

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 магістра

студента Ломазова Павла Костянтиновича
(ПІБ)

академічної групи 183М-19-1
(шифр)

спеціальності – 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою – «Технології захисту навколишнього середовища»
(офіційна назва)

на тему Удосконалення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря міста Дніпро
(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка	Підпис
роботи	Бучавий Ю.В.		
розділів:			
Теоретичного	Бучавий Ю.В.		
Дослідницького	Бучавий Ю.В.		
Технологічного	Бучавий Ю.В.		
Охорони праці	Столбченко О.В.		
Економічного	Павличенко А.В.		
Рецензент			
Нормоконтролер	Ґрунтова В.Ю.		

Дніпро
2020

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

ЗАТВЕРДЖЕНО:
 завідувач кафедри ЕТЗНС
 _____ Павличенко А.В.
 (підпис) (прізвище, ініціали)
 « » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи магістра
студенту Ломазову П.К. академічної групи 183м-19-1
 (Прізвище, ініціали) (група)

спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
 (код і назва спеціальності)

на тему «Удосконалення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря міста Дніпро», затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30.11.2020 № 988-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Теоретичний	Провести критичний аналіз діючої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро та сучасних засобів із підвищення рівня репрезентативності вихідних даних	01.09.2020 03.11.2020
Дослідницький	Обґрунтувати критерії з визначення оптимальних місць розміщення станцій контролю якості повітря на основі досліджень реальних й розрахункових даних про забруднення атмосфери та зонування території м. Дніпро.	30.09.2020 24.11.2020
Технологічний	Розробити проект удосконаленої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро у вигляді ГІС. Запровадити результати запропонованої системи до мережі Інтернет через середовище ArcGIS-Online.	11.10.2020 25.11.2020
Охорона праці	Розробити заходи з охорони праці під час роботи на станціях контролю якості атмосферного повітря.	20.11.2020 05.12.2020
Економічний	Розрахувати вартість впровадження запропонованої системи екологічного моніторингу.	10.11.2020 11.12.2020

Завдання видано _____
 (підпис керівника) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: _____
 Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
 (підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 114 с., 48 рис., 18 табл., 4 додатки, 45 літературних джерел.

У вступі підкреслюється актуальність питань контролю забруднення атмосферного моніторингу промислових міст через запровадження ефективної системи моніторингу.

Теоретичний розділ містить огляд літературних джерел та аналіз даних щодо критичного аналізу існуючих підходів до оцінки забруднення атмосфери та обґрунтування для м. Дніпро доцільність впровадження системи інформування населення про якість атмосферного повітря.

У дослідницькому розділі обґрунтовано критерії з визначення оптимальних місць розміщення станцій контролю якості повітря на основі досліджень реальних й розрахункових даних про забруднення атмосфери та зонування території м. Дніпро.

У технологічному розділі розроблено проект удосконаленої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро у вигляді ГІС «ДніпроМАП». Запроваджено результати запропонованої системи до мережі Інтернет через портал ArcGIS-Online.

У розділі «Охорона праці» проаналізовані заходи з охорони праці при роботі на пересувних станціях спостереження за атмосферним повітрям, при аналізі інтенсивності руху автомобільного транспорту на перехрестях.

У «Економічному розділі» розрахована приблизна вартість впровадження запропонованої системи екологічного моніторингу.

У висновках наведені основні результати кваліфікаційної роботи та перспективи щодо її подальшого використання.

МОНІТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ІНДЕКС ЯКОСТІ ПОВІТРЯ, ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ, СТАНЦІЇ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ, ВИКИДИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЮЧОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М.ДНІПРО ТА СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ІЗ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТІ ВИХІДНИХ ДАНИХ.....	9
1.1 Загальні відомості про якість атмосферного повітря у м. Дніпро та діючу систему моніторингу.....	9
1.2 Аналіз підходів щодо створення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на урбанізованих територіях.....	16
1.3 Сучасні підходи до визначення статистичних характеристик забруднення атмосфери за моніторинговими даними	20
1.4 Репрезентативність пунктів спостереження при оцінці якості повітря на урбанізованих територіях	25
1.5 Урахування факторів навколишнього середовища при виборі місць розміщення пунктів спостереження.....	32
1.5 Висновки до розділу.....	36
РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ З ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗМІЩЕННЯ СТАНЦІЙ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ М. ДНІПРО	39
2.1 Узагальнені методологічні рекомендації щодо організації системи моніторингу атмосферного повітря	39
2.2 Аналіз динаміки концентрацій пріоритетних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Дніпро.....	43
2.3. Методика розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі для побудови зон ймовірного забруднення	52
2.4 Обґрунтування критеріїв визначення місць розміщення автоматичних та мобільних станцій контролю забруднення повітря.....	63
2.5 Висновки до розділу.....	65

РОЗДІЛ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ДНІПРА ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС- ТЕХНОЛОГІЙ	67
3.1 Розробка структури системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро у вигляді ГІС «ДніпроМАП»	67
3.2. Побудова нормативних та уточнених санітарно-захисних зон промислових підприємств в програмному середовищі ArcGIS	76
3.3 Обґрунтування місць розміщення стаціонарних станцій спостереження згідно розроблених критеріїв та ГІС «ДніпроМАП»	81
3.4 Висновки до розділу	87
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ЗБІР ДАНИХ	88
4.1 Заходи з охорони праці під час відбору проб на мобільних станціях моніторингу	88
4.2 Аналіз шкідливих і небезпечних вражаючих факторів при роботі за комп'ютером під час використання необхідних ГІС технологій	89
4.3 Заходи по боротьбі з шкідливими факторами при роботі з комп'ютерним або лабораторним обладнанням	90
4.4 Заходи щодо забезпечення санітарно-гігієнічних вимог	91
4.5 Заходи щодо забезпечення електробезпеки	92
4.6 Протипожежна безпека дослідників на робочому місці	93
4.7 Обґрунтування заходів з охорони праці під час польового моніторингу атмосферного повітря та досліджень	94
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ	96
5.1 Розрахунок капітальних витрат на створення системи екологічного моніторингу м. Дніпро	96
ВИСНОВКИ	102
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	105
Додаток А	111

Додаток Б.....	112
Додаток В.....	113
Додаток Г.....	115
Додаток Д.....	116

ВСТУП

Актуальність теми. Стан атмосферного повітря чи не найбільший чинник в розвитку держави. Найголовнішим суб'єктом в цьому питанні виступають міста з великою техногенною завантаженістю та інтенсивністю руху автомобільного транспорту. Виробнича діяльність підприємств, що через свої джерела викидають велику кількість шкідливих речовин несе негативний вплив на навколишнє середовище, атмосферне повітря, здоров'я населення та швидкість розвитку європейського середовища в Україні. За звітом регіональної доповіді про стан навколишнього середовища в Дніпропетровській області в обласному центрі існують 7 000 стаціонарних джерел забруднень, близько 27 тис. державного транспорту та 150 тис. приватних автомобілів. Отже, 40% викидів шкідливих речовин несе в собі автомобільний транспорт.

Враховуючи досить серйозне техногенне навантаження на атмосферне повітря міста можна вважати доцільним використання і моніторинг на 6 стаціонарних постах спостереження Дніпропетровським обласним центром з гідрометеорології. На цих постах здійснюються виміри пріоритетних шкідливих речовин: пил, двоокис сірки, окис вуглецю, двоокис азоту, окис азоту, сірководень, фенол, аміак та формальдегід.

Для оцінки необхідної кількості постів моніторингу та вибору схеми їх розміщення необхідний детальний аналіз просторової картини забруднення атмосферного повітря за даними діючої державної мережі станцій моніторингу зважених речовин або математичного моделювання розсіювання викидів.

В існуючих системах спостереження за станом довкілля України збір і обробка інформації здебільшого не автоматизовані, а засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб і використовуються не стільки для прийняття оперативних управлінських рішень, скільки для статистичного аналізу.

Метою роботи удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро через наукове обґрунтування додаткових місць розташування моніторингових точок.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені такі задачі:

1. Провести критичний аналіз діючої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро та сучасних засобів із підвищення рівня репрезентативності вихідних даних.
2. Обґрунтувати критерії з визначення оптимальних місць розміщення станцій контролю якості повітря на основі досліджень реальних й розрахункових даних про забруднення атмосфери та зонування території м. Дніпро.
3. Розробити проект удосконаленої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро у вигляді ГІС.
4. Розробити заходи з охорони праці під час роботи на станціях контролю якості атмосферного повітря.
5. Розрахувати вартість впровадження запропонованої системи екологічного моніторингу.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи.

1. Pavlo Lomazov, student 183m-19-1, A.V. Pavlychenko, S.I. Kostrytska. Global warming: challenges for Ukraine // Widening our horizons. Section: Environmental Problems and their Solutions (May 20-21, 2020 Dnipro University of Technology)
2. Ломазов П.К., студент гр. 183м-19-1, Бучавий Ю. В. Обґрунтування критеріїв з визначення місць розташування станцій моніторингу атмосферного повітря на урбанізованих територіях // VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих вчених «МОЛОДЬ: Наука та інновації». Секція: Екологічні проблеми регіону (Дніпро, 27 листопада 2020 року) – Д.: НТУ «Дніпровська політехніка», 2020. Т.10. – С.135–136

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ДІЮЧОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М.ДНІПРО ТА СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ІЗ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОСТІ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Загальні відомості про якість атмосферного повітря у м. Дніпро та діючу систему моніторингу

У місті Дніпро зареєстровано понад 200 різного профілю підприємств, які викидають понад 100 видів забруднюючих речовин у навколишнє середовище. Викиди надходять від близько 7000 джерел, з яких 89% є організованими. Дніпровські промислові підприємства об'єднані у чотири промислові зони: західну, лівобережну, південну та східну. За підрахунками, загалом за рік від промисловості у Дніпрі близько 90 000 тонн потрапляють в атмосферне повітря. Понад 90% обсягів забруднюючих речовин потрапляють у атмосферу від металургійних та енергетичних підприємств [1, 2].

Значний негативний вплив у забруднення повітряного басейну міста Дніпро вносить автотранспорт, на долю якого припадає близько 40% від сумарного об'єму викидів токсичних речовин в атмосферу. У м. Дніпро нараховується близько 1500 автогосподарств, майже 27 тис. одиниць державного транспорту. У приватному користуванні мешканців міста знаходиться більше 150 тис. автомобілів [1, 2].

Аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Дніпро за 2015 р. за середньорічним вмістом показав перевищення вмісту пилу та діоксиду азоту в 2,3 рази (в кратності ГДК), а за максимально - разовим вмістом - перевищення пилу у 3 рази, оксиду вуглецю у 1,6 рази, сірководню у 4,5 разів і формальдегіду в 2,3 рази [3, 4].

Систематичний нагляд за рівнем забруднення атмосферного повітря у місті Дніпро наразі здійснюється на 6 стаціонарних постах спостереження Дніпропетровським обласним центром з гідрометеорології за допомогою проведення вибіркового періодичних вимірів забруднення повітря:

- пост №10 - парк ім. Шевченко;
- пост №13 - вул. Філософська, 94;
- пост №19 - вул. Краснопільська, 11;
- пост №20 - пр. Мазепи, 38;
- пост №24 - вул. Богдана Хмельницького, 20;
- пост №25 - пр. Героїв, 21.

Пост №10 знаходиться біло входу в парк ім. Тараса Шевченка у Соборному районі міста (рис. 1.1). Місце розташування обґрунтовано розташуванням житлової забудови, щільністю населення району 2560 осіб на квадратний кілометр. Показники поста важливі як джерело інформації щодо фонового забруднення атмосферного повітря. Показники зазначені у таблиці Дані з посту №10 (Табл. 1.1).

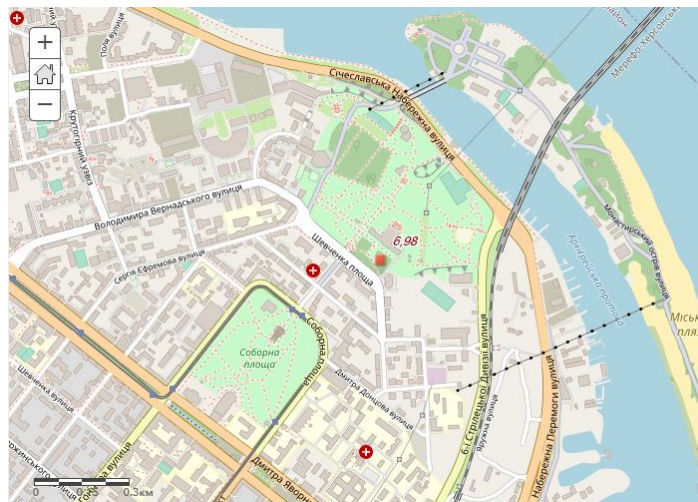


Рисунок 1.1 - Місце розташування посту №10

Таблиця 1.1 - Дані з посту №10

Назва шкідливої речовини	ПДК, мг/м ³ , середньодобове	Середнє за квітень - вересень 2020	Долі ПДК
Пил	0,15	0,32	2,11
Двоокис сірки	0,05	0,04	0,88
Окис вуглецю	3	2	0,66
Двоокис азоту	0,6	0,078	0,13
Сірководень	0,008	0,008	1
Фенол	5	0,014	0,003
Аміак	0,04	0,098	0,519
Формальдегід	0,035	0,018	0,519

Пост №13 знаходиться за адресою вул. Філософська, 94 у Центральному районі міста (рис. 1.2). Місце розташування обґрунтовано тісною житловою забудовою, інтенсивний рухом автотранспорту та великою щільністю населення 4689 осіб на квадратний кілометр. Показники з посту зазначені у таблиці Дані з посту №13 (табл. 1.2).

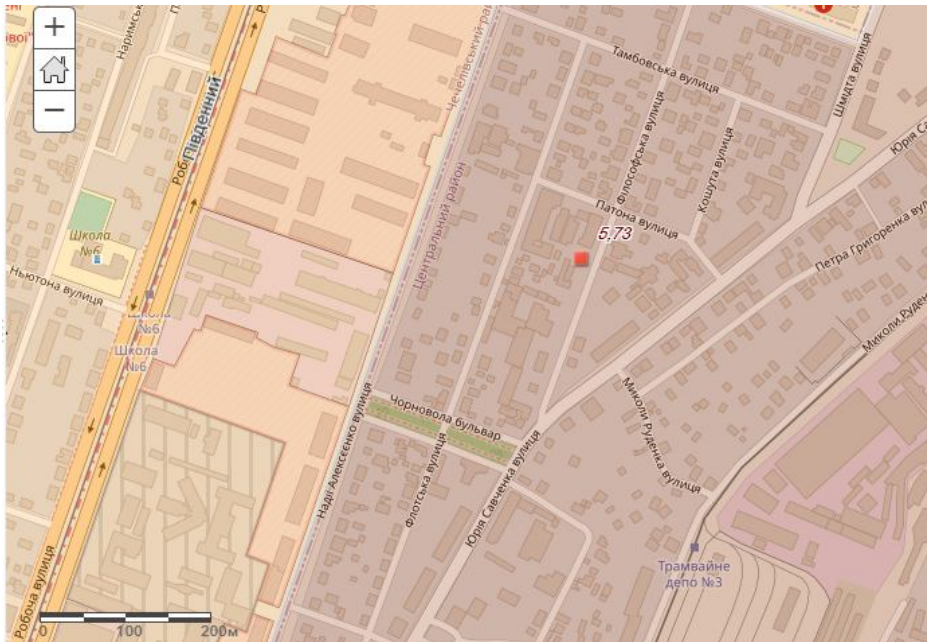


Рисунок 1.2 - Місце розташування посту №13

Таблиця 1.2 - Дані з посту №13

Назва шкідливої речовини	ПДК, мг/м ³ , середньодобове	Середнє за квітень-вересень 2020	Долі ПДК
Оксид азоту	0,06	0,04	0,77
Двоокис сірки	0,05	0,037	0,74
Окис вуглецю	3	2,16	0,72
Двоокис азоту	0,6	0,097	0,161
Сірководень	0,008	0,0098	1,229

Пост №19 знаходиться за адресою вул. Краснопільська, 11 в Чечелівському районі міста (рис. 1.3). Місце розташування посту межує з зоною концентрації підприємства "Дніпрошина". Також поруч знаходиться підприємство Завод Дніпропрес. Щільність населення Чечелівського району 2385 осіб на квадратний кілометр. Дані з посту наведені в таблиці Дані з посту №19 (табл. 1.3).

