

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХЕРСОНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет біології, географії та екології
Кафедра географії та екології

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ
АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ХЕРСОНА ЗА
2019-2024 РР.

Кваліфікаційна робота (проект)
на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

Виконав: здобувач 2 курсу, 05-220 групи
Спеціальності 101 Екологія
Освітньо-професійної програми «Екологія»
Мирончук Іван Андрійович

Керівник к.б.н., доцентка Сараненко І.І.
Рецензент експерт з екологічних і
соціальних питань ТОВ "ЕЖІС Україна,
Зінченко М.О.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ЗАКОНОДАВЧЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	6
1.1 Основні положення.....	6
1.2 Законодавче регулювання моніторингу атмосферного повітря.....	8
РОЗДІЛ 2. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	11
2.1 Кліматичні умови міста Херсон.....	11
2.2 Основні джерела забруднення до початку бойових дій.....	13
2.3 Джерела викидів у період бойових дій.....	14
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ.....	19
3.1 Матеріали та обладнання.....	19
3.2 Методика виконання вимірювань.....	22
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ.....	24
4.1 Дані спостережень за 2019-2021 рр.....	25
4.2 Дані спостережень за 2022-2024 рр.....	27
4.3 Аналіз отриманих результатів.....	30
4.4 Проблеми та перспективи вимірювальних можливостей.....	32
ВИСНОВКИ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ВСТУП

Актуальність. Проблеми забруднення повітря набувають все більшої актуальності. Особливо країни, міста, регіони, підприємства з високою індустріалізацією привертають все більше уваги громадськості та науковців.

Повітря – це суміш, газоподібний розчин, середовище. Дійсно маючи в своєму складі велику кількість газів, основною частиною яких є азот, кисень, аргон, вуглекислий газ, також неон, гелій, криптон, водень, і звісно ж водяна пара – хмари. Повітря відіграє провідну роль у процесах дихання живих організмів, фотосинтезу, кругообігу води й азоту в природі. Будь-які зміни якісного та кількісного складу даної суміші може призвести до неминучих наслідків. Проте, чи відбуваються такі зміни зараз? Так.

З моменту створення планети Земля склад повітря постійно змінювався, збільшувалися концентрації одних складових, зменшувалися інших, й це все неодноразово впливало на всі форми життя на планеті Земля, виникали нові види, вимирали інші, змінювався клімат, відбувалися льодовикові періоди та «життя» на Землі майже перезавантажувалося й лише через зміни в повітрі, що були наслідком тих чи інших подій. Проте будь-які з даних причин змін можна охарактеризувати загалом як безконтрольне надходження певних компонентів або забруднювачів до повітря. З розвитком людини, нажаль, ми не часто замислювалися над цим. Особливо з початком епохи індустріалізації й до наших часів дані процеси набирають все більших обертів. Кислотні дощі, смог, зміна клімату, аномальні явища, танення льодовиків, посилення парникового ефекту. Людство вже доходить до тієї точки, коли наслідки безконтрольного забруднення почали проявляти себе і лише зараз, незважаючи на те, що безліч вчених замислювалися над

питанням екологічно врівноваженого життя людей, ми починаємо замислюватися над питаннями того, як зменшити кількість викидів в атмосферу та як зберегти, а ще краще відновити, стан атмосферного повітря.

З метою мінімізації даних викидів розробляються найкращі, найефективніші методи управління на території підприємств різних галузей. Проте, ми повинні додатково контролювати й стан атмосферного повітря з метою відстеження змін та оцінки різних заходів.

На території України зміни в атмосферному повітрі набувають актуальності у зв'язку з початком повномасштабного вторгнення РФ та початком бойових дій, наслідки яких не можливо регулювати, а тим паче мінімізувати. Проте, ми можемо проконтролювати даний вплив та оцінити й спрогнозувати можливі наслідки. Саме тому актуальною було провести дослідження змін складу атмосферного повітря та забруднення на території максимально наближеного до лінії фронту населеного пункту, з діючою державною системою моніторингу.

Метою роботи стало саме дослідити зміни складу атмосферного повітря, проаналізувати динаміку основних забруднюючих речовин, їх вплив на навколишнє середовище та населення, надати можливі альтернативні методи контролю стану повітряного середовища в регіонах з активним веденням бойових дій та системи державного контролю загалом.

Завдання:

- визначення проблематики дослідження;
- визначення основних джерел забруднення атмосферного повітря;
- обґрунтування обраних методів дослідження та приладів для вимірювання;
- аналіз отриманих результатів;
- пропозиція можливих альтернатив та розробка нововведень оцінювання якості атмосферного повітря

Об'єктом дослідження виступає атмосферне повітря та система моніторингу стану забруднення атмосферного повітря.

Предметом дослідження є динаміка змін стану забруднення атмосферного повітря та функціонування системи моніторингу.

Методи дослідження: опису, спостереження, вимірювання, аналізу, індукції, дедукції, емпіричний, картографічний, статистичний, експериментально-розрахунковий, прогнозний.

Основою емпіричного дослідження виступає порівняння середніх значень показників, оцінювання, визначення їх динаміки. Під час дослідження значна частина даних для подальшого аналізу була отримана за рахунок проведення безпосередньо інструментально-лабораторних вимірювань концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Кваліфікаційна робота обсягом 40 сторінок, складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, містить 11 рисунків, 10 таблиць.

РОЗДІЛ 1

ЗАКОНОДАВЧЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

1.1 Основні положення

Відповідно до ЗУ «Про охорону атмосферного повітря», атмосферне повітря – життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень [2]. Саме у зв'язку з цим стан атмосферного повітря попередньо оцінюють виходячи з кількості забруднюючих речовин, що надходять до нього від промислових об'єктів, устаткування, транспорту й інших відкритих джерел, які контактують з ним поза межами приміщень та споруд. Для розуміння що ж таке забруднюючі речовини ми звернемося до ЗУ «Про охорону атмосферного повітря». Забруднююча речовина – речовина хімічного або біологічного походження, що присутня або надходить в атмосферне повітря і може прямо або опосередковано справляти негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища [2]. Загалом політика охорони атмосферного повітря є частиною загально державної політики з охорони навколишнього природного середовища і в тому числі описується та підпорядковується ЗУ «Про охорону навколишнього природного середовища» відповідно до статті 3 даного закону [3].

Виходячи з політик сфери управління та захисту навколишнього природного середовища в подальшому проводять оцінку стану навколишнього природного середовища. За серією екологічних показників можливо проаналізувати тенденції змін на базі масивів даних та статистичних оцінок. Аналізуючи дані показники можливо також

проаналізувати не лише тенденції, а й першопричини даних змін та наслідки [3].

Схема DPSIR (рис. 1.1) розроблена Європейською агенцією з навколишнього середовища (European Environmental Agency), що представляє собою причинно-наслідкову структуру, що описує взаємозв'язок між соціумом та навколишнім середовищем. Дана структура включає в себе такі основні складові: Driving force – Pressure – State – Impact – Response [4].

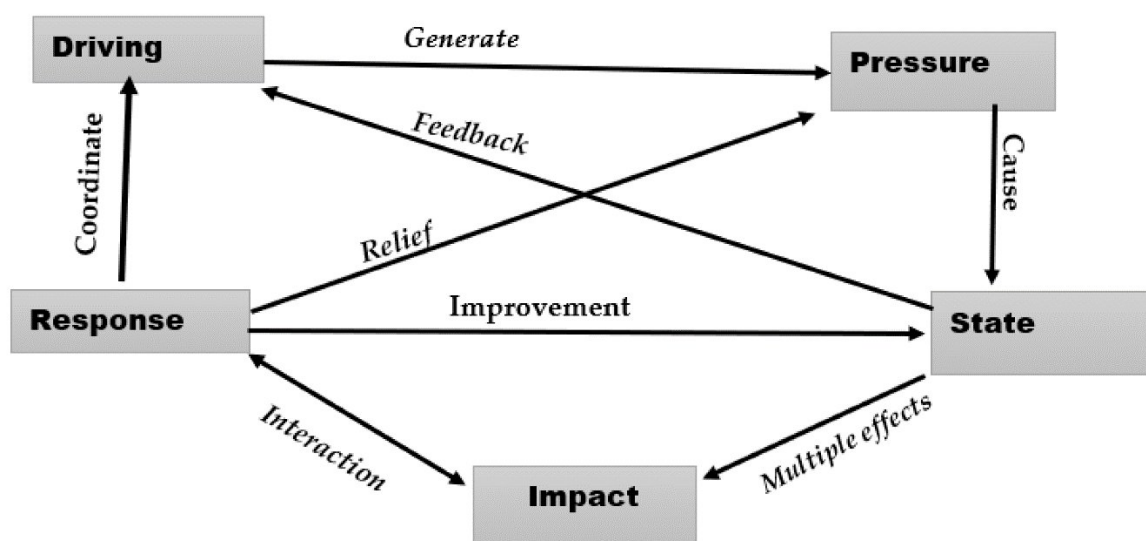


Рисунок 1.1 – Концептуальна схема DPSIR [4]

Driving force (рушійна сила) – основу складають соціально-економічні фактори, що обумовлюють навантаження на екосистему. Це й рівень розвитку країни, економіки, технологій виробництва та політик й норм в сфері охорони навколишнього природного середовища.

