

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут природокористування
Кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Возіяна Євгена Олександровича

(ПІБ)

академічної групи 101-20з-1

(шифр)

спеціальності 101 «Екологія»

(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Екологія»

на тему: Оцінка стану техногенного навантаження на атмосферне повітря
м. Дніпро

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
кваліфікаційної роботи	Миронова І.Г.		
розділів:			
Теоретичного	Миронова І.Г.		
Практичного	Миронова І.Г.		
Охорона праці	Столбченко О.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Грунтова В.Ю		

Дніпро
2024

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
« Дніпровська політехніка »

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувачка кафедри ЕТЗНС
 доц. Борисовська О.О.
 «__» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту Возіян Свгену Олександровичу академічної групи 101-20з-1
 (прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності – 101 «Екологія»
 (код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – Екологія
 (офіційна назва)

на тему: Оцінка стану техногенного навантаження на атмосферне повітря
 (назва за наказом ректора)

м. Дніпро, затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
 07.05.24 №411-с

	Розділ	Зміст	Термін виконання
1	Теоретичний	Проаналізувати стан атмосферного повітря в урбанізованому середовищі Дніпропетровської області	10.10.2023-31.01.2024
2	Практичний	Проаналізувати статистичні дані по основним забруднюючим речовинам для м. Дніпро, дослідити динаміку зміни концентрацій, виконати оцінку ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря та надати рекомендації по зниженню техногенного навантаження і покращення екологічного стану міста Дніпро	01.02.2024-31.05.2024
3	Охорона праці	Розробити заходи щодо охорони праці при відборі проб, роботі у лабораторії та за комп'ютером	03.06.2024-23.06.2024

Завдання видано

_____ Миронова І.Г.
 (підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі 10.10.23

Дата подання до екзаменаційної комісії 04.07.24

Прийнято до виконання _____ Возіян Є.О.
 (підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 114 с., 13 рис., 8 табл., 5 додатків, 38 літературних джерел.

Мета роботи: аналіз впливу урбанізованого середовища на стан повітряного середовища м. Дніпро, пошук шляхів зменшення екологічного навантаження на атмосферу та забезпечення достатнього рівня екологічної безпеки для покращення стану здоров'я населення.

У вступній частині обґрунтовано актуальність вибраної теми дипломного дослідження. Сформульовані мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Теоретичний розділ містить у собі загальні природно-кліматичні умови Дніпропетровської області, аналіз рівня забруднення атмосферного повітря області та його вплив на стан здоров'я населення. Проаналізовано рух екологічної політики України у сфері охорони атмосфери на міжнародні та європейські ринки.

В практичному розділі представлені результати середньорічних концентрацій для основних забруднюючих речовин та їх динаміка змін в м. Дніпро, індексів забруднення атмосфери міста за останні 10 років та проведена оцінка ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря. Запропоновані методи зниження техногенного навантаження і покращення екологічного стану міста.

В третьому розділі описуватимуться правила безпеки при відборі проб, роботи за комп'ютером і лабораторії з посудом.

У висновках наведені основні результати виконаної роботи та рекомендації щодо підвищення якості повітряного середовища досліджуваного регіону.

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ШКІДЛИВІ РЕЧОВИНИ, АМІАК, ДІОКСИД АЗОТУ, ФЕНОЛ, ФОРМАЛЬДЕГІД, ЗАВИСЛІ ЧАСТИНКИ, ОЦІНКА РИЗИКУ, МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	8
1.1 Характеристика Дніпропетровської області	8
1.1.1 Фізико-географічне розташування Дніпропетровської області	8
1.1.2 Геологічна будова	10
1.1.3 Гідрогеологічні умови	13
1.1.4 Клімат та агро-кліматичні характеристики	15
1.1.5 Тваринний та рослинний світ	16
1.1.6 Промисловість	17
1.2 Стан забруднення атмосферного повітря Дніпропетровської області	19
1.3 Забруднення повітря як основний фактор ризику для здоров'я	24
1.4 Екологічна політика України у сфері охорони атмосфери	29
1.5 Моніторинг якості повітря	35
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	42
2.1 Дніпро, як найбільш техногенно навантажене місто	42
2.2 Моніторинг якості повітря міста Дніпро	46
2.3 Методологія дослідження	49
2.3.1 Розрахунок індексу забруднення атмосфери (ІЗА)	49
2.3.2 Оцінка ризику для здоров'я населення	51
2.4. Аналіз забруднення атмосферного повітря міста за вмістом у викидах полютантів	57
2.4.1 Розрахунок середньорічної концентрації основних забруднюючих речовин	57

2.4.2 Аналіз динаміки найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2009 – 2021 років, тис.т.	59
2.4.3 Розрахунок Індексів забруднення атмосфери по роках за період з 2013 по 2023 роки	63
2.4.4 Розрахунок Індексу забруднення атмосфери по місяцях за 2020 – 2023 роки	65
2.5 Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря	68
2.5.1 Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря для кожної забруднюючої речовини окремо	68
2.5.2 Сумарний неканцерогенний ризик з урахуванням критичних органів та систем	76
2.6 Рекомендації щодо поліпшення стану атмосферного повітря міста	79
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	85
3.1 Дія на організм досліджуваних забруднюючих речовин та методи захисту	85
3.2 Вимоги безпеки при відборі проб	88
3.3 Правила техніки безпеки під час роботи за комп'ютером	95
ВИСНОВКИ	100
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	103
Додаток А Копія публікації	107
Додаток Б Відгук керівника кваліфікаційної роботи	111
Додаток В Зовнішня рецензія	112
Додаток Д Довідка про результати перевірки на присутність запозичень (плагіату)	113
Додаток З Відгуки керівника розділу з охорони праці та нормоконтролера	114

ВСТУП

Актуальність теми. Екологічний стан Дніпропетровщини залишається складним та потребує термінових та дієвих природоохоронних заходів. Розвиток промисловості та транспорту підвищують рівень антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище. Атмосфера має величезне екологічне значення. У Дніпропетровській області викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел та автомобільного транспорту зростають з кожним роком.

Мета роботи: аналіз впливу урбанізованого середовища на стан повітряного середовища м. Дніпро, пошук шляхів зменшення екологічного навантаження на атмосферу та забезпечення достатнього рівня екологічної безпеки для покращення стану здоров'я населення.

Для вирішення задачі необхідно виконати наступні розрахунки:

1. Розрахувати середньорічні концентрації для основних забруднюючих речовин для порівняння з рівнем ГДК та побудувати діаграми результатів.
2. Проаналізувати динаміку найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2009 – 2021 років, тис. т.
3. Розрахувати індекси забруднення атмосфери міста Дніпро по роках за період з 2013 по 2023 роки.
4. Розрахувати індекс забруднення атмосфери по місяцях за 2020 – 2023 роки, побудувати графіки залежності зміни концентрацій речовин від місяців.
5. Провести оцінку ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря.
6. Проаналізувати отримані результати і запропонувати методи зниження техногенного навантаження і покращення екологічного стану міста.

Практичне значення роботи полягає в розробці заходів щодо зменшення техногенного навантаження на атмосферу та забезпечення достатнього рівня екологічної безпеки для покращення стану здоров'я населення.

Апробація результатів бакалаврської роботи: зроблено доповідь на 79 студентській науково-технічній конференції «Тиждень студентської науки – 2024» Секція – «Актуальні проблеми екології, біології та захисту довкілля» (Дніпро, 08-12 квітня 2024 року).

Публікація: Возіян Є.О., Миронова І.Г. Оцінка стану техногенного навантаження на атмосферне середовище //: Матеріали сімдесят восьмої студентської науково-технічної конференції «Тиждень студентської науки – 2024» Секція – «Актуальні проблеми екології, біології та захисту довкілля» (Дніпро, 08-12 квітня 2024 року). – Д.: НТУ «ДП», 2024. - С. 255-257. (Додаток А).

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УРБАНІЗОВАНОМУ СЕРЕДОВИЩІ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Характеристика Дніпропетровської області

1.1.1 Фізико-географічне розташування Дніпропетровської області

Дніпропетровська область була створена 27 лютого 1932 року. Вона розташована у басейні Дніпра (нижня та середня частина русла), що знаходиться у південно-східній частині України. Місцевість рівнинно-горбиста (висота 100-200 м). На північному заході розташована Придніпровська височина, висота якої сягає 192 м. На крайньому півдні висота повільно переходить у Причорноморську низовину. З лівого боку території розташована Придніпровська низовина, а з південного сходу – відроги Приазовського височини. Регіон відзначений великими річковими долинами, балками та ярами, причому центральна територія має значну яружність.

Територія області становить 5,3 % від всієї площі країни, що становить 31,9 тис. км². Межує з Донецькою областю на сході, Запорізькою та Херсонською на півдні, Миколаївською та Кіровоградською областями на заході, Полтавською та Харківською на півночі. В області 22 адміністративні райони. Урбанізація у регіоні дуже значна, 83,4% його мешканців є міськими жителями. Міста Дніпро, Кривий Ріг, Кам'янське, Нікополь та Павлоград увійшли до першої десятки міст із населенням понад 100 тисяч жителів, де проживає 76% населення. Це суттєва кількість. Найчисленнішими у Дніпровському районі є міські агломерації, першочерговими з яких є Дніпровська, Криворізька, Нікопольська та Павлоградська.

Займаючи друге місце в Україні, область має населення 3 мільйонів осіб, більша за мешканців Донецька. Щільність населення області складає 107,3 особи на квадратний кілометр. Місцевість, прилегла до Дніпра є найбільш густонаселеним районом області, а східна частина – найменш. Серед адміністративних районів

найщільніше заселені Дніпровський (55,11 осіб/км²), Апостолівський (46,55 осіб/км²), та Верхньодніпровський райони (44,13 осіб/км²), найменшу щільність населення має Софіївський район (20,99 осіб/км²). Серед міст найбільшу щільність населення має місто Першотравенськ – 9791,33 осіб/ км².

У регіоні проживають представники понад 130 національностей, серед яких українці становлять 79,3%, росіяни – 17,6%, білоруси – 0,8%, євреї – 0,4%, вірмени – 0,3%, та азербайджанці – лише 0, 2%. Серед інших національностей проживають молдавани, цигани, татари, німці, болгары, грузини та греки [1, 2].

Значний вплив на економіку регіону має важка промисловість. Економіка області забезпечує 41,8% продукції чорної металургії, 14,1% хімічної та нафтохімічної промисловості, 7,5% машинобудування та металообробки, 5,8% паливно-енергетичного комплексу від загальнодержавного рівня (у тому числі понад 60% труб; 40% сталі; 34% чавуну; близько 30% прокату чорних металів; 25% коксу). Завдяки високій інвестиційній привабливості в районі реалізовувалися проекти, які залучили німецько-австрійських, швейцарських, британських та американських інвесторів [3].

Із населенням 910 тис. чол. (дані на 2021 р.) м. Дніпро є великим адміністративним центром. Нині Дніпро є багатофункціональним регіонально-промисловим осередком, який є переважно транспортно-міським агрегацією. Загальна площа міста складає 37,9 тис. га (55% забудовано, 30% ландшафтно-рекреаційні території, 15% водні та інші поверхні). Дніпро є найважливішим центром металургійної промисловості та машинобудування України. С 1950-х років є центром аерокосмічного і ракетного будівництва. Місто є головним торговельним та промисловим центром Східної України. Вивчення проблем цього регіону необхідно для узагальнення, систематизації на основі одержаних із різних джерел даних, прогнозування і визначення перспектив соціально-економічного розвитку як регіону так і всієї України, визначення економічних взаємозв'язків з іншими регіонами країни і зарубіжжя [4].

1.1.2 Геологічна будова

Геоморфологія. Місто Дніпро та його околиці мають багатогранний рельєф, який визначається сучасними фізичними та геологічними явищами, створюючи різкі відмінності між лівою та правою частинами міста. Ліва сторона являє собою м'яку рівнину з відмітками на поверхні розміром від 60 до 100 метрів і демонструє рівнинний нерозчленований рельєф.

На післяльодовиковій лесовій рівнині, яка охоплювала правобережжя, наявна потужна джерельна балкова мережа. Сучасний рельєф правого берега складається переважно з вододільного плато та його схилів, а також давніх і сучасних річкових долин і балок. У долині р. Дніпро виділяються заплава та п'ять надзаплавних терас. В результаті проведення робіт з зарегулюванням річки Дніпро та підняття рівня водосховища заплава наразі затоплена.

Геологія. У районі м. Дніпро в геологічній будові представлені магматичні, метаморфічні та осадові породи. Оголоюються горизонтальні поверхні осадових порід докембрійського кристалічного масиву. Існують різні види кристалічних порід. Середньозернисті сірі та рожеві граніти, пегматити, стрічкові гнейси типу мікрокристалічних порід, базальти або амфіболіти, знайдені у відслоненнях біля парку Шевченка, Монастирського острова, населених пунктів Старих Койдак та Таромське. Піски, супіски та глини, а також леси - основні осадові породи. Шари вапняків і мергелів розташовані нерівномірно.

Територія м. Дніпро у геоструктурному відношенні розташована в межах Сурського синклінорію і Дніпровського антиклінорію. Сурський синклінорій проходить у південно-західній частині міста. Простягання його субмередіональне, породи зім'яті в ізоклінальні згортки і перекинуті на південний захід [10].

Район м. Дніпро та всієї Дніпропетровської області розташований на зчленуванні двох великих структур: Українського кристалічного щита -

правобережжя і Дніпровсько-Донецької западини - лівобережжя (рис. 1.1.).
Формування цих структур і визначає історію району, що починається з архейської ери.



1. Український щит 2. Ковельський виступ 3. Волино-Подільська плита 4. Карпатська складчаста система 5. Західноєвропейська платформа 6. Дніпровсько-Донецька западина 7. Воронежська антекліза 8. Донецька складчаста область 9. Причорноморська западина 10. Скіфська плита 11. ...

Рисунок 1.1 – Геологічна будова Дніпропетровської області

Багат шарова тектонічна плита, Український щит складається з ряду магматичних і метаморфічних порід, які представлені гнейсами (головним чином кварцом, амфіболітами і кварцитами) і кристалічними сланцями з вкрапленнями гранітів та інших магматичних порід.

Дніпровсько-Донецька западина – геоструктурний елемент, складова частина Сарматсько-Туранського лінеamentу, один з великих від'ємних тектонічних елементів Східноєвропейської платформи. Потужність відкладів у межах бортів 500...3500 метрів, у грабені – до 18 000 метрів. Географічно ця западина співпадає з Придніпровською низовиною та ділянкою Поліської височини [5].

Корисні копалини. Дніпропетровська область є однією з найбільш багатих на корисні копалини та промислові руди в Україні. В околицях відкрито близько 950 рудопроявів і 300 родовищ. Добувається 39 видів мінеральної сировини. Район багатий на залізні та марганцеві руди, кам'яне та буре вугілля, нафту, природний газ, рідкісні та кольорові метали. В межах області розташовані: найбільша залізорудна база України – Криворізький басейн, Нікопольське родовище марганцевих руд. Оріхово-Павлоградська і Чортомлицька магнітні аномалії поряд з Жовтянським родовищем також заслуговують на увагу. Є також родовища титану (Малишевське родовище), рутилових та ільменітових руд, цирконію, бокситів, нікелю, кобальту. Є промислові поклади бурого вугілля у П'ятихатському, Верхньодніпровському та Криворізькому районах. Царичанський і Новомосковський райони мають нафту і природний газ. У Широківському районі виявлено боксити.

У області є ряд корисних копалин, необхідних для будівельних цілей. Є значні поклади граніту, первинного каоліну (Бородаївське, Нікопольське та Кудашівське родовища), кератинів, доломітів, вогнетривких глин, як-от П'ятихатське родовище, а також базальтів, мармуру, покрівельних сланців, сурику, вапняків, пісків та ін. У надрах області зосереджені поклади камене-облицювальної сировини.

Правдинське родовище – єдине родовище магнезиту в Україні також знаходиться на Дніпропетровщині. Його введення в експлуатацію дозволить Україні забезпечити потреби країни у вогнетривкій сировині на 60-70%, при значному скороченні її імпорту з інших країн. Основне родовище каоліну Просянівське вважається найбільшим у світі за якістю і кількістю сировини.

Завдяки відкриттю в районі 15 родовищ мінеральних вод можна забезпечити потреби населення в лікувальних, лікувально-столових і столових мінеральних водах. З метою створення геологічних карт сучасного покоління виконано геологічні зйомки території на площі 790 км², за результатами яких в Солонянському та Криничанському районах виявлені нові прояви золота та

нетрадиційні для регіону прояви рідкісноземельного зруденіння, перспективні ділянки апатиту, міді, молібдену, цинку [6, 7].

Ґрунти. У регіоні поширені різні підтипи чорноземних ґрунтів (звичайні та південні), роди (еродовані, лучні, солонцюваті, осолоділі, засолені), видів (слабо-, середньо- і сильноеродовані; слабо-, середньо- і сильносолонцюваті; глибокі, середньо- і малоглибокі; середньо-, малогумусові і слабогумусові;), розрядів (сформовані переважно на лесах та лесових суглинках, місцями на піщаних і супіщаних породах, на елювії масивно-кристалічних порід, сіро-зелених мергелястих і темно-сірих сланцюватих глинах, червоно-бурих глинах і суглинках).

Ґрунти розподіляються за законами вертикальної та горизонтальної зональності. При русі з півночі на південь у цьому регіоні звичайні малогумусні глибокі чорноземи переходять у середньоглибокі, потім у неглибокі та південні чорноземи. Це чітко простежується у структурі ґрунтового покриву [7, 8].

1.1.3 Гідрогеологічні умови

Із загальної кількості річок, що протікають в дніпропетровській області, 291 ріка має довжину понад 10 км та 55, довжина яких більше 25 км. Через цей регіон із північно-західного на південно-західний напрямок проходить головний водний шлях - Дніпро. У перелік приток головної артерії входять зліва: Орель, Вовча, Самара; а справа: Базавлук, Мокра Сура та Інгулець та Саксагань. Рівнинні річки переважно мають живлення за рахунок танення снігів. Річкова мережа має густину 0,3–0,5 км/км² на Причорноморській низовині, 1,0–1,5 км/км² на лівому березі Дніпра та понад 2 км/км² на його підвищених ділянках на території Придніпровської височини. В області розташовані частини Кам'янського, Дніпровського та Каховського водосховищ. Загалом збудовано 2932 ставки та 95 малих водосховищ. У районі збудовано Дніпрово-Криворізький канал, а також траса Дніпрово-Донбаського каналу. В області налічується 1237 озер.

Основне водне джерело – ріка Дніпро. Річка тече в південно-східному напрямку в центральній частині міста Дніпро, утворюючи долину дуже симетричної форми. Лівий берег рівнинний і терасовий, а правий крутий. У центрі міста річка Дніпро тече на південь і стікає нижче міста, а в селі Старі Кайдаки долина стає симетричною. У цьому районі річка Дніпро протікає гранітними берегами і глибоко проникає в кристалічні породи, а ширина в межах міста становить 1,5-3 км.

Рівень ґрунтових вод в останні роки неухильно підвищується. Близько 20% земель міста, що еквівалентно 8000 га, затоплені. При зрошенні значно знижуються деформаційні та міцнісні характеристики лесових ґрунтів, що призводить до просідання та додаткових прогинів фундаментів існуючих споруд.

Ця зона є частиною регіону розвитку тріщинних вод Українського кристалічного масиву. Регіон характеризується формуванням підземних вод у кристалічних породах і корі вивітрювання архейського протерозойського віку, а також, певною мірою, в осадових відкладах палеогену, неогену та антропогену. Зона тріщинуватості кристалічних порід і їхньої кори вивітрювання є місцем, де зазвичай знаходяться підземні води. Залежно від рельєфу місцевості та гіпсометрії його покрівлі, глибина залягання водоносного горизонту може коливатися від різного ступеня в долині Дніпра до 50 - 80 м на окремих вододілах.

Для кори звітрювання характерна невисока водоносність. Показники змінюються, в основному, від десятих до сотих часток $\text{дм}^3/\text{с}$ з урахуванням літологічного складу.

Водоносний комплекс не має напірного компоненту, поверхня підземних вод вільна. Основний розподіл водоносного горизонту виглядає наступним чином: поширення пов'язане з вододілами, де глибини його досягають 40-50 м.

Комплекс водоносних горизонтів не має напірних компонентів і залишає поверхню ґрунтових вод вільною. Основне поширення комплексу приурочене до вододілів Товщина водомістких ґрунтів варіюється від декількох метрів до 5-20

метрів, але загалом не перевищують 4-5 метрів. Водоутримуючі ґрунти характеризуються поганим відведенням води, водовіддача не перевищує 1 дм/с. Хімічний склад води різноманітний, мінералізація коливається від 0,3 до 5-6 г/дм.

Четвертинні відклади містять два водоносні комплекси. Низька горизонтальна проникність є типовою особливістю еолово-делювіальних відкладів і сприяє утворенню куполів навколо перезволожених джерел, що призводить до регіонального підвищення рівня ґрунтових вод. Також розповсюджений алювіальний водоносний комплекс. Усі водоносні комплекси та пласти гідрологічно взаємопов'язані і мають значною мірою спільні зони живлення та опадів [10, 11].

