112	1,4
27.04	вул. Зразкова, буд. 1 – по південно-східном	фенол	0,014	1,4
28.04	вул. Моторобудівників, буд. 74 – по північному	сірководень	0,01	1,25

Таблиця Е5 – Дані спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ за травень 2023 р. та коефіцієнт небезпеки

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
01.05	вул. Омельченка, буд. 11 – по північно-західному	фенол	0,012	1,2
02.05	вул. Електрична, буд. 220 – по північному	фенол	0,015	1,5
	вул. Передатна, буд. 40 – по північному	сірководень	0,0123	1,54
03.05	вул. Ольги Кобилянської, буд. 2 – по південному	фенол	0,013	1,3
07.05	вул. Жаботинського, буд. 5а – по північно-східному	сірководень	0,009	1,13
09.05	вул. Північне шосе, буд. 10 – по північно-східному	фенол	0,012	1,2
	вул. Маяковського, буд. 11	сірководень	0,0114	1,43

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
10.05	вул. Яценка, буд. 3 – по північному	формальдегід	0,038	1,09
		сірководень	0,0102	1,28
11.05	вул. Дослідна станція, буд. 79 – по північному	аміак	0,26	1,3
		сірководень	0,0127	1,59
12.05	вул. Омельченка, буд. 11 – по північному	аміак	0,26	1,3
		фенол	0,013	1,3
14.05	вул. Передатна, буд. 40 – по північному	сірководень	0,0138	1,73
18.05	вул. Лівобережна, буд. 14 – по північно-східному	сірководень	0,0088	1,1
		формальдегід	0,039	1,11
19.05	вул. Вишнева, буд. 65 – по північно-східному	фенол	0,015	1,5
	вул. пр. Металургів, буд. 15а – по північно-східному	сірководень	0,0107	1,34
21.05	вул. Базова, буд. 10 – по північно-східному	аміак	0,21	1,05
		озон	0,2	1,25
22.05	вул. Північне шосе, буд. 10 – по північно-східному	сірководень	0,0112	1,4
23.05	вул. Електрична, буд. 220 – по північно-східному	фенол	0,013	1,3
24.05	вул. Північне шосе, буд. 10 – по східному	фенол	0,015	1,5
		сірководень	0,0114	1,43
25.05	вул. Гребельна, буд. 1 – по південно-східному	оксид вуглецю	7,87	1,57
28.05	вул. Омельченка, буд. 11 – по північно-західному	сірководень	0,0095	1,19
29.05	вул. Л.Жаботинського, буд. 5-А – по північно-східному	сірководень	0,0112	1,4
		фенол	0,014	1,4
30.05	вул. Електрична, буд. 220 – по північному	фенол	0,016	1,6
31.05	вул. Омельченка, буд. 11 – по північному	сірководень	0,0093	1,16



Таблиця Е6 – Дані спостережень ДУ «Запорізький обласний центр контролю та профілактики хвороб» МОЗ за травень 2023 р. та коефіцієнт небезпеки

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
01.06	м. Профспілок, буд. 2 – по північному напрямку вітру	сірководень	0,0118	1,48
		фенол	0,013	1,3
04.06	вул. О. Поради, буд. 39 - по північно-східному напрямку вітру	сірководень	0,0109	1,36
06.06	вул. Маяковського, буд. 11 – по північному напрямку вітру	сірководень	0,0098	1,23
	вул. Незалежної України, буд. 14 – по північному напрямку	сірководень	0,0111	1,39
08.06	вул. Лівобережна, буд. 14 – по південно-східному	сірководень	0,0138	1,73
09.06	вул. Портова, буд. 9 – по східному	фенол	0,014	1,4
12.06	вул. Миколи Корищенка, буд. 38 – по східному	фенол	0,012	1,2
		сірководень	0,0111	1,39
14.06	м. Профспілок, буд. 2 – по північному напрямку вітру	фенол	0,015 мг/м <sup>3</sup>	1,5
16.06	вул. Передатна буд. 402 – по північному	сірководень	0,0095	1,19
18.06	майдан Профспілок, буд. 2 – по північно-східному	сірководень	0,0089	1,1
	вул. Передатна буд. 40 – по північно-східному	сірководень	0,0122	1,53
20.06	вул. Українська, буд. 899 – по східному	сірководень	0,0139	1,74
23.06	вул. Перемоги, буд. 52а – по південно-західному	сірководень	0,0087	1,09
	вул. Комарова, буд. 29 – по південному	аміак	0,24	1,2
26.06	вул. Електрична, 220 – по північно-західному	сірководень	0,0114	1,43
		формальдегід	0,04	1,14

Дата	Адреса – відбір проб по напрямку вітру	Забруднювальна речовина	Концентрація, мг/м <sup>3</sup>	HQ
27.06	вул. Водограйна , буд. 3 – по північно-західному	сірководень	0,0101	1,26
	вул. Кам'яногірська , буд. 2 – по північно-західному	фенол	0,015	1,5
28.06	вул. Українська, буд. 8 – по південно-західному	сірководень	0,0095	1,19
	вул. Чорногорівська, 7 – по південно-західному	фенол	0,013	1,3

## ДОДАТОК Ж

## Статистика розподілу концентрацій забруднювальних речовин вздовж доріг



Примітка: Використано дані [73].