Pressure (тиск) – безпосередній вплив на навколишнє середовище, фактори що саме створюють навантаження. В сфері охорони атмосферного повітря даною складовою представлено саме викиди в атмосферне повітря від діяльності людей.

State (стан) – поточний стан оцінюваного об'єкту, середовища або ж довкілля загалом. Тенденції змін даного середовища з врахуванням якості основних складових даного середовища.

Impact (вплив) – наслідки змін середовища для довкілля та життя й здоров'я людей, можливі зміни навколишнього середовища та біорізномайття.

Response (реагування) – коригуючі дії, що впроваджуються для вирішення екологічних проблем за результатами проведених оцінок та досліджень.

У загальному вигляді дана концепція використовується в тому ж випадку й для оцінки впровадження будь-яких рішень або ж вирішення поставлених задач. За допомогою даної схеми можна оцінити створення об'єкту, для прикладу нафтопереробного заводу на планованій території, враховуючи фактори розташування заводу, технології та устаткування, соціальні фактори – змодельовати можливий вплив на навколишнє середовище – з врахуванням наявних даних про нинішній стан навколишнього середовища на даній території – оцінити можливі наслідки впровадження даної планової діяльності – розробити проекти, методи та технологічні рішення з метою зменшення даного впливу.

1.2 Законодавче регулювання моніторингу атмосферного повітря

Саме один з показників оцінки забруднення атмосферного повітря та порушення озонового шару атмосфери в загальній системі оцінки стану навколишнього природного середовища України передбачає моніторинг стану атмосферного повітря, що характеризує якість атмосферного повітря в міських населених пунктах [5].

«Якість атмосферного повітря в міських населених пунктах» (S) має безпосередній зв'язок з показником «Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря» (T) [6].

Базисом даної оцінки стану атмосферного повітря виступає реалізація проведення моніторингу атмосферного повітря.

Основні засади в сфері моніторингу стану атмосферного повітря передбачені постановою КМУ №827 від 14.08.2019 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» зі змінами (далі – Постанова). Дана постанова встановлює порядок організації та проведення моніторингу атмосферного повітря, визначає суб'єктів моніторингу та його об'єкти.

Відповідно до постанови державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення [7].

Відповідно об'єктами моніторингу атмосферного виступають: атмосферне повітря; атмосферні опади; загальний осад (внесеними зі змінами відповідно до постанови КМУ від 07.05.2024 р. № 513).

Суб'єкти моніторингу: Міндовкілля; МОЗ; ДСНС; Виконавча влада АР Крим з питань охорони навколишнього природного середовища; Обласні, Київська та Севастопольська держадміністрації; Виконавчі органи міських рад (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря

Суб'єкт	Обов'язки
Міндовкілля	Організація процесів та координація всіх суб'єктів.
МОЗ	Встановлення пунктів спостереження за зівнем забруднюючих речовин та реалізує дослідження відібраних проб на базі лабораторних центрів МОЗ [7]
ДСНС	Встановлення пунктів спостереження та проведення спостережень за рівнями

	забруднюючих речовин, показниками та складовими атмосферних опадів, дослідження відібраних проб на базі гідрометеорологічної служби за переліком; забезпечення інших суб'єктів моніторингу гідрометеорологічними прогнозами; моніторинг транскордонного перенесення забруднюючих речовин. [7]
Орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони НПС	Встановлення пунктів спостереження та проведення спостережень за рівнями забруднюючих речовин, показниками в межах території АР Крим за переліком [7]
Обласні, Київська та Севастопольська міські держадміністрації, виконавчі органи міських рад	Встановлення пунктів спостереження та проведення спостережень за рівнями забруднюючих речовин, показниками в межах агломерації за переліком [7]

Проте, провівши загальну оцінку суб'єктів моніторингу встановлено, що основні дані щодо стану атмосферного повітря надходять від гідрометеорологічних організацій, які є структурними підрозділами ДСНС. Дана структура має досить значну історію спостережень та вже напрацьовану базу даних і матеріально-технічне забезпечення, в зв'язку з чим надає можливість для більш точної оцінки змін та тенденцій, адже спостереження ведуться близько 50 років на даній мережі. Щодо проведення моніторингу обласними держадміністраціями та виконавчими органами міських рад, то пости спостереження майже відсутні, дані запитуються в гідрометеорологічній мережі.

Результати моніторингу атмосферного повітря представлені: даними спостережень отриманими суб'єктами моніторингу; узагальненими даними про якість атмосферного повітря за певний проміжок часу та/або на певній території (агломерації); оцінки стану атмосферного повітря та опадів; прогнозу стану атмосферного повітря й його змін; інформацією щодо впливу наявних рівнів забруднюючих речовин на життя та здоров'я людей.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРИТОРІЇ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Кліматичні умови міста Херсон

Місто Херсон – обласний центр Херсонської області, що розташована на півдні України, на правому березі Дніпра. Місто поділене на адміністративні райони: Дніпровський, Центральний та Корабельний. Станом на 01.01.2022 р. населення міста становило 279 131 особа, з них постійного населення 275 529 осіб. За заявами місцевих органів влади станом на 28.01.2025 р. населення міста Херсон становить приблизно 66 000 осіб [8]. Місто знаходиться на перехресті значних магістралей, автомобільних водних, залізничних (рис. 2.1). Всі ці шляхи забезпечували в основному інтенсивний рух транспорту, особливо в періоди активного ведення сільського господарства. Адже даний регіон характеризується саме як регіон з пріоритетом ведення сільського господарства.

Херсон розташований у степовій зоні. Клімат помірно-континентальний, посушливий. Середньорічні температурні значення: влітку $+23,0^{\circ}\text{C}$ – $+25,0^{\circ}\text{C}$; взимку -3°C – -1°C . Максимальна літня температура сягає $+40^{\circ}\text{C}$, мінімальна температура взимку $-31,5^{\circ}\text{C}$. Протягом більш ніж 60 років спостерігається стійке зростання температури приземного шару на протязі всього року. Тривалість без морозного періоду в середньому триває 179 днів на рік. Річна кількість опадів коливається в межах 340 – 470 мм із змінами по роках від 140 – 160 до 600 – 650 мм. Найбільш дощовий місяць червень (35 – 60 мм), найбільш сухий місяць лютий (15 – 26 мм). За сильного вітру часом навіть узимку можуть виникати пилові бурі. Вітер переважно північно-східний з максимальними поривами 14-15 м/с.



Рисунок 2.1 – Розташування міста Херсон

Кліматичні умови відіграють важливу роль у формуванні стану біосфери на певній території й планеті загалом. Складність і неоднозначність зв'язків у кліматичній системі, постійна еволюція її компонентів з різною інерційністю є причиною багатьох кліматичних змін на планеті. Оскільки за одних і тих же зовнішніх умов на Землі може існувати кілька типів клімату, стан кліматичної системи визначається не тільки зовнішнім впливом, але й взаємодією між її складовими [9].

Ґрунти переважно представлені річковими відкладами, суглинки, глина, піски.

Наведенні вище дані щодо місця розташування, устрою та основного економічного напрямку діяльності дають попередню оцінку рушійної сили (D) в питанні оцінки якості атмосферного повітря. Додатково даний аспект було доповнено при огляді основних джерел забруднення.

2.2 Основні джерела забруднення до початку бойових дій

Відповідно до схеми DPSIR, викиди в атмосферне повітря відіграють значну роль у зміні стану атмосферного повітря виконуючи дію тиску (P) у даному контексті та додатково для більш повної оцінки рушійної сили (D), необхідно було дослідити склад самих джерел. Саме тому досліджено наявність та вплив джерел викидів забруднюючих речовин на атмосферне повітря.

До моменту 24.02.2022 року в місті Херсон основними підприємствами, що здійснювали викиди в атмосферне повітря, були джерела наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні підприємства до 24.02.2022 р.

Галузь	Підприємство
Енергетика	ПАТ «Херсонська ТЕЦ», КП «Херсонтеплокомуненерго», МКП «Херсонський водоканал», АТ «Херсонгаз»
Машинобудування	ПАТ «Smart Maritime Group», ДП «Палада», НВП «Херсонський машинобудівний завод», ТОВ «Авіапро»
Деревообробна та целюлозно-паперова	ТОВ «Типографія-24», ПАТ «Херсонська міська друкарня», ПАТ «Херсонська поліграфічна фабрика»
Хімічна	Невеликі приватні фірми що були розташовані в різних частинах промислових районів міста
Харчова	ТОВ «Данон-Дніпро», ТОВ «Херсонська кондитерська фабрика», ПАТ «Херсонський хлібокомбінат»

Дані промислові об'єкти викидали лише близько 30 % забруднюючих речовин в атмосферне повітря, останні 70 % викидів надходили від автотранспорту.