1.1.4 Клімат та агро-кліматичні характеристики

Клімат Дніпропетровської області помірно-континентальний. Розподіл середньорічних температур має наступний вигляд. Середня температура в області розподіляється приблизно в широтному напрямку. Літо спекотне і сухе, з частими зливами. Літо спекотне і сухе, з частими дощами і сильними південно-східними і східними вітрами, що викликають посуху. Зима м'яка, малосніжна, з частими відлигами та замерзаннями. Сумарна сонячна радіація. 4200-4400 МДж/м², з півночі на південь, баланс сонячної радіації 1800-1950 МДж/м², 2050-2150 годин сонячного сяйва на рік, сума активних температур вище 10°C складає 2700-3400. Безморозний період в середньому становить 185 днів на рік. Атмосферний тиск становить близько 1021 гПа взимку і падає до 1012-1013 гПа влітку.

За агрокліматичним районуванням України Дніпропетровська область розташована в посушливій та спекотній зоні. Наступні культури добре адаптовані до клімату: озима пшениця, ячмінь, ярий ячмінь, кукурудза, просо, рис, бобові, цукровий соняшник. Сюди також входять баштанні культури та овочі. Також є можливості для розвитку м'ясного, молочного та свинарства. Кліматичні умови в

Дніпропетровській області є сприятливими для створення сільськогосподарських та промислових структур [12, 13].

1.1.5 Тваринний та рослинний світ

Степова зона простягається від лісостепу до Азово-Чорноморського узбережжя та Кримського півострова. Вона простягається до гірських хребтів. Степова зона займає 40% території і включає Причорноморську низовину, південну частину Придніпровської та Подільської височин, рівнини Кримського півострова [1].

Рослинність. Регіон знаходиться у двох підзонах справжнього степу. В даний час степ окультурений і використовується як сільськогосподарські угіддя. Ліси в цьому районі ростуть уздовж рік, вздовж долин річок і в піщаних долинах. Вони займають близько 3,5 відсотків загальної площі. Цю територію займають наступні типи лісів. Заплавні ліси, що ростуть у заплавах річок Дніпро, Оріль, Самара та Вовча, та долинні ліси, що ростуть на схилах долин.

Тваринний світ регіону складається з лугових та лісових тварин, серед яких 69 видів ссавців, 59 видів риб, 10 видів земноводних, 12 видів та підвидів плазунів і 246 видів птахів. До хижаків належать вовки, лисиці, ласки, куниці та борсуки. Комахоїдні - жуки та їжаки. Найчисленніші гризуни: миші плямисті, пацюки сірі, кроти та слимаки, кролики. Птахи: степові, болотні, качки та яструби. Дикі качки, кулики, водоплавні птахи та чаплі зустрічаються в заплавах Дніпра, озерах, річкових заростях та ставках. Плазуни включають степову гадюку, жовточеревку, вужа, ящірку та зелену жабу. Річки та озера є домом для багатьох видів риб, включаючи ляща, сома, щуку та судака. Також тут мешкають білохвості олені, дикі кабани, бабаки та фазани, що адаптувалися до природного середовища [9,14].

1.1.6 Промисловість

Дніпропетровська область є одним з основних промислових регіонів України. Основними галузями промисловості в Дніпропетровській області є: гірничодобувна промисловість, вугільна промисловість, металургія, машинобудування, включаючи ракетобудування, хімічна промисловість, сільське господарство, будівництво та інші. Структура промислового виробництва в області у 2022 році суттєво не змінилася. Як і раніше, основу промислового виробництва складають підприємства гірничо-металургійного комплексу, хімічної промисловості, машинобудування та харчової промисловості. Враховуючи останню інформацію щодо промислового виробництва в регіоні та основні тенденції, рівень індексу промислової продукції у 2022 році буде приблизно на третину вищим, ніж у попередньому році.

Промислові підприємства є основним джерелом забруднення навколишнього середовища. Викиди та захоронення забруднюючих речовин є джерелом забруднення повітря, ґрунту, поверхневих та підземних вод. Це також є джерелом забруднення для здоров'я людей, флори та фауни.

Гірничодобувна промисловість. Дніпропетровська область є потужним промисловим регіоном. Для неї характерний розвиток важкої промисловості. Припадає Близько 65% реалізованої продукції області припадає на підприємства гірничодобувної та металургійної промисловості. В області функціонує понад 4 000 промислових підприємств, які охоплюють майже всі основні економічні види діяльності. Загальна кількість зайнятих становить приблизно 267 000 осіб. Близько 10 підприємств видобувають залізну руду та інші руди кольорових металів. 100,0% марганцевої руди добувають на АТ “Марганецький ГЗК”, АТ “Покровський ГЗК”.

Металургійна промисловість. Металургійні підприємства області виробляють високоякісну сталь та конкурентоспроможний прокат. Більшість продукції сертифікована та відповідає міжнародним стандартам якості. Трубні підприємства області (ПАТ) "Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний

завод", ПрАТ "Сентравіс Продакшн Україна", ТОВ "Інтерпайп Ніко Тьюб", АТ "Інтерпайп Новомосковський трубний завод" та ін.) виготовляють труби різних діаметрів, гаряче- та холоднодеформовані порожнисті профілі, методами центробіжного литва, холодного деформування та зварювання.

Хімічна та нафтохімічна промисловість. На хімічну промисловість області припадає 4,9% загального обсягу виробництва. Її структура виглядає наступним чином: до її складу входять 38 підприємств, 14 з яких є базовими, і виробляють близько 12% синтетичного аміаку, 32% каустичної соди, 16% мінеральних добрив, 16% сірчаної кислоти, 32% сірчаної кислоти, 9% синтетичних смол і пластмас та 38% шин від загальної кількості, що виробляється в Україні. 3,6% реалізації продукції в секторі хімічних речовин і хімічної продукції (24,3 млрд. грн.). Кількість працівників - 9,6 тис. осіб. Мінеральні добрива, фарби, лаки, промислові гази та вибухові речовини - це лише деякі з продуктів, які сьогодні виробляють підприємства галузі.

АТ "Дніпроазот" - одне з найбільших хімічних підприємств як в країні, так і в регіоні. Підприємство випускає аміак, карбамід, каустичну соду, рідкий хлор, соляну кислоту та інші стабільні продукти. Компанія виробляє таку продукцію, на яку є постійний попит та експортує її до країн Азії, Латинської Америки та Центральної і Східної Європи.

Найбільше в регіоні державне підприємство хімічної промисловості ДП "Павлоградський хімічний завод" виробляє вибухові речовини для гірничодобувних, переробних та нафтопереробних підприємств України. Наукові розробки, програмне забезпечення, технології та продукція компанії успішно використовуються в Україні. Також вони експортуються до країн ЄС, Південно-Східної Азії, Австралії, США та Африки. Нові синтетичні матеріали, конструкції та гумові вироби для багатьох галузей промисловості, включаючи космос, авіаційний транспорт та науку також виробляються у області.

Харчова промисловість. Сто підприємств займаються виробництвом та переробкою харчових продуктів. Хлібопекарська, кондитерська, м'ясна, молочна промисловість, виробництво крохмалю та патоки, виробництво концентрованих харчових продуктів, виробництво безалкогольних напоїв та мінеральних вод, виробництво лікєро-горілочаних виробів. Наразі спостерігається баланс між виробництвом і споживанням.

Сьогодні продукція агропромислового комплексу регіону визнана не тільки на регіональному та національному ринках, а й зміцнює високу якість дніпровського бренду. З урахуванням споживацького попиту завантажені виробничі потужності харчової галузі області. Враховуючи сучасні реалії, виробництво продуктів харчування задовольняє основні потреби населення регіону в продуктах харчування [22].

1.2 Стан забруднення атмосферного повітря Дніпропетровської області

Атмосфера має важливу роль у глобальному, регіональному та місцевому перенесенні забруднюючих речовин і забрудненні навколишнього середовища.

Зростаюче антропогенне навантаження послаблює ефект самоочищення атмосфери. Це призводить до накопичення шкідливих домішок, які спричиняють забруднення повітря, (радіаційне, біологічне, теплове та електростатичне). Глобальні наслідки забруднення повітря включають накопичення парникових газів та виснаження озонового шару. На регіональному рівні це призвело до підкислення, кислотних опадів, збільшення приземних концентрацій озону та збільшення концентрацій пріоритетних забруднювачів.

Навантаження на атмосферне повітря та рівні їх приземних концентрацій зумовлені викидами від внутрішніх (комунально-побутових) та зовнішніх джерел. Викиди від внутрішніх джерел характеризуються своєю неоднорідністю. Це

відображає деформовану економічну структуру, спрямовану на концентрацію промисловості там, де є сировина.

Найбільш поширеними забруднювачами повітря є суспендовані тверді частинки, діоксид сірки (SO_2), оксид вуглецю (CO) та оксиди азоту (NO_x), що викидаються в атмосферу під час спалювання викопного палива.

Близько 90 % суспендованих твердих частинок мають природне походження. До них відносяться пилові бурі в посушливих регіонах, зважені частинки морської солі в прибережних районах, лісові пожежі, пожежі на пасовищах і вулкани.

Антропогенні викиди твердих частинок в основному пов'язані зі спалюванням вугілля і мазуту, відходами зі звалищ побутових відходів, промисловим виробництвом та будівництвом споруд і транспортних шляхів. Поточний стан забруднення повітря зваженими речовинами виглядає наступним чином: в половині досліджуваних міст спостерігається перевищення ГДК с.д. ($0,15 \text{ мг/м}^3$). Регіони з найвищим рівнем забруднення повітря в Україні - це промислові кластери Донецької та Дніпропетровської областей.

Аналіз якості повітря в містах Дніпровського регіону дозволяє зробити наступні висновки:

- рівні забруднення повітря в багатьох містах регіону характеризуються високим фоном;
- повітря в містах Дніпропетровщини значно забруднене діоксидом азоту (середньорічні концентрації перевищують ГДК с.д. і зростають);
- у межах Донецько-Придніпровського району сформувалася зона підвищеного забруднення повітря;
- вміст формальдегіду в повітрі більшості міст Дніпропетровської області перевищує ГДК с.д. з чіткою сезонною варіацією. Максимальні значення спостерігаються влітку та восени.

Слід зазначити, що концентрації забруднюючих речовин зростають. Зі збільшенням концентрації оксидів азоту та вуглеводнів (БП і формальдегіду)

концентрація озону в тропосфері зростає внаслідок фотохімічних ефектів. Озон, оксиди азоту, сірки та продукти їх перетворення є забруднювачами атмосфери з радіаційною активністю. Тому збільшення їх вмісту в атмосфері може вплинути на глобальний радіаційний фон і призвести до зміни клімату як на глобальному, так і на регіональному рівнях.

Дніпропетровська область - другий за рівнем забруднення повітря регіон країни (після Донецької області). Сумарні викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення та автотранспорту становлять понад 1 млн тон на рік (23,9% від загальної кількості викидів по Україні). 72% викидів у Дніпропетровській області припадає на гірничо-металургійний сектор, 18% - на енергетичний сектор і 0,9% - на будівельний сектор. Транспорт теж суттєво впливає на загальне погіршення ситуації - частка забруднення повітря складає 9%.

Щорічна кількість шкідливих речовин, що викидаються в повітря, становить 28 тон і 240 кг на душу населення (в Україні - 10 тон і 85 кг відповідно). Зокрема, 60% населених пунктів розташовані в зонах забруднення повітря, а 27% - в зонах небезпечного забруднення повітря.

У 2020 році стаціонарними джерелами в атмосферу було викинуто 534 700 тон забруднюючих речовин. Це на 7,3% менше, ніж у попередньому році. Ця кількість включає в себе 274,7 тис. т оксиду вуглецю, 116,0 тис. т метану, 60,9 тис. т діоксиду сірки та інших її сполук, 52,2 тис. т речовин у вигляді твердих звислих частинок, 28,5 тис. тон сполук азоту, 0,6 тис. т металів та їх сполук.

Викиди парникових газів метану та закису азоту становлять 116 тис. тон та 0,2 тис. тон відповідно. Крім того, у 2020 році в атмосферу було викинуто всього 20,5 млн тон вуглекислого газу, що також вкрай негативно та агресивно сприяє зміні клімату.

Інтенсивність викидів від стаціонарних джерел забруднення в області становила 16,7 тон на квадратний кілометр. Вона зменшилася на 7,7%. В окремих

містах, особливо в селищах міського типу, інтенсивність викидів значно перевищує середній показник по області: Тернівка – у 97 разів, Кам'янське - 42 рази, Кривий Ріг - 33 рази, Нікополь - 23 рази, Покров - 17 разів та Першотравенськ - 15 разів. У 2020 році від стаціонарних джерел в області було викинуто 169 кг забруднюючих речовин, що на 12 кг менше, ніж у попередньому році [7, 23].

Моніторинг рівня забруднення повітря стаціонарними та пересувними джерелами здійснювався Дніпровським обласним центром з гідрометеорології. На стаціонарних постах 94 960 проб повітря у 2022 році було відібрано та проаналізовано. Лабораторії ДРЦГМ акредитована на проведення вимірювань дев'яти компонентів. Спостереження проводилися за всіма компонентами, на які акредитована лабораторія.

Також на деяких ПСЗ проводився відбір проб повітря на вміст важких металів. В Київській регіональній лабораторії проведено визначення концентрацій важких металів. У 2022 році лабораторія ДРЦГМ реалізувала повну програму моніторингу забруднення повітря.

Моніторинг забруднення повітря у Дніпрі проводився на шести стаціонарних постах, у Кам'янському - на чотирьох стаціонарних постах, у Кривому Розі - на п'яти стаціонарних постах.

За комплексним індексом забруднення повітря (ІЗА) розрахованим для основних забруднюючих речовин (аміак, пил, формальдегід, фенол, оксид вуглецю, двоокис азоту), згідно даним спостережень у 2022 році (табл. 1.1) можна зробити висновок про те, що рівень забруднення повітря в містах Дніпровської області є вищим за середній.

Індекси забруднення атмосферного повітря міст Дніпровської області у 2022 році порівняно з попереднім роком виглядають наступним чином: рівень забруднення зменшився у містах Дніпро, Кам'янське та Кривий Ріг.

Таблиця 1.1 – Індеси забруднення атмосферного повітря міст Дніпропетровської області у 2022 році

Перелік пріоритетних домішок	ІЗА		
	Дніпро	Кам'янське	Кривий Ріг
Формальдегід	6,80	5,4	5,16
Двоокис азоту	1,77	2,5	0,86
Пил	1,63	1,5	1,73
Оксид вуглецю	0,70	0	0,47
Фенол	0	2,3	0,55
Аміак	0,99	1,1	0
Комплексний ІЗА	11,89	12,8	8,77

При індексі ІЗА ≤ 5 рівень забруднення є нижчим за середній; при індексі $5 < \text{ІЗА} \leq 8$ забруднення повітря майже дорівнює середньому; якщо $8 < \text{ІЗА} \leq 15$, то рівень вище середнього, а якщо $\text{ІЗА} > 15$, то рівень значно вище середнього (рис. 1.2).

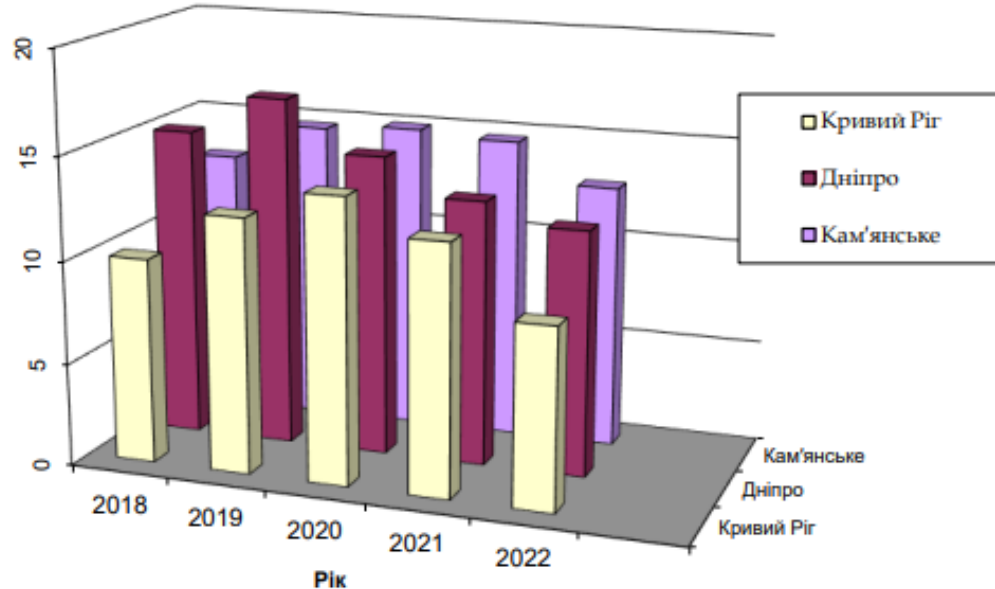


Рисунок 1.2 – Індекс забруднення атмосферного повітря у містах Дніпропетровської області за 2018 – 2022 роки

Практично з усіх джерел в атмосферне повітря потрапляють двоокис сірки, пил, оксид вуглецю, оксид азоту. Тенденція змін середнього рівня забруднення атмосферного повітря наведена у таблиці 1.2 [22].

Таблиця 1.2 – Зміна середнього рівня забруднення атмосферного повітря за 5 років (2018 – 2022 років) у містах Дніпропетровської області

Домішки	Тенденція за 5 років (2018 – 2022 рр.)		
	Дніпро	Кам'янське	Кривий Ріг
Пил	-0,03	-0,05	-0,02
Двоокис сірки	-0,004	-0,0002	+0,0006
Оксид вуглецю	-0,3	0	-0,2
Двоокис азоту	-0,012	+0,007	-0,001
Оксид азоту	-0,002	+0,002	0
Сірководень	-0,002	-0,0003	+0,0001
Фенол	-0,002	-0,0003	+0,0002
Аміак	0	-0,013	0
Формальдегід	-0,0008	+0,0005	0

1.3 Забруднення повітря як основний фактор ризику для здоров'я

Забруднення повітря - одна з найактуальніших проблем сучасності: 100 років тому склад атмосфери залишався практично незмінним протягом останніх 300-400 років. Однак швидке промислове зростання, вибухове зростання повітряного та автомобільного транспорту і промислового виробництва нафтохімічних продуктів призвели до стрімкого забруднення повітря. Забруднення повітря також прогресує через обробку сільськогосподарських угідь за допомогою літаків та збільшення площ сміттєзвалищ. І ця тенденція зберігається і збільшується у 21 столітті.

Основними забруднювачами повітря є продукти згоряння від теплових електростанцій (ТЕС, ТЕЦ) і різноманітні печі: металургія, нафтопереробка, виробництво будівельних матеріалів, хімікатів тощо, і, звичайно ж, транспортні засоби.

Майже всі викиди теплоелектростанції та транспорту містять низку важливих канцерогенних забруднювачів, що утворюються при згорянні палива. До них відносяться тверді частинки (PM), озон (O₃), оксид вуглецю (CO), діоксид сірки (SO₂), оксиди азоту (NO_x), леткі органічні сполуки (ЛОС) і важкі метали.

Основні характеристики цих забруднювачів є:

Тверді частинки (ТЧ) - це дрібний пил, що складається з дуже дрібних твердих і рідких частинок. Його можна розділити на групи відповідно до їх фракцій. Концентрація твердих частинок часто використовується як непрямий показник рівня забруднення повітря. Постійний вплив твердих частинок збільшує ризик розвитку серцево-судинних і респіраторних захворювань.

Окрім зважених часток, озон (O_3), діоксид азоту (NO_x), та діоксид сірки (SO_2) становлять серйозну загрозу для здоров'я. Озон є основною причиною захворюваності та смертності від астми, тоді як діоксид азоту та діоксид сірки також можуть сприяти розвитку астми. Діоксид азоту та сірки також можуть сприяти розвитку астми, пошкодженню бронхів, запаленню легень та зниженню їх функції.

Озон (O_3) є одним з основних компонентів фотохімічного смогу. Озон утворюється в атмосфері в результаті реакцій сонячного світла (фотохімічних реакцій) із забруднювачами, такими як оксиди азоту (NO_x), розчинники та забруднювачі повітря, що викидаються транспортними засобами. Внаслідок цього, найбільше забруднення озоном відбувається саме в сонячну погоду. Надлишок озону в атмосфері має значний вплив на здоров'я людини. Він може викликати проблеми з диханням, провокувати астму та захворювання легенів [24, 25].

Оксиди азоту. NO , N_2O_3 , NO_5 , N_2O_4 . Діоксид азоту NO_2 є основним забруднювачем, що у значних обсягах викидається в атмосферу. Він не має запаху і подразнює дихальну систему. Значні концентрації NO викликають сильний кашель, блювоту і іноді головний біль. Основними джерелами NO_2 є наступні процеси горіння (опалення, виробництво енергії, транспортні засоби). Це руйнує легені людини та має значний негативний вплив на рослини і тварин.