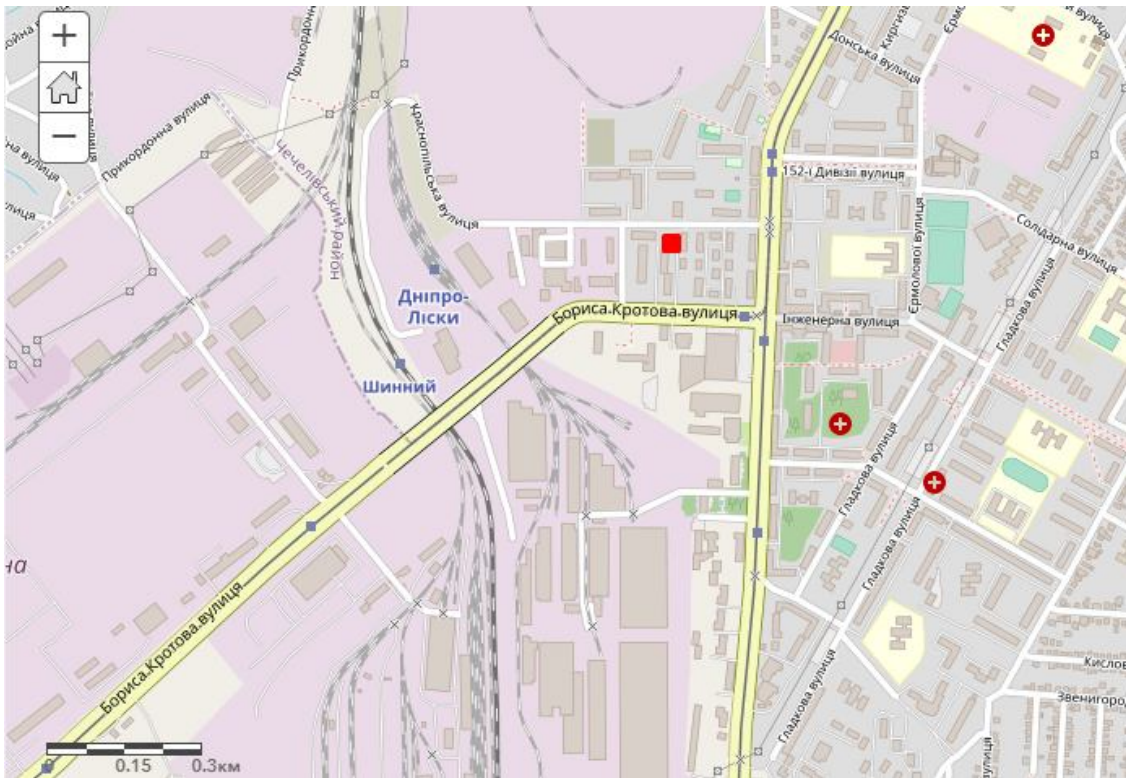


Рисунок 1.3 - Місце розташування посту №19

Таблиця 1.3 - Дані з посту №19

Назва шкідливої речовини	ПДК, мг/м ³ , середньодобове	Середнє за квітень - вересень 2020	Долі ПДК
Пил	0,15	0,35	2,33
Двоокис сірки	0,05	0,024	0,486
Окис вуглецю	3	2,5	0,83
Двоокис азоту	0,6	0,1	0,169
Сірководень	0,008	0,0098	1,229
Формальдегід	0,035	0,02	0,58

Пост № 20 знаходиться за адресою пр. Мазепи, 38 в Новокодацькому районі міста в промисловій частині (рис. 1.4). Місце розташування зумовлено концентрацією підприємств в цій частині міста, зокрема: ТОВ "Барс", Завод металокопункцій. Також місце розташування поста знаходиться на автомагістралі з великою інтенсивністю руху. Дані з посту знаходяться в таблиці Дані з посту №20 (табл. 1.4).

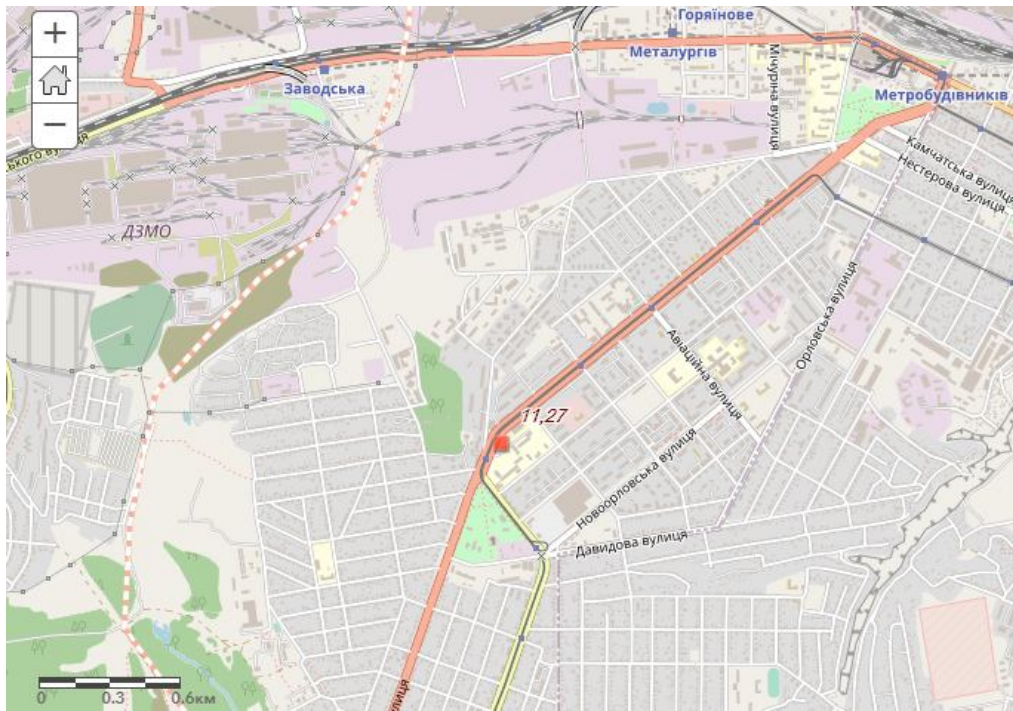


Рисунок 1.4 - Місце розташування посту №20

Таблиця 1.4 - Дані з посту №20

Назва шкідливої речовини	ПДК, мг/м ³ , середньодобове	Середнє за квітень-вересень 2020	Долі ПДК
Пил	0,15	0,23	1,55
Двоокис сірки	0,05	0,023	0,46
Окис вуглецю	3	3,33	1,11
Двоокис азоту	0,6	0,086	0,144
Сірководень	0,008	0,017	2,229
Фенол	5	0,018	0,0036
Аміак	0,04	0,1	2,66
Формальдегід	0,035	0,017	0,486

Пост №24 знаходиться за адресою вул. Богдана Хмельницького, 20 в Індустріальному районі міста (рис. 1.5). Місце розташування зумовлено місцезнаходженням поруч підприємства Інтерпайп НТЗ прямо в межу зони концентрації шкідливих речовин та на межі санітарно захисної зони, великою інтенсивністю руху автомобільного транспорту. Також за декілька кварталів знаходиться житлова забудова. Щільність індустріального району 3004 осіб на квадратний кілометр. Дані щодо концентрації шкідливих речовин наведені в таблиці Дані посту №24 (табл. 1.5).

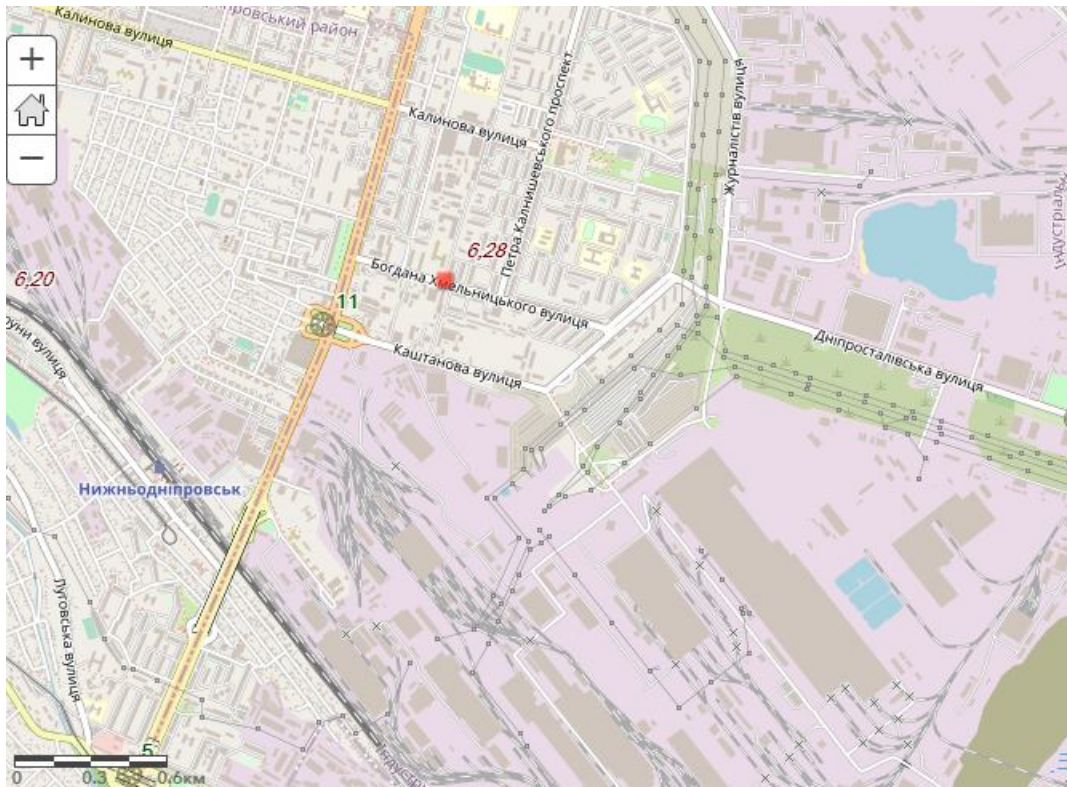


Рисунок 1.5 - Місце розташування посту №24

Таблиця 1.5 - Дані посту №24

Назва шкідливої речовини	ПДК, мг/м ³ , середньодобове	Середнє за квітень - вересень 2020	Долі ПДК
Пил	0,15	0,4	2,66
Двоокис сірки	0,05	0,025	0,5
Окис вуглецю	3	2,5	0,83
Двоокис азоту	0,6	0,09	0,15
Сірководень	0,008	0,02	2,5
Фенол	5	0,01	0,0033

Пост №25 знаходиться за адресою пр. Героїв, 21 в Соборному районі міста (рис. 2.6). Місцезнаходження посту зумовлено знаходженням поруч Придніпровської ТЕС у якої досить широкий факел викиду, майже на межі зони максимальних концентрацій шкідливих речовин, а також на магістралі з великою інтенсивністю руху автомобільного транспорту та досить щільною житловою забудовою. Дані з посту знаходяться в табл. 1.6.



Рисунок 2.6 - Місцезнаходження посту №25

Таблиця 1.6 - Дані з посту №25

Назва шкідливої речовини	ПДК, мг/м ³ , середньодобове	Середнє за квітень - вересень 2020	Долі ПДК
Двоокис сірки	0,05	0,02	0,463
Окис вуглецю	3	2,1	0,72
Двоокис азоту	0,6	0,09	0,156
Сірководень	0,008	0,085	1,0625

На жаль, в існуючих системах спостереження за станом довкілля України збір і обробка інформації здебільшого не автоматизовані, засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб і використовуються не стільки для прийняття оперативних управлінських рішень, скільки для статистичного аналізу. Так, аналіз атмосферного повітря здійснюється в робочі дні чотири рази на добу: о 1, 7, 13 і 19 годинах [3, 4].

У м. Дніпро, додатково до постів гідрометеорологічного центру, існують також автоматичні станції безперервного моніторингу забруднення повітря:

- автоматична станція безперервного моніторингу за адресою просп. Сергія Нігояна, 77, яка належить Департаменту екологічної політики

Дніпровської міської ради.

- автоматична станція безперервного моніторингу за адресою, вул. Осіння, 6, яка належить заводу ТОВ "МЗ "Дніпросталь" [10].

- 2 сучасні автоматизовані станції безперервної дії КП «Центр екологічного моніторингу» Дніпропетровської обласної ради, які щомісяця публікують дані стаціонарних станцій без на єдиному державному веб-порталі відкритих даних data.gov.ua. [<https://ecomonitoring.info/>].

В останні часи у м. Дніпро набуває популярності громадський моніторинг якості атмосферного повітря. Сьогодні кожен охочий може залучитися до нього якщо придбає та встановить на своєму подвір'ї портативні автоматизовані пило та газоаналізатори безперервної дії та підключить їх до мережі Інтернет через інтерфейс Wi-Fi або через вбудовану в прилад SIM-картку.

Такі аналізатори регулярно надсилають показники концентрацій забруднюючих речовин на сайт *waqi.org* де після автоматичної конвертації вихідні дані будуть відображатися на електронній мапі у вигляді індексів якості повітря AQI в відповідних місцях розташування. Проте ці дані не є офіційними, крім того для їх використання у системі моніторингу слід виконати калібрування усіх газоаналізаторів та перевірити дотримання вимоги щодо їх розміщення та експлуатації.

1.2 Аналіз підходів щодо створення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря на урбанізованих територіях

Для початку вирішення першочергових екологічних проблем міста та сприяння збалансованому розвитку соціальних, екологічних та економічних аспектів у місті потрібна працююча система постійних спостережень за атмосферним повітрям [8].

Головною метою системи моніторингу є контроль екологічних показників, а саме показників забруднення атмосферного повітря та інформування

населення про якість атмосферного повітря. Система також дозволяє приймати оперативні рішення у кризових екологічних ситуаціях та інформувати населення про ймовірний негативний вплив екологічної ситуації на різні групи населення [6, 7, 13].

Додатково станції можуть створюватися органами місцевої влади, промисловими підприємствами на вимогу контролюючих органів та іншими підприємствами або організаціями - планувальниками джерел викиду забруднюючих речовин. Для повноти та достовірності даних про стан повітря також необхідно враховувати основні міські транспортні магістралі та інші організації, для яких контроль рівня забруднення є обов'язковим [5, 8, 9].

Моніторинг повітря проводиться з метою визначення якості повітря у певному місці та в певний час в залежності від метеоумов (стан стабільності атмосфери, швидкість та напрямок вітру). Отже, дані, що надходять від станції моніторингу повітря повинні представляти повну інформацію про стан навколишнього середовища за місцем установки станції [6, 7].

Станція моніторингу повинна бути встановлена таким чином, щоб надати оптимальну оцінку інтенсивності впливу на населення джерел викидів [10, 13].

Місце розташування станції визначається з урахуванням типу самої станції: стаціонарна, пересувна, станція моніторингу для стаціонарних джерел, транспортна та загального типу та відповідно наступних аспектів:

- результатів застосування моделі розсіювання забруднюючих речовин, в місцях отримання максимальних приземних концентрацій шкідливих речовин з максимальною часткою їх отримання згідно рози вітрів;

- місця розташування житлової зони в зоні впливу джерела викидів (на рівнинній місцевості, на території, на якій відсутні перешкоди для джерела викиду, перевага віддається зоровому контакту з джерелом викидів);

- інформація про райони міста, у яких спостерігаються численні повторення звернень та скарг від населення та громадських організацій щодо проблем, пов'язаних з забрудненням атмосферного повітря;

- місць де вже існують автоматичні станції моніторингу, встановлені до виконання даного проекту [10].

Згідно рекомендацій Світової організації охорони здоров'я щодо організацій моніторингу в умовах міської забудови при плануванні мережі спостережень стану атмосферного повітря необхідно також враховувати наступні фактори:

- розміщення пріоритетних джерел викидів забруднюючих речовин;
- погодні умови та топографічні дані;
- основні об'єкти, що потерпають від впливу забруднюючих речовин;
- інформація про якість атмосферного повітря яка отримана за результатами, наприклад, скринінгових досліджень;
- демографічні дані та інформація про стан здоров'я населення.

Таким чином, при визначенні точок контролю за атмосферним повітрям на території міста слід враховувати наступні фактори та параметри:

- тип та щільність знаходження довколишніх джерел викидів;
- щільність та інтенсивність транспортних потоків;
- щільність населення;
- щільність та розташування забудови на одиницю площі (відношення висоти будівлі і ширини вулиці);
- метеорологічні та кліматичні дані;
- результати оцінки концентрації забруднюючих речовин із застосуванням моделей для здійснення розрахунку розсіювання забруднюючих речовин в атмосфері;
- скарги населення;
- рекомендації організації екологічного контролю;
- вплив рельєфу місцевості.

На першому етапі для визначення контрольних точок (передбачуваних місць розміщення станцій моніторингу) використовують математичні та фізичні моделі, враховуючи метеорологічні параметри, розу вітрів та коефіцієнт

рельєфу, та отримують розрахунки ізоліній концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі для будь-якої ситуації [8, 10].

Мета пересувних станцій моніторингу атмосферного повітря - практична перевірка та коригування теоретично знайдених передбачуваних місць розміщення станцій моніторингу. Від правильного вибору місць установки станцій засновано на результатах практичної перевірки пересувними станціями теоретичної моделі розрахунку місць та установки станцій постійного моніторингу [8, 10].

Для того щоб повітряно-охоронні заходи були ефективними, інформація повинна бути повною і достовірною. Повнота інформації визначається числом контрольованих інгредієнтів, термінами спостережень, розміщенням мережі спостережень. Достовірність інформації досягається суворим дотриманням нормативних вимог, що забезпечують одержання репрезентативних даних, однорідність інформації, повноту спостережень, правильність статистичної обробки та санітарно-гігієнічної оцінки за даними спостережень забруднення атмосферного повітря, коректність пояснення причин підвищених рівнів забруднення та тенденцій (або їх відсутність) зміни рівнів забруднення і розсіяння домішок режиму викидів в даному районі [8, 10, 12].

В роботі [28] проводилися дослідження трансформації вітрового потоку в Красноярську визначено, що потік вітру, який набігає на місто зазнає складні спотворення, що в свою чергу проявляються в зміні його напрямків і швидкостей. При цьому кількість можливих напрямків вітру в конкретній точці спостереження визначається особливістю розташування будівель. Швидкість вітру в міській забудові може, як збільшуватися, так і зменшуватися в порівнянні з її значенням на метеостанції.