Основні забруднюючі речовини представлені загалом продуктами горіння викопного палива, що використовується в енергетиці та автотранспорті, до переліку яких входять: речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (пил), діоксидом сірки (SO₂), оксидом

вуглецю (CO), діоксидом азоту (NO_2), оксидом азоту (NO), фенолом ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$) та формальдегідом (CH_2O).

Після початку повномасштабного вторгнення РФ та окупації Херсонської області та м. Херсон, з березня 2022 року, більшість підприємств припинили свою роботу або ж взагалі ліквідувалися та не відновили свою діяльність. З перелічених вище підприємств роботу відновили лише підприємства енергетики, що забезпечують газо-, водо-, теплопостачання міста (рис. 2.2; рис. 2,3).

Кількість автотранспорту в місті також зменшилась у зв'язку з зменшеннями кількості працюючих підприємств, загального показника населення, руйнування магістралей та основних шляхів, торгових маршрутів у процесі окупації та ведення бойових дій на території Херсонської області та в безпосередній близькості до самого міста Херсон, що потерпає від мінометних, артилерійських та авіаційних ударів.

2.3 Джерела викидів у період бойових дій

Війна спустошує території та міста, зокрема пошкоджень та/або руйнувань зазнають будинки, лікарні, школи інші об'єкти цивільної та критичної інфраструктури. В наслідок ведення бойових дій відбуваються викиди небезпечних, токсичних та значна кількість парникових газів. Парникові гази, що в основному представлені діоксидом вуглецю (CO_2) призводить до забруднення атмосфери та змін клімату. Лише за перші 18 місяців (555 днів) війни викиди парникових газів склали 150,0 млн. т. CO_2 екв., це більше, ніж річні викиди парникових газів у такій країні, як Бельгія. [10]. З них 37,0 млн т CO_2 екв. — внаслідок бойових дій.

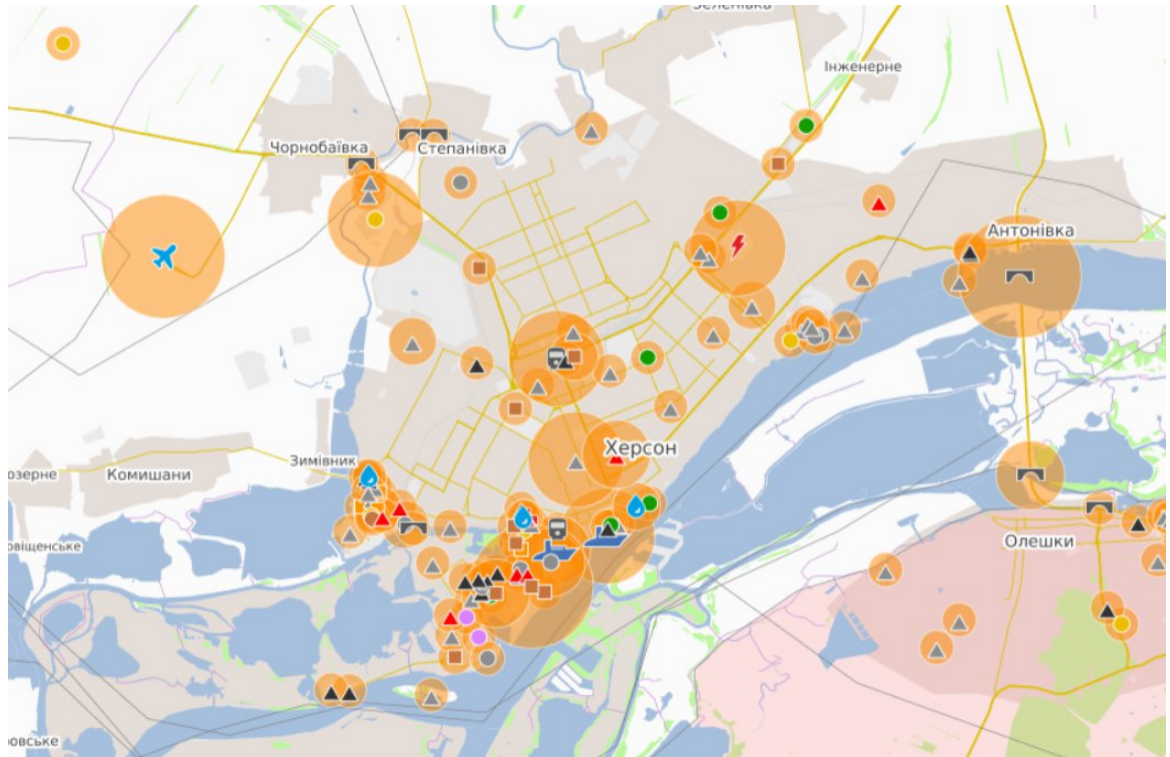


Рисунок 2.2 – Всі об’єкти м. Херсон, роботу яких було порушено, пошкодженні або знищенні [11]

В зв’язку з цим на даній території виникли нові джерела забруднення атмосферного повітря внаслідок ведення бойових дій. Робота великої кількості військової техніки, у тому числі авіаційної. Переважна більшість наземної військової техніки працює на дизельному паливі з його великими витратами та відсутніми системами по зменшенню викидів в атмосферне повітря. В результаті в атмосферу у великих кількостях надходять CO , NO_2 , NO , CO_2 , SO_2 , CH_2O , речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, леткі органічні сполуки.

Ще однією з проблем виступає питання підвищення інтенсивності пожеж внаслідок обстрілів та авіаційних ударів. Аналізуючи наявні дані за допомогою Глобальної карти пожеж NASA було встановлено значне підвищення інтенсивності пожеж в регіоні, що створює значний негативний вплив на стан атмосферного повітря. Велика кількість забруднюючих речовин що надходить від даних процесів досить сильно загрожує навколишньому середовищу та життю й здоров’ю населення.

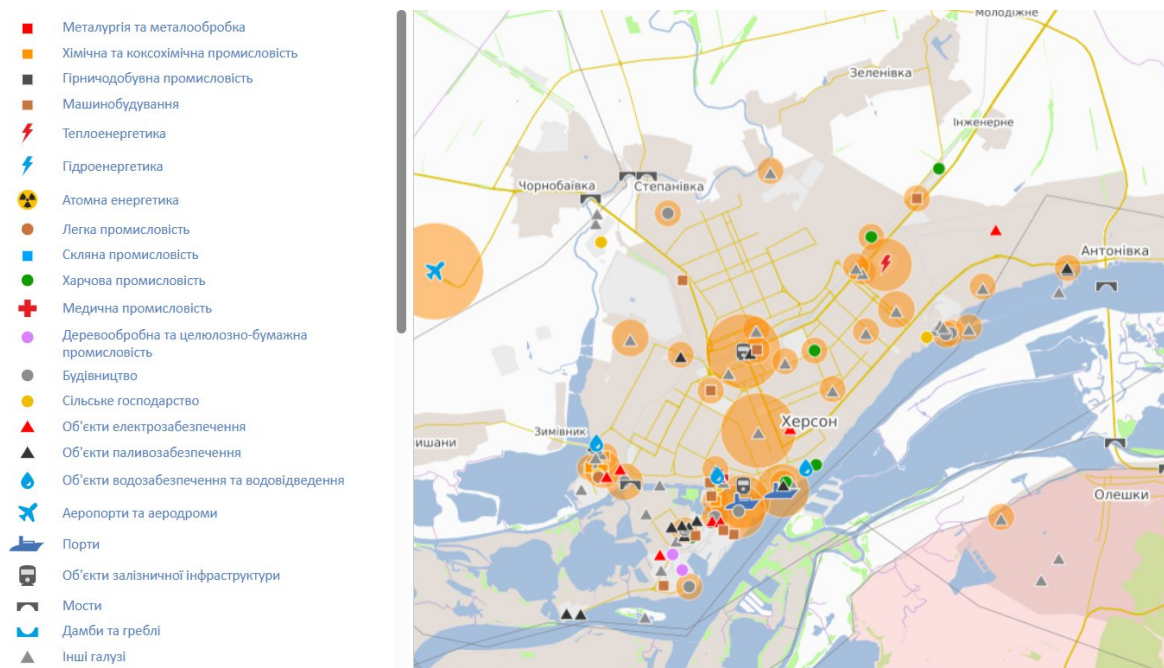


Рисунок 2.3 – Порухнені об'єкти м. Херсон, що несуть ризик для стану атмосферного повітря

Особливо враховуючи кліматичні умови та розу вітрів можна з повною впевненістю прослідкувати надходження даних забруднюючих речовин на територію міста разом з північно-східними вітрами. Основними забруднюючими речовинами в даному випадку виступають речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, азоту оксид та діоксид вуглецю; оксид, діоксид сірки; леткі органічні сполуки та інші токсичні речовини, що обумовлюються джерелом горіння. Прикладами таких пожеж з інтенсивним викидом токсичних речовин виступають пожежі у торгових центрах по місту Херсон, два гіпермаркети «Епіцентр», ТРЦ «Фабрика» та інші об'єкти. За весь період дослідження, з початку бойових дій, інтенсивність пожеж залишається високою (рис. 2.4; рис. 2.5).