Діоксид сірки (SO_2) - це безбарвний газ з різким запахом. Утворюється при спалюванні вугільного палива (вугілля та нафтопродуктів) і виплавці руд, що містять сірку. Основними антропогенними джерелами викидів SO_2 в атмосферу є спалювання сірковмісного вугільного палива в системах опалення, виробництва

електроенергії та двигунах внутрішнього згорання. Забруднення повітря діоксидом сірки може пошкодити дихальну систему, погіршити функцію легенів і викликати подразнення очей.

Забруднення повітря діоксидом сірки може пошкодити дихальну систему, погіршити функцію легенів і викликати подразнення очей. Запалення дихальних шляхів призводить до кашлю та утворення мокротиння, За даними ВООЗ, забруднення повітря загострює астму та хронічний бронхіт і підвищує ризик респіраторних інфекцій у людей. Також збільшується кількість госпіталізацій і смертей від серцево-судинних захворювань. Коли діоксид сірки реагує з водою, утворюються така речовина, як сірчана кислота - один з основних компонентів кислотних дощів і одна з причин вирубки лісів.

Оксид вуглецю (або чадний газ) - (CO). Безбарвний газ без запаху. Впливає на нервову та кровоносну системи, також при значній концентрації може викликати задуху. Варто пам'ятати, що токсичність CO зростає при наявності азоту в повітрі. Цей газ перешкоджає надходженню в кров кисню. Це значно зменшує кількість кисню, що надходить до серця, оскільки CO зв'язується з гемоглобіном у 250 разів легше, ніж кисень. Таким чином виникає карбоксигемоглобін (HbCO), який не може переносити кисень.

Це спричиняє гіпоксію, утворення вільних радикалів і пошкодження структур клітинних мембран. Чадний газ є повсюдним викидом при спаленні різних видів палива. Це "універсальний" компонент забруднення. Всі ТЕС, ТЕЦ, котельні, металургія, нафтопереробні заводи, побутові печі та каміни є джерелами викидів оксиду вуглецю.

Вуглеводні (метан, пари бензину і т.п.). Залежно від характеру впливу на організм людини їх можна розділити на дві групи: подразники та канцерогени.

Подразнюючі вуглеводні мають наркотичну дію на центральну нервову систему (наприклад, запаморочення) та на слизові оболонки. Група канцерогенних вуглеводнів є найбільш безпечною для організму людини, зокрема бенз(а)пірен,

який є особливо шкідливим. Альдегіди викликають у людини подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів при тривалому впливі та подразнення слизових оболонок очей і дихальних шляхів при подальшому впливі.

При підвищенні концентрації виникають головний біль, слабкість, втрата апетиту і безсоння. Утворення кислотних дощів пов'язане з потраплянням у вологу атмосферу оксидів сірки та азоту. Найнебезпечнішими з них є стаціонарні джерела (наприклад, теплові електростанції). Кислотні дощі знижують родючість ґрунтів і погіршують здоров'я населення.

Аміак. Це їдкий, безбарвний газ із характерним різким запахом. Аміак, що часто зустрічається в природі, може зберігатися у вигляді рідини під високим тиском і легко розчиняється у воді. Він осаджується у сухому та вологому вигляді на землі, рослинах, ґрунтах та у воді. У газоподібному стані подразнює очі та дихальні шляхи. Спричиняє сльозотечу, біль у носі та горлі, кашель, труднощі з диханням, біль у грудях. При більш високих концентраціях – тяжке ушкодження дихальних шляхів та легень, у тому числі набряк легень, можлива раптова смерть.

Фенол. Це найпростіше з'єднання з класу фенолів, похідне аренів, у молекулі якого безпосередньо реалізується зв'язок гідроксильних груп та бензольного кільця. По суті, це слабка кислота. При вдиханні спричиняє порушення функцій нервової системи. Пил, пари та розчин фенолу подразнюють слизові оболонки очей, дихальних шляхів, шкіру, викликаючи хімічні опіки. Феноли є сильними алергенами, що викликають токсичні реакції організму, наприклад, запаморочення, розлади дихання та навіть інтоксикацію печінки у легкій формі.

Формальдегід. Це газоподібна речовина з різким і неприємним запахом. Синтезується в атмосфері в результаті фотохімічних процесів під впливом ультрафіолетового випромінювання. Найвищі рівні в атмосфері спостерігаються в промислових районах.

Антропогенними джерелами виділення формальдегіду в навколишнє середовище є металургійні та хімічні підприємства, а також виробництво меблів,

полімерів та будівельних матеріалів. Значна частина викидів потрапляє в атмосферу через вихлопні гази автотранспорту. Формальдегід входить до списку токсичних канцерогенів і є отруйним.

Тривале вдихання парів формальдегіду загрожує ураженням бронхо-легеневої системи, розвитком алергічних реакцій, злоякісних пухлин, шкірних захворювань, мутаційних процесів. Без видимої причини може спостерігатися постійний кашель, головний біль, сльозовиділення, хронічна втома.

Необхідно розвивати більш екологічні транспортні системи та використовувати енергозберігаючі технології в будівництві, виробництві електроенергії, промисловості та утилізації міських відходів. Ці заходи у комплексі можуть зменшити вплив основних джерел забруднення повітря [22, 32].

Згідно з даними проекту «Глобальний тягар хвороб», передвоєнного 2019 року близько 10% втрат здоров'я було пов'язано із забрудненням повітря. Погана якість повітря найчастіше впливає на серцево-судинні захворювання (ішемічна хвороба серця, інсульт), респіраторні захворювання (інфекції нижніх дихальних шляхів, хронічна обструктивна хвороба легень), рак трахеї, бронхів і легень.

Повномасштабне вторгнення створило унікальну ситуацію, коли українські підприємства скоротили викиди в атмосферу. Негативний вплив автотранспорту також зменшилися. Натомість українські міста стали мішенню ракетних обстрілів, які спричинили додаткове забруднення повітря шкідливими речовинами. Були порівняні дані 2021 та 2022 рр., коли відбулося повномасштабне вторгнення (рис. 1.3).

З 2022 року фіксується загальна тенденція до зниження рівня забруднення атмосферного повітря. Але навіть помітне скорочення викидів промисловості й транспорту концентрація шкідливих речовин у повітрі перевищує безпечні показники. Перелік проблемних речовин збігається з профілем забруднення, який був «довоєнного» 2021-го. Тобто основні джерела викидів залишилися ті самі. Для промислово навантажених міст це – викиди немодернізованих підприємств [26].

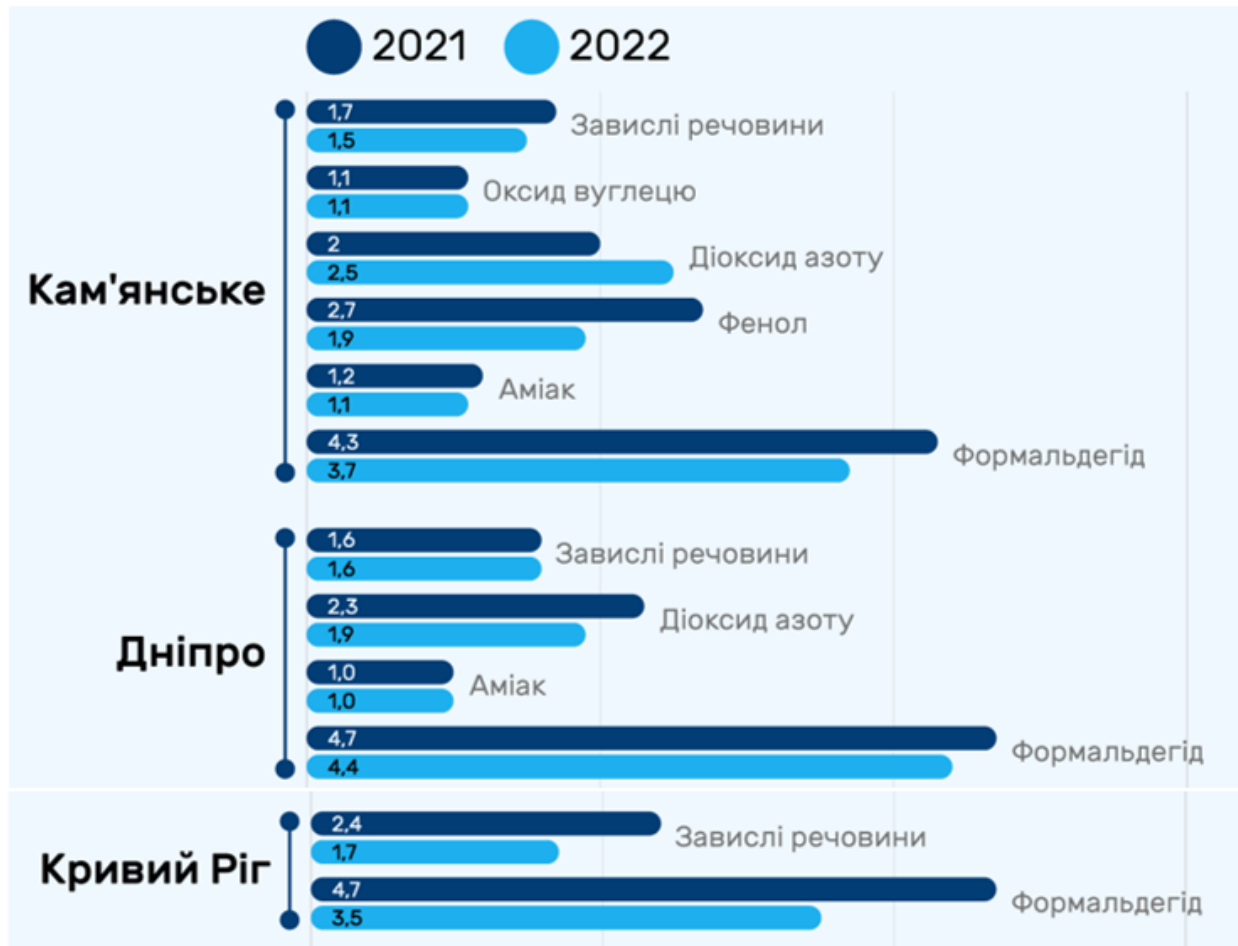


Рисунок 1.3 – Середньорічні значення за речовинами (в кратності ГДК)

1.4 Екологічна політика України у сфері охорони атмосфери

Забруднення повітря є однією з найсерйозніших екологічних проблем. Хоча виробництво в Україні дещо скоротилося, але, незважаючи на це, рівень забруднення повітря у великих містах та промислових районах залишається стабільно високим. Основними джерелами забруднення повітря та викидів парникових газів в Україні є добувна та переробна промисловість, теплоенергетика та автотранспорт. По факту, 65% населення України проживає на територіях, де якість повітря не відповідає санітарним нормам, що впливає на загальний рівень захворюваності населення.

У 2007 році була прийнята Стратегія державної екологічної політики України на період до 2020 року. На початку 2020 року вона була замінена на Закон «Про основні засади (стратегії) державної екологічної політики України на період до 2030 року». Екологічна стратегія 2020 передбачає інтеграцію питань захисту навколишнього середовища до галузевих політик, зокрема, у галузі енергетики та промисловості, транспорту та сільського господарства. Така інтеграція вимагає тісної співпраці з відповідними міністерствами й організаціями, детального перегляду нормативної бази.

У процесі глобалізації та соціальних перетворень охорона навколишнього середовища стала пріоритетним завданням, і Україні необхідно вжити невідкладних заходів. Економічний розвиток України тривалий час супроводжувався непропорційним використанням природних ресурсів. Низька пріоритетність питань охорони довкілля не дозволила країні досягти збалансованого (сталого) розвитку.

Наразі впроваджуються екологічно безпечні ресурсо- та енергозберігаючі технології, розвиваються відновлювані джерела енергії, освоюються нематеріальні природні ресурси, але це все відбувається занадто повільно. Освоєння нематеріальних природних ресурсів має тимчасовий і повільний характер. В умовах високих цін на газ необхідні значні інституційні заходи для підвищення енергоефективності, декарбонізації енергетичного сектору та розвитку відновлюваних джерел енергії.

У секторі безпеки та оборони існують проблеми доступу до підприємств оборонно-промислового комплексу, які мають бути вирішені для запобігання забрудненню поверхневих і підземних вод нафтопродуктами, а також запобігання руйнуванню природного ландшафту з метою мінімізації впливу діяльності на цих об'єктах. Це сприятиме реформуванню сектору безпеки і оборони та впровадженню стандартів НАТО.

Впровадження міжнародних стандартів систем екологічного менеджменту на підприємствах сприяє розвитку систем екологічного менеджменту в Україні та реалізації міжнародних екологічних ініціатив в Україні [27].

Українське природоохоронне законодавство є досить комплексним (понад 300 правових актів) та охоплює більшість напрямків охорони навколишнього середовища та управління природними ресурсами. Подібно до екологічної політики, екологічне законодавство має низку недоліків:

- носить в основному декларативний характер і не містить суттєвих механізмів для його дотримання;
- багато законів не узгоджені між собою;
- пояснювальні меморандуми до законопроектів розробляються в окремих випадках, а аналіз законодавчого впливу проводиться в мінімальному обсязі.

Донедавна Україна потребувала всеохоплюючого законодавства про участь громадськості в прийнятті екологічних рішень, доступу до правосуддя та системи моніторингу та контролю за станом навколишнього середовища. У 2017 році був прийнятий Закон “Про оцінку впливу на довкілля”. За цим результатом Секретаріат Організації Конвенції вилучив Україну з переліку країн, що не відповідають вимогам Організації Конвенції. У 2018 році був прийнятий Закон “Про стратегічну екологічну оцінку”, який передбачає системну та всеосяжну процедуру оцінки наслідків політик, планів та програм із метою запобігання негативному впливу на навколишнє середовище та забезпечення дотримання принципів сталого розвитку.

Законодавча база України у сфері охорони довкілля передбачає створення загальнонаціональної системи екологічного моніторингу за станом навколишнього середовища та рівня забруднення. Концепція реформування системи державного нагляду у сфері охорони навколишнього середовища передбачає створення єдиного комплексного органу екологічного нагляду та усунення дублювання функцій у цій сфері державного управління. Зокрема, пропонується запровадити державну систему моніторингу за станом навколишнього середовища, створити Державну

природоохоронну службу України, а також створити нові міжрегіональні екологічні служби у рамках новоствореного органу екологічного нагляду та контролю.

Процес наближення українського законодавства про охорону навколишнього середовища до законодавства ЄС здійснюється відповідно до Національної стратегії наближення законодавства України до права ЄС у сфері охорони довкілля. Стратегія спирається на положеннях статті 363 Глави 6 (Навколишнє середовище) та Додатка XXX до Угоди про асоціацію 2014 року між Європейським Союзом та Україною та спрямована на забезпечення виконання Україною вимог Угоди про асоціацію. Відповідно до «загальноєвропейського» підходу процес складається з трьох етапів: транспозиція (адаптація), впровадження та забезпечення дотримання.

Транспозиція (адаптація) українського законодавства до права ЄС здійснюється у рамках реалізації Загальнодержавної програми. Відповідно до Угоди про асоціацію, Україна зобов'язана виконувати низку директив ЄС у сфері охорони навколишнього природного середовища, включно з Директивою 2010/75/ЄС про промислові викиди (комплексне запобігання та контроль забруднення).

Цей процес передбачає та вимагає низки змін:

- законодавчих (підготовки та впровадження найкращих доступних технологій);
- технічних (наприклад, визначення об'єктів, що потребують інтегрованого дозволу та створення реєстру речовин-забруднювачів);
- організаційних (зокрема, забезпечення доступу громадськості до інформації та участі у прийнятті екологічних рішень).

1) Екологічні дозволи. Наразі екологічні дозволи на викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря видаються або департаментами обласних державних адміністрацій (для малих і середніх підприємств – II та III групи), або МЕПР (для найбільших об'єктів-забруднювачів – група I). У Концепції ДПСПЗ чітко не зазначений орган, що буде відповідати за видачу інтегрованих дозволів; у деяких випадках це буде МЕПР, щодо інших передбачається «відповідальний орган» без

додаткових уточнень. Планується впровадити два види дозволів – інтегрований та уніфікований дозволи. Але деякі операції будуть потребувати лише реєстрації.

2) Найкращі доступні технології. Відповідно до Директиви про промислові викиди, умови інтегрованого дозволу встановлюються на основі найкращих доступних методів і довідкових документів НДТ, прийнятих рішенням Європейської Комісії. В Україні умови дозволу встановлюються на основі гранично допустимих викидів (ГДВ) і технологічних нормативів допустимих викидів (ТНДВ). Як ГДВ, так і ТНДВ обчислюються на основі середніх показників викидів для типів обладнання, де обсяги таких викидів є найнижчими. ГДВ і ТНДВ є обов’язковими стандартами, забороняється відступати від них.

3) Участь громадськості. Закон “Про оцінку впливу на довкілля” та Закон “Про стратегічну екологічну оцінку” розширюють можливості для участі громадськості в прийнятті екологічно значимих рішень. Концепція про промислові викиди передбачає такі аспекти участі громадськості: доступ до інформації про обсяги промислових викидів; доступ до документів, що стосуються дозвільного процесу (заяв, дозволів, річних звітів підприємств, звітів органу нагляду та контролю); участь у процесі надання дозволів (включно з процесом внесення змін до екологічного дозволу); забезпечення належного врахування результатів громадського обговорення.

4) Доступ до правосуддя. Відповідно до Цивільного процесуального кодексу та Кодексу України про адміністративні правопорушення, громадяни України мають право звертатися до суду у разі порушення їхніх прав, свобод та інтересів – у сфері охорони довкілля та екологічних прав, включно. Незважаючи на певний прогрес, доступ до правосуддя з питань охорони навколишнього середовища є обмеженим. Владні органи не часто розділяють стурбованість громадян через забруднення та не поспішають звинувачувати підприємства, що викидають шкідливі речовини до навколишнього середовища.

Нагляд та контроль. У 2017 році уряд затвердив Концепцію реформування системи державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища. Було створено Державну природоохоронну службу України (ДПСУ). У складі новоствореної служби було створено нові міжрегіональні органи природоохоронної служби.

У результаті цієї реформи (мета якої – створити державну систему моніторингу та нагляду за участю громадськості та створити єдиний державний орган із моніторингу та контролю за станом навколишнього середовища) ДПСУ набула нової функції загальнонаціонального моніторингу довкілля. ДПСУ перебрала на себе повноваження від низки відомств, які раніше видавали спеціальні дозволи та контролювали їх виконання.

До 2030 року Україна має досягнути збалансованого (сталого) рівня розвитку, коли залежність від невідновлюваних природних ресурсів та забруднення довкілля буде знижено до екологічно прийнятних рівнів. Україна має запровадити ефективну систему управління для забезпечення збалансованого використання природних ресурсів з урахуванням необхідності забезпечення природними ресурсами майбутніх поколінь.

Також необхідно вжити заходів для забезпечення імплементації міжнародних стандартів у сфері екологічного менеджменту та екологічних перевірок з метою забезпечення доступу України до міжнародних та європейських ринків. Варто забезпечити впровадження міжнародних стандартів екологічного менеджменту та екологічного маркування продукції та прискорити поширення інформації у цій сфері. Має бути створена багаторівнева національна інфраструктура управління охороною довкілля, використанням природних ресурсів та геоекологічними даними. Необхідне створення національної екологічної автоматизованої інформаційно-аналітичної системи для забезпечення доступу до екологічної інформації [28].

1.5 Моніторинг якості повітря

Моніторинг та інформаційне забезпечення здійснюється вісьмома суб'єктами системи моніторингу. Кожна організація національної системи моніторингу докiлля здійснює моніторинг об'єктів докiлля, визначених Положенням про національну систему моніторингу докiлля та порядками і положеннями про національний моніторинг окремих компонентів докiлля. Моніторинг атмосфери є невід'ємною складовою загальнодержавної системи моніторингу докiлля України. Порядок організації та здійснення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря був затверджений постановою Кабінету Міністрів України від 9 березня 1999р. № 343.

Цей порядок передбачає наступне:

- вимоги до організації та здійснення моніторингу;
- джерела фінансування;
- взаємовідносини між органами влади при організації та здійсненні моніторингу.

Завданнями моніторингу атмосферного повітря є:

- отримання, збирання, обробка, зберігання та аналіз даних про рівень забруднення атмосферного повітря;
- оцінка та прогнозування змін і небезпеки забруднення атмосфери;
- формулювання науково обґрунтованих рекомендацій для вирішення проблем.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря:

- ДСНС;
- Міністерство енергетики та захисту довкiлля;
- підприємства, установи та організації, діяльність яких призводить до погіршення стану атмосферного повітря.

Об'єкти моніторингу атмосферного повітря:

- стан атмосфери, включаючи опади;
- викиди забруднюючих речовин в атмосферу.

Моніторинг атмосферного повітря в Україні здійснюється в рамках Загальнодержавної програми моніторингу атмосферного повітря та 38 відповідних регіональних програм. Заходи організовують місцеві адміністративні органи.