Вивчення напрямків та швидкостей вітру спільно з морфологічними особливостями міської забудови дозволяє виділити ефекти розщеплення потоку на окремих будівлях і їх спотворення на краях будівель, а також вплив проникності забудови і «ефекти відображення» від будівель.

Поле вітру на міській території характеризується появою стійких, не типових для метеостанції, напрямків і підвищеної повторюваністю штильових умов. На деяких пунктах спостереження штилів спостерігається в два рази менше, ніж на метеостанції, що характеризує незбурених потік [28].

Комплексний вплив забудови на вітровий потік враховується при типізації міської забудови. Пост моніторингу, розташовуючись як можна ближче до геометричного центру зони, повинен бути віддалений від джерел забруднення (в тому числі від проїжджої частини вулиць) і розташовуватися в місцях, вільних від аеродинамічних збурень, створюваних стінами, деревами і т.п. Оптимальна висота відбору проб - 2-3 м від рівня землі [26].

Зони повинні вибиратися з урахуванням параметрів забудови, таких як висота будівель і щільність їх розташування відносно один одного. Ширина автомагістралей також повинна прийматися до уваги в зонах, які вибираються з метою оцінки впливу автомобільних викидів на якість атмосферного повітря.

1.3 Сучасні підходи до визначення статистичних характеристик забруднення атмосфери за моніторинговими даними

Систематизація, доробка та узагальнення результатів спостереження надають можливість визначати статистичні характеристики забруднення атмосфери. Для оцінки ступеня забруднення атмосфери отримані в результаті спостережень середні та максимальні концентрації нормуються на величину середньої (максимальної) концентрації для більш великого регіону або на санітарно-гігієнічний норматив, наприклад, на гранично допустиму концентрацію (ГДК) [10]. Традиційно в Україні та країнах СНД нормовані характеристики забруднення ототожнюються із індексами забруднення атмосфери (ІЗА) та ще з декількома статистичними показниками, серед яких:

1. Середнє арифметичне значення концентрації речовини визначають за формулою [11]:

$$q_c = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \text{ мг/м}^3 \quad (1.1)$$

де q_c - середньодобові, середньомісячні, середньорічні концентрації речовини q_i , які обчислюються за сумарними даними стаціонарних, пересувних і підфакельних постів спостереження.

n - кількість разових концентрацій, за відповідний період.

2. Середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань від середнього арифметичного, за формулою [11]:

$$\sigma_l = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - q)^2}{(n - 1)}}, \text{ мг/м}^3 \quad (1.2)$$

3. Коефіцієнт варіації, що вказує на ступінь зміни концентрації шкідливої речовини [11]:

$$V = \frac{\sigma}{q} \cdot 100\% \quad (1.3)$$

де q - середня концентрація.

4. Максимальне значення концентрації речовини обчислюють при виборі максимальної з разових, місячних, річних і багаторічних концентрацій і визначають за формулою [11]:

$$q_M = \frac{1}{L} \sum_1^L q_M \quad (1.4)$$

де L - кількість досліджуваних населених пунктів.

5. Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) кількісно характеризує рівень забруднення атмосфери окремою добавкою, що враховує різницю в шкідкості збільшення рівня небезпеки речовини, наведеного до рівня небезпеки діоксиду сірки, з ростом перевищення ГДК:

$$I_i = \left(\frac{q_i}{\text{ГДК}_i} \right)^{C_i} \quad (1.5)$$

де: C_i - константа, зі значеннями: 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно, для 1, 2, 3 і 4-го класів небезпеки речовини і дозволяє перевести ступінь і-го речовини до

ступеня небезпеки діоксиду сірки [11].

6. Комплексний індекс забруднення атмосфери міста (КІЗА) - кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, що утворюється безліччю речовин:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i \quad (1.6)$$

де: n - кількість шкідливих речовин в атмосфері. (Основні забруднювачі)

Для оцінки змін стану повітря, отримані концентрації порівнюють з фоновими концентраціями [11].

Значення ІЗА відповідно до рівня забрудненості: <5 – низький; 5–8 – підвищений, 8–13 – високий; > 13 – дуже високий.

Сьогодні у багатьох країнах світу, зокрема у ЄС для інтерпретації небезпеки від забруднення атмосферного повітря на урбанізованих територіях використовують індекси якості повітря, або AQI (скор. англ. від Air Quality Index) та CAQI (скор. англ. від City Air Quality Index).

Індекс якості повітря являє собою числове значення в діапазоні від - 400 - +100 та визначає рівень забруднення. Рівень забруднення повітря виражається якісно залежно від категорії: низький, помірний, високий і дуже високий рівень забруднення (табл. 1.7.).

Таблиця 1.7. - Рівні забруднення [11, 13, 14]

Найменування рівня	Рівень якості повітря	Індекс якості повітря
Зелений	Низький	51-100
Жовтий	Середній	0-50
Червоний	Високий	-200 - -1
Коричневий	Дуже високий	-201 - -400

Індекс забруднення повітря розраховується для таких забруднювачів повітря: озону, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксидів азоту, окису вуглецю, зважених речовин (пилу). Індекс розраховується для кожної станції моніторингу окремо та визначається залежно від концентрації шкідливих речовин в атмосфері. Індекс для міста визначають відповідно до значень, обчислених для

станції моніторингу, розробленої для м. Дніпро [14].

Індекс забруднення повітря визначається за формулою [11]:

$$100 - AQI[1] = \text{індекс забруднення повітря} \quad (1.7.)$$

Згідно цій формулі, концентрації, вказані при обчисленні значень AQI вище 100 відображають негативний показник забруднення повітря. Таким чином, від'ємний індекс забруднення повітря вказує на небезпеку для стану здоров'я. Метод розрахунку індексу забруднення повітря, запропонований для міста:

1. По кожній станції, вказується концентрація забруднюючих речовин, які згідно з відомостями наведено в табл. 1.8 [15].

Таблиця 1.8 - Забруднюючі речовини та періоди індексу забруднення повітря

Забруднююча речовина	Період часу
	Індекс
Озон (O ₃)	8-годинне значення (змінне)
Діоксид сірки (SO ₂)	Останнє годинне значення
Діоксид азоту (NO ₂)	Останнє годинне значення
Оксид вуглецю (CO)	30-хвилинне значення
Зважені речовини (PM ₂)	Добове змінне значення (за останню добу)
Зважені речовини (PM ₁₀)	Добове змінне значення (за останню добу)
Оксиди азоту (NO _x)	Останнє 30-хвилинне значення

2. Розрахунок значення AQI проводиться на основі показників концентрації кожної окремо взятої забруднюючої речовини. Розрахунок значень AQI концентрації забруднюючих речовин проводиться за шкалою від 0 до 500. Визначення діапазону значень AQI виконується на підставі табл. 1.7., відображає ступінь концентрації забруднюючої речовини [15].

Граничні значення цієї області є контрольними точками "КТ", представленими в табл. 1.9. Залежно від визначення концентрацій речовин визначається значення показника AQI [8].

Розрахунок показника PSI проводиться на основі наступної формули:

$$AQI = (B_{Phi} - B_{P_{low}}) \cdot (C_p - LC_{low}) / (IC_{hi} - IC_{low}) + B_{P_{low}} \quad (1.8)$$

де AQI - індекс якості повітря

B_{Phi} - високий показник AQI , відповідний концентрації забруднюючої речовини.

$B_{P_{low}}$ - низький показник AQI , відповідний концентрації забруднюючої речовини.

IC_{hi} - високий показник значення концентрації вмісту забруднюючих речовин

IC_{low} - низький показник значення концентрації вмісту забруднюючих речовин

C_p - концентрація вмісту забруднюючої речовини.

Таблиця 1.9 - Контрольні точки обчислення індексу забруднення повітря

Зважені речовини PM2.5 (мг/м ³) добовий	Зважені речовини PM10 (мг/м ³) добовий	CO (ppm) 30-хв.	NO _x (ppb) 30-хв.	NO ₂ годинний	SO ₂ годинний	O ₃ 8-годинний	Граничні AQI
0-18.5	0-65	0-26	0-250	0-53	0-67	0-35	0-50
18.6-37.5	66-30	27-52	251-500	54-106	68-134	36-71	51-100
38-84	131-215	53-78	501-750	107-160	135-160	72-97	101-200
84.5-130	216-300	79-104	751-1000	161-213	164-191	98-117	201-300
130.5-165	301-355	105-130	1001-1200	214-260	192-253	118-155	301-400
165.5-200	356-430	131-156	1201-1400	261-316	254-303	156-188	401-500

3. Таблиця 1.8. складена у відповідності з європейськими рекомендаціями.

Скринінгові показники відповідають AQI і виглядають наступним чином:

значення 50 - половина від значення навколишнього середовища;

значення 100 - значення навколишнього середовища;

значення 300 - значення, при якому необхідно оповіщення.

проміжні значення визначаються з використанням лінійного обчислення згідно з показниками екології.

4. Проводимо розрахунок індексу для кожної забруднюючої речовини. Якщо індекс забруднення повітря отримує більш низьке значення, рівень ризику для стану здоров'я підвищується. Найнижчий індекс всіх п'яти забруднюючих речовин, рівень концентрації яких вимірюється на станції моніторингу, визначає значення індексу, що публікується на карті показників якості повітря [16, 18, 20].

Показники, що знаходяться в діапазоні 0-100, як правило, вважаються безпечними. Значення індексу забруднення повітря "0" відповідає показнику незабрудненого повітря. При негативних значеннях якість повітря вважається шкідливою для здоров'я, при цьому в першу чергу визначаються категорії населення, чутливі до зміни даного показника. Коли індекс опускається до позначки "-200", це починає загрожувати всій громадськості. Показник "-200" індексу забруднення повітря коригується залежно від типу забруднюючої речовини, що представляє загрозу для здоров'я населення [14, 15].

5. Якщо певний показник не був виміряний, необхідно скористатися показниками, отриманими на іншій розташованій поблизу станції, на якій були зроблені відповідні вимірювання (наприклад, при вимірюванні рівня вмісту озону необхідна детальна розшифрування). Індекс не публікується в тому випадку, якщо немає можливості надати інформацію про всіх шкідливих речовинах: озону (O_3), діоксиду сірки (SO_2), діоксиду азоту (NO_2), оксидів азоту (NO_x) та зваженим речовинам PM_{10} і $PM_{2,5}$ [17, 19, 21].

1.4 Репрезентативність пунктів спостереження при оцінці якості повітря на урбанізованих територіях

Традиційний підхід до побудови системи моніторингу атмосферного повітря базується на управлінні джерелами викидів. Метою такого підходу є

забезпечення дотримання нормативних вимог до якості атмосферного повітря і гігієнічних нормативів - гранично допустимих концентрацій (ГДК) хімічних і біологічних речовин, дотримання яких забезпечує відсутність прямого або непрямого впливу на здоров'я населення [21, 26]. Спостереження за рівнем забруднення атмосферного повітря в містах прийнято проводити за допомогою стаціонарних постів спостереження.

Досвід обробки і аналізу інформації про рівень забруднення атмосфери показує, що при такому підході важко достовірно зафіксувати максимальні концентрації домішок, не вдається встановити зміни вмісту домішок в добовому і річному ході.

Репрезентативність пунктів відбору проб є вкрай важливим питанням для оцінки якості атмосферного повітря. Розвиток міського середовища та господарська діяльність (поява нових мікрорайонів, автомагістралей, парків, промислових об'єктів) призводять до того, що розташовані раніше на добре провітрюваних ділянках місцевості стаціонарні пости можуть виявитися на «закритих» ділянках (поблизу високих будівель, на вузькій вулиці, у дворі, під кронами дерев або поблизу джерела низьких викидів). Дані, одержані за таких постів, будуть характеризувати локальні умови.

Аналіз існуючих методів розміщення пунктів спостереження в системах контролю атмосферного повітря дозволяє зробити висновок, що, по-перше, в даний час відсутній єдиний підхід, і, по-друге, створення універсальної методики є складним завданням в силу характеру розташування міст, своєрідності джерел викидів, особливостей забудови і т.д. Її рішення істотно залежить від функцій, які повинна виконувати система моніторингу. Мале число місць пробовідбору, ймовірно, призведе до неточних оцінками рівнів забруднення. Збільшення числа пунктів спостереження також не завжди призводить до статистично значимого поліпшення оцінки якості повітря. Очевидно, що число проб повинно залежати від місцевих особливостей, очікуваних варіацій вимірюваних концентрацій, а також розміру області, в якій проводиться дослідження [25].

Більшість методик носить скоріше рекомендаційний і описовий характер, ніж аналітичний. У деяких методиках використовується статистичний аналіз результатів спостережень, на підставі якого визначаються оптимальні відстані між станціями, кількість станцій на одиницю площі і т.д. Відома методика побудови мережі станцій, в основу якої закладено принцип контролю всіх паспортизованих джерел викидів при будь-якому напрямку вітру. Для її розробки використовувалася модель розсіювання шкідливих домішок в атмосфері і евристична процедура ранжирування потенційно небезпечних місць для установки станцій.

Це стосується до формулювання основних вимог до вибору пунктів спостереження за якістю атмосферного повітря в умовах міського середовища. Оцінка умов проведена для міста Красноярська, що є великим промисловим центром, що характеризується наявністю великих джерел викидів, високою інтенсивністю руху автотранспорту і складними географічними умовами. Критерії вибору місць відбору проб можуть розглядатися для завдання моніторингу первинних забруднюючих речовин, основним джерелом яких в Дніпрі є промислові підприємства та автотранспорт (CO, CO₂, NO, NO₂, завислі речовини).

Пріоритетна роль у встановленні вимог до кількості та репрезентативності пунктів спостереження за якістю атмосферного повітря відводиться цілям дослідження або програми моніторингу. Моніторинг забруднення атмосферного повітря в містах може здійснюватися для досягнення однієї з наступних цілей [29]:

- оцінка вкладу транскордонного переносу в рівні забруднення повітря в місті;
- оцінка впливу атмосферних опадів на забруднення ґрунтів і водних об'єктів;
- вивчення впливу глобальних кліматичних змін на екосистему і рівні забруднення (або процеси трансформації забруднювачів);

- вивчення вмісту твердих частинок і попередників озону;
- зниження вартості моніторингу за рахунок підвищення ефективності наявних програм спостереження;
- вивчення вертикальних розподілів основних забруднюючих речовин (таких як озон, тверді частинки і їх попередники) з метою поліпшення якості математичних моделей забруднення повітря;
- оцінка експозицій населення по дрібнодисперсним частинкам з метою встановлення їх вкладу в порушення популяційного здоров'я, оцінки ризиків для цього здоров'я, а також контролю відповідності фактичних рівнів забруднення нормативам допустимого вмісту шкідливих речовин в повітрі.

Виходячи з цілей, розрізняють два основних типи екологічного моніторингу. Один з них може бути умовно названий моніторингом «оглядово-діагностичного» типу. Його мета полягає у виявленні кумулятивних екологічних ефектів і наслідків, зазвичай повільно наростаючих (і тому важко вловимих) і поступово охоплюють великі акваторії і території на субрегіональному, регіональному і навіть глобальному рівнях. До цього типу можна віднести, наприклад, довгострокові регіональні спостереження за станом біоресурсів і їх реакцією на кліматичний та економічний вплив, оцінку екологічної ситуації в результаті хронічного забруднення та інші подібні спостереження системного порядку, засновані на зборі та аналізі результатів регулярних досліджень і великих масивів екологічної інформації. Фоновий моніторинг імпактних районів передбачає періодичні довготривалі спостереження в районах, де господарська діяльність заборонена або зведена до мінімуму (біосферні заповідники, заказники, місця проживання рідкісних і зникаючих видів, пелагічна зона океану) [26].

Інший варіант спостережень може бути названий моніторингом «відповідності». Він ведеться з метою виявлення відхилень від заздалегідь встановлених критеріїв або для оцінки достовірності прогнозу розвитку екологічної ситуації. Моніторинг «відповідності» найчастіше обмежений

локальними масштабами. Його результати є основою для прийняття або коригування регулюючих заходів природоохоронного характеру стосовно до конкретного (як правило, локального) джерела впливу [26].

Програми регіонального моніторингу включають періодичні великомасштабні спостереження з метою оцінки поточного стану і виявлення довгострокових трендів зміни основних параметрів великих екосистем під впливом природних і антропогенних факторів. Для регіонального моніторингу транскордонних атмосферних забруднень характерні наступні вимоги до вибору пробовідбірних пунктів [28]:

1. Дані спостережень повинні бути характерні (репрезентативні) для максимально великої площі, важливо також відсутність впливу локальних джерел.

2. Розмір площі, для якої дана станція репрезентативна, повинен бути більше, ніж просторова роздільна здатність атмосферних дисперсійних моделей, які застосовуються для оцінки транскордонного забруднення і випадіння забруднюючих речовин. В даний час просторову роздільну здатність в деяких моделях доведено до 50 на 50 км.

3. Ситуація може бути більш складною, якщо пункт розташований в районі зі значними викидами і варіації концентрацій в повітрі викликаються як короткоперіодний випадковими флуктуаціями метеопараметрів, що визначають розсіювання і адвекцію, процесами випадання і взаємодії з поверхнею, так і відмінностями в експозиції по відношенню до домінуючих джерел викидів в довгостроковій перспективі. Однак, на більш довготривалій основі варіабельність зазвичай істотно нижча і можна вважати, що при місячному або річному усередненні пробовідбірні пункти в районах з високими значеннями викидів дають представницькі результати.