Окрім відносно опосередкованих викидів від бойових дій, особливої уваги потребує питання саме викидів безпосередньо при веденні бойової роботи. Стрілецька зброя, вибухівка, мінометні та

артилерійські снаряди, ракети, авіабомби в результаті пострілів та вибухів в моменти влучання.

Удари по капсулям патронів стрілецької зброї, що призводять до вильоту куль, спрацювання запалів гранат. Це все ініціюючі види вибухових речовин, характерною особливістю яких є детонація від найменшого удару, тертя, тиску, іскри, тощо.



Рисунок 2.4 – Кількість пожеж на прилеглий території за 2021 рік [12]



Рисунок 2.5 – Кількість пожеж на прилеглий території за 2024 рік [12]

Зазвичай вміст капсулів представляє собою ударно-запалювальну суміш речовин. Найчастіше компонентами ударно-запалювальної суміші є: гримуча ртуть $\text{Hg}(\text{ONC})_2$; антимоній Sb_2S_3 (сурма трьохсірчаниста); бертолетова сіль KClO_3 (калій хлорат). Суміш для гвинтівочних патронів містить компоненти в пропорціях: гримуча ртуть : антимоній : бертолетова сіль = 6,7 : 27,8 : 55,5 % мас; для револьверних і пістолетних патронів, відповідно, 25,0 : 37,5 : 37,5 % мас [13].

У запалах до гранат капсуль-детонатор з алюмінієвим корпусом складається з ударної суміші, азиду свинцю ($\text{Pb}(\text{N}_3)_2$) – 0,2 г і ТНРС (тринітрорезорцинат свинцю $\text{C}_6\text{H}(\text{NO}_2)_3\text{O}_2\text{Pb}$ – 0,1 г; капсуль-детонатор із мідним корпусом складається з ударної суміші: гримуча ртуть – 0,5 г (0,41 г ртуті). У запалі типу УЗРГ (уніфікований запал ручної гранати) застосовується азидний капсуль-детонатор. З урахуванням молекулярної маси речовин можна обчислити, що в одному капсулі-детонаторі запала типу УЗРГ міститься орієнтовно 200 мг свинцю [14].

Додатково до складу боєприпасів, як додаткові стабілізуючі та ініціюючі складові досить часто використовуються олово та його сполуки, оксиди, карбонати, нітрати вісмуту, нітрат стронцію, магнієві порошки і тд. Високого ризику для навколишнього середовища та життя й здоров'я людей представляє використання снарядів зі збідненого урану, адже воно й досі не достатньо вивчене з погляду довгострокових наслідків. При використанні таких снарядів, близько 70 % маси збідненого урану згорає з утворенням аерозолі до складу якого входять оксиди урану (UO_2 , U_3O_8). Значна частина даного аерозолі осідає на поверхню, в тому числі на ґрунт з подальшою міграцією в нижчі шари та ґрунтові води. Також додатковим джерелом викидів виступають ракети та реактивні системи адже горіння реактивного палива призводить до викидів значної кількості компонентів: CO , NO_2 , NO , PbO , Pb , леткі органічні сполуки, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Для подальшого аналізу даних щодо змін стану атмосферного повітря було проведено їх збір на базі лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря II групи Херсонського обласного центру з гідрометеорології. Саме дана лабораторія відповідає за реалізацію моніторингу атмосферного повітря як підпорядкований орган ДСНС. Дана лабораторія функціонує з 1974 року, від коли й ведуться спостереження за станом атмосферного повітря у місті Херсон. Відповідно до переліку наведеного в Постанові, у даній лабораторії проводяться спостереження лише за основними забруднюючими речовинами: речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (пил), діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту; за допоміжними: оксид азоту, фенол, формальдегід.

3.1 Матеріали та обладнання

Матеріально технічна база, що використовувалася для проведення інструментально-лабораторних вимірювань масових концентрацій забруднюючих речовин представлена перш за все самою лабораторією в якій проводяться дослідження відібраних проб та 4 пости спостереження за станом забруднення атмосферного повітря типу ПОСТ-2 (далі – пости). Пост представляє собою невеликий кіоск розмірами приблизно $2 \times 2 \times 2,75$ метри, до складу посту входить метеорологічне обладнання для зняття основних метеопказників (психрометр-аспіраційнай для визначення температури повітря, анеморумбометр для визначення швидкості та напрямку вітру, додатково візуально встановлюється атмосферне явище) та прилади відбору проб повітря й визначення концентрацій

забруднюючих речовин (аспіратор 1-но каналний з витратою 100 л/хв для відбору проб пилу, аспіратор 4-х каналний для відбору проб повітря на визначення концентрацій забруднюючих речовин (SO_2 , NO_2 , NO , $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, CH_2O), газоаналізатор для визначення концентрації CO та допоміжний посуд для відбору проб). Пости спостереження розташовані за наступними адресами (рис. 3.1):

Пост №2 – площа поряд з залізничним вокзалом;

Пост №5 – вул. Лавреньова, 14;

Пост №6 – площа Перемоги;

Пост №7 – вул. Перекопська, 17.



Рисунок 3.1 – Місцезнаходження постів спостереження

На посту №2 проводять лише визначення оксиду вуглецю га допомогою газоаналізатора у зв'язку з проблемами електропостачання. Визначення концентрацій проводяться відповідно настанов двічі на день о 7:00 та о 19:00 з понеділка по суботу включно. Після декупації роботу посту відновлено з серпня 2023 року майже у повному обсязі лише при відборі проб з понеділка по п'ятницю включно.

На посту №5 проводять відбір проб, з метою подальшого визначення концентрацій, пилу, SO_2 , NO_2 , NO , $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, CH_2O . Визначення

концентрацій проводяться відповідно настанов 4 рази на день о 1:00, 7:00, 13:00 та 19:00 з понеділка по суботу включно. Після деокупації роботу посту відновлено з серпня 2023 року майже в повному обсязі лише при відборі проб з понеділка по п'ятницю включно.

На посту №6 проводять відбір проб, з метою подальшого визначення концентрацій, пилю, SO_2 , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, CH_2O . Визначення концентрацій проводяться відповідно настанов 4 рази на день о 1:00, 7:00, 13:00 та 19:00 з понеділка по суботу включно. Після деокупації роботу посту відновлено з серпня 2023 року майже у повному обсязі лише при відборі проб з понеділка по п'ятницю включно.

На посту №7 проводять відбір проб, з метою подальшого визначення концентрацій, SO_2 , NO_2 , $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, CH_2O . Визначення концентрацій проводяться відповідно настанов 4 рази на день о 1:00, 7:00, 13:00 та 19:00 з понеділка по суботу включно. Після деокупації роботу посту було відновлено з серпня 2023 року лише за строк 7:00 при запуску генератора в зв'язку з проблемами електропостачання посту без можливості провести відновлення. В липні 2024 року було відновлено відбір проб додатково й в строк 19:00 за рахунок отримання портативних зарядних станцій від яких біло заживлено пост. Нажаль, з 1 жовтня 2024 року роботу посту №7 було зупинено в зв'язку з високим ризиком для життя та здоров'я співробітників лабораторії через постійне переслідування їх безпілотними літальними апаратами та високим ризиком мінування прилеглої до посту території.

Лабораторія знаходиться за адресою: м. Херсон, вул. Нафтовиків, 56. В даній лабораторії проводяться дослідження відібраних проб відповідно до методик виконання вимірювань. Більшість визначень проводяться за допомогою фотоколориметра КФК-3, гравіметричні методи вимірювань проводяться на аналітичних вагах.

3.2 Методика виконання вимірювань

Всі відбори проб та визначення концентрацій забруднюючих речовин проводяться відповідно до затверджених методик виконання вимірювань. Всі методики розроблені з РД.04.186-89 [15] та описують порядок підготовки обладнання (сорбційних трубок, фільтрів, розчинів для барботерів) до відбору проб, порядок відбору проб та подальший аналіз відібраних проб повітря.

Суспендовані тверді частинки (пил) визначаються гравіметричним методом. Відбір проб відбувається на фільтри типу АФА-ВП-20 при об'ємній витраті 100 л/хв, загальний об'єм проби 3000 л (3 м³). Відбір проб пилу відбувається в строки 7:00 та 19:00. Методика визначення полягає в попередньому визначенні ваги фільтру до відбору проб та повторного зважування фільтру після відбору проб. В подальшому відповідно до об'єму прокачаного повітря розраховується масова концентрація пилу в одиницях мг/м³ за формулою:

$$\rho(\text{пилу}) = \frac{(m_2 - m_1)}{V}$$

де, m_1 – маса фільтру до проведення відбору проб (мг);

m_2 – маса фільтру після відбору проб (мг);

V – об'єм прокачаного повітря (м³).