Поширеними забруднювачами є пил, діоксид сірки, свинець, неорганічні сполуки, бенз(а)пірен, оксид вуглецю, діоксид азоту, формальдегід, радіоактивні речовини, компоненти атмосферних опадів: амонійний азот, нітрати, бікарбонат, натрій, сульфати, хлор, калій, кальцій, магній, кислотність, рН.

Департамент санітарної епідеміології (МОЗ) здійснює моніторинг якості повітря, особливо в житлових і рекреаційних зонах, особливо поблизу магістральних доріг, в санітарно-захисних зонах, на території шкіл, дитячих садків і медичних установ, а також у міських районах. Також контролюється на території підприємств, у приміщеннях медичних закладів та на робочих місцях. Аналізується якість повітря і в житлових районах на основі скарг мешканців [29, 30].

Моніторинг атмосферного повітря включає наступні етапи:

- визначення мети та об'єктів досліджень;
- спостереження за джерелами забруднення;
- визначення основних типів забруднюючих речовин;
- вивчення впливу забруднення повітря на живих істот;
- прогнозування екологічних змін, спричинених забрудненням повітря;
- планування дій і затвердження рішень, що дозволять зберегти атмосферне повітря;

Результати проведення:

- початкова інформація щодо контролю за забрудненням та моніторингу рівня забруднення;

- узагальнена інформація про рівень забруднення за вибраний часовий період;
- узагальнені дані про склад і кількість викидів забруднюючих речовин;
- опис небезпеки забруднення для довкілля і життя людини;
- оцінка складу та кількості викидів забруднюючих речовин.

Організація спостережень передбачає моніторинг розподілу шкідливих домішок в атмосфері та між елементами системи атмосфера-гідросфера-літосфера-біосфера.

Ця діяльність вимагає наступного:

- інформації про існуючі та потенційні джерела забруднення повітря;
- властивості забруднюючих речовин;
- гідрометеорологічну інформацію;
- історичні спостереження за забрудненням повітря;
- інформація про ступінь забруднення навколишнього середовища в сусідніх країнах;
- інформація про транскордонне переміщення шкідливих забруднюючих речовин.

Ця інформація збирається спеціалізованою службою моніторингу, яка складається з системи спостереження та системи контролю.

Система спостереження дозволяє контролювати якість повітря в муніципалітетах і регіонах поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Спостереження проводяться Національною гідрометеорологічною комісією. Вони надають дані про метеорологічні умови та концентрації небезпечних речовин. Міністерство охорони здоров'я здійснює вибіркові спостереження за рівнем забруднення в житлових районах. Науковий комітет Національної академії наук України здійснює аерокосмічні спостереження за станом озонового шару та забрудненням повітря. Також проводяться екологічні спостереження за окремими підприємствами.

Система контролю здійснює моніторинг і контроль джерел забруднення та викидів небезпечних речовин в атмосферу. Для цього Міністерство охорони навколишнього природного середовища організовує моніторинг джерел промислових викидів в атмосферу; контролює дотримання нормативів викидів небезпечних речовин в атмосферу та дотриманням гранично допустимих норм викидів, здійснення заходів з охорони атмосферного повітря та дотриманням відповідних нормативних актів при розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію нових підприємств.

Моніторинг забруднення повітря включає контроль за транскордонним переміщенням глобальних викидів на великі відстані від їх джерел. Інформацію, отриману в результаті моніторингу забруднення повітря, можна розділити на наступні категорії:

- термінові дані (включають інформацію про раптові зміни в рівнях забруднення повітря і передається регуляторним та економічним установам);
- оперативні дані (узагальнені спостереження за місячний період);
- режимні дані (інформація про середні та максимальні рівні забруднення повітря за тривалий період часу. Необхідна для планування контрзаходів, оцінки збитків від забруднення повітря для національної економіки тощо).

Існуюча мережа моніторингу забруднення повітря в Україні включає пости ручного відбору проб повітря та автоматизовані системи екологічного моніторингу та контролю.

Зразки відправляються в хімічну лабораторію для аналізу з постів ручного відбору проб повітря. Станції моніторингу забруднення можуть бути стаціонарними, маршрутними або мобільними (підфакельними).

Стаціонарні пости необхідні для регулярного відбору проб повітря для подальшого лабораторного аналізу та безперервної реєстрації вмісту забруднюючих речовин. Безперервна реєстрація вмісту забруднюючих речовин здійснюється автоматичними газоаналізаторами.

Мережа стаціонарних постів оснащена обладнанням типу "POST". Найбільш поширеними є лабораторії типу POST-2. Кількість стаціонарних постів визначається зміною чисельності населення (Таблиця 1.3), особливостями топографії, типом промисловості та концентрацій забруднюючих речовин. Стаціонарні пости спостережень можуть встановлюватись у промислових, житлових, змішаній зонах та біля автомагістралей.

Таблиця 1.3 – Визначення кількості стаціонарних постів

Чисельність населення, тис. осіб	< 50	50 – 100	100 – 200	200 – 500	500 – 1000	1000 – 2000	> 2000
Кількість постів, шт.	1	2	3	3 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 20

Маршрутні пости спостереження. Для періодичного відбору проб повітря у фіксованих точках на місцевості використовуються спеціально обладнані автолабораторії. Місце розташування повинно бути таким, щоб можна було виявити максимальну концентрацію забруднюючих речовин, що виробляються джерелом викидів. При визначенні місця відбору проб важливо враховувати висоту джерела викидів та максимально можливу площу забруднення повітря.

Підфакельні (мобільні) пункти спостереження. Використовуються для відбору проб під димовими факелами для визначення зони впливу димового факела, щоб визначити розміри зони впливу. Ці пункти обираються з урахуванням характеру розсіювання забруднюючих речовин у повітрі. Проби відбираються на відстанях: 0,2; 0,5; 1; 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 15; 20 км від джерела забруднення відповідно до переважаючого напрямку вітру.

Автоматизовані системи спостереження та контролю за станом атмосферного повітря (АСКНС-АГ) або (АНКОС-АГ) призначені для безперервного моніторингу змінних у часі та просторі характеристик забруднення та метеорологічних параметрів повітряного простору.

Стационарна АСКОС оснащена обладнанням для безперервного відбору та аналізу проб повітря. Інформація передається в диспетчерський центр. Автоматизовані системи моніторингу та контролю повітря обладнані автоматичною системою відбору проб та автоматичним обладнанням для виявлення забруднюючих речовин (газоаналізаторами).

Аналіз забруднення повітря є, мабуть, найскладнішим завданням в аналітичній хімії. Це пов'язано з тим, що повітря є рухомою системою, склад якої постійно змінюється, і одна проба може містити десятки і сотні органічних і неорганічних сполук одночасно.

Також варто враховувати, що концентрація токсичних речовин у повітрі може бути незначною. Лабораторні дослідження можуть бути проведені за допомогою хроматографічних, мас-спектрометричних, спектральних та електрохімічних методів аналізу забруднення. Значна кількість методів оцінки забруднення атмосферного повітря дозволяє з високим ступенем точності вимірювати якісні та кількісні властивості речовин і матеріалів [31].

Висновки та постановка мети і завдання

Під час виконання кваліфікаційної роботи планується спостереження стану атмосфери та виконання оцінки ризику техногенного навантаження на повітряне середовище. Дослідження виконуються з метою аналізу впливу урбанізованого середовища на стан повітряного середовища міста.

Оскільки місто Дніпро має значне техногенне навантаження, як промисловий центр, дослідження будуть проводитись на основі статистичних даних про стан повітряного середовища саме цього міста. Метою роботи є пошук шляхів зменшення екологічного навантаження на атмосферу та забезпечення достатнього рівня екологічної безпеки для покращення стану здоров'я населення.

Для вирішення задачі необхідно виконати наступні розрахунки:

1. Розрахувати середньорічні концентрації для основних забруднюючих речовин для порівняння з рівнем ГДК та побудувати діаграми результатів.

2. Проаналізувати динаміку найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2009 – 2021 років, тис. т.

3. Розрахувати індекси забруднення атмосфери міста Дніпро по роках за період з 2013 по 2023 роки.

4. Розрахувати індекс забруднення атмосфери по місяцях за 2020 – 2023 роки, побудувати графіки залежності зміни концентрацій речовин від місяців.

Також за оцінкою установ НАН України за ступенем забруднення майже вся територія Дніпропетровської області і самого м. Дніпро відноситься до категорії дуже забрудненої.

Наслідком такої екологічної ситуації є щорічне зменшення чисельності населення: хоч народжуваність останніми роками почала збільшуватись, продовжує зростати загальна смертність та погіршується стан здоров'я населення.

У зв'язку з цим планується:

- виконати оцінку ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря;
- проаналізувати отримані результати і запропонувати методи зниження техногенного навантаження і покращення екологічного стану міста.

РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Дніпро, як найбільш техногенно навантажене місто

Забруднення атмосферного повітря за ступенем хімічної небезпеки для людини посідає перше місце, завдаючи негативних екологічних наслідків і для екосистем, чинить безпосередній вплив на рослинність і фауну, а також на якість води і ґрунту. Сприяє евтрофікації, що призводить до змін видового різноманіття та вторгнення нових видів, сприяє окисленню ґрунту, озер і річок, викликаючи втрати видового різноманіття, пошкодження сільськогосподарських культур, лісів та рослин шляхом зниження їх темпів зростання та негативного впливу на біорізноманіття та екосистеми.

Ступінь поширення багатьох хвороб у такому великому місті, як Дніпро, набагато більша, ніж у малих містах. Забруднення атмосферного повітря викликає найбільшу заклопотаність, чим будь-який інший вид шкоди навколишньому середовищу. Забруднювачі повітря з атмосферними опадами потрапляють у ґрунт та поверхневі води, а далі через природні ланцюги проникають до організму людини, збільшуючи ризик виникнення різних хвороб.

Місто Дніпро характеризується наявністю фотохімічного смогу. Фотохімічний смог - це забруднення повітря, спричинене продуктами фотохімічних реакцій, що утворюються при взаємодії різних компонентів автомобільних та промислових викидів під впливом ультрафіолетового випромінювання. Багато з реакцій, що відбуваються при цьому, сприяють утворенню речовин, які є більш токсичними, ніж вихідні компоненти викидів. Щільний смог викликає алергічні реакції, подразнює органи чуття та слизові оболонки, викликає напади бронхіальної астми, призводить до масових отруєнь, вбиває рослини. Він діє як окислювач (прискорює корозію металів і викликає розтріскування гуми) і пошкоджує будівлі та споруди [19, 20].

Антропогенне забруднення повітря відбувається під впливом діяльності людини внаслідок впровадження нових технологій та розвитку потужностей підприємств. Джерела антропогенного забруднення можна розділити на стаціонарні та пересувні. Для того, щоб вжити відповідних та ефективних заходів, необхідно оцінити вплив промислових об'єктів з урахуванням особливостей технологій та потужностей.

Дніпро - одне з провідних промислових міст країни, де добре розвинуті чорна металургія, хімічна промисловість та машинобудування. Велика кількість промислових зон створює складні екологічні проблеми, які безпосередньо впливають на якість повітря. Екологічні умови в регіоні також пов'язані з тим, що місто розташоване на перехресті всіх типів шляхів сполучень: залізничних, автомобільних, повітряних та водних. Дніпропетровська область та місто Дніпро посідають перше місце за рівнем викидів вуглекислого газу та формальдегіду.

Найпотужнішими антропогенними джерелами забруднення є теплові електростанції, які забруднюють повітря такими викидами: діоксид сірки, оксиди азоту, сажа зі смолоподібними речовинами, пил і зола, що містять солі важких металів. Також забруднюють повітря підприємства чорної металургії та гірничодобувної промисловості, включаючи доменні печі, сталеплавильні та прокатні стани, агломераційні фабрики, коксохімічні заводи, хімічні заводи, заводи з переробки відходів і теплові електростанції. Викиди в атмосферу включають оксид вуглецю, діоксид сірки, пил, оксиди азоту, сірководень, аміак та сірковуглець, аерозолі хрому, марганцю, бензол, фенол, піридин і нафталін.

Для підприємств кольорової металургії характерні такі викиди: кольорові метали та фторовані сполуки важких металів (зазвичай в аерозольній формі), пари ртуті, діоксид сірки, оксиди азоту та оксид вуглецю, поліметалевий пил, смолисті матеріали та вуглеводні. Крім того, викиди від таких підприємств включають аерозолі сполук кольорових і важких металів, особливо пари ртуті та органічних розчинників [33].

Сумарні викиди в атмосферне повітря міста здійснюють понад 7 000 стаціонарних джерел забруднення. З них 6 200 (89%) є організованими джерелами.

Основними забруднювачами довкілля є металургійні та гірничодобувні підприємства, а також енергетичні компанії. Види економічної діяльності з найбільшим впливом на довкілля - видобуток металевих руд виробництво електроенергії, сталі та феросплавів.

Підприємства, що спричиняють найбільше забруднення повітря у Дніпрі, позначені на карті коричневим кольором (Рис. 2.1):

1. ПрАТ «Дніпровський металургійний завод»;
2. ПрАТ «Дніпровський коксохімічний завод» (підр. ПрАТ «КАМЕТ-СТАЛЬ»);
3. ДТЕК Придніпровська ТЕС;
4. ПАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод»;
5. ТОВ «МЗ «ДНІПРОСТАЛЬ»;
6. ТОВ «ІНТЕРПАЙП Україна».

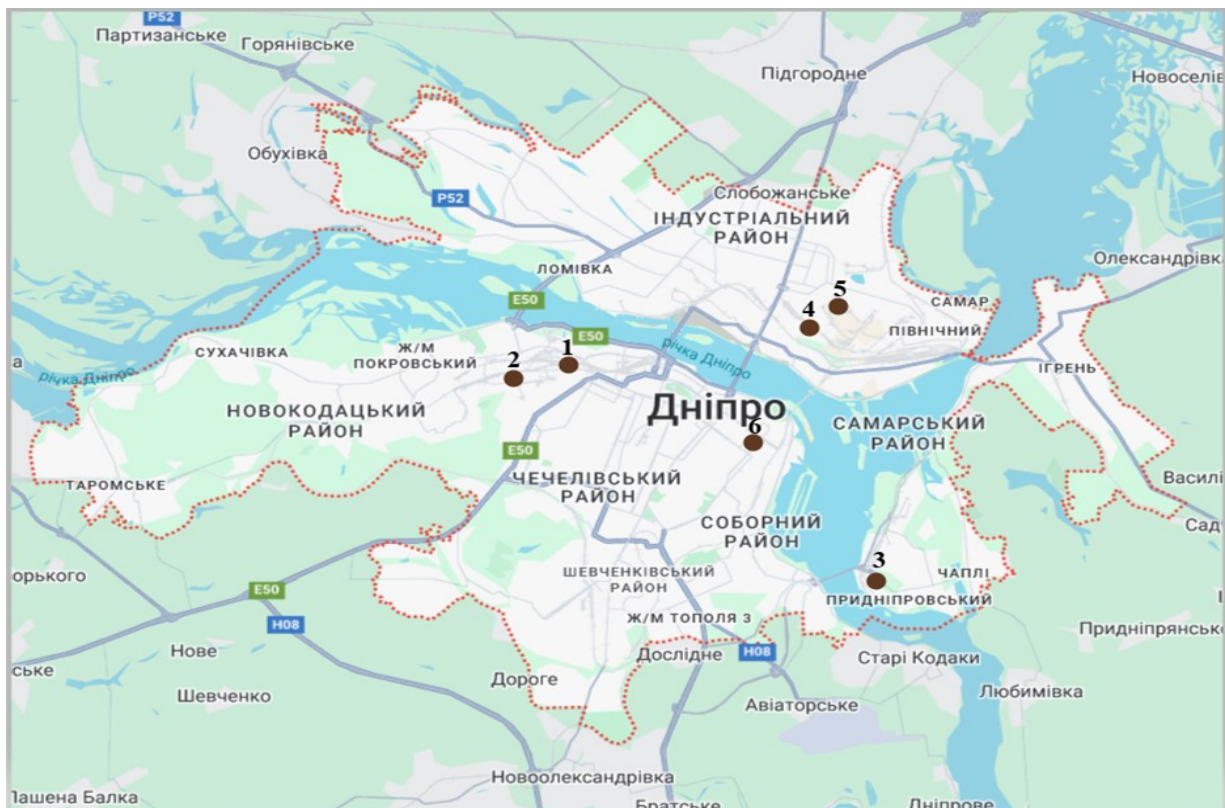


Рисунок 2.1 – Основні забруднювачі повітря м. Дніпро та їх розташування

Сучасні міста немислимі без транспорту, але транспорт, особливо автомобільний, є найшкідливішим джерелом забруднення повітря (до 70%). Двигуни викидають в атмосферу велику кількість оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту, сполук свинцю та інших токсичних і канцерогенних речовин. І чим більше автомобілів у місті, чим більше трафіку, тим більш шкідливим він стає, тим вищий рівень забруднення навколишнього середовища і тим більша шкода здоров'ю людей. Забруднення повітря є невід'ємною частиною екологічної кризи у великих містах.

Через велику кількість транспортних шляхів у Дніпрі пересувні джерела мають значний вплив на якість повітря. Проби повітря, які відбираються, містять надмірну кількість шкідливих речовин, таких як дрібнодисперсні тверді частинки PM2.5 та PM10, діоксид вуглецю, діоксид азоту, пари бензину та метан.

Один автомобіль викидає 700 кг оксиду вуглецю, 40 кг діоксиду азоту, 230 кг незгорілих вуглеводнів, 2-5 кг твердих частинок на рік.

Захворюваність на рак серед мешканців будинків, розташованих на відстані до 10 метрів від дороги або автомагістралі, у три-чотири рази вища, ніж у будинках, розташованих за 50 метрів від дороги.

Токсичні речовини, що викидаються двигунами внутрішнього згоряння, - це гази і пари палива з карбюраторів і паливних баків. Переважна більшість токсичних домішок потрапляє в атмосферу з вихлопними газами двигунів внутрішнього згоряння. Двигуни викидають значні кількості наступних речовин: оксиду вуглецю, вуглеводнів, оксидів азоту, сполук свинцю та інших токсичних і канцерогенних речовин.

На автотранспорт припадає близько 40% міських викидів токсичних речовин. Існує нагальна потреба в програмі аналізу викидів міського громадського транспорту, включаючи викиди CO₂, а також терміново необхідна програма для аналізу та планування заходів з пом'якшення наслідків негативного впливу на стан екології [32].

2.2 Моніторинг якості повітря міста Дніпро

У Дніпрі продовжують впроваджувати інституційні заходи для реалізації існуючої політики у сфері контролю за забрудненням повітря в місті.

Дніпровський регіональний центр з гідрометеорології та метеорології здійснює постійний моніторинг стану атмосферного повітря в місті на п'яти стаціонарних постах. Для контролю стану атмосферного повітря в місті проводяться заходи з удосконалення автоматизованої системи моніторингу довкілля у м. Дніпро. Це особливо важливо для промислового міста, тому що жителі Дніпра найбільше занепокоєні викидами від підприємств.

Автоматичні станції моніторингу забруднення повітря мають бути розміщені як в чистих та природних парках, так і в місцях, де росташовані міські центри забруднення [4].

У місті розташовано 5 автоматизованих стаціонарних станцій аналізу якості повітря, що знаходяться на балансі КП “Центр екологічного моніторингу Дніпропетровської обласної ради” - позначені на карті (рис.1) червоним кольором;

1. вул. Батумська, 20а - Стаціонарна станція «Ефір-2.2»
2. вул. Космонавта Волкова, 11а - Стаціонарна станція «Ефір-2.3»
3. проспект Свободи, 74 - Стаціонарна станція «Ефір-2.1»
4. вул. Набережна Перемоги, 106а - Стаціонарна станція «Ефір-1»
5. вул. Нестерова, 29 – Референтна стаціонарна станція аналізу якості повітря «Зевс-1».

А також 6 неавтоматизованих стаціонарних постів спостережень за станом атмосферного повітря, що належать Дніпропетровському регіональному центру з гідрометеорології”- позначені на карті (рис.2.2) синім кольором.

1. ПСЗ № 10 – парк ім. Т.Г. Шевченко
2. ПСЗ № 13 – вул. Філософська, 94
3. ПСЗ № 19 – вул. Краснопільська, 11

4. ПСЗ № 20 – пр. Івана Мазепи, 38
5. ПСЗ № 24 – вул. Богдана Хмельницького, 20
6. ПСЗ № 25 – проспект Героїв, 21

За допомогою стаціонарних постів відстежуються концентрації основних забруднюючих речовин у повітрі (пил, аміак, діоксид азоту, формальдегід, оксид азоту, фенол, оксид вуглецю).