4. Станція повинна бути репрезентативна по відношенню до повітряних мас, що відбираються. При розміщенні станції слід уникати долин або інших місць, де можливий застій повітря при певних інверсійних умовах. Не слід

також вибирати вершини гір і перевали. Ідеальним є відкрите місце в помірно пересіченій місцевості або місце на схилі, яке знаходиться вище найбільш яскраво виражених нічних інверсій. Прибережні пункти відбору проб з вираженими добовими змінами вітру також не рекомендовані. Рослинність є стоком для більшості забруднюючих речовин, отже, слід уникати ситуацій, коли рослинність закриває пункт відбору проб.

Особливі умови виникають при реалізації програм виробничого моніторингу. Так, виконання робіт по контролю за станом забруднення атмосферного повітря в промисловій та санітарно-захисній зоні проводиться за двома напрямками [29]:

- контроль за викидами на технологічних установках і дотриманням нормативів ГДВ (відбір проводиться з гирла труб, вентиляційних камер та інших джерел);

- проведення спостережень в санітарно-захисній зоні та спостереження за станом атмосферного повітря в промисловій зоні підприємства.

Завдання виробничого екологічного контролю включають [21]:

- перевірку виконання планів і заходів з охорони природи і оздоровлення навколишнього середовища, раціонального використання і відтворення природних ресурсів;

- дотримання нормативів якості навколишнього природного середовища;

- виконання вимог природоохоронного законодавства.

Практично мова йде про самоконтролі підприємства за своєю діяльністю в галузі охорони навколишнього природного середовища.

Локальний (оперативний) моніторинг проводиться для оцінки екологічної ситуації і наслідків господарської діяльності на обмежених ділянках, схильних до прямого техногенного впливу, наприклад при прокладці трубопроводів, бурінні свердловин і ін. Головне призначення таких спостережень - виявлення зон і ефектів порушення біотичних і абіотичних характеристик середовища від

впливу , а також контроль за дотриманням природоохоронних правил, норм і вимог [25].

Варіанти розташування постів моніторингу транскордонних атмосферних забруднень характерні перераховані вимоги до вибору пробовідбірних пунктів з точки зору оцінки експозиції представлені в табл. 1.10.

Таблиця 1.10. - Варіанти розташування постів моніторингу [23]

Класифікація місця/ділянки	Опис
Центр міста	Розташування в межах міста, за рахунок чого забезпечується збір репрезентативною інформації про загальну експозиції населення в місті або в центральній частині міста, зокрема в таких місцях, як пішохідні доріжки (тротуари) або торгові зони.
Міський фон	Розташування в межах міста далеко від джерел забруднення, що дозволяє отримувати досить репрезентативну інформацію про загальноміському тлі.
Приміські або житлові райони	Розташування на території житлового району на околиці міста.
На автомагістралі	Місце для взяття проб в межах 1-5 м від дороги з інтенсивним рухом.
Промислова зона	Місцезнаходження промислових джерел забруднення, що обумовлюють утворення довгострокових або пікових концентрацій забруднюючих речовин.
Сільська місцевість	Відкрита місцевість якнайдалі від доріг, житлових масивів і промислових зон.
Інші	Будь-яке особливе місце поблизу джерела забруднення або посеред мікросередовища, біля важливого об'єкта, яке зазнає впливу забруднювачів (школа або лікарня).

При плануванні мережі моніторингу в міській забудові повинні враховуватися наступні фактори [23]:

- розташування основних джерел викидів забруднюючих речовин;
- основні об'єкти, що піддаються впливу забруднюючих речовин;
- погодні умови і топографічні дані;
- результати імітаційного моделювання структури розсіювання забруднювачів;
- інформація про якість атмосферного повітря (наприклад, отримана в результаті скринінгових досліджень);
- демографічні дані та інформація про стан здоров'я населення.

Таким чином, на урбанізованій території пости спостереження повинні бути орієнтовані як на конкретні джерела забруднення, так і на реєстрацію фонових забруднень, оптимізованого з урахуванням оцінки загальної експозиції населення [23].

Державна наглядова мережу за станом навколишнього середовища використовує більш обмежене число зон. Стационарні пости підрозділяються на міські фонові, промислові (поблизу підприємств), авто (поблизу автомагістралей з інтенсивним рухом транспорту) і житлові.

1.5 Урахування факторів навколишнього середовища при виборі місць розміщення пунктів спостереження

При виборі місць для розміщення пунктів спостереження за якістю атмосферного повітря слід враховувати просторовий розподіл і мінливість забруднюючих речовин в навколишнє середовище. Так, концентрації первинних забруднювачів на автомагістралях, зокрема СО, виявляються найвищими на узбіччях доріг, тоді як рівні озону характеризуються більш рівномірним просторовим розподілом, але на придорожніх ділянках його концентрації мінімальні внаслідок взаємодії з оксидом азоту, що містяться у вихлопних газах

автомобілів. У зв'язку з цим, як правило, досить складно домогтися оптимізації вимірювань за всіма забруднюючими речовинами в одних і тих же пунктах спостереження. Просторова мінливість таких вторинних забруднювачів, як NO_2 і O_3 , значно менше, ніж мінливість первинних домішок, що надходять в атмосферу в результаті викидів, наприклад, CO або SO_2 [23].

У зв'язку з великою кількістю джерел, відповідальних за викиди зважених часток, особливу увагу при складанні програм моніторингу приділяють вивченню їх просторового і часового розподілу. Вибір точок для розміщення стаціонарних постів моніторингу зважених речовин орієнтований, перш за все, на ті селітебні зони, в яких зосереджена основна частина населення. З урахуванням умов промислового і транспортного забруднення атмосфери зваженими речовинами, необхідно щоб мережа постів моніторингу в цілому охоплювала і зони з максимальною експозицією, навіть якщо в них проживає відносно мала частина населення. Для оцінки необхідної кількості постів моніторингу та вибору схеми їх розміщення корисний попередній аналіз просторової картини забруднення атмосферного повітря за даними діючої державної мережі станцій моніторингу зважених речовин або математичного моделювання розсіювання викидів. Крім того, важливе значення має характеристика та розміщення джерел викиду частинок в атмосферу. Просторовий розподіл часток різного розміру в зв'язку з різними аеродинамічними характеристиками (зокрема, швидкістю седиментації) не збігається, тому співвідношення їх у загальному обсязі зважених речовин може змінюватися з віддаленням від джерела. Таким чином, просторовий розподіл зважених речовин дає лише приблизну попередню оцінку ймовірного розподілу їх фракцій.

При порівнянні даних про якість повітря в різних містах виникає серйозна проблема, оскільки ділянки розміщення пунктів спостереження істотно відрізняються один від одного. Одні пункти розміщуються на висотних будівлях, інші у землі в районах з інтенсивним рухом, треті - в житлових районах з невеликим вуличним рухом і без промисловості, четверті - в

передмістях. Розташування пунктів спостереження в безпосередній близькості від джерел викидів впливає на величини вимірюваних концентрацій. Тому для поліпшення порівнянності даних, отриманих на різних станціях, повинна існувати стандартизована система їх вибору і розміщення.

На підставі аналізу даних про просторовому зміні концентрацій СО в умовах міської забудови розроблено спрощену їх класифікація по шести різних категоріях. Однак просторовий розподіл інших забруднювачів відрізняється від СО. Тому подібний аналіз треба проводити для кожного забруднювача з урахуванням дифузійних моделей розсіювання [24].

Для вимірювання специфічних компонент вибір місць розміщення станцій контролю повинен супроводжуватися модельними розрахунками розсіювання забруднювачів від конкретного джерела.

Для вибору місць розміщення постів спостереження за якістю атмосферного повітря необхідне детальне дослідження орографічних, аерографічних і теплофізичних властивостей контрольованих територій.

Складний рельєф місцевості, а також число і розміщення основних промислових і транспортних джерел, метеорологічні умови та інші фактори можуть суттєво вплинути на розподіл концентрацій забруднюючих речовин в межах розглянутої зони і зробити його істотно нерівномірним. Зокрема, точки моніторингу, розташовані поблизу від автотранспортних потоків, які не мають потужних промислових викидів, зазвичай характеризуються концентраціями, істотно перевищують загальноміський фон, в значній мірі залежить від далекого (в тому числі, транскордонного) перенесення.

Дуже важливим є питання про розі вітрів. Дані про повторюваності напрямків вітру отримують за результатами наземних спостережень на метеорологічних станціях. При цьому «справжня роза вітрів» повинна характеризувати повторюваність напрямків не приземного вітру на складному рельєфі, а напрямки сталого вітрового потоку біля підстильної поверхні, що набігає на місто і все його промислові об'єкти. Інформацію про повторюваності напрямків цього сталого потоку можна отримати за даними температурно-

вітрового зондування з поверхні 850 мбар (приблизно 1200 - 1500 м над поверхнею землі).

Крім того, пост повинен розташовуватися на добре провітрюваному ділянці місцевості, яка не піддається впливу окремих будинків або локальних джерел викидів. При виборі майданчика для поста необхідно враховувати, теплофізичні властивості місцевості (поверхонь). Наприклад, розміщення поста на асфальті в результаті перегріву поверхні і розвитку вертикальних потоків призведе до суттєвого спотворення одержуваної інформації про забруднення атмосферного повітря в літній період [26].

Існує залежність між встановленням постів і кількістю населення. Так, при маленькій кількості населення встановлюється менше число постів спостереження, чим більше населення - тим більше потрібно встановлювати постів. В таблиці х детально викладена інформація щодо цієї залежності.

Згідно рекомендацій чинного законодавства число стаціонарних постів спостереження встановлюють наступним чином (не менше) (табл.1.11.) [23]:

Таблиця 1.11 - Залежність кількості постів АП від кількості населення

Чисельність населення, тис. осіб	<50	50-100	100-200	200-500	>500	>1000
Кількість стаціонарних постів	1	2	2-3	3-5	5-10	10-20

У населених пунктах рекомендовано встановлювати один стаціонарний або маршрутний пост через кожні 0,5-5 км з урахуванням складності рельєфу та наявності джерел забруднення [32].

Станції моніторингу необхідно встановлювати в першу чергу в тих житлових районах, де можливі найбільші середні рівні забруднення, в адміністративному центрі міста та у житлових районах з різними типами районів відносяться зони найбільших максимальних разових і середньодобових концентрацій. Ці концентрації створюються викидами промислових підприємств та автотранспортними магістралями [31, 33].

Визначення місць розташування станцій проводиться з урахуванням обов'язкового попереднього дослідження забруднення повітряного середовища міста промисловими викидами, викидами автотранспорту та іншими джерелами, а також з урахуванням вивчення метеорологічних умов, аналізу розрахунків полів максимальних концентрацій домішок. При цьому слід враховувати повторюваність напрямку вітру над територією міста [33].

Місцерозташування точок контролю атмосферного повітря визначається попередніми експериментальними (історія попередніх досліджень атмосферного повітря) та теоретичними дослідженням з використання методів математичного і фізичного моделювання.

На основі метеорологічних параметрів, в тому числі "рози вітрів", місць знаходження основних джерел викидів та їхніх параметрів, а також топографії місцевості, з використання математичних та фізичних моделей були розраховані поля (карти) концентрацій забруднюючих речовин у атмосферному повітрі. Ці карти склали основу для визначення місць розташування пересувних станцій моніторингу, за результатами роботи яких можна встановити систему стаціонарних станцій міського моніторингу [33, 34].

При розміщенні точок місце розташування станцій враховується також інформація про райони житлової забудови з найбільшою щільністю населення, де можливі випадки перевищення встановлених граничних значень гігієнічних показників ГДК [35]. Також необхідно враховувати скарги та звернення від мешканців житлових районів міста та вимоги міських контролюючих органів.

1.5 Висновки до розділу

За результатами критичного аналізу діючої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро визначено:

1. Систематичний нагляд за рівнем забруднення атмосферного повітря у місті Дніпро наразі здійснюється на 6 стаціонарних постах спостереження Дніпропетровським обласним центром гідрометеорології, автоматичної станції

безперервного моніторингу від Департаменту екологічної політики Дніпровської міської ради, автоматичної станції безперервного моніторингу, яка належить заводу ТОВ "МЗ «Дніпросталь» та 2 сучасних автоматизованих станції безперервної дії КП «Центр екологічного моніторингу» Дніпропетровської обласної ради. Така кількість постів є недостатньою для міста із мільйонним населенням, розгалуженою мережею автошляхів та великою кількістю підприємств із багатьма джерелами забруднення атмосфери.

2. В існуючих системах спостереження за станом довкілля України збір і обробка інформації здебільшого не автоматизовані, а засновані на лабораторно-хімічних методах аналізу проб і використовуються не стільки для прийняття оперативних управлінських рішень, скільки для статистичного аналізу. Так, аналіз атмосферного повітря здійснюється на постах гідрометеослужби не безперервно, а лише чотири рази на добу в робочі дні. Окрім того, зазвичай контролюються далеко не усі речовини із стандартного переліку.

3. Сьогодні в м. Дніпро через екологічні організацій розвивається громадська система моніторингу атмосферного повітря, яка налічує десятки моніторингових точок із портативними газоаналізаторами безперервної дії. Проте дані з цієї системи не є офіційними, а для її коректного використання варто виконати калібрування усіх газоаналізаторів та перевірити дотримання вимоги щодо їх розміщення та експлуатації.

4. Оцінка якості повітря за показниками ГДК або розрахованими ІЗА є зручною для нормування забруднюючих речовин на певній території відповідно до діючих стандартів України. Проте такий підхід не дозволяє прогнозувати наслідки для здоров'я населення у разі перевищення значень ГДК.

5. В країнах ЄС для інформування населення про стан атмосфери використовуються індекс якості повітря AQI (від англ. Air Quality Index). Перевагою надання інформації про стан атмосферного повітря у вигляді AQI є сумісність зі стандартами країн ЄС, зокрема Директиви 2008/50/ЄС, що дозволяє проводити порівняльний аналіз стану атмосферного повітря міст України та країн ЄС. Іншою перевагою оцінки якості атмосфери за цими

індексами є те, що за зазначеною методологією не обов'язково мати єдиний перелік забруднюючих речовин, що контролюються на постах спостереження, оскільки якість атмосфери визначається за єдиною забруднюючою речовиною що має найнижчі значення AQI. Окрім того, ці індекси у порівнянні з ГДК або ІЗА є більш інформативними щодо визначення небезпеки для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря.

Таким чином, виникає необхідність в удосконаленні міської системи моніторингу атмосферного повітря через встановлення додаткових постів спостереження та підвищення рівня репрезентативності моніторингових даних за міжнародними стандартами.

РОЗДІЛ 2 ОБГРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ З ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗМІЩЕННЯ СТАНЦІЙ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ М. ДНІПРО

2.1 Узагальнені методологічні рекомендації щодо організації системи моніторингу атмосферного повітря

Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери в містах України здійснюється відповідно до ДСТУ 17.2.3.01-04. «Охорона природи. Атмосфера. Правила контролю якості повітря населених пунктів» [22].

Спостереження за рівнем забруднення повітря проводиться на посту, який являє собою заздалегідь обране для цієї мети місце (точку місцевості), на якому розташовується павільйон чи автомобіль, обладнаний відповідними приладами.

Виділяють три категорії постів спостережень за забрудненням атмосфери: стаціонарні, маршрутні і пересувні. Стаціонарний пост призначений для забезпечення безперервної реєстрації вмісту забруднюючих речовин або регулярного відбору проб повітря для подальшого аналізу. Маршрутний пост застосовується для регулярного відбору проб повітря у фіксованій точці місцевості при спостереженнях, які проводяться за допомогою пересувного обладнання. Пересувний пост призначений для відбору проб під димовим (газовим) факелом з метою виявлення його впливу на довкілля [41].

Кожен пост будь-якої категорії розміщується на відкритому майданчику, що провітрюється з усіх боків, на покриттях (асфальті, ґрунті, газоні), які не пилять. Зелені насадження, будівлі та споруди не повинні спотворювати результати вимірювань [42, 43].

Стаціонарний і маршрутний пости розміщуються в місцях, обраних на основі попереднього дослідження забруднення повітряного середовища міста промисловими викидами, викидами автотранспорту, побутовими та іншими джерелами з урахуванням умов розсіювання [43].

Число постів і їх розміщення визначається з урахуванням чисельності

населення, площі населеного пункту і рельєфу місцевості, а також розвитку промисловості, мережі магістралей з інтенсивним транспортним рухом і їх розташуванням по території міста, розосередження місць відпочинку і курортних зон.

Кількість стаціонарних постів в залежності від чисельності населення встановлюється наступним чином: 1 пост – 50 тисяч мешканців; 2 пости – 100 тисяч мешканців; 2–3 пости – 100–200 тисяч мешканців, 3–4 пости – 200–500 тисяч мешканців, 10–20 постів (стаціонарних і маршрутних) – більше 1 млн. мешканців [43].

Для населених пунктів зі складним рельєфом і великою кількістю джерел забруднення рекомендується встановлювати один пост через кожні 5–10 км. Рекомендується встановлювати пости у різних функціональних зонах (житлової, промислової, громадському центрі та інших), а також поблизу автомагістралей.

Згідно рекомендацій Світової організації охорони здоров'я щодо організацій моніторингу в умовах міської забудови при плануванні мережі спостережень стану атмосферного повітря необхідно враховувати наступні фактори [43]:

- розміщення пріоритетних джерел викидів забруднюючих речовин;
- погодні умови та топографічні дані;
- основні об'єкти, що потерпають від впливу забруднюючих речовин;
- інформація про якість атмосферного повітря (яка отримана за результатами, наприклад, скрінінгових досліджень);
- результати імітаційного моделювання розсіювання речовин забруднювачів;
- демографічні дані та інформація про стан здоров'я населення.