Діоксид сірки визначають фотоколориметричним методом за допомогою КФК-3. Відбір проб проводять в завчасно підготовлені сорбційні трубки оброблені поглинальним розчином. Відбір проб повітря відбувається при витраті 0,5 л/хв протягом 20 хвилин в строки 1:00, 7:00, 13:00, 19:00. В подальшому проби доставляються в лабораторію де проводиться визначення масової концентрації. За допомогою реактивів пробу переводять в розчин для подальшого фотометричного визначення концентрації у відповідності з готовими калібрувальними графіками.

Діоксид азоту визначають фотоколориметричним методом за допомогою КФК-3. Відбір проб проводять у завчасно підготовлені сорбційні трубки оброблені поглинальним розчином. Відбір проб повітря

відбувається при витраті 0,25 л/хв протягом 20 хвилин в строки 1:00, 7:00, 13:00, 19:00. В подальшому проби доставляються в лабораторію де проводиться визначення масової концентрації. За допомогою реактивів пробу переводять в розчин для подальшого фотометричного визначення концентрації у відповідності з готовими калібрувальними графіками. За аналогічною методикою визначається й оксид азоту при чому відбір проби проводиться разом з діоксидом азоту. Потік повітря спочатку проходить через сорбційну трубку для поглинання діоксиду азоту, в подальшому повітря проходить через U-подібну трубку заповнену окиснювачем в якому відбувається окиснення оксиду азоту до діоксиду що поглинається наступною сорбційною трубкою, що встановлена в пробовідбірну лінію газоходу. Аналізується аналогічним чином.

Фенол визначають фотоколориметричним методом за допомогою КФК-3. Відбір проб проводять в завчасно підготовлені сорбційні трубки оброблені поглинальним розчином. Відбір проб повітря відбувається при витраті 10 л/хв протягом 20 хвилин в строки 1:00, 7:00, 13:00, 19:00. В подальшому проби доставляються в лабораторію де проводиться визначення масової концентрації. За допомогою реактивів пробу переводять в розчин для подальшого фотометричного визначення концентрації у відповідності з готовими калібрувальними графіками.

Формальдегід визначають фотоколориметричним методом за допомогою КФК-3. Відбір проб проводять в підготовлений поглинальний розчин за допомогою колби Ріхтера оброблені поглинальним розчином. Відбір проб повітря відбувається при витраті 1 л/хв протягом 20 хвилин в строки 1:00, 7:00, 13:00, 19:00. В подальшому проби доставляються в лабораторію де проводиться визначення масової концентрації. За допомогою реактивів пробу переводять в розчин для подальшого фотометричного визначення концентрації у відповідності з готовими калібрувальними графіками.

Оксид вуглецю визначають за допомогою встановлених на постах газоаналізаторів.

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Далі перейдемо безпосередньо до оцінки стану атмосферного повітря, аналізу динаміки змін, с метою оцінки безпосередньо показника S (стану) відповідно до концепції DPSIR. Для аналізу динамік було прийнято рішення обрати два аналогічних періоди до та після початку повномасштабного вторгнення рф, перши період 2019–2021 рр., другий – 2022–2024 рр. Проведення оцінки якості відбувається шляхом приведення значень концентрацій до значень гранично допустимих концентрацій (далі – ГДК) (табл. 4.1), затверджених наказом МОЗ №813 від 10.05.2025 «Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних та біологічних речовин в атмосферному повітрі населених міст» [16].

Таблиця 4.1 – Гранично допустимі концентрації для досліджуваних забруднюючих речовин

№	Назва речовини	Гранично допустима концентрація, мг/м ³		Клас небезпеки
		Максимально разова	Середньодобова	
1	Недиференційований за складом пил	0,5	0,15	3
2	Діоксид сірки	0,5	0,05	3
3	Оксид вуглецю	5,0	3,0	4
4	Діоксид азоту	0,2	0,04	3
5	Оксид азоту	0,4	0,06	3
6	Фенол	0,01	0,003	2
7	Формальдегід	0,035	0,003	2

Додатково, відповідно до Постанови згідно внесених змін від 11.05.2024, повинна бути розроблена та впроваджена система оцінка якості повітря за певними показниками. На момент проведення

дослідження дана система не працювала, тому такий метод оцінки якості атмосферного повітря не використовувався. Всі оцінки рівнів забруднення пораховані відповідно до індексу забруднення атмосфери (далі – ІЗА).

4.1 Дані спостережень за 2019-2021 рр.

Дана частина роботи представлена опрацюванням вже готових даних спостережень, їх аналіз та оцінка (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Кількість відібраних та проаналізованих проб за роками

Рік	2019	2020	2021
Загальна к-ть.	16 230	16 913	17 232

За період 2019 року провівши розрахунки встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій середньорічних значень по наступним речовинам (табл. 4.3):

Таблиця 4.3 – Перевищення ГДК за 2019 р.

№	Назва речовини	Середня концентрація в кратності ГДК _{ср} ¹	К-ть. перевищень ГДК _{мр} ²	Повторюваність перевищень ГДК _{мр} ² , %	ІЗА
1	Діоксид азоту	3,75	593	19,6	3,74
2	Оксид азоту	1,78	-	-	1,78
3	Фенол	1,22	131	4,3	1,31
4	Формальдегід	2,42	7	0,2	3,12

Примітка:

1 – середньодобова гранично допустима концентрація;

2 – максимально разова граничнодопустима концентрація

По всім останнім речовинам перевищення ГДК за середньорічним значенням не зафіксовано. Загальний показний індексу забруднення за 2019 рік склав 10,39, речовини які визначали високий рівень забруднення: діоксид азоту, формальдегід, оксид азоту, фенол, оксид вуглецю.

За період 2020 року провівши розрахунки встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій середньорічних значень по наступним речовинам (табл. 4.4):

Таблиця 4.4 – Перевищення ГДК за 2020 р.

№	Назва речовини	Середня концентрація в кратності ГДК _{ср} ¹	К-ть. перевищень ГДК _{мр} ²	Повторюваність перевищень ГДК _{мр} ² , %	ІЗА
1	Діоксид азоту	3,58	385	12,2	3,58
2	Оксид азоту	1,61	-	-	1,61
3	Формальдегід	1,57	3	0,1	1,79

Примітка:

1 – середньодобова гранично допустима концентрація;

2 – максимально разова граничнодопустима концентрація

По всім останнім речовинам перевищення ГДК за середньорічним значенням не зафіксовано. Загальний показний індексу забруднення за 2020 рік склав 8,24, речовини які визначали високий рівень забруднення: діоксид азоту, формальдегід, оксид азоту, фенол, оксид вуглецю.

За період 2021 року провівши розрахунки встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій середньорічних значень по наступним речовинам (табл. 4.5):

Таблиця 4.5 – Перевищення ГДК за 2021 р.

№	Назва речовини	Середня концентрація в кратності ГДК _{ср} ¹	К-ть. перевищень ГДК _{мр} ²	Повторюваність перевищень ГДК _{мр} ² , %	ІЗА
1	Діоксид азоту	3,54	228	7,1	3,54
2	Оксид азоту	1,74	-	-	1,74
3	Формальдегід	1,26	5	0,2	1,36

Примітка:

1 – середньодобова гранично допустима концентрація;

2 – максимально разова граничнодопустима концентрація

По формальдегіду протягом року було зафіксовано двічі перевищення максимально разових граничнодопустимих концентрацій в

більш ніж 5 разів. По всім зазначеним речовинам перевищення ГДК за середньорічним значенням не зафіксовано. Загальний показний індексу забруднення за 2021 рік склав 7,81, речовини які визначали високий рівень забруднення: діоксид азоту, оксид азоту, формальдегід, фенол, оксид вуглецю.

Загальні картина змін в показниках індексу забруднення атмосфери відображає тенденцію до зменшення забрудненості повітря (рис. 4.1).