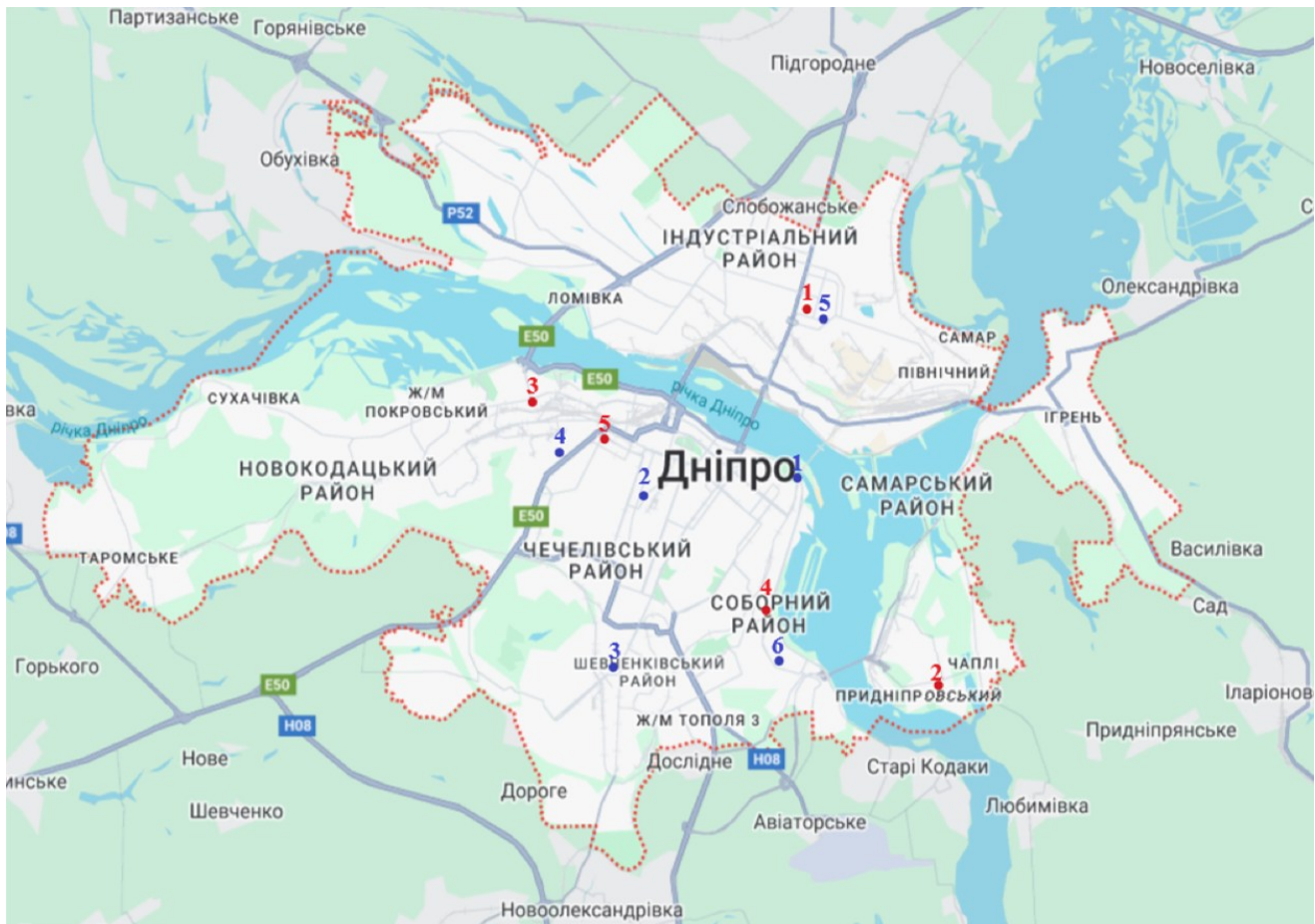


Рисунок 2.2 – Розташування стаціонарних постів і станцій на карті м. Дніпро

Також актуальні дані у режимі реального часу можливо відстежувати на сайті «SaveEcoBot». Наразі це єдина в Україні екологічна система, що поєднує дані про поточний стан навколишнього середовища, про забруднення, забруднювачі та

інструменти захисту навколишнього середовища. Представлена наступна інформація:

- інтерактивна карта радіаційного фону;
- детальна інформація про стан радіаційного фону в областях та населених пунктах;
- карта якості повітря з напрямом та швидкістю вітру;
- інформація про якість повітря з кожної посади моніторингу та дані щодо населених пунктів;
- аналітика та карта пожеж України з деталями щодо кожного з регіонів;
- аналітика екологічних податків;
- статистика результатів роботи екоінспекції.

Дані про стан атмосферного повітря в місті Дніпро система SaveEcoBot збирає з 106 онлайн станцій моніторингу.

На території обласного центру в межах соціально-гігієнічного моніторингу в 2022 році досліджувалось атмосферне повітря на селітебних територіях в зонах впливу таких промислових підприємств – ПрАТ “ДМЗ”, ПАТ “Інтерпайп НТЗ”, де фіксувались перевищення нормативів концентрації забруднюючих речовин у районі вул. Бельгійська, вул. Коксова, вул. Костя Гордієнко, пр. Слобожанський.

Мали місце перевищення концентрації забруднюючих речовин в зоні впливу таких транспортних магістралей, як пр. Гетьмана Мазепи, пр. Сергія Нігояна, вул. Ярослава Мудрого, вул. Донецьке шосе, вул. Березинська, пр. Слобожанський, вул. Байкальська, вул. Совхозна, де було зафіксовано перевищення допустимих нормативів по ряду показників, про що інформувались органи місцевого самоврядування.

До забруднюючих речовин, про негативну дію яких на здоров'я людини отримані найбільш переконливі докази, відносяться тверді суспендовані частинки (ТЧ), озон (O₃), діоксид азоту (NO₂), діоксид сірки (SO₂), оксид вуглецю (CO).

Для розрахунку впливу забруднюючих речовин на довколишнє середовища та здоров'я людини використовуються сучасні методики, що дозволяє проаналізувати ступінь забрудненості атмосферного повітря.

2.3 Методологія дослідження

2.3.1 Розрахунок індексу забруднення атмосфери (ІЗА)

Оцінка показників якості повітря базується на двох основних підходах:

1) Метод порівняння. Передбачає порівняння визначеного або розрахованого значення індикатора (параметра) з еталонним значенням - – метод гранично допустимої концентрації (ГДК);

2) Метод інтегральної оцінки. На основі розрахунку комплексного показника можна оцінити загальну якість повітряного басейну окремого району або населеного пункту за певною забруднюючою речовиною.

Метод гранично допустимих концентрацій (ГДК) наразі є найпоширенішим методом, що використовується для оцінки стану атмосфери та інших природних середовищ.

Більше уваги слід приділити методам, які оцінюють якість повітря за індивідуальними забруднювачами (ЗР) - групами забруднювачів. Фактично, найпоширеніші показники – це індекси забруднення атмосфери (ІЗА), що визначаються різними методичними підходами.

Найпоширенішим є метод розрахунку на основі результатів стандартизації за значеннями ГДК, отриманими від мережі пунктів спостереження за забрудненням атмосфери (ПСЗА). Такі ІЗА розраховуються за допомогою рівняння 2.1, 2.2:

$$I = \left(\frac{q_p}{\text{ГДК}_{Mp}} \right)^{C_i}, \quad (2.1)$$

$$\text{або } I = \left(\frac{\bar{q}}{\Gamma\text{ДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i}, \quad (2.2)$$

де q_p та \bar{q} – максимальна та середня концентрації забруднюючих речовин у повітрі, відповідно, мг/м³;

C_i – константа, що має значення 1,7, 1,3, 1,0 та 0,9 для першого, другого, третього та четвертого класів небезпеки ЗР відповідно, що дозволяє привести ступінь шкідливості i -ої ЗР до ступеня шкідливості SO_2 .

Якщо значення $IЗА \leq 1$, якість повітряного басейну вважається такою, що відповідає санітарним вимогам за вмістом певних забруднюючих речовин [6].

Комплексний індекс забруднення атмосфери ($KIЗА$) є мірою забруднення атмосферного повітря від n речовин, що є в атмосферному повітрі міста. $KIЗА$ розраховують за формулою 2.3:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{\bar{q}}{\Gamma\text{ДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i} \right)_i, \quad (2.3)$$

$KIЗА$ рахують як для одного, так і для декількох (K) ПСЗА міста як сума всіх $IЗА$.

Як $KIЗА$ можна також використовувати індекс I_5 , який враховує значення одиничних $IЗА$ тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші. Індекс I_5 розраховують за формулою 2.4:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i, \quad (2.4)$$

Слід зазначити, що *KIЗА* враховує всі ЗР, які спостерігаються в даному місті. Однак при порівняльному аналізі різних міст кількість спостережуваних ЗР може відрізнятися. У цьому випадку індикатор *I5* більш об'єктивно характеризує стан якості повітря. Індикатор враховує п'ять найважливіших забруднюючих речовин і певним чином поєднує результати оцінювання. Досвід також показав, що забруднювачі, які не входять до "першої п'ятірки", насправді мають незначний вплив на значення *KIЗА* [34].

Для розрахунку індексу забруднення атмосфери міста Дніпро були використані дані з регіональних доповідей за 2013–2022 рр. та екологічного паспорту за 2014–2022 рр. Дніпропетровської області.

2.3.2 Оцінка ризику для здоров'я населення

Методологія оцінки ризику - це вибір найкращого способу усунення або зменшення ризику в конкретній ситуації. Вона складається з трьох взаємопов'язаних елементів:

- 1) оцінка ризиків;
- 2) управління ризиками;
- 3) інформування про ризики.

Разом вони не тільки виявляють існуючі проблеми та розробляють шляхи їх вирішення, але й створюють умови для практичної реалізації цих рішень. Разом з тим, ідентифікація ризиків, що виникають внаслідок забруднення атмосферного повітря, дають можливість оцінити ймовірність та медико-соціальну значущість можливих захворювань при різних сценаріях впливу забруднення повітря. Також можливо визначити пріоритети та пріоритетність заходів з управління факторами ризику на індивідуальному та популяційному рівнях, а також встановити пріоритети та пріоритетність заходів з управління факторами ризику.

Повний або базовий план оцінки ризиків включає наступні чотири взаємопов'язані етапи 1) ідентифікація небезпеки, 2) оцінка впливу, 3) характеристика небезпеки та 4) характеристика ризику.

1) Ідентифікація небезпеки. Основним завданням цього етапу є вибір пріоритетних, індикаторних хімічних речовин. Досліджуючи хімічну речовину, можна з достатньою точністю охарактеризувати рівень ризику, джерело та ризик порушення здоров'я населення.

Пріоритетність речовин для дослідження ґрунтується на даних про їхню біологічну активність, зокрема канцерогенні, фізичні та хімічні властивості визначають характеристики поширеності та поведінки речовини в навколишньому середовищі. Сюди входить залежність прояву несприятливих ефектів (специфічних і неспецифічних) від способу потрапляння речовини в організм. У цьому випадку часто використовують вторинні джерела даних. Часто це інформація (аналітичні огляди, звіти, довідники, бази даних), що містить висновки вже висококваліфікованих фахівців про небезпечні властивості речовини.

2. Оцінка експозиції - етап оцінки ризику, який визначає кількісний рівень, на якому речовина потрапляє в організм людини певним шляхом. Дозволяє визначити шляхи розповсюдження забруднювачів у навколишньому середовищі та їх вплив на організм людини, дослідити їх концентрацію, визначити час експозиції та загальний час впливу, а також оцінити ступінь впливу забруднювача на організм людини. Також можливо оцінити чисельність населення, яке зазнає або потенційно може зазнати впливу небезпечного фактору.

Кількісна характеристика впливу визначає концентрацію хімічної речовини, яка впливає на людину, на основі наступних даних: - моніторингові дослідження; - моделювання поширеності та поведінки хімічних речовин в атмосферному (природному) середовищі; - визначення концентрацій хімічних речовин, що впливають на людину; - поєднання даних, отриманих на основі результатів моніторингу та результатів моделювання.

Критеріями відбору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсикологічні властивості, розподіл у навколишньому середовищі, стійкість, біологічні властивості та здатність до міграції в навколишнє середовище. і здатність викликати несприятливі наслідки (незворотні, довгострокові) - це кількість людей, які потенційно можуть зазнати впливу.

Важливо звернути увагу на перелік найпоширеніших забруднювачів повітря в Україні, показників та компонентів атмосферних опадів, що зазначені у "Порядку здійснення державного моніторингу у сфері атмосферних опадів", що затверджений Постановою Кабінету Міністрів України № 827 від 14 серпня 2019 року.

Результатом цього етапу оцінки ризику є визначення середньодобової дози (ADD/LADD). Формула для розрахунку ADD/LADD за інгаляційного впливу речовини з атмосферного повітря виглядає наступним чином (формула 2.5):

$$ADD/LADD = \frac{[(Ca \cdot Tout \cdot Vout) + (Ch \cdot Tin \cdot Vin)] \cdot EF \cdot ED}{BW \cdot AT \cdot 365}, \quad (2.5)$$

де $ADD/LADD$ – середньодобова доза речовини, мг/(кг·доба);

Ca – концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м³;

Ch – концентрація речовини у повітрі приміщення, мг/м³;

$Tout$ – час перебування на відкритому повітрі, год/доба;

Tin – час перебування в приміщенні, год/доба;

$Vout$ – швидкість дихання на відкритому повітрі, м³/год;

Vin – швидкість дихання у приміщенні, м³/год;

EF – частота впливу, днів/рік;

ED – тривалість впливу, років;

BW – маса тіла, кг;

AT – середня тривалість експозиції, років;

365 – кількість днів у році.

3. Характеристика небезпеки. Основним завданням на цьому етапі є узагальнення та аналіз наявних даних щодо гігієнічних нормативів, безпечних рівнів впливу (референтних значень), тривалості впливу (роки), середньої тривалості впливу (роки), критичних органів та можливих несприятливих наслідків конкретних видів опромінення.

Дія хімічної речовини залежить від шляху потрапляння в організм, часу, рівня дози та концентрації. Методи оцінки ризику традиційно зосереджуються на шкідливих ефектах, які виникають при впливі найнижчої ефективної дози (критичні ефекти, критичні органи/системи).

4. Характеристика ризику інтегрує дані про небезпеку досліджуваної речовини, дози опромінення та параметри "доза-відповідь", які отримані на попередньому етапі дослідження. На основі цих даних проводиться кількісна та якісна оцінка ризику окремих речовин та оцінка ризику для здоров'я населення для групи сполук.

Ризик неканцерогенних ефектів оцінюється шляхом порівняння фактичних рівнів впливу з безпечними (референтними) рівнями впливу.

$$HQ = AD/RfD \quad \text{або} \quad HQ = AC/RfC, \quad (2.6)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки;

AD – середня доза, мг/кг;

AC – середня концентрація, мг/м³;

RfD – референтна (безпечна) доза, мг/кг;

RfC – референтна концентрація, мг/м³.

Якщо референтна доза/концентрація відсутня, як еквівалент можна використовувати гранично допустиму концентрацію (ГДК). Альтернативно, в

якості еквівалентів можуть використовуватися максимальні недіючі рівні або концентрації (МНР, МНК), встановлені за критеріями прямого впливу на здоров'я.

У разі вдихання розрахунок доз не є необхідним, за винятком випадків, коли цього вимагає конкретне дослідницьке питання.

Коефіцієнт небезпеки можна розрахувати за допомогою формули 2.7:

$$HQ_i = C_i / RfC_i , \quad (2.7)$$

де HQ_i – індекс небезпеки впливу i -тої речовини;

C_i – рівень впливу i -тої речовини, мг/м³;

RfC_i – безпечний рівень впливу, мг/м³.

Коефіцієнти небезпеки розраховуються окремо для короткочасного (гострого), підгострого та довготривалого впливу хімічних речовин. При цьому середній час експозиції та відповідні безпечні рівні впливу повинні бути однаковими.

Оцінка ризику неканцерогенних ефектів при комбінованому впливі хімічних речовин базується на розрахунку індексу небезпеки за формулою 2.8:

$$HI = \sum_{i=1}^n HQ_i , \quad (2.8)$$

де HQ_i – коефіцієнт небезпеки для кожного компонента хімічної суміші, який зазнав впливу.

Для оцінки канцерогенного ризику необхідно розрахувати індивідуальний та популяційний ризик впливу досліджуваної речовини. Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику CR здійснюється за формулою 2.9:

$$CR = LADD \cdot SF, \quad (2.9)$$

де $LADD$ – середня добова доза протягом життя, мг/(кг · доба);

SF – коефіцієнт нахилу, (мг/кг · доба)⁻¹

Одиничний ризик розраховують із використанням величини SF , стандартної величини маси тіла людини (70 кг) та добового споживання повітря (20 м³) за формулою 2.10:

$$URi(\text{куб. м/мг}) = \frac{SFi(\text{мг/кг·доба})^{-1}}{70\text{кг} \cdot 20(\text{куб.м/доба})}, \quad (2.10)$$

Одночасно з розрахунком індивідуального ризику раку визначається популяційний ризик (PCR), це кількість випадків новоутворень, які можуть виникнути протягом життя (фоновий) в результаті впливу:

$$PCR = CR \cdot POP, \quad (2.11)$$

де CR – ризик захворювання на рак для індивіда;

POP – чисельність популяції, що зазнає впливу відповідного фактора, осіб.

Управління ризиком. Управління ризиком є логічним продовженням оцінки ризику. Основними завданнями управління ризиками є наступні: порівняння факторів ризику, визначення важливості ризиків, ранжування ризиків та визначення пріоритетів, оцінка та координація ефективності заходів щодо зміцнення здоров'я, а також обґрунтування найкращого рішення для усунення або мінімізації ризику в конкретній ситуації.

Управління ризиками ґрунтується на поєднанні політичних, соціальних та економічних оцінок величини ризику, порівняльних характеристик шкоди для

здоров'я людини і суспільства в цілому, ймовірних витрат на реалізацію різних варіантів зниження ризиків і вигод, отриманих в результаті вжиття заходів.

Інформування про ризик. Завершальним етапом методології аналізу ризиків є інформування про ризики. Інформування про ризики - процес визначення ступеня ризику для здоров'я людини та поширення результатів прийнятих рішень щодо його контролю.

Міністерство охорони здоров'я та медичного забезпечення України спільно з адміністративними органами розробить комплекс превентивних заходів та порядок їх реалізації з урахуванням пріоритетності окремих джерел забруднення та основних факторів, що становлять найбільш небезпечний та високий рівень ризику для здоров'я населення та довкілля.

Аспект є новим за своїм принципом і відрізняє концепцію ризику від традиційних концепцій, що використовуються для оцінки ризику екологічних небезпек для населення [35].

2.4 Аналіз забруднення атмосферного повітря міста за вмістом у викидах політантів

2.4.1 Розрахунок середньорічні концентрації основних забруднюючих речовин

За допомогою статистичних даних були розраховані середньорічні концентрації для основних забруднюючих речовин (пил, аміак, діоксид азоту, формальдегід, оксид азоту, фенол, оксид вуглецю). Отримані дані наведені у таблиці 2.1.

Для кожної забруднюючої речовини побудовані графіки, які відображають динаміку зміни концентрації протягом вибраного проміжку часу і демонструють ступінь перевищення гранично допустимої концентрації (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин (мг/м³) за 2013 – 2022 рр. на території міста Дніпро

Таблиця 2.1 – Середньорічні концентрації забруднюючих речовин

Рік	пил	аміак	діоксид азоту	формальдегід	оксид азоту	фенол	оксид вуглецю
2013	0,3	0,04	0,092	0,0111	0,06	0,0039	1
2014	0,3	0,04	0,072	0,012	0,042	0,003	0,7
2015	0,405	0,04	0,092	0,0111	0,048	0,003	0,7
2016	0,405	0,04	0,112	0,0129	0,048	0,003	1
2017	0,3	0,04	0,132	0,0129	0,06	0,003	0,7
2018	0,3	0,04	0,12	0,015	0,048	0,003	1
2019	0,405	0,04	0,092	0,0111	0,048	0,003	0,7
2020	0,3	0,04	0,1	0,015	0,048	0,003	0,7
2021	0,195	0,04	0,092	0,0141	0,048	0,003	0,7
2022	0,195	0,04	0,072	0,0129	0,042	0,0021	0,7
ГДКс.д., мг/м³	0,15	0,04	0,04	0,003	0,06	0,003	3

На графіках рисунку 2.3 рівень концентрації порівнюється з рівнем ГДК для розуміння того, які речовини його перевищують, а які ні.

Пил, діоксид азоту та формальдегід постійно перевищують рівень ГДК. Аміак та фенол частіш за все тримаються на рівні ГДК. Значення концентрації оксиду азоту і оксиду вуглецю частіш за все нижче рівня ГДК.

2.4.2 Аналіз динаміки найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2009 – 2021 років

Під час виконання кваліфікаційної роботи були опрацьовані статистичні дані з регіональних доповідей за 2013–2022 рр.; екологічного паспорту за 2014–2022 рр. Дніпропетровської області; про стан атмосферного повітря (Звіти КП «Центр екологічного моніторингу» ДОР», дані Дніпропетровського регіонального центру з гідрометеорології, інформація від підприємств). Узагальнені відомості наведені у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Узагальнені дані по обсягу забруднюючих речовин, тис. т.