Для встановлення ймовірно можливих місць розташування станцій системи міського моніторингу повітря необхідно виконати наступне:

1. На карту міста наносяться основні джерела викидів забруднюючих речовин: промислові підприємства, автомагістралі, комунальні об'єкти та інше.
2. Опрацьовуються метеорологічні характеристики території міста,

виділяється вісім варіантів - напрямків вітру, які обумовлені румбами «рози вітрів», і дев'ятий варіант – штилю. Для кожного з вибраних восьми напрямків визначається тривалість дії вітру та встановлюється його середня швидкість.

3. Аналізується рельєф території міста, в результаті чого вибираються коригуючи (за напрямками вітру) коефіцієнти.

4. Методом розрахункового моделювання створюється карта (в ізолініях) забруднення атмосферного повітря міста.

5. Здійснюється поділ території міста за показником щільності проживання населення і виділяються ділянки для ймовірного розташування станцій моніторингу.

6. За сукупністю вищенаведених даних для кожної ділянки здійснюється розрахунок показника екобезпеки життєдіяльності.

7. Виконується сумація і встановлюється значення річних показників екобезпеки життєдіяльності для кожної з ділянок.

8. За значенням показника екобезпеки життєдіяльності здійснюється вибір орієнтовного місця розташування станцій моніторингу, що уточнюється з урахуванням наступного:

а) ієрархії факторів, які слід враховувати при виборі місць для пунктів спостереження моніторингу, якими є:

- максимальні значення показника ІЗА;
- особливості забудови і щільність населення;
- метеорологічні умови даної місцевості та тривалість впливу;
- перспективи розвитку житлової забудови;

б) станція повинна знаходитися поза аеродинамічною тінню будинків і зоною зелених насаджень;

в) станція повинна розташовуватися на відкритих площадках із не пиловим покриттям (газон, асфальт, твердий ґрунт) чи поблизу перехрест'я вулиць, територія повинна добре провітрюватися;

г) у житлових районах розміщується з підвітряної сторони відносно панівного напрямку вітру на відстані від 10 до 40 середніх висот труб основних

джерел забруднення та не підпадати під вплив близько розміщених низьких джерел;

д) при близьких значеннях показника екобезпеки життєдіяльності станції спостереження, в першу чергу, повинні встановлюватися:

- в адміністративному центрі населеного пункту;
- у житлових районах з різними типами забудови;
- парках і зонах відпочинку;
- на відстані 0,5-2 км від низько розташованих джерел викидів;
- на відстані 2-3 км від високо розташованих джерел викидів;
- на відстані 50-100 м від магістралей інтенсивного руху транспорту.

9. У разі неможливості розташування станції моніторингу у визначеному місці слід здійснити вибір місця якомога ближче до нього.

Для спостереження і відбору проб повітря у визначеному місці потрібно розмістити стаціонарний або мобільний пост спостереження за атмосферним повітрям. Вимоги до організації такого посту наступні: автомобільний фургон або павільйон, обладнаний необхідним лабораторним обладнанням із доступом до електромережі.

На урбанізованій території пости спостережень мають бути репрезентативними та орієнтованими як на конкретні джерела забруднення, так і на реєстрацію фонового забруднення, що враховує оцінку щільності міського населення [43].

В публікації [43] запропонована методологія вибору місць розташування постів міського екологічного моніторингу, яку резюмує відповідний алгоритм (рис. 2.1).

Як бачимо з рисунку, для налагодження системи моніторингу атмосферного повітря промислових міст, а саме вибору місць розташування постів спостереження необхідно зібрати інформацію про якість повітря на існуючих постах спостереження та провести розрахунки параметрів розсіювання викидів від джерел забруднення атмосфери.



Рис. 2.1 – Алгоритм вибору місць розташування постів міської системи моніторингу атмосферного повітря

Причому доцільно застосовувати як результати експериментальних вимірів так і розрахункових методик з визначення параметрів розсіювання забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря.

2.2 Аналіз динаміки концентрацій пріоритетних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Дніпро

Тверді речовини. Пил у атмосферному повітрі - завислі тверді речовини, здатні осідати на поверхню Землі. Джерелами пилу є об'єкти природнього походження, наприклад вивірення гірських порід та індустріального походження, наприклад викиди з джерел промислових підприємств. Пил

зосереджується на висоті до 500 м. Вплив пилу на організм людини позначається на органах дихання. При вдиханні повітря разом з частинками твердих речовин пил затримується у дихальних шляхах і спричиняє їх роздратування або запалення. Дуже негативно пил впливає на очі та шкіру: може спричинити запалення або механічні пошкодження очей [6, 39].

На графіку зображені зміни по концентрації пилу в атмосферному повітрі міста Дніпра за період квітень 2019 - Жовтень 2020 та стан за ПДК (рис. 2.2). ПДК по твердим речовинам дорівнює $0,15 \text{ мг/м}^3$. Тобто по всім стаціонарним постам спостереження вміст пилу в повітрі більше за ПДК.

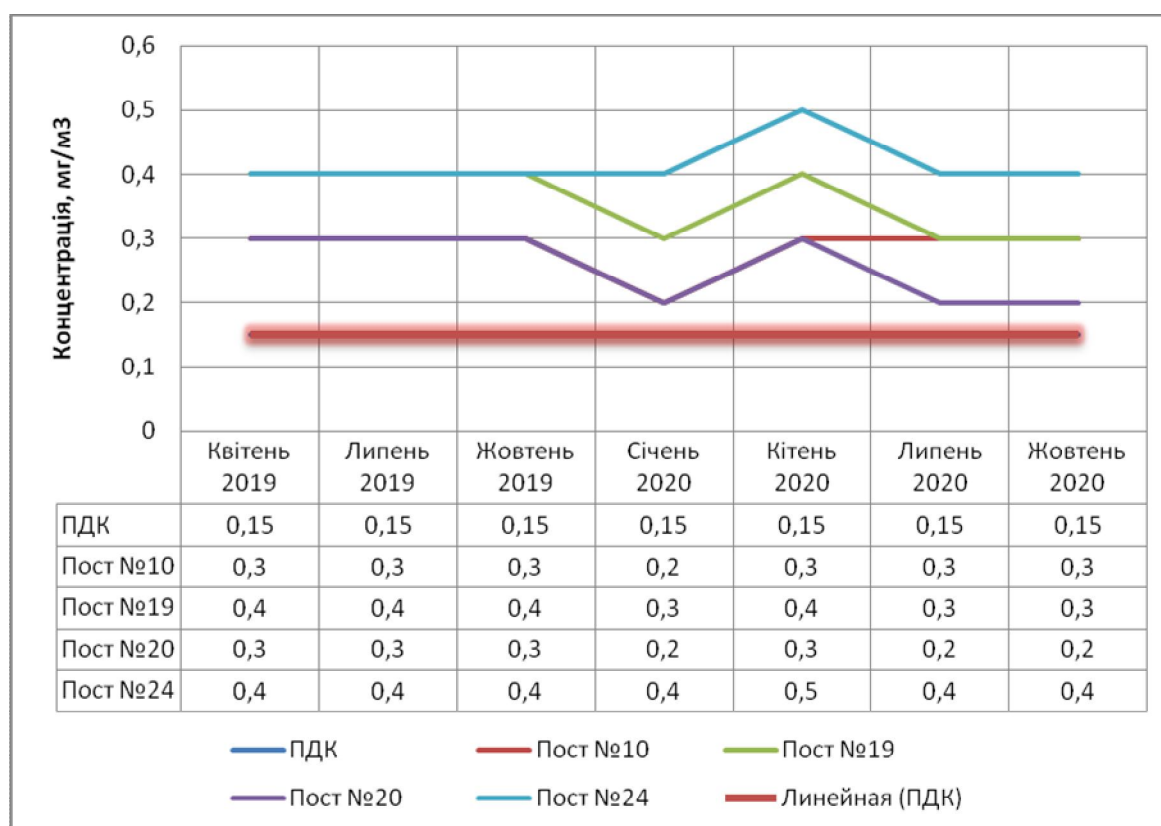


Рисунок 2.2 - Зміни по концентрації твердих речовин

Двоокис сірки - сполука SO_2 . Являє собою безбарвний газ з різким задушливим запахом. Утворюється при згоранні сірковмісних видів палива(в першу чергу вугілля і важких фракцій нафти), а також при різних виробничих процесах, наприклад плавці сульфідних руд. У рослинності викликає пожовтіння або знебарвлення листя (хлороз) та карликовість. У людини дратує дихальні шляхи. Може викликати захворювання дихальної системи. При реакції з водяною парою утворює сірчану кислоту (H_2SO_4) [37, 38].

Краплі сірчаної кислоти переносяться на різні відстані. При потраплянні в легені, сильно їх руйнують [6].

На графіку зображені зміни по концентрації двоокису сірки в атмосферному повітрі міста Дніпра за період квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.3). ПДК за цією речовиною складає 0,05 мг/м³. Тобто за даними стаціонарних постів спостереження ця речовина не перевищує ПДК за цей період, тому створює потенційну загрозу.

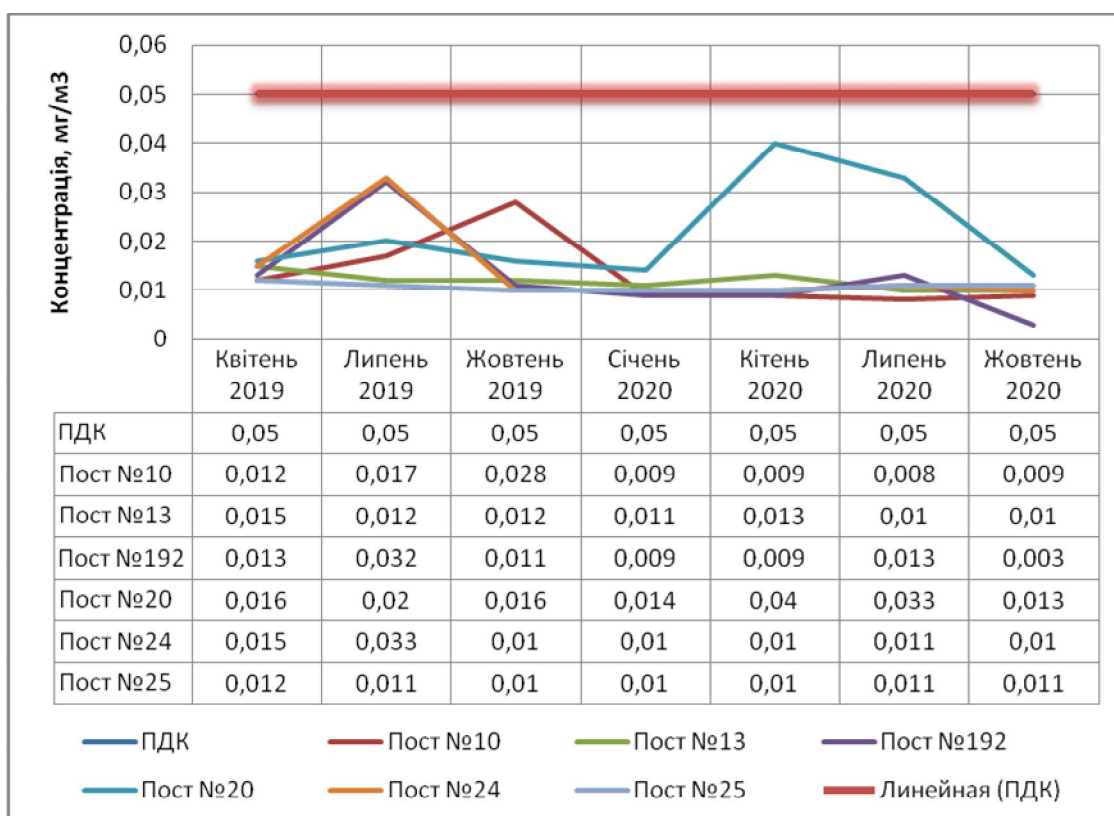


Рисунок 2.3 - Зміни по концентрації двоокису сірки

Оксид вуглецю є токсичним компонентом продуктів горіння, який входить до складу диму, виділяється горінні горючих речовин. Також утворюється при відновленні розжареним вугіллям двоокису вуглецю. Швидко проникає у легені та потрапляє у кров. Кров при цьому втрачає здатність переносити і правильно використовувати кисень, що пошкоджує мозок та інші органи. Далі спричиняється кисневе голодування організму, що приводить до

летального наслідку при найгірших обставинах: отруєння великими концентраціями або знаходження в закритому приміщенні [6].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі окису вуглецю по стаціонарним постам спостереження за термін квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.4). ПДК за цією речовиною становить 3 мг/м³. Тобто за стаціонарним постом №24, що знаходиться за адресою вул. Богдана Хмельницького, 20 в Індустріальному районі міста ситуація покращилася, але концентрація знаходиться на межі з ПДК, а за стаціонарним постом №20, що знаходиться за адресою пр. Мазепи, 38 в Новокодацькому районі міста в промисловій частині концентрація перевищує норму і складає небезпеку для здоров'я людей та навколишнього середовища.

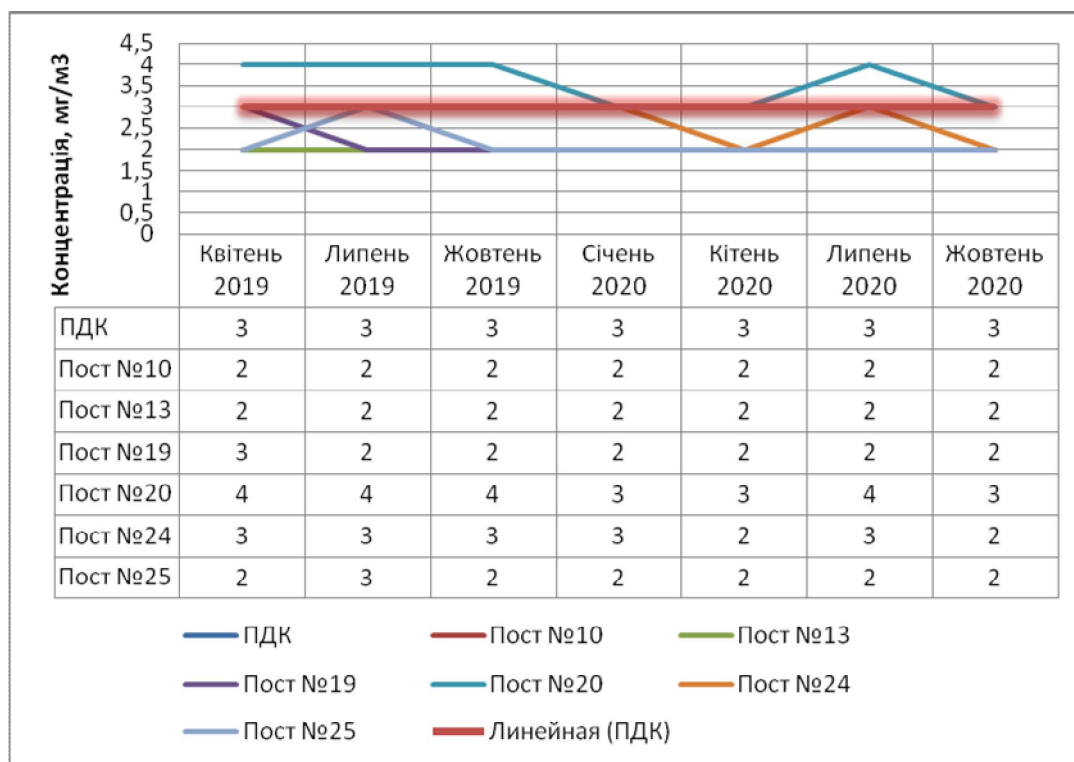


Рисунок 2.4 - Зміни по концентрації окису вуглецю

Двоокис азоту - це неорганічна сполука. Газ червоно-бурого кольору з гострим запахом та жовтуватою рідиною. Джерелом сполуки є двигуни внутрішнього згоряння, теплові електростанції, заводи з переробки целюлози. При отруєнні може призводити до затримки дихання, знизити функцію легенів та збільшити ризик виникнення респіраторних захворювань [40].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі двоокису азоту по стаціонарним постам спостереження за термін квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.5). ПДК за цією речовиною становить $0,6 \text{ мг/м}^3$, тому можна казати про нормальний стан атмосферного повітря щодо двоокису азоту.