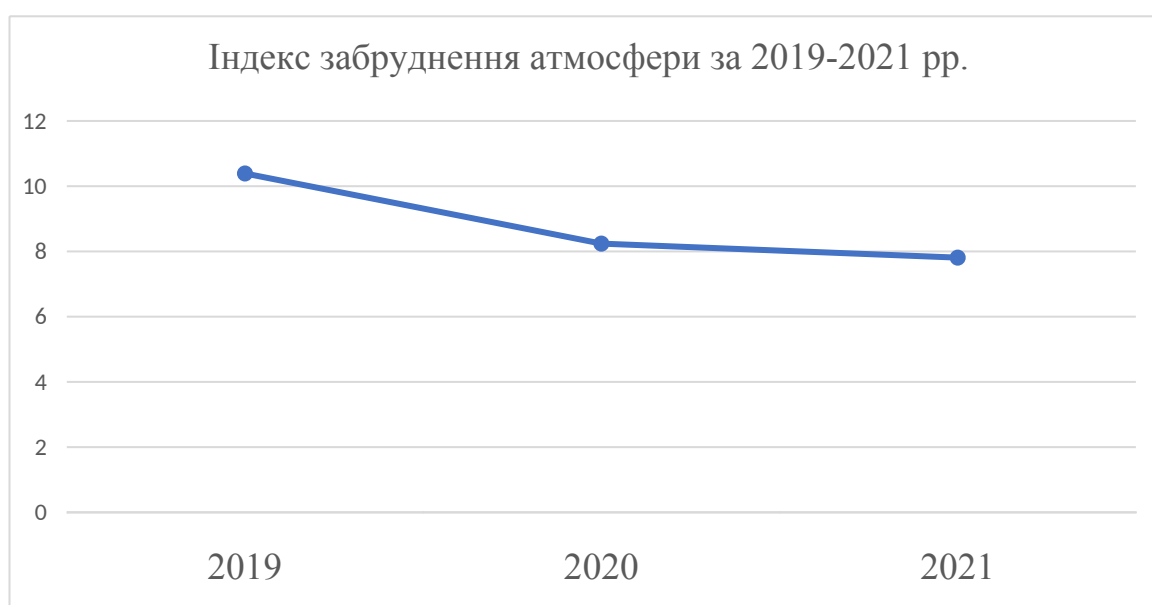


Рисунок 4.1 – Індекс забруднення атмосфери м. Херсон за період 2019-2021 роки

4.2 Дані спостережень за 2022-2024 рр.

З моменту окупації міста Херсон військами РФ, всі спостереження за станом забруднення атмосферного повітря були зупинені та відновлені лише з серпня 2023 року. Дана частина дослідження була проведена мною безпосередньо під час виконання робіт в лабораторії спостереження за забрудненням атмосферного повітря з серпня 2023 року по лютий 2025 року, провівши певний період аналізуючи та/або відбираючи проби. Загалом за 2022-2024 роки було відібрано та проаналізовано проб в кількості 20 486 (табл. 4.6).

Таблиця 4.6 – Кількість відібраних та проаналізованих проб за роками

Рік	2022	2023	2024
Загальна к-ть.	3 720	5 598	11 168

За період 2022 року, з січня по початок березня, провівши розрахунки встановлено перевищення ГДК середньорічних значень по наступним речовинам (табл. 4.7):

Таблиця 4.7 – Перевищення ГДК за 2022 р.

№	Назва речовини	Середня концентрація в кратності ГДК _{сд} ¹	К-ть. перевищень ГДК _{мр} ²	Повторюваність перевищень ГДК _{мр} ² , %	ІЗА
1	Діоксид азоту	3,10	21	3,7	3,10
2	Оксид азоту	1,47	-	-	1,47
3	Формальдегід	1,19	1	0,2	1,27

Примітка:

1 – середньодобова гранично допустима концентрація;

2 – максимально разова граничнодопустима концентрація

По всім останнім речовинам перевищення ГДК за середньорічним значенням не зафіксовано. Загальний показний індексу забруднення за 2022 рік склав 7,04, речовини які визначали високий рівень забруднення: діоксид азоту, оксид азоту, формальдегід, фенол, оксид вуглецю.

За період 2023 року, з серпня по грудень, провівши розрахунки встановлено перевищення ГДК середньорічних значень по наступним речовинам (табл. 4.8):

Таблиця 4.8 – Перевищення ГДК за 2023 р.

№	Назва речовини	Середня концентрація в кратності ГДК _{сд} ¹	К-ть. перевищень ГДК _{мр} ²	Повторюваність перевищень ГДК _{мр} ² , %	ІЗА
1	Діоксид азоту	3,44	79	8,7	3,44
2	Оксид азоту	1,43	-	-	1,43
3	Фенол	1,22	51	5,6	1,31
4	Формальдегід	2,19	13	1,4	2,79

Примітка:

1 – середньодобова гранично допустима концентрація;

2 – максимально разова граничнодопустима концентрація

По всім останнім речовинам перевищення ГДК за середньорічним значенням не зафіксовано. Загальний показний індексу забруднення за 2023 рік склав 9,26, речовини які визначали високий рівень забруднення: діоксид азоту, формальдегід, оксид азоту, фенол, оксид вуглецю

За період 2024 року провівши розрахунки встановлено перевищення гранично допустимих концентрацій середньорічних значень по наступним речовинам (табл. 4.9):

Таблиця 4.9 – Перевищення ГДК за 2024 р.

№	Назва речовини	Середня концентрація в кратності ГДК _{ср} ¹	К-ть. перевищень ГДК _{мр} ²	Повторюваність перевищень ГДК _{мр} ² , %	ІЗА
1	Діоксид азоту	4,33	525	27,0	4,33
2	Оксид азоту	1,69	-	-	1,69
3	Фенол	1,00	78	4,0	1,00

Примітка:

1 – середньодобова гранично допустима концентрація;

2 – максимально разова граничнодопустима концентрація

По всім зазначеним речовинам перевищення ГДК за середньорічним значенням не зафіксовано. Загальний показний індексу забруднення за 2024 рік склав 7,85, речовини які визначали високий рівень забруднення: діоксид азоту, оксид азоту, фенол, формальдегід, завислі речовини

Загальні картина змін в показниках індексу забруднення атмосфери відображає досить неоднозначну картину щодо стану забруднення атмосферного повітря, адже в зв'язку з «руйнацією старої системи викидів» та виникненням нових джерел які досить неоднозначно впливають на порядок потрапляння забруднюючих речовин в атмосферне повітря. На початку 2022 року спостерігалось продовження зменшення

концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. В подальшому спостереження відновилися лише з серпня 2023 року, наслідки ведення бойових дій підчас окупації та в період процесу деокупації неможливо проаналізувати (рис. 4.2).

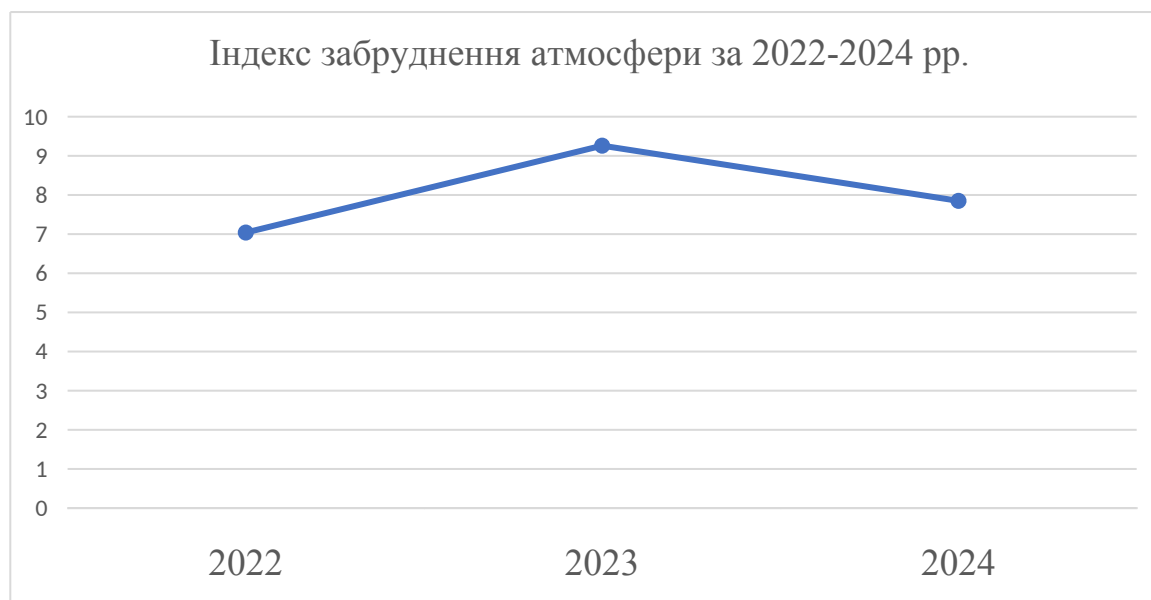


Рисунок 4.2 – Індекс забруднення атмосфери м. Херсон за період 2022-2024 роки

4.3 Аналіз отриманих результатів

Проводячи загальний аналіз всіх оброблених даних встановлено, що однією з основних забруднюючих речовин, з перевищеннями якої є постійні проблеми, виступає діоксид азоту. Дана речовина найчастіше потрапляє в навколишнє середовище з продуктами горіння палива, роботи автотранспорту, в тому числі з продуктами згорання вибухових речовин. Оцінюючи зміни концентрацій за весь період дослідження можна прослідкувати тенденцію до збільшення концентрації діоксиду азоту в повітрі. Особливо це підвищення характеризується підвищенням інтенсивності бойових дій та авіаційних ударів. В строки, що припадали на найближчий час після авіаційних ударів, на постах спостерігалось підвищення концентрацій забруднюючих речовин, а особливо діоксиду

азоту. Незважаючи на відносну стабілізацію стану атмосфери відповідно до загального показнику ІЗА, в атмосферу все ще продовжують надходити значні концентрації окремих забруднюючих речовин та призводити до зростання фонових рівнів даних речовин (рис. 4.3; рис. 4.4).