ЗР, рік	Загальний	Пил	Діоксид сірки	Діоксид азоту	Оксид вуглецю
2000	97,276	25,873	36,657	17,667	13,521
2009	105,614	18,456	55,054	15,25	7,056
2010	110,03	19,441	55,194	17,147	8,665
2011	110,046	22,073	51,017	19,262	7,693
2012	110,419	21,01	55,356	19,078	6,31
2013	104,8	15,355	56,335	18,112	6,498
2014	87,725	13,721	42,635	18,039	6,398
2015	48,5	10,424	23,144	7,917	6,036
2016	80,56	13,777	45,188	12,058	7,875
2017	45,681	10,461	17,024	7,443	9,389
2018	47,086	-	18,781	6,732	8,711
2019	40,81	-	18,762	6,291	7,177
2020	31,109	3,7	16,109	5,033	5,732
2021	28,62	3,233	13,395	4,708	6,152

З урахуванням отриманих даних були побудовані відповідні графіки (рис. 2.4 та рис.2.5):

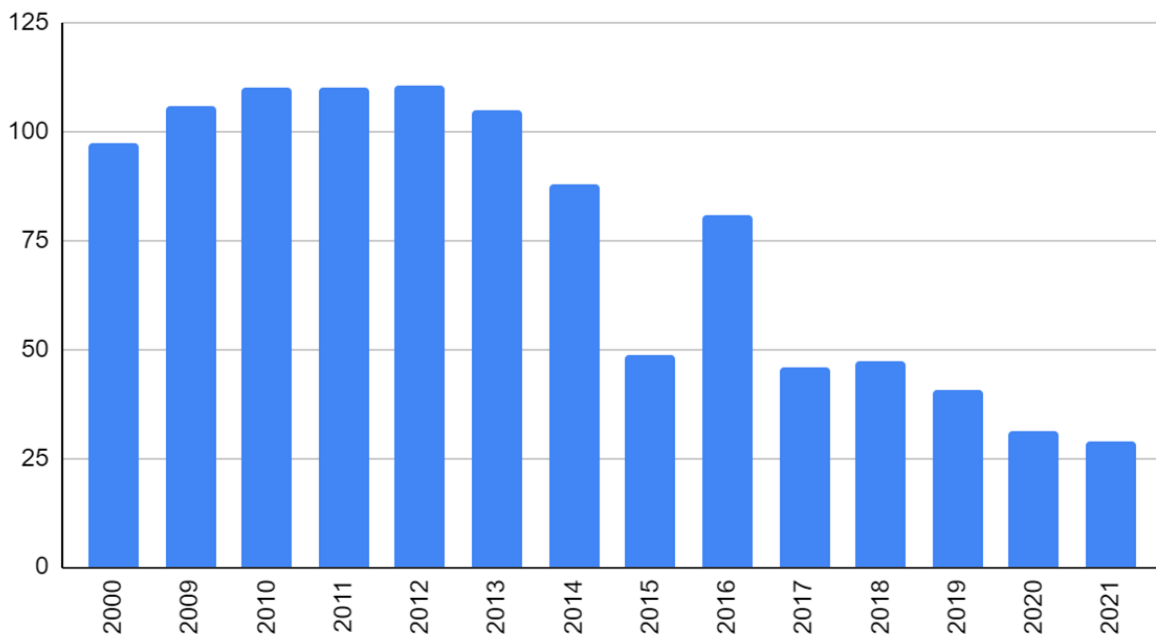


Рисунок 2.4 - Динаміка найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2000 - 2021 рр., тис. т (загальна)

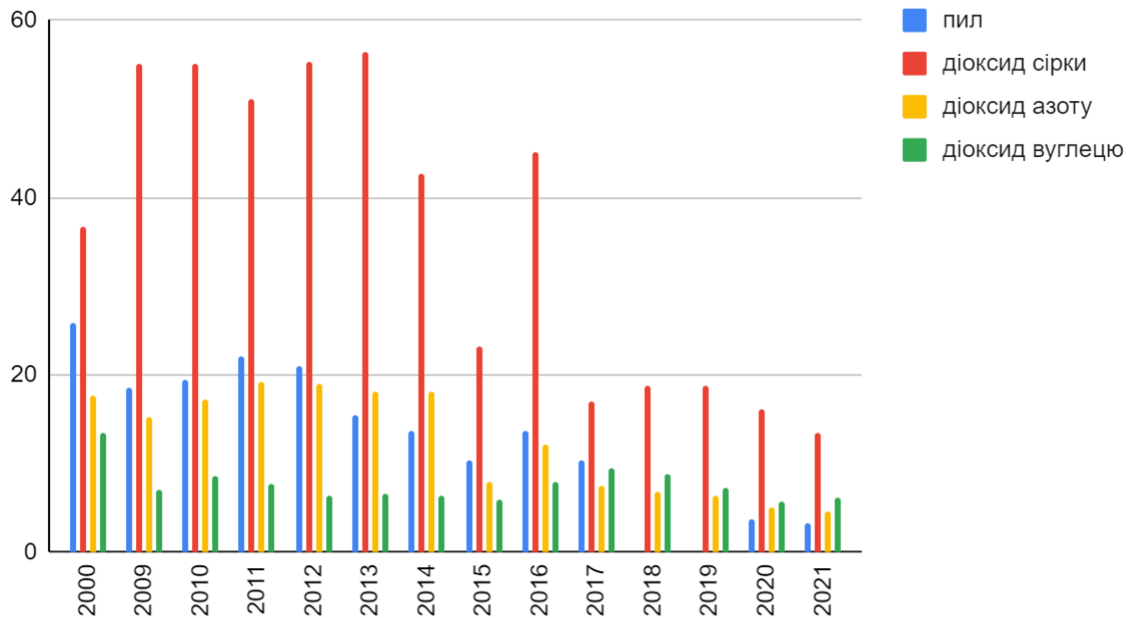


Рисунок 2.5 - Динаміка найпоширеніших забруднюючих речовин протягом 2000 - 2021 рр.

На отриманих графіках можна побачити динаміку зміни кількості викидів у вибраний період часу, (тис. т). На загальній діаграмі (рис. 2.4) можна побачити тенденцію до поступового зменшення обсягів викиду забруднюючих речовин.

Зменшення негативного впливу на оточуюче середовище пов'язане з виконанням природоохоронних заходів на основних підприємствах – забруднювачах.

Так, у 2022 році на ПрАТ «Дніпровський коксохімічний завод» виконувався захід “Ремонт камер коксування коксових батарей № 5, № 6 коксового цеху з використанням керамічного виплавлення для усунення прососів із камер у опалювальні простінки. У звітному періоді проведено ремонт 157 камери коксування коксових батарей №№ 5, 6.

У 2021 році на ПрАТ “Дніпровський металургійний завод” виконано: 1) установка пригнічення бурового диму на ливарному дворі під час випуску чавуну на домені печі № 2; 2) виведено з експлуатації міксер ККЦ та частину обладнання ливарної ділянки СЦПКХО КХП (вагранка);

У 2019 році на ПАТ «Інтерпайп Нижньодніпровський трубопрокатний завод»; – виконано автономне паропостачання технологічних споживачів та здійснено перехід на альтернативне джерело видобутку теплової енергії, тощо.

Також були побудовані графіки для окремих забруднюючих речовин (рис. 2.6).

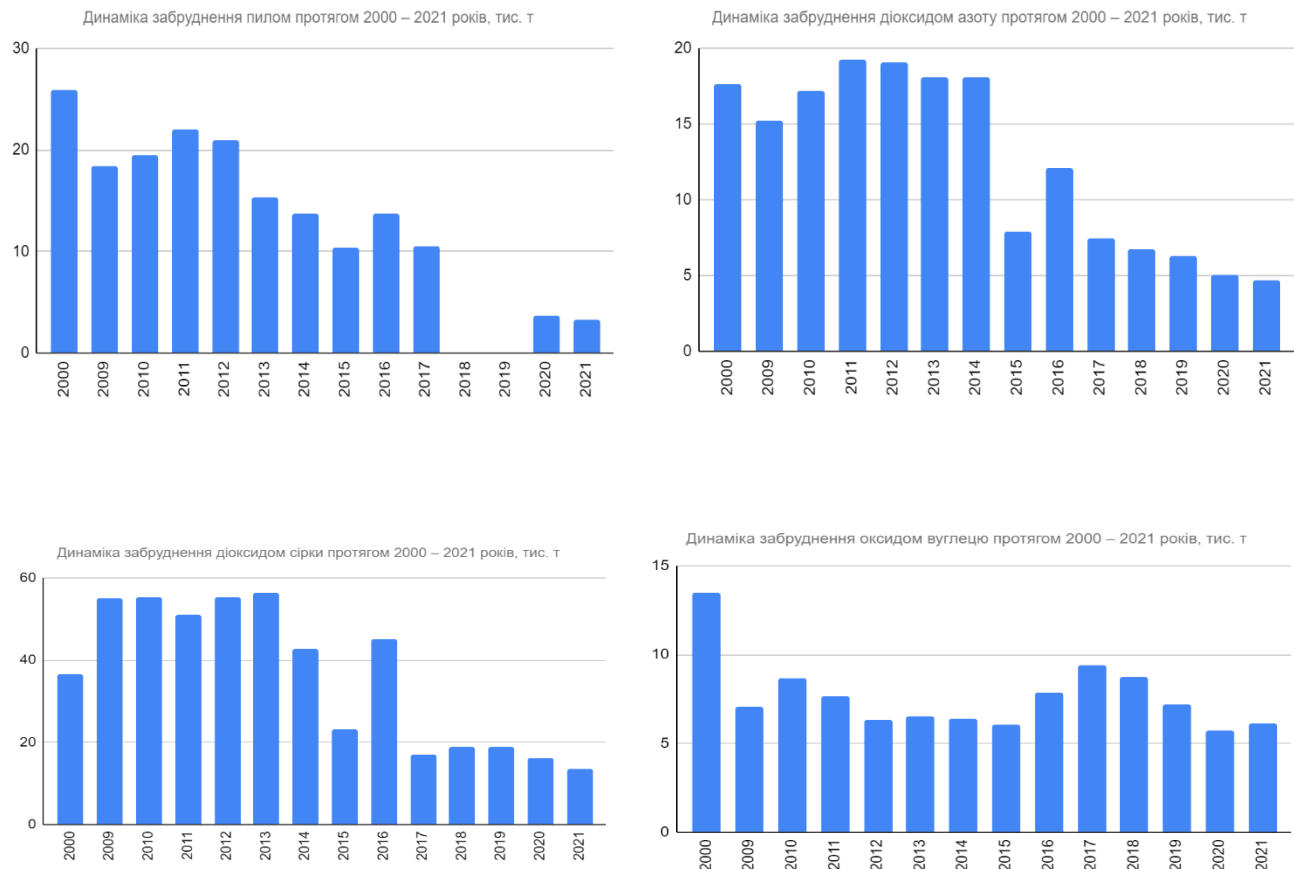


Рисунок 2.6 – Динаміка окремих забруднюючих речовин протягом 2000 – 2021 років

На діаграмах по окремим речовинам спостерігаємо ту ж тенденцію динаміки для пилу, діоксиду азоту та діоксиду сірки – тенденцію до поступового зменшення обсягів викиду забруднюючих речовин.

Але з оксидом вуглецю ситуація менш сприятлива. У період з 2016 по 2019 роки спостерігалось підвищення рівня викидів у порівнянні з періодом з 2012 по 2015 роки. І тільки з 2020 року динаміка пішла на спад.

Екологічна ситуація загострюється тим, що викиди в атмосферу здійснюються нерівномірно, а переважно в промислових зонах – окремих районах міста, де розташовані підприємства металургійної, гірничодобувної, машинобудівної, хімічної та інших галузей промисловості.

Проте, в умовах існуючої екологічної кризи, навіть поступове поліпшення загального стану і зменшення обсягів викидів, вже є позитивним моментом.

2.4.3 Розрахунок індексів забруднення атмосфери по роках за період 2013–2023 роки

Для розрахунку індексу забруднення атмосфери були використані формули 2.1 – 2.4 з розділу 2.3. Розрахунки проводились для кожної забруднюючої речовини, після чого вираховувався комплексне значення для вибраного проміжку часу.

ІЗА розраховані для п'яти забруднюючих речовин, окрім оксиду азоту і оксиду вуглецю, оскільки на графіках середньорічної концентрації забруднюючих речовин (рис. 2.3) видно, що концентрація цих речовин нижче за рівень ГДК :

$$I_{\text{пил}} = \left(\frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i} = \left(\frac{0,3}{0,15} \right)^1 = 2,$$

$$I_{\text{аміак}} = \left(\frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i} = \left(\frac{0,04}{0,04} \right)^{0,9} = 1,$$

$$I_{\text{діоксид азоту}} = \left(\frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i} = \left(\frac{0,092}{0,04} \right)^1 = 2,3,$$

$$I_{\text{формальдегід}} = \left(\frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i} = \left(\frac{0,0111}{0,003} \right)^{1,3} = 5.479,$$

$$I_{\text{фенолу}} = \left(\frac{\bar{q}}{\text{ГДК}_{\text{сд}}} \right)^{C_i} = \left(\frac{0,0039}{0,003} \right)^{1,3} = 1,4$$

Як *KІЗА* можна також використовувати індекс *I₅*, який враховує значення одиничних *IЗА* тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i = 2 + 1 + 2,3 + 5,479 + 1,4 = 12,18 .$$

Всі наступні розрахунки індексів забруднення атмосфери були проведені аналогічним чином з застосуванням програми Excel. Отримані результати були сформовані у зведену таблицю (табл.2.3) і використані для побудови діаграми, яка наочно демонструє рівень забруднення повітря у період з 2013 до 2023 року.

Таблиця 2.3 – Значення ІЗА на період 2013 – 2023 рр.

Рік	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
ІЗА	12,18	11,86	12,48	14,16	13,96	15,10	17,02	14,60	12,86	12,02	12,48

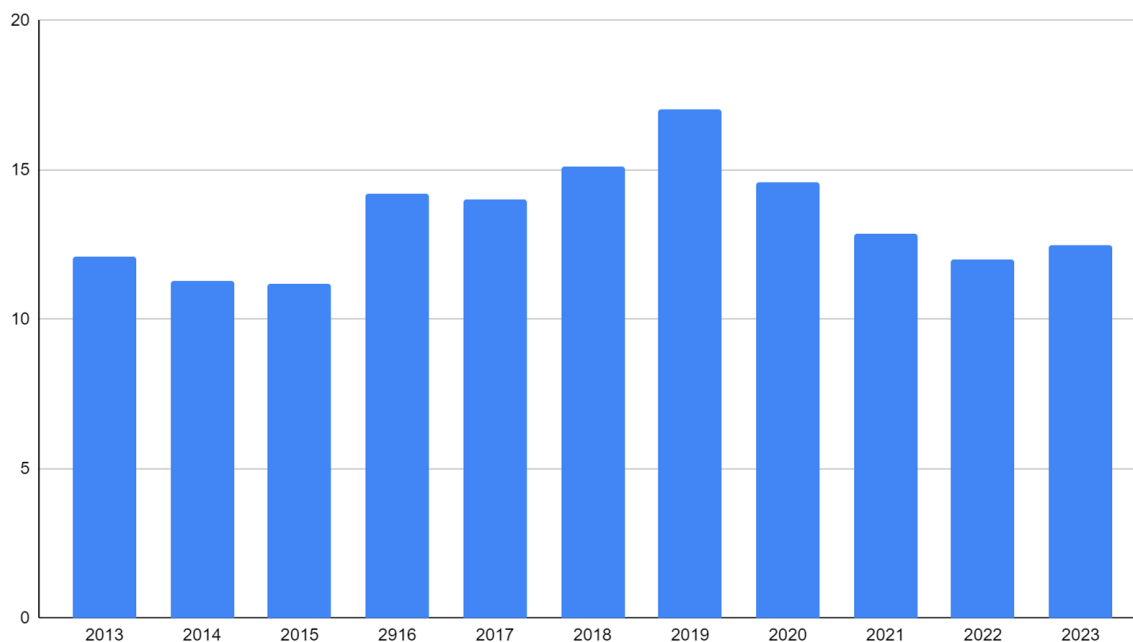


Рисунок 2.7 – Індекс забруднення атмосфери м. Дніпро на період 2013 - 2023 років

На діаграмі (рис. 2.7) бачимо, що ІЗА загалом коливається в проміжку від 8 до 15, тобто рівень забруднення повітря вище середнього, а у 2019 році був значно вище середнього.

За нормами, якщо значення $ІЗА \leq 5$, рівень забруднення повітря міста вважається нижче середнього, якщо $5 < ІЗА \leq 8$ – приблизно дорівнює середньому, якщо $8 \leq ІЗА \leq 15$ – вище середнього, якщо $ІЗА > 15$ – значно вище середнього.

2.4.4 Розрахунок індексу забруднення атмосфери по місяцях за 2020 - 2023 роки

Окремо за тими ж формулами 2.1 – 2.4 з розділу 2.3 були розраховані індекси забруднення атмосфери по місяцях за 2020 – 2023 рр. та зведені у загальну таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Індекси забруднення атмосфери по місяцях за 2020 – 2023 рр.

Місяць/рік	2020	2021	2022	2023
січень	9,6	9,05	8,62	9,56
лютий	10,9	9,55	8,9	9,11
березень	11,2	9,91	9,1	9,49
квітень	13,2	10,45	9,38	10,1
травень	14,6	13,07	11,82	12,15
червень	18,8	14,68	14,81	14,08
липень	20,8	21,9	15,74	16,65
серпень	20,71	21,67	18,08	20,05
вересень	18,87	14,9	15,33	16,26
жовтень	15,12	12,42	12,29	13,1
листопад	12,04	10,11	10,49	10,3
грудень	8,76	9,06	9,62	8,92

Також були створені окремі діаграми для 2020 року (рис. 2.8), 2021 року (рис. 2.9), 2022 року (рис. 2.10) та 2023 року (рис. 2.11), щоб зрозуміти, як змінюється індекс забруднення атмосфери залежно від пори року.