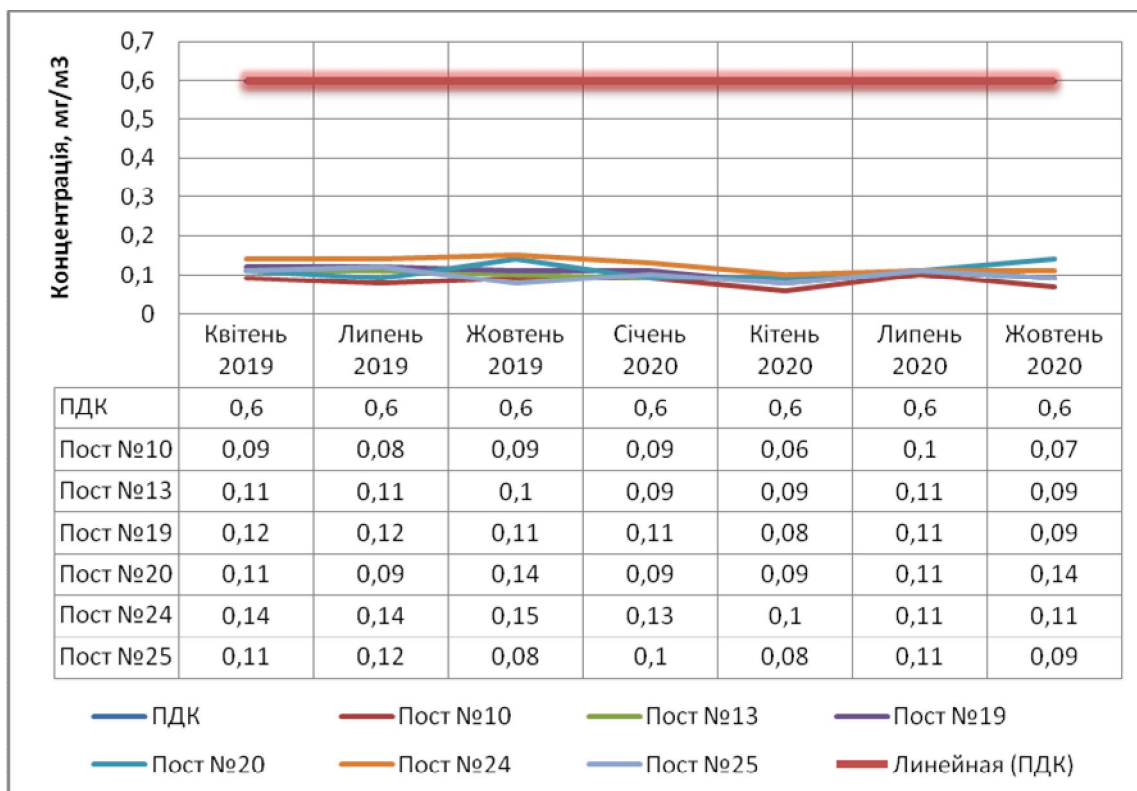


Рисунок 2.5 - Зміни по концентрації двоокису азоту

Оксид азоту утворюється при спалюванні викопного палива, що містить азотні сполуки, а також тих, що не містять, за рахунок окислення азоту повітря. Оксид азоту шкідливо впливає на здоров'я людини, подразнює очі і ніс сприяє виникненню роздратування і задишці. Знижується м'язова працездатність. Може виникати бронхопневмонія, набряк легенів. Сприяє утворенню парникового ефекту та руйнуванню озонового шару. Крім того, оксид азоту викликає «вимирання лісів» та кислотні дощі [40].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі двоокису азоту по стаціонарному посту спостереження №13, що знаходиться за адресою вул. Філософська, 94 у Центральному районі міста за термін квітень

2019 - жовтень 2020 (рис. 2.6). ПДК за цією речовиною становить $0,06 \text{ мг/м}^3$. Тобто концентрація оксиду азоту в Дніпрі знаходиться близько до межі ПДК і становить потенційну загрозу. За іншими постами дані щодо концентрації оксиду азоту не збираються.

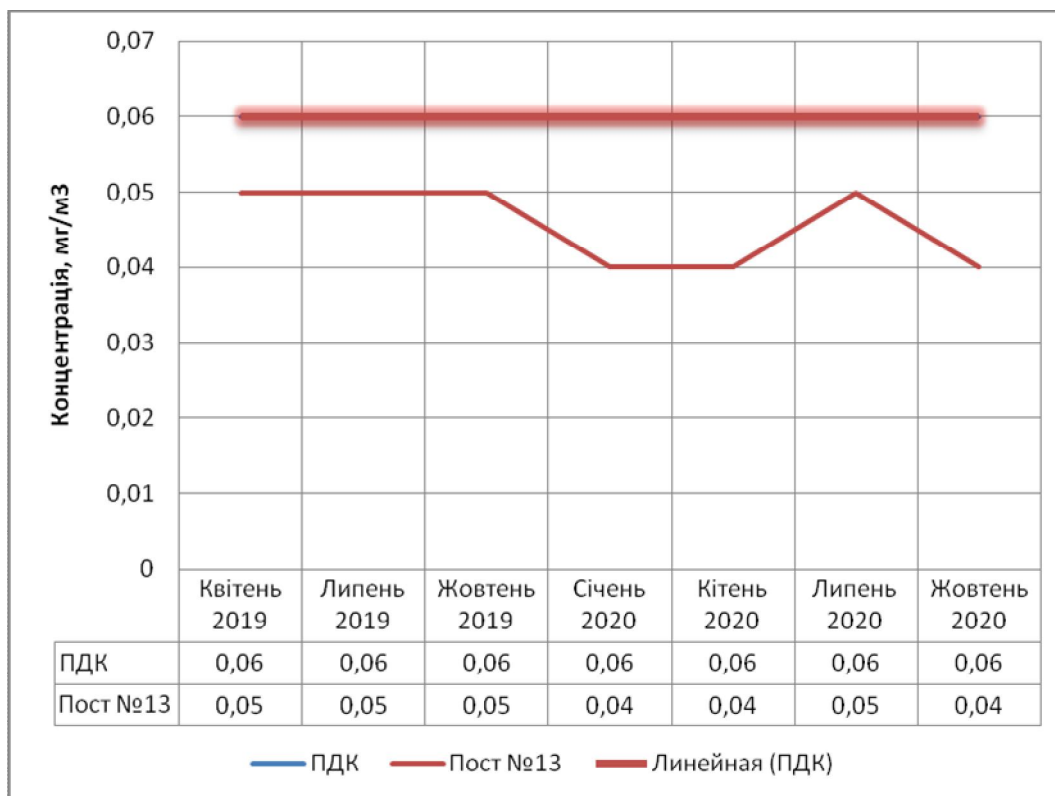


Рисунок 2.6 - Зміни по концентрації оксиду азоту

Сірководень виникає при очищенні стічних вод, важчий за повітря, тому може накопичуватися в низинах, канавах, ярах, ямах, колодязях та льохах. Запах тухлих яєць явний показник сірководню. Отруєння сірководнем може спричинити ускладнення: страждають дихальна система і органи зору. Несвоєчасне реагування на отруєння призводить до бронхіту і зниження гостроти зору. Внаслідок отруєння сірководнем з'являються різь в очах, подразнення верхніх дихальних шляхів, кашель, чхання, втрата свідомості [40].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі сірководню по стаціонарним постам спостереження за термін квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.7). ПДК за цією речовиною становить $0,008 \text{ мг/м}^3$. Тому, є

велике перевищення ПДК концентрації сірководню, що становить загрозу для здоров'я людини.

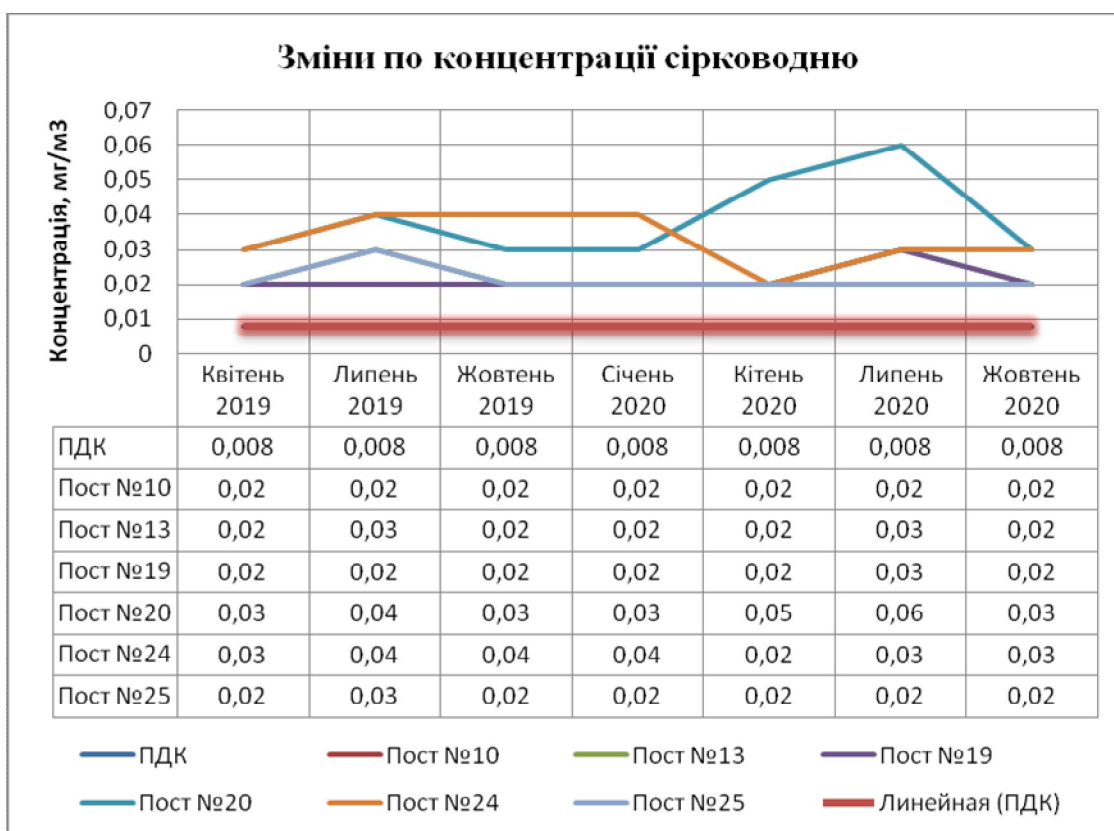


Рисунок 2.7 - Зміни по концентрації сірководню

Фенол є небезпечним для всіх тканин в організмі. До організму фенол потрапляє через: проковтування, вдихання парів, всмоктування крізь шкіру. При його контакті зі шкірою не відчувається болю, але з'являється із часом, супроводжуючись появою опіків. При всмоктуванні крізь шкіру великої кількості фенолу відбувається ураження судин крові, можлива поява фенольної гангрени. Пари фенолу здатні подразнювати очі та дихальні шляхи [40].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі фенолу по стаціонарним постам спостереження за термін квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.8). ПДК середньодобова у фенолу складає $0,006 \text{ мг/м}^3$. Можна зробити висновок, що концентрація фенолу порівнюючи з ПДК в нормальному стані і не складає загрози для здоров'я населення та навколишнього середовища.

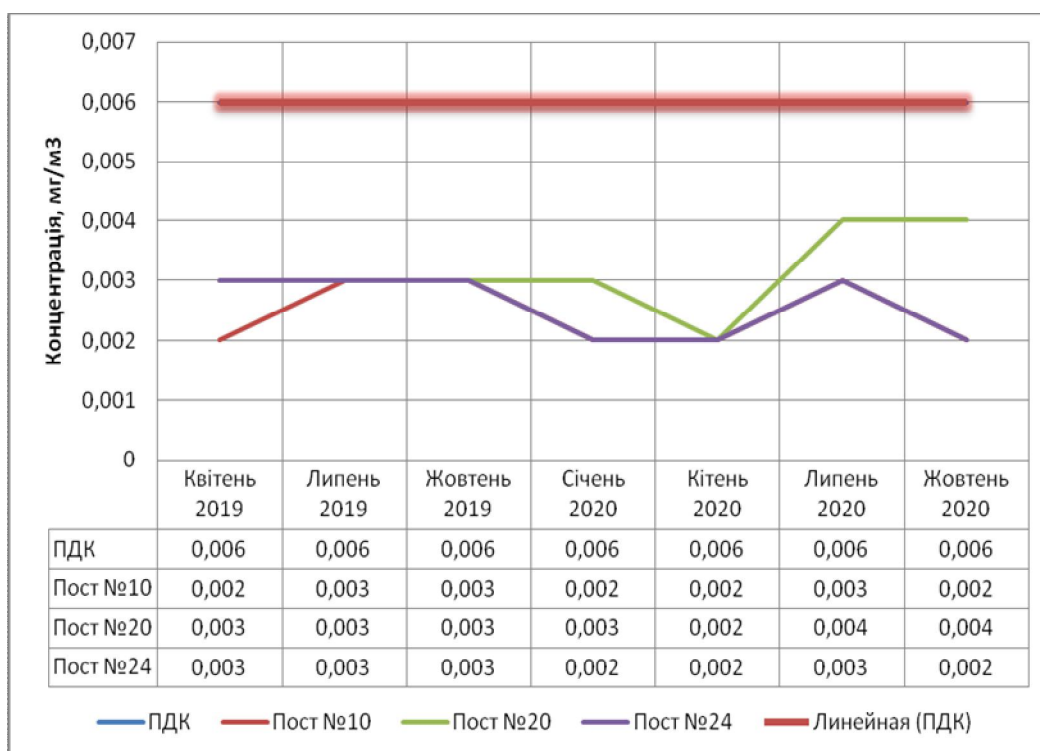


Рисунок 2.8 - Зміни по концентрації фенолу

Аміак. З викидами підприємств або через природну наявність аміак виділяється у відкритий простір. Після використання аміаковмістних добрив у сільськогосподарській місцевості різко підвищується концентрація його випарів. В організм людини потрапляє повітря, насичене їдким газом. Викликає ураження дихальних шляхів і слизових оболонок з подальшими симптомами: нежить, кашель, важке дихання, задуха, підвищене серцебиття [40].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі аміаку по двом стаціонарним постам спостереження №10, що знаходиться біло входу в парк ім. Тараса Шевченка у Соборному районі міста та №20, що знаходиться за адресою пр. Мазепи, 38 в Новокодацькому районі міста в промисловій частині за термін квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.9). ПДК середньодобова у аміаку складає 0,04 мг/м³. На посту спостереження №20 є перевищення ПДК, що становить загрозу, а на посту №10 концентрація аміаку межує з ПДК, що становить потенціальну загрозу.

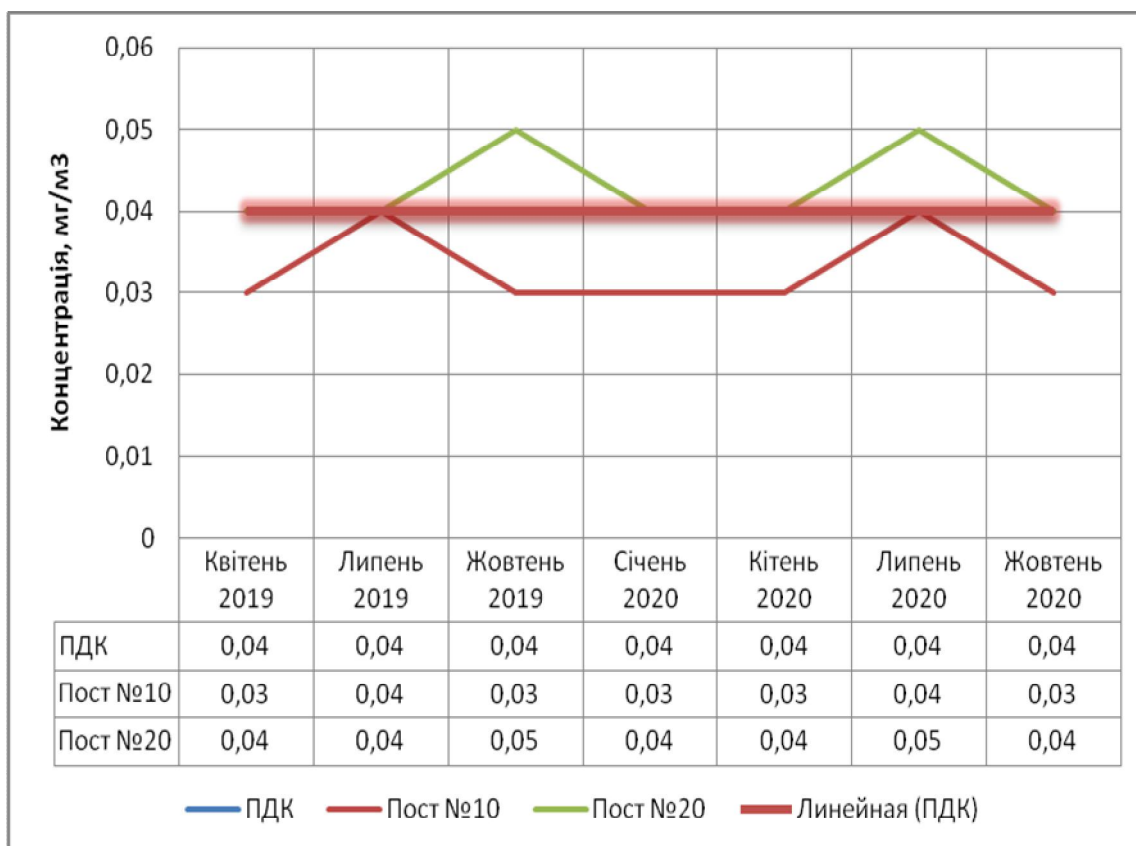


Рисунок 2.9 - Зміни по концентрації аміаку

Формальдегід - це безбарвний газ з характерним гострим запахом. Джерелами формальдегіду є: смог, цигарки та інші джерела тютюнового диму, медицина та промисловість. При потраплянні до організму через дихальні шляхи можуть виникати різні симптоми та хвороби: подразнення очей, дихальної система, горла та шкіри. Також може приводити до болі та блювання [40].

На графіку зображені зміни концентрацій в атмосферному повітрі формальдегіду по стаціонарним постам спостереження за термін квітень 2019 - жовтень 2020 (рис. 2.10). ПДК середньодобова у фенолу складає $0,035 \text{ мг/м}^3$. перевищення ПДК не має, концентрація нормальна і загрози не створює.