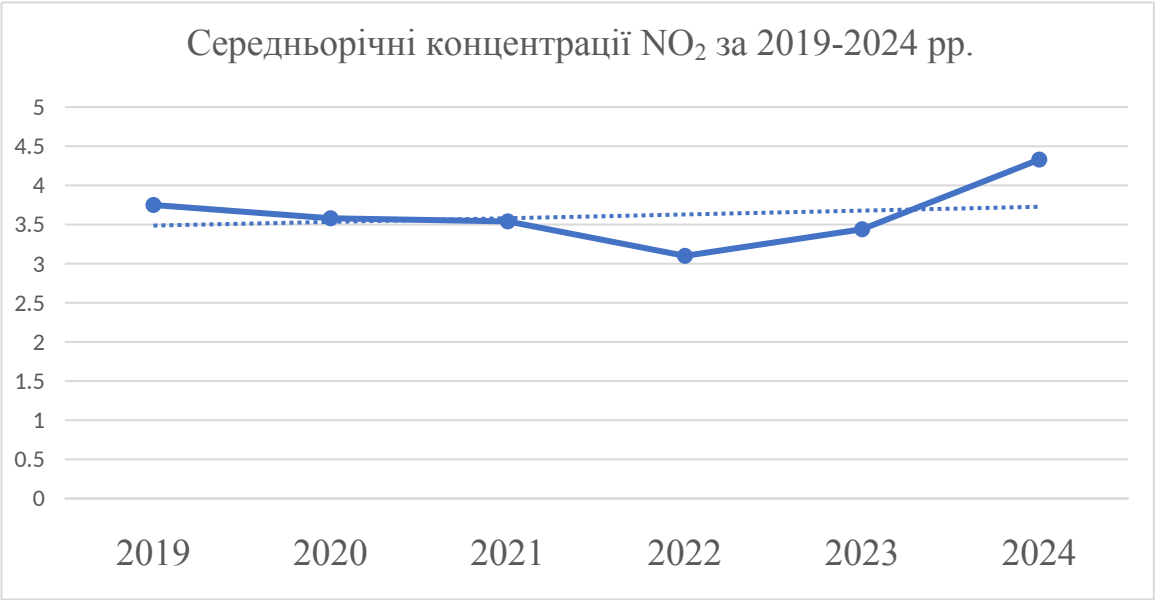


Рисунок 4.3 – Графік змін концентрації діоксиду азоту за період 2019-2024 рр.

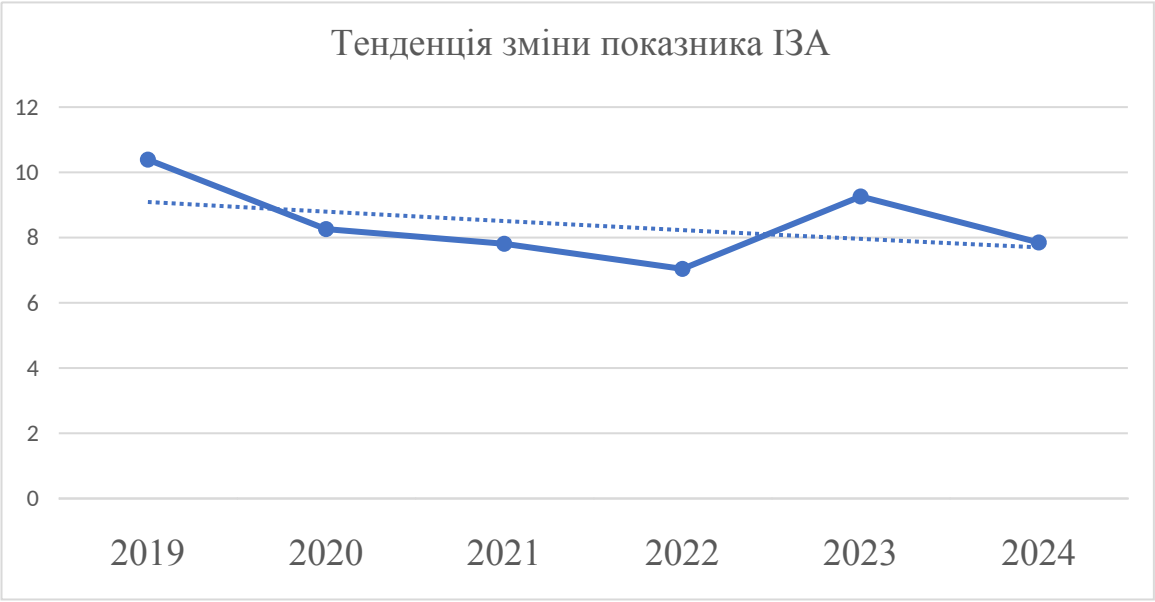


Рисунок 4.4 – Графік тенденції змін ІЗА за 2019-2024 рр.

Тенденція зменшення загального показника ІЗА по місту Херсон обумовлюється зменшенням концентрацій інших забруднюючих речовин що відігравали важливу складову в формуванні даного показника виходячи з їх концентрації, до таких компонентів відносяться фенол та формальдегід. Додатково на території міста, в приземному шарі, значно знизилися концентрації оксиду вуглецю з $1,21 \text{ мг/м}^3$ в 2019 році до $0,33 \text{ мг/м}^3$ в 2024 році. В тому числі зменшилися концентрації суспендованих твердих частинок. Все це впливає на значення індексу забруднення атмосфери, але нажаль не вирішує проблему збільшення концентрацій оксидів азоту в повітрі міста Херсон. Ріст концентрацій даної речовини може призводити до виникнення фотохімічного смогу [17], кислотних дощів, подразнення слизових оболонок, сприяє виникненню респіраторних захворювань, викликати запальні процеси. Всі ці чинники можуть нанести значної шкоди як довкіллю так і здоров'ю й життю людей.

4.4 Проблеми та перспективи вимірювальних можливостей

Переходячи до останньої складової концепції DPSIR, було проведено оцінку можливих способів реагування (R) на ситуацію, що складається щодо якості повітря в місті Херсон та й загалом в схожих умовах. Нажаль впровадження будь-яких методів реагування в сам процес утворення забруднюючих речовин не можливо в зв'язку з таким неконтрольованим процесом як військові дії. Встановлення будь-яких обмежень чи нормативів викидів також залишається неможливим. На даний час в нас залишається лише можливість проведення спостереження за якістю атмосферного повітря, його змінами, з метою оцінки, аналізу процесів та наслідків для подальшого оперативного реагування, розробки програм, управлінських рішень, що дадуть змогу зменшити забруднення атмосферного повітря та покращити його стан.

Тому на даний момент за результатами роботи та оцінки працездатності системи моніторингу повітря в місті Херсон було ряд певних проблем роботи даної системи. Розглядаючи саму мережу моніторингу було виявлено проблему, що пов'язана з недостатнім матеріально-технічним забезпеченням лабораторій та постів спостереження, це не надає можливості в повній мірі проводити інструментально-лабораторні вимірювання у відповідності з Порядку. Робота постів за системою строків не надає можливості в повній мірі відслідковувати всі процеси та джерела забруднення атмосферного повітря. З огляду на це в місті повинні функціонувати хоча б декілька автоматизованих постів спостереження. До комплекту даних постів повинні входити газоаналізатори, що будуть контролювати масові концентрації забруднюючих речовин в безперервному режимі з фіксацією всіх даних на віддаленому хмарному сховищі. Прикладом таких газоаналізаторів виступають стаціонарні газоаналізатори HORIBA[18]. Дані газоаналізатори пройшли оцінку відповідності на території України та внесені за реєстру затверджених типів засобів вимірювальної техніки, що надає можливість використовувати їх в законодавчо регульованому полі вимірювань.

Додатково на постах повинно бути встановлене метеорологічне обладнання, на кшталт малогабаритних автоматичних метеостанцій, що надасть можливість додаткової оцінки та оперативного реагування у випадку фіксації високих концентрації забруднюючих речовин. У відповідності до напрямків вітру можна буде в максимально короткий час встановити джерело викиду та/або ж навіть джерело пожежі чи техногенної катастрофи з викидом шкідливих забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Звичайно проблема збереження дорогого обладнання в зонах бойових дій залишається досить гострою. Шляхом до часткового вирішення даної проблеми може стати обладнання приміщень постів спостереження під землею з виведенням на зовні лише

пробозабірних газоходів та необхідних метеорологічних датчиків. Все це обладнання може бути встановлене на одній вертикальній щоглі.