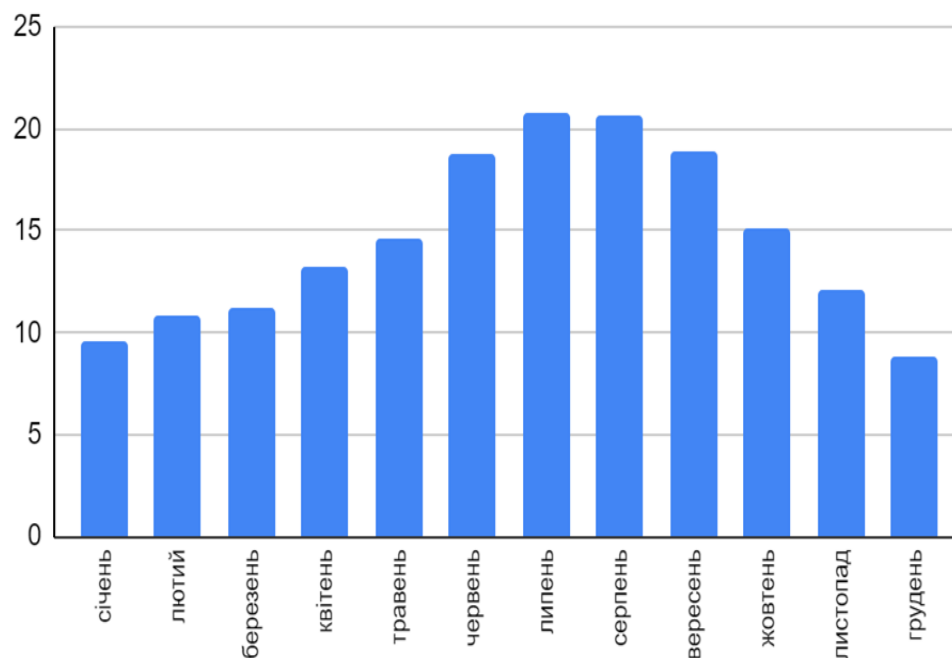


Рисунок 2.8 – Індекс забруднення атмосфери по місяцях за 2020 рік

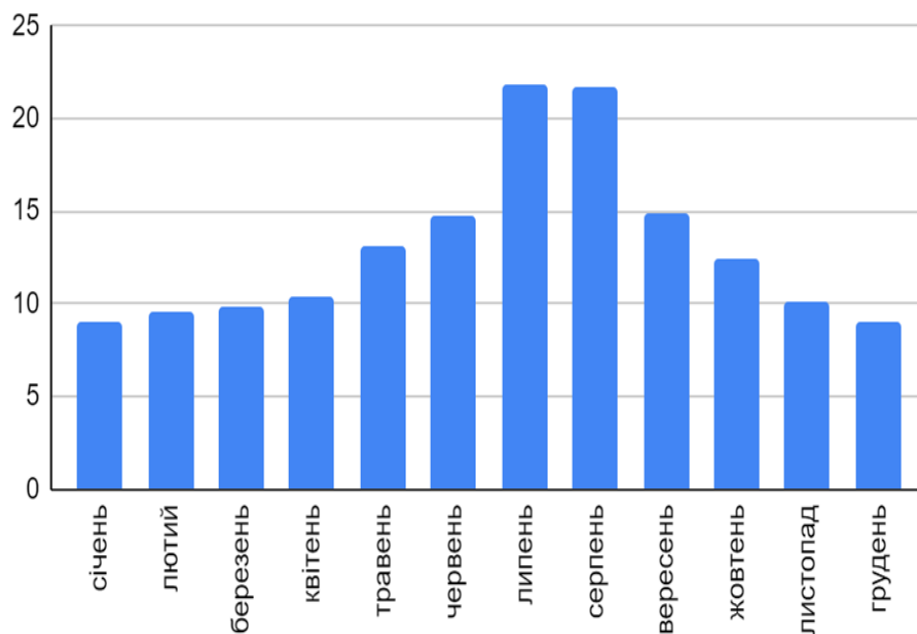


Рисунок 2.9 – Індекс забруднення атмосфери по місяцях за 2021 рік

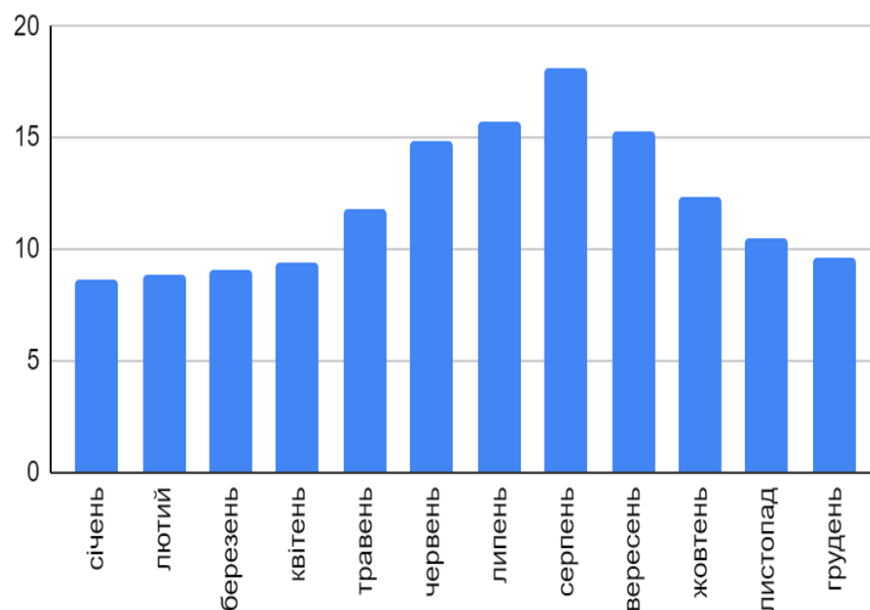


Рисунок 2.10 – Індекс забруднення атмосфери по місяцях за 2022 рік

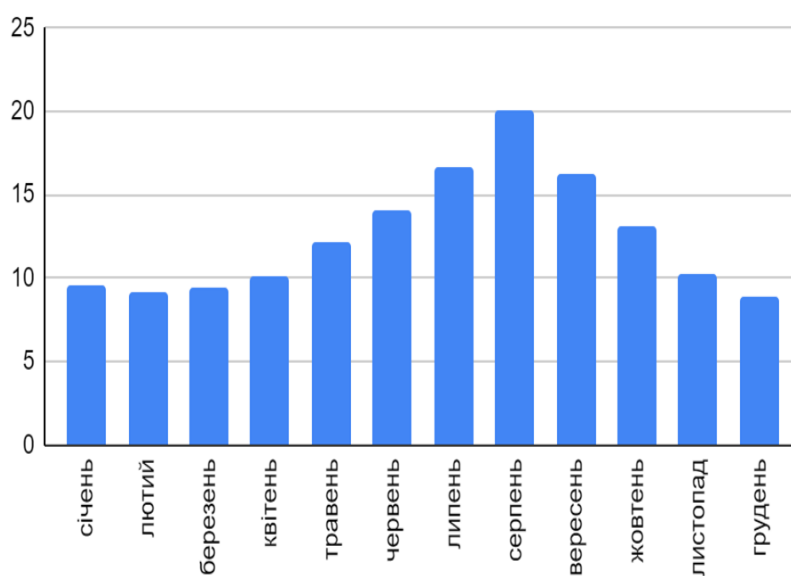


Рисунок 2.11 – Індекс забруднення атмосфери по місяцях за 2023 рік

По отриманим результатам можна зробити висновок, що у грудні, січні, лютому та іноді березні рівень забруднення приблизно середній; у квітні, травні, червні, жовтні та листопаді – вище середнього; а у липні, серпні та вересні – значно вище середнього.

2.5 Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря

2.5.1 Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря для кожної забруднюючої речовини окремо

Здоров'я людини визначається складною взаємодією багатьох факторів. До них належать соціально-економічне та психологічне благополуччя, доступність та якість медичних послуг, спосіб життя та шкідливі звички, умови проживання та якість довкілля.

Часто буває важко визначити точний внесок окремих факторів у розвиток захворювання. Багато з негативних ефектів, що провокують фактори, можуть зустрічатися в популяції і без впливу цих факторів.

У той же час, належним чином сплановані епідеміологічні та екологічно-гігієнічні дослідження можуть виявити і кількісно оцінити ризик розвитку захворювань, пов'язаних з несприятливим впливом навколишнього середовища.

Наразі одним з найефективніших сучасних підходів до встановлення зв'язку між станом довкілля та здоров'ям населення є методологія оцінки ризиків [35]. Розрахунки були проведені для наступних забруднюючих речовин: (пил, аміак, діоксид азоту, формальдегід і фенол), з використанням рівнянь 2.5-2.11, представлених у розділі 2.3, відповідно до обраної методології.

Згідно з регіональною доповіддю про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області, ці забруднюючі речовини є пріоритетними для міста Дніпро.

Оцінка ризиків забруднення атмосферного повітря здійснюється окремо для кожної забруднюючої речовини і включає розрахунок сумарного неканцерогенного ризику з урахуванням важливих органів та систем органів.

Пил (завислі частинки)

1. Ідентифікація небезпеки. Згідно з Регіональною доповіддю про стан навколишнього природного середовища у Дніпропетровській області, для м. Дніпро завислі частинки є пріоритетною забруднюючою речовиною.

2. Оцінка впливу. Суспендовані тверді частинки дрібністю (1-2 – 10-4 см), здатних в безвітряну погоду осідати на поверхню Землі. Джерела пилу можуть бути як природного походження, так і техногенного (викиди промислових підприємств). Основна кількість пилу зосереджена на висотах до 500 м. Перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у атмосферному повітрі в залежності від рівня перевищення, експозиції впливу та інших умов може мати негативний вплив на стан здоров'я та умови життєдіяльності людини. Суспендовані частки відносять до 3-го класу небезпеки.

Концентрація речовини, згідно з даними за 2022 рік, дорівнює 0,195 мг/м³ (табл. 2.1).

3. Характеристика небезпеки. Згідно з нормами [35], референтна концентрація завислих частинок дорівнює 0,1 мг/м³. Джерело – американські національні стандарти якості атмосферного повітря (NAAQS). Критичні органи, на які впливає пил – це органи дихання.

Кінцеві характеристики оцінки експозиції на основі референтних доз і концентрацій – це коефіцієнти небезпеки (*HQ*) та індекси небезпеки (*HI*).

4. Характеристика ризику. Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюють шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу. За інгаляційного надходження, якщо цього не потребують спеціальні задачі дослідження, немає необхідності розраховувати дозу впливу, а розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою 2.7:

$$HQ_i = \frac{Ci}{RfCi} = \frac{0,195}{0,1} = 1,95.$$

Аміак

1. Ідентифікація небезпеки. За даними регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області аміак є пріоритетним забруднювачем у Дніпрі.

2. Оцінка впливу. Неорганічна сполука, безбарвний газ, який має різкий, задушливий запах, легший за повітря. Дуже добре розчинний у воді. Утворюється шляхом каталітичного синтезу азоту і водню під тиском. Основні галузі для використання – виготовлення азотних добрив, вибухових речовин, азотної кислоти. Рідкий аміак використовується в системах охолодження. Водні розчини аміаку (нашатирного спирту) використовуються у фармації. Аміак є токсичною речовиною і відноситься до 4 класу небезпеки.

За фізіологічним впливом на організм належить до групи речовин задушливої та нейростимулюючої дії і може при вдиханні викликати токсичний набряк легенів і важкі ураження нервової системи. Аміак має як місцеву дію, так і абсорбційну дію. Концентрація речовини, згідно з даними за 2022 рік, дорівнює 0,04 мг/м³ (табл.2.1).

3. Характеристика небезпеки. Відповідно до стандарту [35], референтна концентрація для аміаку становить 0,1 мг/м³. Джерело — інтегрована інформаційна система про ризики IRIS (U.S.EPA). Важливими органами, на які впливає аміак, є органи дихання.

Кінцевими характеристиками оцінки впливу на основі референтної дози та референтної концентрації є коефіцієнт небезпеки (HQ) та індекси небезпеки (HI).

4. Характеристика ризику. За інгаляційного надходження розрахунок коефіцієнта небезпеки можна здійснювати за формулою 2.7:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC_i} = \frac{0,04}{0,1} = 0,4.$$

Діоксид азоту

1. Ідентифікація небезпеки. За даними регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області діоксид азоту є пріоритетною забруднюючою речовиною в м. Дніпро.

2. Оцінка впливу. Діоксид азоту NO₂ є основним оксидом азоту, що викидається в атмосферу. Відчувається як безбарвний, без запаху, токсичний газ, подразнюючий дихальну систему. Діоксид азоту є токсичною речовиною і відноситься до 3 класу небезпеки.

Оксиди азоту особливо небезпечні в міських умовах, де вони, взаємодіючи з вихлопними газами створюють фотохімічний туман (смог). Забруднене оксидами азоту повітря починає діяти з легкого кашлю. Зі збільшенням концентрації у людини виникає сильний кашель, блювота, а іноді і головний біль. При контакті з вологою поверхнею слизових оболонок оксид азоту викликає набряк легенів, утворюючи кислоти HNO₃ і HNO₂.

Концентрація речовини, згідно з даними за 2022 рік, дорівнює 0,072 мг/м³ (табл.2.1).

3. Характеристика небезпеки. Згідно з додатком 2 [35], референтна концентрація діоксиду азоту дорівнює 0,04 мг/м³. Джерело – Всесвітня організація охорони здоров'я (ВНО). Важливим органом, на який впливає діоксид азоту, є дихальна система.

Характеристиками оцінки впливу на основі референтної дози та референтної концентрації є коефіцієнт небезпеки (*HQ*) та індекси небезпеки (*HI*).

4. Характеристики ризику. При інгаляційному надходженні розрахунок експозиційної дози не є необхідним, за винятком спеціальних дослідницьких цілей. Коефіцієнт небезпеки може бути розрахований за допомогою рівняння 2.7:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC_i} = \frac{0,072}{0,04} = 1,8.$$

Формальдегід

1. Ідентифікація небезпеки. Формальдегід входить до переліку токсичних канцерогенів і є отруйним.

2. Оцінка впливу. Газоподібна речовина з різким і неприємним запахом. Синтезується в атмосфері в результаті фотохімічних процесів, зокрема під впливом ультрафіолетового випромінювання. Формальдегід є фіксованим природним джерелом фонового забруднення, збільшення концентрацій спостерігаються при наближенні до центру промислового міста.

Антропогенними джерелами викидів формальдегіду в навколишнє середовище є металургійні та хімічні підприємства, а також виробництво меблів, полімерів та будівельних матеріалів. Виділяється в атмосферу з відпрацьованими газами металургійних та хімічних підприємств. Відноситься до 2 класу небезпеки. Чинить несприятливий вплив на генетичний матеріал, органи дихання, очі, шкіру, печінку та нирки, негативно впливає на шкіру, печінку та нирки, впливає на центральну нервову систему [22].

Концентрація речовини, згідно з даними за 2022 рік, дорівнює $0,0129 \text{ мг/м}^3$ (табл.2.1).

Ефективний період становить 365 днів на рік, тобто один безперервний рік, а загальний період впливу - 20 років.

Кількість мешканців м. Дніпро серед населення, що зазнало або потенційно зазнає впливу токсичного фактору, становить - 968 502 особи (станом на 1 січня 2022 року).

Результатом цього етапу оцінки ризику є визначення **середньодобової дози** за формулою 2.5, де:

C_a – концентрація речовини в навколишньому повітрі, яка відповідно до умов задачі дорівнює $C_a = 0,0129 \text{ мг/м}^3$;

Ch – концентрація речовини у повітрі приміщення, відомостей щодо концентрації вибраної речовини у приміщенні немає, тому для спрощення розрахунків вважаємо, що $Ch = Ca = 0,0129$ мг/м³;

T_{out} – час перебування на відкритому повітрі; передбачається, що в середньому на добу людина проводить на відкритому повітрі $T_{out} = 8$ год/доба;

T_{in} – час, що проводиться у приміщенні, тому цією величиною розраховуємо $T_{in} = 24 - T_{out} = 24 - 8 = 16$ год/доба;

V_{out} – швидкість дихання на відкритому повітрі, м³/год;

V_{in} – швидкість дихання у приміщенні, м³/год;

За даними літератури, доросла людина пропускає через себе 7 літрів повітря за хвилину. При фізичному навантаженні частота дихання досягає 120 літрів на хвилину, отже:

V_{in} – швидкість дихання у приміщенні, $7 \cdot 60 = 420$ л/год = $0,42$ м³/год;

V_{out} – швидкість дихання на відкритому повітрі, $21 \cdot 60 = 1260$ л/год = $1,26$ м³/год;

EF – частота впливу, $EF = 365$ днів/рік;

ED – тривалість впливу, $ED = 20$ років;

BW – маса тіла, для звичайного дорослого чоловіка $BW = 70$ кг [35];

AT – період осереднення експозиції, AT для канцерогенів = 70 років;

365 – кількість днів у році.

Звідси отримуємо:

$$\begin{aligned} ADD/LADD &= \frac{[(0,0129 \cdot 8 \cdot 1,26) + (0,0129 \cdot 16 \cdot 0,42)] \cdot 365 \cdot 20}{70 \cdot 70 \cdot 365} = \\ &= 8,8 \cdot 10^{-4} \text{ мг/(кг} \cdot \text{ доба)}. \end{aligned}$$

3. Характеристика небезпеки. Формальдегід є відомим канцерогеном, тому було зроблено наступне припущення, що не існує порогових рівнів для таких сполук, оскільки вони в будь-якій кількості здатні пошкодити генетичний матеріал

досліджуваного об'єкту. Отже, референтної (безпечної) дози для формальдегіду не існує.

Основним параметром для оцінки ризику генотоксичних канцерогенів є коефіцієнт канцерогенності (*CPF*) або фактор нахилу (*SF*), що відображає ступінь збільшення канцерогенного ризику на одиницю зі збільшенням експозиційної дози і має наступну розмірність $(\text{мг/кг}\cdot\text{доба})^{-1}$. Фактор нахилу *SF* для формальдегіду становить $0,046 (\text{мг/кг}\cdot\text{доба})^{-1}$.

4. Характеристика ризику. Для оцінки канцерогенного ризику оцінюють індивідуальний та популяційний ризику впливу досліджуваної речовини.

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику *CR* здійснюється за формулою 2.9:

$$CR = LADD \cdot SF = 8,8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,046 = 4,1 \cdot 10^{-5}$$

Відповідно до референтної системи, запропонованої в публікації ВООЗ [35], отримане значення канцерогенного ризику протягом життя є низьким, тобто є прийнятним ризиком (рівень, на якому зазвичай встановлюються гігієнічні нормативи для населення).

Популяційний ризик РПЗ відображає кількість додаткових випадків пухлин (фонових), які можуть виникнути протягом життя внаслідок впливу фактора, що нас цікавить., і розраховується за формулою 2.11:

$$PCR = CR \cdot POP = 4,1 \cdot 10^{-5} \cdot 968502 = 3,92$$

Відповідно до класифікації рівнів ризику ВООЗ, це значення популяційного ризику раку є високим.

Фенол

1. Ідентифікація небезпеки. За даними регіональної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області фенол є пріоритетною забруднюючою речовиною у Дніпрі.

2. Оцінка впливу. Фенол є токсичною речовиною. За ступенем впливу на здоров'я людини фенол відноситься до високонебезпечних речовин (2 клас небезпеки). При вдиханні викликає розлади нервової системи. Пил, пара, розчини фенолу подразнюють очі, дихальні шляхи, слизову оболонку шкіри, викликають хімічні опіки.

При контакті зі шкірою фенол дуже швидко всмоктується навіть на неушкоджених ділянках. За лічені хвилини він починає впливати на тканину мозку. Спочатку виникає короткочасне збудження, за яким слідує параліч дихального центру.

Навіть мінімальні дози фенолу можуть викликати чхання, кашель, головний біль, запаморочення, блідість, нудоту і занепад сил. Для важких випадків отруєння характерні дезорієнтація, ціаноз, задишка, нечутливість рогівки ока, прискорений пульс, холодний піт, часто судоми.

Концентрація речовини, згідно з даними за 2022 рік, дорівнює $0,0021 \text{ мг/м}^3$ (табл.2.1).

3. Характеристика небезпеки. Згідно з нормами [35], референтна концентрація фенолу дорівнює $0,006 \text{ мг/м}^3$. Джерело — публікації Агентства США з охорони навколишнього середовища (EPA). Важливими органами, на які впливає фенол, є серцево-судинна система, нирки та центральна нервова система.

Кінцевими характеристиками оцінки впливу на основі референтних доз і концентрацій є коефіцієнт небезпеки (HQ) та індекси небезпеки (HI).

4. Характеристика ризику. Ризик неканцерогенних ефектів оцінюється шляхом порівняння фактичних рівнів впливу з безпечними (референтними) рівнями впливу.

Коефіцієнт небезпеки можна розрахувати за допомогою формули 2.7:

$$HQ_i = \frac{Ci}{RfCi} = \frac{0,0021}{0,006} = 0,35.$$

2.5.2 Сумарний неканцерогенний ризик з урахуванням критичних органів та систем

Розрахунок сумарного неканцерогенного ризику (НІ) виконується для чотирьох хімічних речовин – звислі частинки, аміаку, діоксиду азоту та фенолу, з урахуванням критичних органів та систем, які в першу чергу зазнають негативного впливу від них. Дози та безпечні рівні впливу (референтні дози) наведені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні данні для розрахунку

Речовина	Доза, мг/ кг	RfD, мг/ кг	Критичні органи
Звислі частинки	0,195	0,1	органи дихання
Аміак	0,04	0,1	органи дихання
Діоксид азоту	0,072	0,04	органи дихання
Фенол	0,0021	0,006	серцево-судинна система, нирки, ЦНС

Оскільки ідентифікацію небезпеки, оцінку експозиції та характеристику небезпеки для кожної з чотирьох речовин було виконано у попередніх розрахунках, виконується четвертий етап.

Характеристика ризику. Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин проводимо на основі розрахунку індексу небезпеки за формулою 2.9. У свою чергу, коефіцієнти небезпеки для чотирьох речовин розраховуємо за формулою 2.6:

$$HQ_{\text{п}} = \frac{AD_{\text{п}}}{RfD_{\text{п}}} = \frac{0,195}{0,1} = 1,95 \text{ (органи дихання);}$$

$$HQ_{\text{а}} = \frac{AD_{\text{а}}}{RfD_{\text{а}}} = \frac{0,04}{0,1} = 0,4 \text{ (органи дихання);}$$

$$HQ_{\text{д.а.}} = \frac{AD_{\text{д.а.}}}{RfD_{\text{д.а.}}} = \frac{0,072}{0,04} = 1,8 \text{ (органи дихання);}$$

$$HQ_{\text{ф}} = \frac{AD_{\text{ф}}}{RfD_{\text{ф}}} = \frac{0,0021}{0,006} = 0,35 \text{ (ССС, нирки, ЦНС);}$$

$$HI = HQ_{\text{п}} + HQ_{\text{а}} + HQ_{\text{д.а.}} + HQ_{\text{ф}} = 1,95 + 0,4 + 1,8 + 0,35 = 4,5.$$

Згідно з критеріями, розробленими для неканцерогенного ризику [35], отримане значення індексу безпеки не вважається прийнятним, оскільки перевищує граничне значення (1,0), яке не потребує надзвичайних заходів.

При розрахунку індексу сумарної безпеки зазвичай враховуються критичні органи і системи, на які негативно впливає досліджувана речовина. Згідно з результатами наукових досліджень, якщо компоненти суміші впливають на один і той самий орган або систему організму, то найбільш вірогідним типом їхньої комбінованої дії є адитивний.

Оскільки три обрані речовини впливають на органи дихання, розрахуємо індекс респіраторної безпеки:

$$HI \text{ (органи дихання)} = HQ_{\text{п}} + HQ_{\text{а}} + HQ_{\text{д.а.}} = 1,95 + 0,4 + 1,8 = 4,15.$$

4,15 > 1 – ризик неприйнятний.

Після виконання розрахунків можна зробити висновок, що насамперед при взаємодії таких шкідливих речовин постраждають органи дихання. З усіх речовин найбільший вклад у можливий неканцерогенний ризик вносить саме пил (звільні частинки) – її негативний вплив найбільший. Найменш значущу роль у формуванні ризику відіграє аміак.