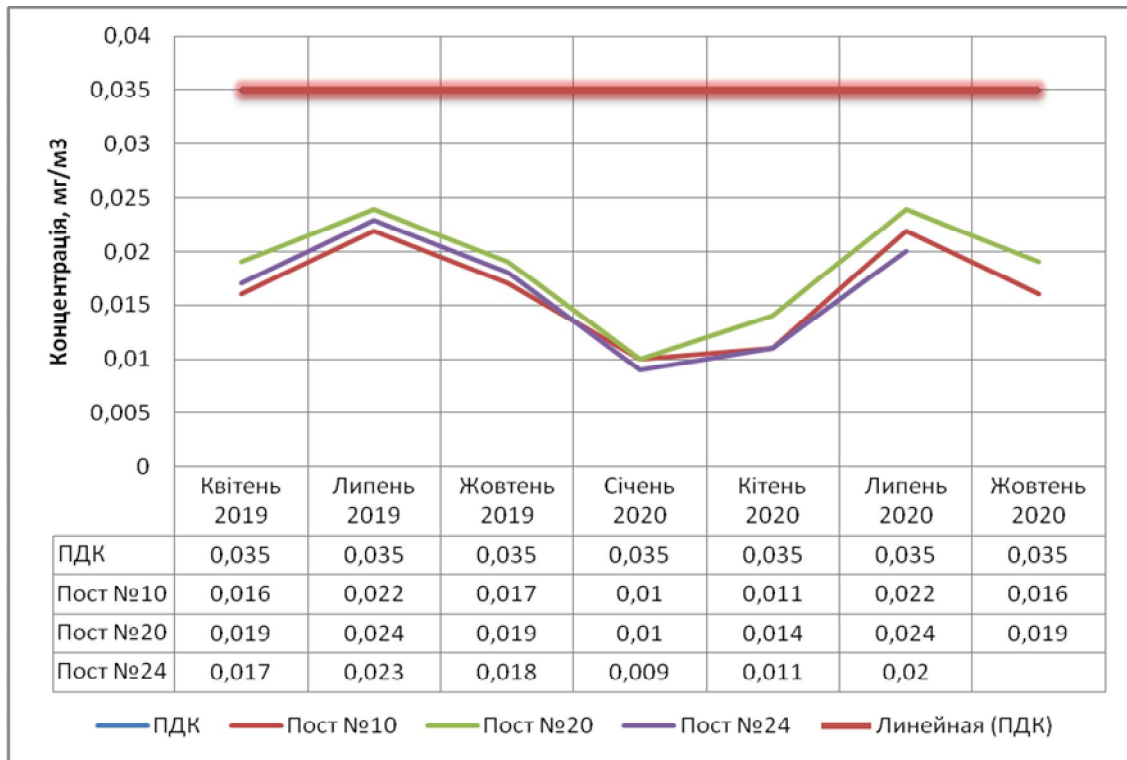


Рисунок 2.10 - Зміни по концентрації формальдегіду

Таким чином, сьогодні найбільш небезпечними забруднюючими речовинами для мешканців м. Дніпро є тверді речовини, аміак, сірководень та окис вуглецю.

2.3. Методика розрахунку параметрів розсіювання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі для побудови зон ймовірного забруднення

Основне рівняння для визначення приземної концентрації вздовж напрямку вітру є:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \exp\left[-\frac{(y - y_0)^2}{2\sigma_y^2}\right] \left\{ \exp\left[-\frac{(z - H)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(z + H)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (2.1)$$

де C – Концентрація ($\text{г}/\text{м}^3$);

Q – інтенсивність викидів ($\text{г}/\text{с}$);

π – 3,141593;

u – швидкість висота штабеля вітру ($\text{м} / \text{с}$);

σ_y – бічний параметр дисперсії (м);

σ_z – вертикальний параметр дисперсії (м);

H – висота джерела над землею (м).

SCREEN розглядає цілий ряд класів стійкості і швидкості вітру для визначення «найгіршого випадку» метеорологічних умов, тобто поєднання швидкості вітру і стійкості атмосфери, яке призводить до максимальних приземних концентрацій. Швидкість вітру та комбінації класу стійкості, які використовуються SCREEN, наведені в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Масиви швидкості вітру для різних класів стійкості атмосфери

Клас стійкості атмосфери (за Паскілом-Гиффордом)	Швидкість вітру на висоті 10 м (м/с)												
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0
A	*	*	*	*	*								
B	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
C	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*		
D	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
E	*	*	*	*	*	*	*	*	*				
F	*	*	*	*	*	*	*						

Для висоти джерела викидів менше ніж 10 метрів, швидкість вітру дорівнюється значенням, наведеним у даній таблиці, тобто без урахування зміни вітру. Для відстаней більше ніж 50 км (доступні з дискретним параметром відстані), згідно методики ведеться перебір швидкостей вітру через 2 м/с, як нижню межу для 10-метрової швидкості вітру, щоб уникнути тривалий термін розрахунку. Таблиця 2.3 включає в себе деякі випадки, які можуть не рахуватися при стандартній комбінації швидкості вітру та класу стійкості, а саме класу E зі швидкістю вітру менше за 2 м/с, і класу F при швидкості вітру більше ніж 3 м/с. Комбінації класу E і швидкості вітру 1 -1,5 м/с часто виключається, оскільки алгоритм, розроблений Тернером для визначення класу стійкості за метеорологічними показниками, виключає випадки стійкості E для швидкості вітру менше 2 м /с. Ці комбінації включені до методики, оскільки вони є

допустимими комбінаціями і можуть з'явитися в наборі даних з використанням на місці метеорологічних даних для інших методів з визначення класу стійкості.

Існує три варіанти метеорологічних даних для розрахунку концентрацій. Перший вибір, який повинен бути використаний в більшості додатків, полягає в використанні повного переліку метеорологічних показників, який містить всі шість класів стійкості, а також пов'язані з ними значення швидкості вітру. Використовуючи повний метеорологічний перелік з формуванням автоматизованого масиву відстаней, SCREEN розраховує та відображає на графіку максимальні значення концентрації для кожного шагу відстані.

Повний метеорологічний набір зазвичай використовує класи А, С, Е і F, або підмножину розрахунків вручну, і тому SCREEN забезпечує знаходження максимальних концентрацій. Концентрації в залежності від відстані і класи стійкості А, С і Е або F можуть не визначатись для всіх відстаней.

Другий варіант урахування метеорологічних показників необхідний щоб ввести певний клас стійкості (наприклад для А, В, або F). SCREEN розгляне діапазон швидкостей вітру лише для цього класу стійкості. За допомогою цієї опції можна визначати максимальні концентрації, пов'язані з найбільш розповсюдженим класом стійкості для певної території та різними значеннями швидкості вітру.

Третій варіант дозволяє явним чином задати один клас стійкості і певну швидкість вітру. Слід зауважити, що останні два варіанти були спочатку введені до методики SCREEN, щоб полегшити розрахунки, проте вони можуть бути корисні, якщо зокрема певні метеорологічні умови викликають занепокоєність. Тим не менш, вони не рекомендуються для звичайного використання методики SCREEN.

Висота змішування Z_M (м) використовується в SCREEN для нейтральних і нестійких умови (класи А - D) та обчислюється за формулою:

$$Z_m = 0.3 u \cdot / f \quad (2.2)$$

де: u^* - швидкість тертя (м/с);

f - параметр Коріоліса ($0,0009374 \text{ c}^{-1}$ для 48 широти);

Для побудови логарифмічного профілю швидкості вітру (припускаючи, що довжина шорсткості поверхні близько 0,3м, та швидкість вітру на висоті 10 м) використовується формула:

$$u^* = 0.1 u_{10}$$

Підставляючи u^* в попереднє рівняння, отримаємо зміну вітру для різної висоти:

$$Z_m = 320 u_{10} \quad (2.3)$$

Технічна висота змішування відповідає мінімальній денній висоті перемішування. Слід враховувати, якщо значення Z_M менше, ніж хмарова висота, то висота перемішування використовується при розрахунку концентрації встановлюється рівною йому. Для отримання при стабільних умовах змішування висота встановлюється рівною 10,000 м для уявлення необмеженого змішування.

Для моделі SCREEN, параметри дисперсії σ_y та σ_z коригуються з урахуванням впливу поточності викидів й вносяться ці дисперсії наступним чином:

$$\sigma_{ye} = (\sigma_y^2 + (\Delta h/3.5)^2)^{0.5} \quad (2.4)$$

$$\sigma_{ze} = (\sigma_z^2 + (\Delta h/3.5)^2)^{0.5} \quad (2.5)$$

де Δh - відстань - залежить від зростання шлейфу.

Відстань з підвітряного боку до зони максимальної концентрації (м), заснована на оцінці часу, необхідного для змішування шару, що потрапляє з верхньої частини джерела до верхньої частини ефективного підйому, визначається за формулою:

$$X_{max} = (u p_a c_p / R) (\Delta \theta / \Delta z) (h_i - h_s) [(h_i + h_s)/2] \quad (2.6)$$

де: p_a – щільність повітря навколишнього середовища (1205 г/м³ при T= 20⁰ C);

c_p – питома теплоємність повітря при постійному тиску (0,24 кал/К);

R – чиста швидкість нагріву стовпа повітря по сонячній радіації (близько 67 кал/м²);

$\Delta\theta/\Delta z$ – вертикальний градієнт потенціалу температури (встановлено, як 0,035 К/м для стійкості F);

h_i – висота верхньої частини факелу, м;

h_s – фізична висота джерела, м.;

Максимальна концентрація на рівні землі за умов інверсії за рівнянням Тернера:

$$X_f = Q / [(2\pi)^{0.5} u \sigma_{ye} + h_e/8] (h_e + 2 \sigma_{ze}) \quad (2.7)$$

де Q - швидкість емісії (г/с), а також інші терміни, визначені вище. Дисперсійні параметри, σ_{ye} і σ_{ze} , відображають ефекти плавучості індукованої дисперсії.

Основні вхідні дані та формули для розрахунку показників забруднення атмосфери за зазначено методикою зведені до табл. 2.2

Таблиця 2.2 - Вхідні дані та формули для розрахунку параметрів забруднення атмосфери від організованих джерел за методикою *ISC3*

Назва	Позначення	Розмірність	Формула або значення
Висота джерела	h		
Швидкість викиду	v		
Діаметр джерела	d		
Температура викиду	T		
Концентрація в викиді	Q	[г/с]	
Азимут вітру (роза вітрів)	A		
Швидкість вітру на висоті 10 м	$u10$	[м/с]	
Інсоляція	I		
Хмарність	C		
Температура повітря	t	[град]	
Параметр Кориоліса	f	[1/с]	0.000093 (широта 40 град.)
Середня шорсткість поверхні	r	[м]	
Широта	L		
Міська забудова			ні / так
Відстань від джерела	x	[м]	
	x'	[км]	
Рельєф	$H(x, y)$		
Відстань від вісі шлейфу	y	[м]	
Швидкість вітру біля землі	$u0$	[м/с]	$0.3 r u10$
Висота інверсійного шару	Z	[м]	$0.3 u0 / f(L)$
Параметри дисперсії	i, j, k, l		(табл.)

Закінчення таблиці 2.2

	$m(x), n(x)$		
Горизонтальна дисперсія	S_y	[м]	$465 x' \operatorname{tg} (0.017 (i - j \log x'))$ (село) $k x' / (1 + 0.0004 x')^{1/2}$ (місто)
Вертикальна дисперсія	S_z	[м]	$m x^m$ (село) $k x' / (1 + l x')^{1/2}$ (місто)
Корекція на турбулентність	$S'_{y,z}$		$(S_y z^2 + (Hc / 3.5)^2)^{1/2}$
Швидкість вітру на висоті джерела	u	[м/с]	$u_{10} (h / 10)^p$
Висотна експонента для вітру	p	[безрозм.]	(табл.)
Клас стійкості атмосфери	S		A, B, C, D, E, F [якісн.] (табл.)
Висотна експонента температури	P	[град/м]	(табл.)
Індекс стійкості	s	[1/с ²]	$g P / t$
Ефективна висота джерела	h_0	[м]	$h - dh$
Ефективна висота шлейфу	h_e	[м]	$h_0 + H_e$
Вертикальне відлуння від земної поверхні	V	[безрозм.]	$\sum (N (Const h_e, S_z') + N(-Const h_e, S_z'))$, $\partial_e Const = 0, 2, \dots$
Поточна концентрація	X	[г/м ³]	$Q V U / u$
Горизонтальна компонента	U	[безрозм.]	$N(y, S'_y)$
Ефективна висота шару	Z'	[м]	$Z - H(x, y)$
Вертикальна компонента	dh	[м]	$2d (v / u) \#(1.5 u - v)$
Коефіцієнт збільшення	B	[м]	$1/3 + u / v$
Параметр підйому	Fb	[м ⁴ /с ³]	$g v d^2 D / 4$
Відносне перевищення температури	D	[безрозм.]	$(T - t) / T$
Параметр інерції	Fm	[м ⁴ /с ²]	$v^2 d^2 (1 - D) / 4$
Критична температура переходу підйом-інерція	T_c	[град]	$0.03 T (v / d^2)^{1/3} (Fb < 55; S < E)$ $0.0057 T (v^2 / d)^{1/3} (Fb > 55; S < E)$ $0.0196 T v s^{1/2} (S \geq E)$
Умова			$T - t > T_c$ (так/ні)
Висота поточного підйому шлейфу	H_c	[м]	$1.6 (Fb x^2)^{1/3} / u (3 Fm x / (B u)^2)^{1/3} (S < E)$ $(3 Fm \sin(x s^{1/2} / u) / (B^2 u s^{1/2}))^{1/3} (S \geq E)$

Для автоматизації розрахунків показників забруднення атмосфери та побудови графіків приземних концентрацій за даною методикою

використовується програма *SCREEN VIEW*, розробленої фірмою *Lakes Environmental*, інтерфейс якої представлений на рис. 2.11

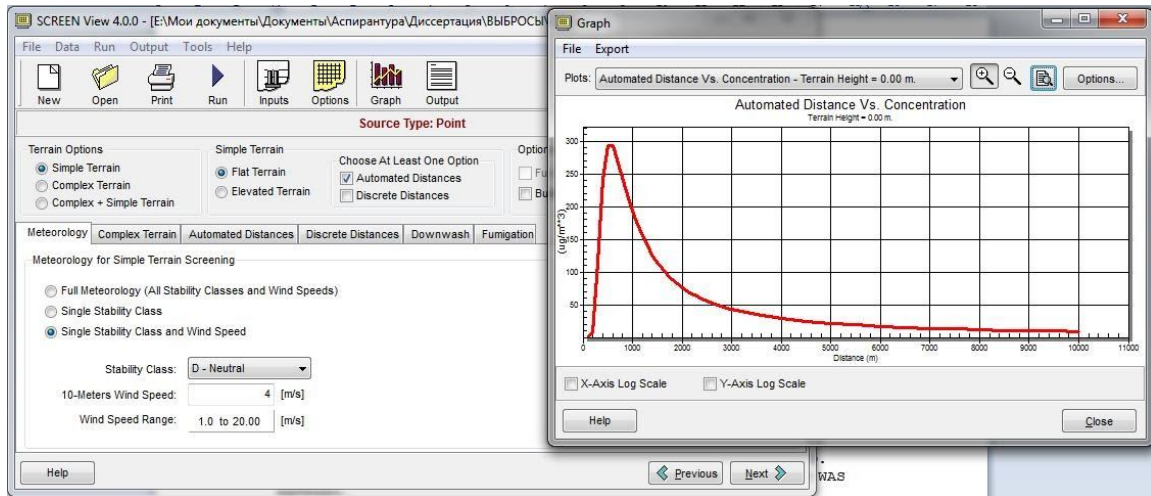


Рисунок 2.11 – Реалізація методики ISC3 в програмі SCREEN VIEW 4

Розрахунок параметрів забруднення атмосфери в програмі SCREEN VIEW 4 виконується в наступній послідовності.

По-перше, до екрану вводу вхідних параметрів джерела вводяться дані про коефіцієнт дисперсії, тип джерела і його характеристики, вказується також висота земної поверхні над рівнем моря, див. рис. 2.12

Рисунок 2.12 - Екран вводу вхідних даних про параметри джерела

Наступна інформація повинна бути введена на екрані вхідних даних джерела:

Тип джерела (Source Type). Для кожного сеансу розрахунків необхідно вибрати один з чотирьох варіантів, які найкращим чином ідентифікує джерело, що моделюється. Доступні типи джерел: точкове (*point*), полум'яне (*flare*), площадне (*area*) та об'ємне (*volume*). Для організованих стаціонарних джерел забруднення атмосфери необхідно вибрати точковий тип, тобто *point*.

Коефіцієнт дисперсії (Dispersion Coefficient): Потрібно обрати коефіцієнт дисперсії відповідно до сільської або міської місцевості та характерної забудови.

Висота розташування джерела (Receptor Height Above Ground). У цій панелі необхідно вказати висоту розміщення джерела рецептора, тобто висоту земної поверхні, де розміщується джерело забруднення.

Далі заповнюються наступні параметри джерела, див. рис. 2.13

Point Source Parameters		
Emission Rate:	100	[g/s]
Stack Height:	100	[m]
Stack Inside Diameter:	2.5	[m]
Stack Gas Exit	Velocity	25 [m/s]
Stack Gas Exit Temperature:	450	[K]
Ambient Air Temperature (default 293 K):	293	[K]

Рисунок 2.13 - Введення параметрів джерела

Для кожного джерела повинні бути визначені наступні параметри:

Швидкість емісії (Emission Rate). Характеризує масовий показник викидів забруднюючих речовин.

Висота (Stack Height). Вводиться висота джерела над землею.