Окремим питанням залишається питання розширення вимірювальних можливостей самих лабораторій та оновлення наявних постів спостереження для надання більш точних даних та вимірювання ширшого спектру з переліку вказаному в Порядку. Це й закупівля нового обладнання, й оновлення вже наявного. Також необхідною складовою виступає й перехід до єдиних методик проведення вимірювань внесених до Порядку для синхронізації всієї системи в тому числі з Європейською мережею.

Додатково в роботі розглядалося питання покращення системи оповіщення населення про якість атмосферного повітря, проте на даний момент дана системи вже перебуває в роботі та розробляються способи доступу населення до даної інформації з відповідними візуалізаціями інтуїтивно зрозумілими для звичайних користувачів.

Тож мережа потребує значного оновлення, та у зв'язку з значними економічними витратами на даний процес, найкращим варіантом для прискорення реалізації таких проектів буде залучення інвесторів та грантових коштів. До не давна це було неможливим, проте відповідно до внесених змін від 07.05.2024р. пункту 6 Постанови, суб'єктам моніторингу дозволили залучати інші підприємства.

ВИСНОВКИ

За результатами дослідження проведено роботу з вивчення проблематики забруднення атмосферного повітря та опрацьовано поняття якості атмосферного повітря в межах сфери моніторингу. Велику увагу приділено розгляду питань методики проведення самої дослідницької роботи та принципу розгляду екологічних проблем та шляхів їх рішень за концепцією DPSIR. За результатами проведеної роботи можна зробити висновки:

1. Проблематика спостереження за забрудненням атмосферного повітря з роками набуває все більшої актуальності. Необхідність контролю стану атмосферного повітря у відповідності до законодавчих актів обумовлюється покращенням стану атмосферного повітря з метою зменшення ризиків для життя й здоров'я населення, зменшенням антропогенного навантаження на довкілля. Основним способом контролю стану атмосферного повітря виступає державний моніторинг атмосферного повітря що базується на Постанові КМУ від 14.08.2019 р. №827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря». Дана постанова описує порядок та суб'єктів моніторингу, їх зони відповідальності та обов'язки.

2. В умовах війни, в місті Херсон припинили роботу більшість промислових об'єктів, які виступали головними джерелами викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Підприємства ПАТ «Smart Maritime Group», ДП «Палада», НВП «Херсонський машинобудівний завод», ТОВ «Авіапро», ТОВ «Типографія-24», ПАТ «Херсонська міська друкарня», ПАТ «Херсонська поліграфічна фабрика», ТОВ «Данон-Дніпро», ТОВ «Херсонська кондитерська фабрика», ПАТ «Херсонський хлібокомбінат» припинили свою роботу. Кількість транспорту зменшилась. Проте виникли нові, значно небезпечніші джерела викидів

забруднюючих речовин, об'єми викидів від яких перевищують показники «мирних» джерел. Серед даних джерел військова техніка, артилерійські та мінометні системи, снаряди, стрілецька зброя, вибухівка, ракети та авіабомби. Дані джерела головним чином сприяють надходженню значних об'ємів оксидів азоту, свинцю та інших токсичний, радіоактивних речовин при використанні снарядів зі збідненим ураном.

3. Методики що використовувалися при проведенні дослідження (відборі та аналізі проб) використовувалися у відповідності до сфери об'єктів та процесів на які атестовано лабораторію спостереження за забрудненням атмосферного повітря. Для визначення оксидів азоту, діоксиду сірки, фенолу та формальдегіду використовуються методи фотоколориметричного аналізу відповідно до РД 52.04.186-89. Для визначення концентрацій пилу використовується гравіметричний метод відповідно до РД 52.04.186-89. Всі прилади для відбору та аналізу концентрацій регламентовані даними методиками. Оксид азоту визначають за допомогою газоаналізатора ЕЛАН-СО-50.

4. Щодо аналізу даних в період 2019-2024 рр. встановлено, що ведення бойових дій призводить до значного забруднення атмосферного повітря оксидами азоту, середньорічні показники збільшилися з початку повномасштабного вторгнення з 3,10 ГДК на початку 2022 до 4,33 в 2024 році. З погляду на загальну картину зменшення ІЗА від 10,39 в 2019 році до 7,85 в 2024 році, показники концентрації оксидів азоту продовжують збільшуватися. Загалом при оцінці якості повітря з використанням показника ІЗА ми отримуємо досить неоднозначні результати, враховуються всі забруднюючі речовини, що контролюються. Тому при падінні індексів за декількома показниками, значення зменшується, незважаючи на ріст індексу за окремою речовиною до значних, небезпечних рівнів. Тому, для проведення більш детальної оцінки якості повітря необхідно розглядати значення небезпечних концентрацій окремо по окремим речовинам в тому числі. Як вже було сказано, порівнюючи

періоди до та після початку повномасштабного вторгнення спостерігається значне підвищення концентрації оксидів азоту в атмосферному повітрі в наслідок ведення бойових дій. Додатково підтвердженням даного явища виступають факти фіксації значно підвищених концентрацій забруднюючих речовин, особливо оксидів азоту, на найближчих постах спостереження, в найближчі строки відбору проб, після авіаційних атак.

5. За результатами рекомендується розглянути питання щодо встановлення автоматичних постів спостереження з цілодобовим контролем показників концентрацій основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. З метою забезпечення збереження даного обладнання рекомендується встановити основні блоки з детекторами в підземних приміщеннях з виведенням на зовні лише пробовідбірних магістралей та метеорологічних датчиків, які повинні знаходитися на зовні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пілюшенко В.Л., Шкрабак І.В., Славенко Е.І. Наукове дослідження: організація, методологія, інформаційне забезпечення: Навчальний посібник. Київ: Лібра, 2004. С. 52-60.
2. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. №2707-XII. Дата оновлення: 15.11.2024. [URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text) (дата звернення: 03.02.2025).
3. Про навколишнього природного середовища: Закон України від 25.06.1991 р. № 1264-XII. Дата оновлення 15.11.2024 [URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text) (дата звернення: 03.02.2025).
4. Kosamu, Ishmael Bobby Mphangwe; Makwinja, Rodgers; Kaonga, Chikumbusko Chiziwa; Mengistou, Seyoum; Kaunda, Emmanuel; Alamirew, Tena; Njaya, Friday (January 2022). "Application of DPSIR and Tobit Models in Assessing Freshwater Ecosystems: The Case of Lake Malombe, Malawi" URL:<https://www.mdpi.com/2073-4441/14/4/619> (дата звернення: 03.02.2025)
5. Екологічні показники. URL: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/ekologichni-pokaznyky/> (дата звернення 03.02.2025)
6. А-2 Якість атмосферного повітря в міських населених пунктах URL: <https://mepr.gov.ua/a-2-yakist-atmosfernogo-povitrya-v-miskyh-naselenyh-punktah/> (дата звернення 03.02.2025)
7. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. №827. Дата оновлення: 11.05.2024. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 03.02.2025).

8. Херсон.

URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD#cite_note-2 (дата звернення 07.04.2025)

9. Кліматична система і фактори, що зумовлюють формування клімату. URL: <https://www.meteo.gov.ua/ua/Klimatichna-sistema> (дата звернення 03.02.2025)

10. Вплив російської війни в Україні на клімат. 23.02.2022-01.09.2023. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2024/01/Report-2023_December_UA.pdf (дата звернення 03.02.2025)

11. Ecodozor. Екологічні наслідки та ризики бойових дій в Україні. URL: <https://ecodozor.org/> (дата звернення 03.02.2025)

12. Global fire map and data. NASA. URL: <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/map/>

13. Лобойченко В.М., Пліско А.В. Оцінка екологічних наслідків від вибухів патронів та гранат на складах боєприпасів // Збірник наукових робіт курсантів. 2017. Випуск 15. с. 112-120

14. Настанова зі стрілецької справи. Головне управління бойової підготовки Сухопутних військ Збройних Сил України. Науковий редактор Н.О. Стеценко // Київ 2005. 45 с.

15. РД 52.04.186-89 Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. [Чинний від 01.06.1989]. Вид. офіц. Москва: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР, 1991

16. Про затвердження державних медико-санітарних нормативів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: Наказ Міністерства охорони здоров'я України №813 від 10.05.2024 р. Дата оновлення: 19.06.2024. URL:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення: 03.02.2025).

17. Photochemical Smog. [URL: https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/photochemical-smog?utm_source=chatgpt.com](https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/photochemical-smog?utm_source=chatgpt.com) (дата звернення 09.04.2025)

18. HORIBA. Air Quality Monitoring. [URL: https://www.horiba.com/rus/process-and-environmental/produkty/air-quality-monitoring/](https://www.horiba.com/rus/process-and-environmental/produkty/air-quality-monitoring/) (дата звернення 03.02.2025)

19. Climate change 2023. URL: https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/1_Zmina-klimatu-Zvit-IPCC-2023-roku.pdf (дата звернення: 03.02.2025)

20. ЕкоЗагроза. [URL: https://ecozagroza.gov.ua/](https://ecozagroza.gov.ua/) (дата звернення 03.04.2025)