Висновки.

Для зважених часток (пилу), згідно з критеріями, розробленими для неканцерогенного ризику, коефіцієнт небезпеки має перевищення 1 ($HQ_i = 1,95$), що є неприйнятним. Потенційно шкідливий вплив на населення.

Для аміаку, згідно з критеріями, розробленими для неканцерогенного ризику, коефіцієнт небезпеки менше 1 ($HQ_i = 0,4$), що вважається прийнятним, а ризик несприятливого впливу - незначним.

Для діоксиду азоту, згідно з критеріями, розробленими для неканцерогенного ризику, коефіцієнт небезпеки має перевищення 1 ($HQ_i = 1,8$), що є неприйнятним. Потенційно шкідливий вплив на населення.

Індивідуальний канцерогенний ризик для мешканців міста Дніпро при концентрації формальдегіду $0,0129 \text{ мг/м}^3$ становить $4,1 \cdot 10^{-5}$. Це відповідає низькому рівню, тобто прийнятному ризику (рівень, на якому зазвичай встановлюються гігієнічні нормативи для населення).

Колективний канцерогенний ризик: відображає кількість додаткових випадків пухлин, які можуть розвинути внаслідок споживання канцерогенних речовин протягом життя людини.

Ризик захворювання на рак для мешканців Дніпра становить 3,92 на майже мільйон мешканців, що відповідає середньому рівню. Це означає, що джерела та можливі наслідки несприятливого впливу повинні динамічно відслідковуватися та аналізуватися.

Для фенолу, згідно з критеріями, розробленими для неканцерогенного ризику, коефіцієнт небезпеки менше 1 ($HQ_i = 0,35$), що вважається прийнятним, а ризик несприятливого впливу - незначним.

Сумарний неканцерогенний ризик від чотирьох вибраних хімічних речовин становить 4,5. Це значення є неприйнятним, оскільки ймовірність шкідливого впливу зростає пропорційно збільшенню фактору небезпеки. Найбільш уразливі до впливу цієї комбінації такі органи, як дихальна система. Серед усіх речовин

найбільший внесок у неканцерогенний ризик робить пи́л (зважені частинки), який має найбільший негативний вплив ($HQ=1,95$). Аміак відіграє найменшу роль у формуванні ризику ($HQ=0,4$).

2.6 Рекомендації щодо поліпшення стану атмосферного повітря міста

Необхідний комплексний підхід до всіх аспектів екологічних проблем, з якими стикаються мешканці регіону. Населення Дніпропетровської області проживає у кластері великих міст, розташованих поблизу високорозвиненого промислового виробництва. Оскільки екологічні проблеми наразі потребують нагального вирішення, їх реалізація неможлива без об'єктивної оцінки та комплексного вирішення існуючих проблем. Беручи до уваги специфіку індустриального комплексу Дніпра, необхідно терміново вжити низку заходів, які допоможуть вирішити нагальні питання:

1. Заходи з екологізації промислового виробництва. Для зменшення викиди забруднюючих речовин в атмосферу та для підвищення конкурентоспроможності продукції основна частка капітальних інвестицій в металургійні комплекси повинна бути спрямована на розвиток основних фондів.

При цьому промисловим організаціям регіону слід реалізовувати проекти з виробництва, реконструкції та технічної реорганізації підприємств, використання сучасних енергоефективних технологій та обладнання.

Варто зазначити, що скорочення викидів забруднюючих речовин у 2022 році перевищує 2 700 тон. Для запобігання пилоутворенню на полігонах, відходах, шламосховищах та мулових майданчиках підприємства повинні завжди покривати та змочувати поверхні пиловловлюючими речовинами. Необхідно організовувати зволоження "сухих" пляжів на полігонах та зрошення технічних доріг, зрошення складів готової продукції.

2. Заходи щодо зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище. Транспортні компанії повинні вживати заходів щодо оновлення рухомого складу відповідно до високих екологічних стандартів з метою зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище.

Впровадження рухомого складу, що відповідає високим екологічним стандартам, для захисту довкілля. Закон України "Про автомобільний транспорт" передбачає поступове збільшення кількості електробусів на автобусних маршрутах загального користування; та використання транспорту, що працює виключно на стиснутому природному газі.

Окрім того, зменшення забруднення довкілля може бути досягнуто шляхом раціональної експлуатації автобусів, а саме – підтримкою транспортних засобів в технічно справному стані. При цьому, в процесі технічного обслуговування та огляду, особлива увага має приділятися забезпеченню оптимальних налаштувань та своєчасному виявленню та усуненню несправностей механізмів і систем автомобільного двигуна.

3. Заходи зі збільшення частки альтернативної електроенергії. Альтернативна енергетика в місті Дніпро та області представлена сонячними електростанціями, сонячними електростанціями приватних домогосподарств, сонячними колекторами для вироблення тепла в системі гарячого водопостачання, вітровою електроустановкою, тепловими насосами, гідроелектростанціями, установками на біогазі та газі метан дегазації вугільних родовищ, теплоелектростанцією на біопаливі, теплоелектроцентралями на промислових газах, обладнанням для виробництва теплової енергії з біомаси, промислових газів. Але кількість установок такого типу має бути збільшена для забезпечення потреб великого індустріального міста.

4. Заходи з розвитку та вдосконалення регіональних систем моніторингу довкілля. В рамках проекту "Організація, розвиток та вдосконалення регіональної мережі автоматизації моніторингу стану атмосфери в Дніпровському регіоні" було

здійснено вдосконалення регіональної мережі спостережень за станом атмосфери та практичне впровадження регіональної системи моніторингу довкілля.

Проектом визначено необхідну кількість стаціонарних постів моніторингу, місця їх розташування та індивідуальні переліки забруднюючих речовин для моніторингу якості атмосферного повітря в Дніпровській області. Згідно з проектом автоматичні станції моніторингу повітря повинні бути встановлені одночасно в різних містах області. Вони мають бути встановлені безпосередньо в житлових районах.

Роботи з розбудови мережі моніторингу повітря будуть продовжені для забезпечення повного покриття автоматизованим обладнанням всієї території області.

5. Реалізація програм і проектів, прийнятих на національному, регіональному та муніципальному рівнях, спрямованих на поліпшення екологічної ситуації.

Дніпропетровська обласна комплексна програма екологічної безпеки та запобігання змінам клімату на 2016-2025 роки також спрямована на вирішення проблеми забруднення довкілля.

Основною метою програми є створення екологічно безпечного та комфортного середовища для проживання мешканців Дніпропетровської області шляхом зменшення антропогенного навантаження та запобігання змінам клімату.

Зменшення антропогенного навантаження та відновлення довкілля має відбуватись шляхом застосування інноваційних технологій виробництва для запобігання зміні клімату. Також потрібне скорочення обсягів викидів парникових газів та підвищення рівня екологічної культури і свідомості в суспільстві відповідно до стратегічної цілі цієї Стратегії "Довкілля та енергетична безпека".

Цілі Програми будуть досягнуті шляхом реалізації відповідних цільових показників та конкретних завдань:

- моніторинг стану навколишнього природного середовища;

- зменшення забруднення повітря та захист водних ресурсів від виснаження і забруднення;
- відновлення та реабілітація деградованих земель та родючості ґрунтів, зменшення розораних земель;
- формування екологічної культури серед населення;
- удосконалення та посилення системи збору, утилізації та видалення твердих побутових відходів;
- збереження та відновлення біорізноманіття Дніпровського регіону;
- створення регіональної та функціональної системи екомережі;
- розвиток рекреаційних зон, відновлення лісів, сприяння природному поновленню лісів.

Основними цільовими показниками, що характеризують ефективність програми, є результати, досягнуті до 2025 року. За базу для порівняння обрано показники на кінець 2013 року. При цьому враховується кореляція між станом довкілля та виробництвом у Дніпровській області.

Конкретним результатом реалізації програми є зменшення антропогенного впливу на навколишнє середовище. Основними екологічними показниками є наступні: скорочення викидів парникових газів на 20% (CO₂); зниження обсягів викидів шкідливих речовин у атмосферу від стаціонарних джерел забруднення на 30 %; на 15% скорочення викидів шкідливих речовин в атмосферу від пересувних джерел забруднення.

За умови реалізації цих заходів стане можливим:

- адекватна оцінка стану навколишнього середовища;
- поступове налагодження екологічного моніторингу на найбільш забруднених територіях та по всій області загалом;
- цілеспрямовано здійснення заходів, що спрямовані на зниження напруженості екологічної ситуації [22].

Висновки:

1. Розраховані середньорічні концентрації для основних забруднюючих речовин для порівняння з рівнем ГДК. Діаграми, побудовані по отриманим результатам, відображають значне перевищення рівня ГДК для пилу, діоксиду азоту та формальдегіду.

2. Проаналізовано динаміку зміни кількості викидів - спостерігається тенденція до поступового зменшення обсягів (в тис.т.);

3. Розраховані індекси забруднення атмосфери міста Дніпро, згідно якому рівень забруднення є вище середнього;

4. Побудовані діаграми залежності ІЗА від пори роки, згідно яких видно, що рівень забруднення найменший взимку (приблизно середній), а найвищий - влітку і на початку осені (значно вище середнього).

5 . Проведена оцінка впливу найбільш розповсюджених шкідливих речовин на здоров'я населення. Отримані наступні результати:

Для завислих частинок коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 1,95$), не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Для аміаку коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 0,4$), є припустимим, а ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий.

Для діоксиду азоту коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 1,8$) не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Для фенолу коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 0,35$), є припустимим, а ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий.

Сумарний неканцерогенний ризик від чотирьох умовних хімічних речовин становить 4,5; ця величина є непринятною, бо існує імовірність розвитку шкідливих ефектів, яка зростає пропорційно збільшенню коефіцієнтів небезпеки. Орган, який найімовірніше постраждає від впливу такої комбінації хімічних речовин – це органи дихання. З усіх речовин найбільший вклад у можливий неканцерогенний ризик вносить пил (звислі частинки) – її негативний вплив

найбільший (HQ=1,95). Найменш значущу роль у формуванні ризику відіграє аміак (HQ=0,4).

При концентрації формальдегіду на рівні 0,0129 мг/м³ індивідуальний канцерогенний ризик для мешканця м. Дніпро становить $20 \cdot 4,1 \cdot 10^{-5}$, що відповідає низькому рівню – тобто це припустимий ризик. Популяційний канцерогенний ризик для мешканців м. Дніпро становить 3.92 на майже мільйон жителів, що відповідає середньому рівню.

6. Розроблений перелік рекомендацій по зниженню техногенного навантаження на атмосферне повітря і покращення екологічної ситуації:

- для зменшення викидів необхідна реконструкція застарілого обладнання та впровадження нових технологій на підприємствах;
- зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище;
- збільшити частку альтернативної електроенергії;
- розбудовувати та вдосконалювати регіональну систему моніторингу довкілля;
- Виконання програм і проектів щодо покращення екологічної ситуації, прийнятих на державному, обласному та міському рівнях.

ВИСНОВКИ

Дніпропетровська область є однією з найбільших областей України, що розташована в басейні середньої та нижньої течії Дніпра, доля промисловості в продукції господарського комплексу складає майже 85%, природні ресурси області унікальні за різноманітністю родовищ корисних копалин. Основа промисловості – металургія та обробка металу.

Антропогенний тиск на природу перевищує допустимі норми, тому індустрії регіону потрібна глибока модернізація та заміна як технологій, так і очисних споруд, що дозволить використовувати природні багатства більш ефективно.

Екологічні проблеми області останніми роками залишаються не вирішеними, деякі можливо віднести до загальнонаціональних екологічних проблем, і не дивно, що це є одним із важелів, який стримує розвиток конкурентоспроможності області.

Під час виконання кваліфікаційної роботи було заплановано спостереження за станом атмосфери та виконання оцінки ризику техногенного навантаження на повітряне середовище. Дослідження виконувались з метою аналізу впливу урбанізованого середовища на стан повітряного середовища міста.

Оскільки місто Дніпро має значне техногенне навантаження, як промисловий центр, дослідження будуть проводитись на основі статистичних даних про стан повітряного середовища саме цього міста. Метою роботи є пошук шляхів зменшення екологічного навантаження на атмосферу та забезпечення достатнього рівня екологічної безпеки для покращення стану здоров'я населення.

Для вирішення задачі були виконані наступні розрахунки:

- Розраховані середньорічні концентрації для основних забруднюючих речовин для порівняння з рівнем ГДК. Діаграми, побудовані по отриманим результатам, відображають значне перевищення рівня ГДК для пилу, діоксиду азоту та формальдегіду.

- Проаналізовано динаміку зміни кількості викидів - спостерігається тенденція до поступового зменшення обсягів (в тис.т.);
- Розраховані індекси забруднення атмосфери міста Дніпро, згідно якому рівень забруднення є вище середнього;
- Побудовані діаграми залежності ІЗА від пори року, згідно яких видно, що рівень забруднення найменший взимку (приблизно середній), а найвищий - влітку і на початку осені (значно вище середнього).

Також за оцінкою установ НАН України за ступенем забруднення майже вся територія Дніпропетровської області і самого м. Дніпро відноситься до категорії дуже забрудненої.

Наслідком такої екологічної ситуації є щорічне зменшення чисельності населення: хоч народжуваність останніми роками почала збільшуватись, продовжує зростати загальна смертність та погіршується стан здоров'я населення. У зв'язку з цим виконано:

- Проведена оцінка впливу найбільш розповсюджених шкідливих речовин на здоров'я населення. Отримані наступні результати:

Для завислих частинок коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 1,95$), не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Для аміаку коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 0,4$), є припустимим, а ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий.

Для діоксиду азоту коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 1,8$) не можна вважати допустимим, існує імовірність виникнення шкідливих ефектів у населення.

Для фенолу коефіцієнт небезпеки ($HQ_i = 0,35$), є припустимим, а ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий.

Сумарний неканцерогенний ризик від чотирьох умовних хімічних речовин становить 4,5; ця величина є непринятною, бо існує імовірність розвитку шкідливих ефектів, яка зростає пропорційно збільшенню коефіцієнтів небезпеки.

Орган, який найімовірніше постраждає від впливу такої комбінації хімічних речовин – це органи дихання. З усіх речовин найбільший вклад у можливий неканцерогенний ризик вносить пи́л (звислі частинки) – її негативний вплив найбільший (HQ=1,95). Найменш значущу роль у формуванні ризику відіграє аміак (HQ=0,4).

При концентрації формальдегіду на рівні 0,0129 мг/м³ індивідуальний канцерогенний ризик для мешканця м. Дніпро становить $20 \cdot 4,1 \cdot 10^{-5}$, що відповідає низькому рівню – тобто це припустимий ризик. Популяційний канцерогенний ризик для мешканців м. Дніпро становить 3.92 на майже мільйон жителів, що відповідає середньому рівню.

- Розроблений перелік рекомендацій по зниженню техногенного навантаження на атмосферне повітря і покращення екологічної ситуації:

1. для зменшення викидів необхідна реконструкція застарілого обладнання та впровадження нових технологій на підприємствах;
2. зменшення впливу транспорту на навколишнє середовище;
3. збільшення частки альтернативної електроенергії;
4. розбудова та вдосконалювання регіональної системи моніторингу довкілля;
5. виконання програм і проектів щодо покращення екологічної ситуації, прийнятих на державному, обласному та міському рівнях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Довгань Г.Д. Географія України. 9 клас: Довідник для передекзаменаційної підготовки. – Х.: Веста: Вид-во «Ранок», 2005. – 128 с.
2. Доповідь про Дніпропетровську область. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.experts.in.ua/regions/detail.php?ID=4316>
3. Неповторна Дніпропетровщина. До 15 річниці незалежності України: Нариси. Дн., 2006.
4. Розміщення продуктивних сил країни : Навчальний посібник. – К.: Центр навчальної літератури, 2006.
5. Щербак Д.В., Огар В.В. Стратиграфія Українського щита та його схилів: Навчальний посібник. – К.: ВПЦ Київського університету, 2005. – 85 с.
6. Огар В.В. Регіональна геологія: навч. посіб. – К., 2017
7. Регіональна політика України / Під ред. Н.Г.Курдюкової. – К.: Наук. думка. 2004.
8. Карта ґрунтів Дніпропетровської області. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://geomap.land.kiev.ua/obl-3.html>
9. Сільське господарство України, – К.:Мін статистики України 2004.
10. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т./ за ред. В.С. Білецького. – Д.: Східний видавничий дім, 2013. – Т.3: С – Я. – 644 с.
11. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2013 рік. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/605/06f/462/60506f4622a28025360289.pdf>
12. Пільонов О.О. Дніпро //Енциклопедія сучасної України / ред. Кол.: І.М. Дзюба [та ін.]; НАН України, НТШ. – К.: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2001 – 2003.
13. Історія міста Дніпропетровська. – д.: Грані, 2006. – 596 с.
14. Вишневський В.І. Річки і водойми України: стан і використання. – К.: Віпол, 2000. – 376 с.

15. Екологія міських систем : навч. посіб. Частина 1. / О. М. Климчик, А. П. Багмет, Є. М. Данкевич, С. І. Матковська, за ред. О. М. Климчик. – Житомир: Видавець О.О. Євенок, 2016. – 460 с.
16. Екологія міських систем : конспект лекцій / укладач І. Ю. Аблєєва. – Суми: Сумський державний університет, 2020. – 178 с.
17. Екологічна геологія: підручник. / За ред. д.г.-м.н. М.М.Коржнева – Київ: ВПЦ „Київський університет”. – 2005. – 257 с.
18. Інтенсивна урбанізація та її вплив на екологію міста. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conf.ztu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/73.pdf>
19. Алфьоров М.А. Урбанізаційні процеси в Україні: Монографія / М. А. Алфьоров – Донецьк: Донецьке відділення НТШ ім. Шевченка, ТОВ «Східний видавничий дім» 2012. – 552 с.
20. Бондаренко, В. М.; Матійко, О. О. [Урбанізація та здоровий спосіб життя: проблеми та перспективи](#). – К.: 2013.
21. Національна доповідь про якість питної води та стан питного водопостачання в Україні у 2020 році. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/unyrk>
22. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2013 рік. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://surl.li/unyrd>
23. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uhmi.org.ua/pub/np/266/Bashtannik_Zhemera_Kiptenko_Kozlenko_266.pdf
24. ВООЗ: як забруднене повітря впливає на здоров'я населення. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ecoclubrivne.org/ambient_air_pollution/
25. Забруднення атмосферного повітря // [Словник-довідник з екології](#) : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапшина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 87.

26. Гігієнічний норматив якості атмосферного повітря // [Словник-довідник з екології](#) : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. — Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. — С. 50.

27. Закон України про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ips.ligazakon.net/document/T192697?an=1>

28. Брудне небо над головою: законодавство у сфері охорони атмосферного повітря в Україні та ЄС. / Порівняльний аналіз законодавства, політики та практики Київ (Україна) / Прага (Чеська республіка) / Шарка Гавранкова., 2020. – 42 с.

29. Екологічний моніторинг довкілля. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoryng/ekologichnyj-monitoryng-dovkillya/>

30. Коваленко Ю. Л. Моніторинг довкілля : конспект лекцій для студентів 2 і 3 курсів денної та 3 курсу заочної форм навчання за спеціальностями 183 – Технології захисту навколишнього середовища та 101 – Екологія / Ю. Л. Коваленко ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 144 с.

31. Дистанційні методи моніторингу довкілля : навч. посіб. / [О. І. Бондар та ін.] ; під ред. д-ра біол. наук, проф. О. І. Бондаря та канд. наук з держ. упр. П. Я. Унгуряна ; Держ. закл. "Держ. екол. акад. післядиплом. освіти та упр.". - Київ : ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. - 297 с.

32. Екологічний паспорт м. Дніпро. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/%D0%95%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%BE%D1%80%D1%82.PDF>

33. Мальований М.С., Боголюбов В.М., Шаніна Т.П., Шмандій В.М., Сафранов Т.А. Техноекологія: підручник / За ред. М.С.Мальованого. – Львів: Національний університет «Львівська політехніка», 2013. – 424 с.

34. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля: навч. посіб. / А.В. Чугай, Т.А. Сафранов. Одеса: Видавець Букаєв Вадим Вікторович, 2021. 118 с.

35. Екологічна безпека. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи на тему «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» для студентів освітньо-професійних програм «Екологія» та «Технології захисту навколишнього середовища» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти» [Текст] / О. О. Борисовська. НТУ «Дніпровська політехніка». — Дніпро: НТУ «ДП», 2021. — 40 с.

36. Структурна геологія: підручник/ Корсаков А.К. – М.: КДУ, 2009. – 328 с.

37. Міністерство промислової політики України Державний науководослідний інститут техніки безпеки хімічних виробництв (ДержНДІТБХВ) [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://dnaop.com/html/3414/doc-%20%D0%9F%D0%86_1.3.10-459-2006

38. Стиценко Т.Є., Пронюк Г.В., Сердюк Н.М., Хондак І.І. «Безпека життєдіяльності»: навч. посібник / Т.Є Стиценко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 336 с.