Внутрішній діаметр джерела (Stack inside diameter). Вводиться ефективний внутрішній діаметр джерела.

Швидкість виходу газу (Stack Gas Exit). Задається швидкість виходу газоповітряної суміші або димових газів.

Температура виходу димових газів (Stack Gas Exit Temperature). Вводиться температура вихідних газів. Якщо ці дані недоступні, може бути апроксимована з керівними принципами, які дають типові значення для цих параметрів для існуючих типових джерел.

Температура навколишнього повітря (Ambient air Temperature). Вводиться середнє значення температури атмосфери в безпосередній близькості від джерела. Якщо дані про температуру навколишнього середовища недоступні, припустимо, що значення за замовчуванням 293 градусів Кельвіна.

Далі задаються параметри місцевості та метеорологічні умови, за якими проводиться моделювання процесів забруднення атмосфери, див. рис. 2.14

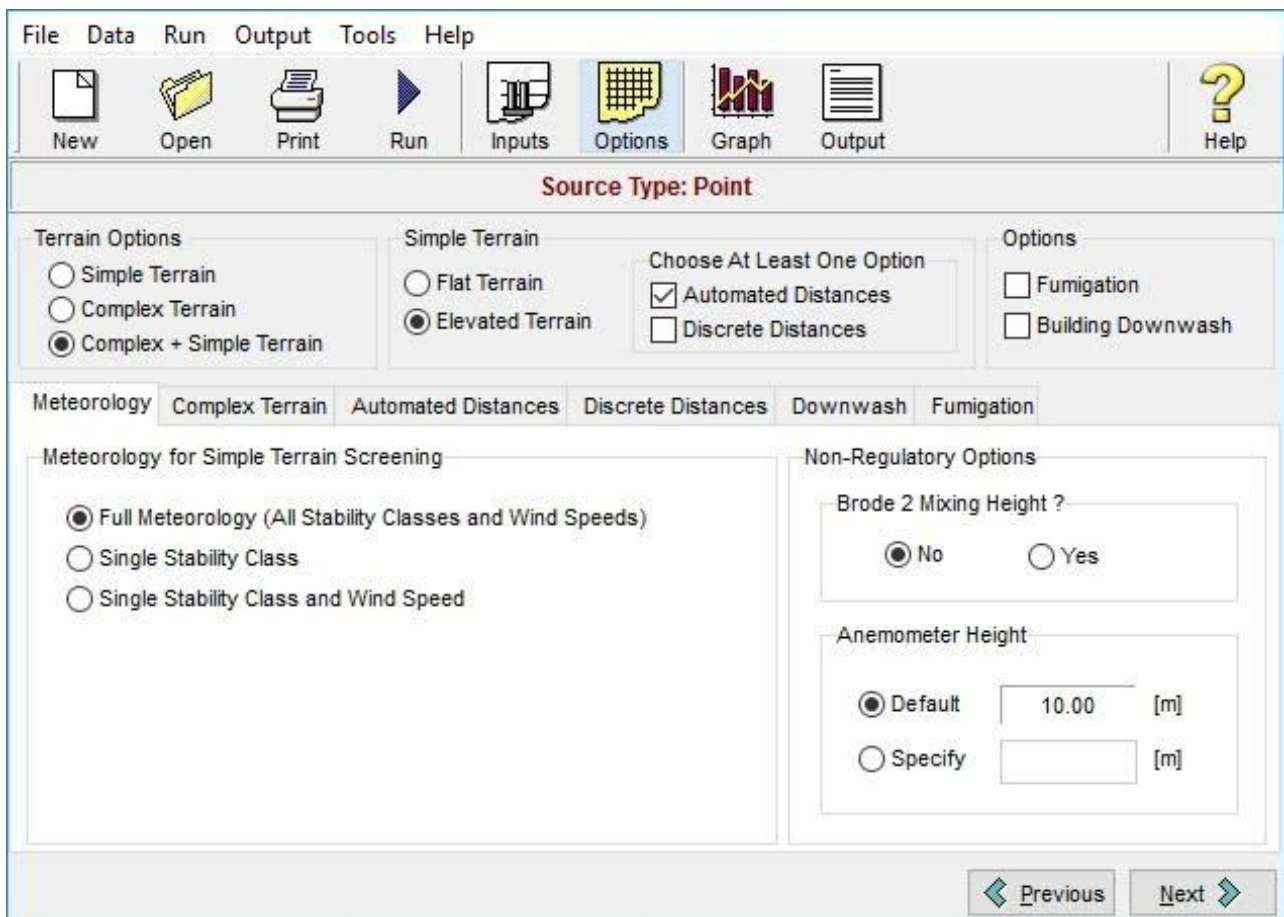


Рисунок 2.14 - Вибір параметрів місцевості та метеорологічних умов

Опція місцевість (Terrain Options). Вибір типу рельєфу (простий, складний або комбінований). Простий відповідає рівнинній місцевості,

складний - місцевості зі значними перепадами висот. Для простого рельєфу вибирається також рівнинний (*Flat Terrain*) або підвищений тип (*Elevated Terrain*).

Вказується також тип розрахунку відстаней, де визначаються приземні концентрації: автоматичний, задається ЕОМ, дискретний – користувачем.

В параметрах опцій (Option) можна також зазначити поглинання (Fumigation) та обтікання газів (Building Downwash) від житлової забудови.

Також на панелі параметрів зображена вкладка метеорологія, де можна обрати розглянуті вище варіанти метеорологічних умов, за якими будуть визначатися максимальні приземні концентрації.

Для урахування висотної житлової забудови або змін рельєфу місцевості у напрямку вітру необхідно вказати у відповідній таблиці мінімальні та максимальні відстані до перешкод та значення їх висот, див. рис. 2.15

The screenshot shows the 'Automated Distances' window in a software application. It includes a diagram of a building with a stack, a terrain profile, and a table of distance settings. The units are set to [m].

#	Terrain Height Above Stack Base	Minimum Distance	Maximum Distance
1	30	50	1000
2	70	1000	3000
3	90	3000	5000
4	100	5000	10000

Рисунок 2.15 - Формування таблиці, що містить дані про зміни рельєфу

Після вводу та перевірки усіх необхідних даних виконується розрахунок приземних концентрацій. Результати розрахунків можна переглянути як у вигляді профілю концентрацій (рис. 2.16), так і у вигляді текстового файлу, що містить вхідні та вихідні дані (рис. 2.17).

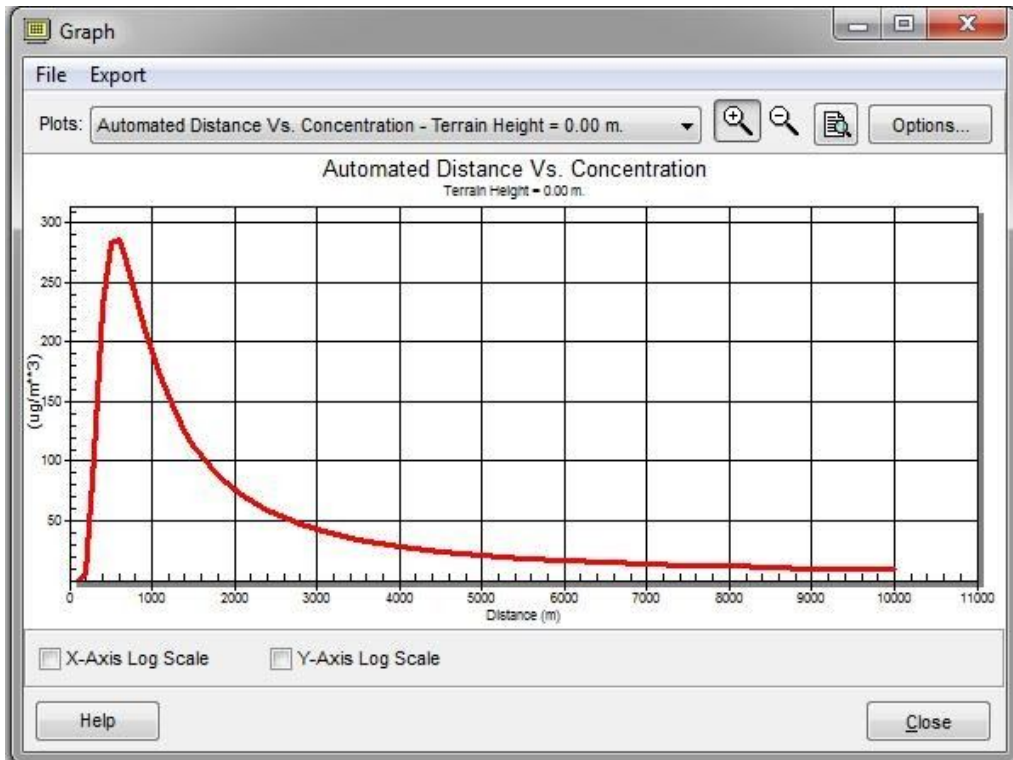


Рисунок 2.16 – Профіль максимальних приземних концентрацій

```

MAXIMUM 1-HR CONCENTRATION AT OR BEYOND      1. M:
      554.      288.7      4      4.0      7.1 1280.0 101.06
80.33  71.94   NO

```

```

DWASH= MEANS NO CALC MADE (CONC = 0.0)
DWASH=NO MEANS NO BUILDING DOWNWASH USED
DWASH=HS MEANS HUBER-SNYDER DOWNWASH USED
DWASH=SS MEANS SCHULMAN-SCIRE DOWNWASH USED
DWASH=NA MEANS DOWNWASH NOT APPLICABLE, X<3*LB

```

```

*****
*** SUMMARY OF SCREEN MODEL RESULTS ***
*****

```

CALCULATION PROCEDURE	MAX CONC (UG/M**3)	DIST TO MAX (M)	TERRAIN HT (M)
SIMPLE TERRAIN	288.7	554.	0.

```

*****
** REMEMBER TO INCLUDE BACKGROUND CONCENTRATIONS **
*****

```

**Рисунок 2.17 - Генерація звіту про розрахунок параметрів
забруднення атмосфери**

Вміст звітів може надалі використовуватися в інших програмних продуктах, наприклад в ArcGIS 10 для створення буферних зон ймовірної небезпеки навколо джерел забруднення атмосфери.

2.4 Обґрунтування критеріїв визначення місць розміщення автоматичних та мобільних станцій контролю забруднення повітря

При розробці критеріїв розміщення станцій спостереження за станом забруднення повітряного басейну були враховані загальні вимоги та результати наукових досліджень щодо розміщення точок для моніторингу атмосферного повітря. За результатами аналізу всіх розробок по визначенню критеріїв в галузі моніторингу атмосферного повітря великого промислового міста було проведено аналіз та виявлено **10 основних критеріїв:**

1. Критерій максимального промислового забруднення. Враховує розміщення промислових підприємств на території міста. Станції спостережень мають бути встановлені в місцях з максимальними значеннями приземних концентрацій забруднювачів атмосферного повітря. Для визначення територій, де формуються максимальні концентрації забруднювачів навколо кожного з організованих джерел забруднення за несприятливих та типових метеорологічних умов міста використовувалась методика ISC3.

2. Критерій максимального транспортного забруднення. Враховує необхідність контролю викидів від пересувних джерел забруднення на автотранспортних розв'язках, автомагістралях, перехрестях доріг з інтенсивним транспортним рухом тощо. При розробці були враховані інтенсивність транспортного руху у місті Дніпро та отримані дані про кількість авто різних типів у годину-пік та в середньому за добу для найбільш інтенсивних перехресть міста. Це дозволило визначити за спеціальною методикою розрахункові індекси від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту, провести аранжування досліджених перехресть за цими показниками та визначити частку забруднення атмосферного повітря від автотранспорту.

3. Демографічний критерій. Враховує соціальний фактор, тобто особливості соціальної структури території міста, показники захворюваності та щільність населення. Пункти спостереження треба розміщувати в місцях

соціального тяжіння – громадському центрі, місцях масового відпочинку тощо. За цим фактором було проведено гестатистичний аналіз районів міста за показниками чисельності та щільності населення, характеристиками житлової забудови тощо.

4. Фоновий критерій. Враховує необхідність фонового контролю стану забруднення повітря на відносно чистих територіях міста – об'єктах природно-заповідного фонду, в тому числі міських парків і лісопарків, заказників, пам'яток природи тощо.

5. Критерій функціональної репрезентативності. Враховує необхідність представити в мережі станцій спостереження кожен функціональну зону місту: промислову, транспортну, селітебну, рекреаційну, що є необхідним для отримання повної інформації про забруднення повітря.

6. Критерій просторової репрезентативності. Враховує необхідність відносно рівномірної віддаленості станцій спостереження одна від одної. Станції спостережень повинні представляти усі просторові зони від центру до периферії міста. Такий підхід дозволить на основі методів інтерполяції будувати достовірні карти забруднення атмосферного повітря як за окремими небезпечними речовинами так і комплексним індексом забруднення атмосфери, або КІЗА.

7. Критерій перспективного розвитку міста. Враховує особливості розвитку як окремих районів та міста в цілому відповідно до Генерального плану розвитку. Окрім того, необхідно також враховувати нові екологічно небезпечні об'єкти міста, а також підприємства, що зараз реконструюються або перепрофілюються.

8. Критерій статистичного забруднення. Враховує історію та статистику попередніх досліджень атмосферного повітря.

9. Критерій, що враховує статистику та аналіз звернень та скарг мешканців міста щодо погіршення якості атмосферного повітря.

10. Критерій, що враховує вимоги міських контролюючих екологічних органів.

11. Критерій вже існуючих станцій автоматичного моніторингу, отримувані дані яких, складуть невід'ємну частину створюваної єдиної міської системи автоматичного моніторингу і її бази даних. На даній основі розроблено алгоритм визначення можливих місць розташування станцій системи міського екомоніторингу.

2.5 Висновки до розділу

Для налагодження системи моніторингу атмосферного повітря промислових міст, а саме вибору місць розташування постів спостереження необхідно зібрати інформацію про якість повітря на існуючих постах спостереження та провести розрахунки параметрів розсіювання викидів від джерел забруднення атмосфери.

За результатами спостережень сьогодні найбільш небезпечними забруднюючими речовинами для мешканців м. Дніпро є тверді речовини, аміак, сірководень та окис вуглецю. Саме такі забруднюючі речовини потрібно контролювати на всій території м. Дніпро.

У зв'язку із недостатньою кількістю моніторингових даних для визначення територій, де формуються максимальні концентрації забруднюючих речовин навколо кожного з організованих джерел забруднення за несприятливих та типових метеорологічних умов міста використовувалась методика ISC3. Результати розрахунків можуть використовуватися в інших програмних продуктах, наприклад в ArcGIS для створення буферних зон ймовірної небезпеки навколо джерел забруднення атмосфери.

Обґрунтовано, що число постів і їх розміщення визначається з урахуванням чисельності населення, площі населеного пункту і рельєфу місцевості, а також розвитку промисловості, мережі магістралей з інтенсивним транспортним рухом і їх розташуванням по території міста, розосередження місць відпочинку і курортних зон.

Було розроблено 10 критеріїв щодо розміщення станцій спостереження за

станом забруднення повітряного басейну із урахуванням загальних вимог та результати наукових досліджень щодо розміщення точок для моніторингу атмосферного повітря. При цьому були враховані загальні вимоги та результати наукових досліджень щодо розміщення точок для моніторингу атмосферного повітря.

Розміщення станцій моніторингу згідно зазначеним критеріям дозволить отримувати повну та достовірну інформацію про забруднення атмосферного повітря міста викидами підприємств та автотранспортом, визначати найбільш небезпечні та відносно чисті території міста, будувати карти забруднення атмосфери на основі поточних та осереднених значень концентрацій як окремих сполук так і їх груп сумачій, а також прогнозувати ризики для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря на різних територіях.

РОЗДІЛ 3 ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ДНІПРА ЗА ДОПОМОГОЮ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ

3.1 Розробка структури системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро у вигляді ГІС «ДніпроМАП»

Для визначення переліку місць розташування станцій безперервного моніторингу було проведено повний аналіз згідно критеріїв, що наведені у попередньому розділі, з урахуванням діючих постів спостереження Держпродспоживслужба (колишня СЕС), Державна гідрометслужба МНС, МОЗ та значень фонових концентрацій, попередній розрахунок розсіювання та додатково було доповнено найбільш актуальними точками (місцями, районами) згідно звернень та скарг міського населення щодо забруднення атмосфери. Обґрунтування визначення орієнтовних зон розташування станцій моніторингу контролю забруднення атмосферного повітря у місті Дніпро виконано за допомогою ГІС «ДніпроМАП» в середовищі ArcGIS. Структура та складові шари ГІС «ДніпроМАП» (назва продукту походить від скорочення Моніторинг Атмосферного Повітря м. Дніпро) розроблені згідно наступного переліку:

1. Аерофотознімок високої здатності та напівпрозора растрова **топографічна основа** м. Дніпро. Використовується для визначення місць розташування об'єктів різних шарів ГІС, а також їх введення та корегування, зокрема контури промислових підприємств, стаціонарні джерела забруднення атмосфери, перехрестя з інтенсивним рухом, джерела електропостачання (школи), стаціонарні та маршрутні пости спостереження. Топографічна основа відображає назви вулиць, парків та інших об'єктів міста (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 - Аерофотознімок з растровою топографічною основою

2. Промислові ділянки підприємств. Містить контури промислових ділянок та дані про валові викиди пріоритетних забруднювачів основних промислових підприємств, клас небезпеки та розмір нормативної санітарно-захисної зони 32 найкрупніших промислових підприємства Дніпра (рис 3.2).

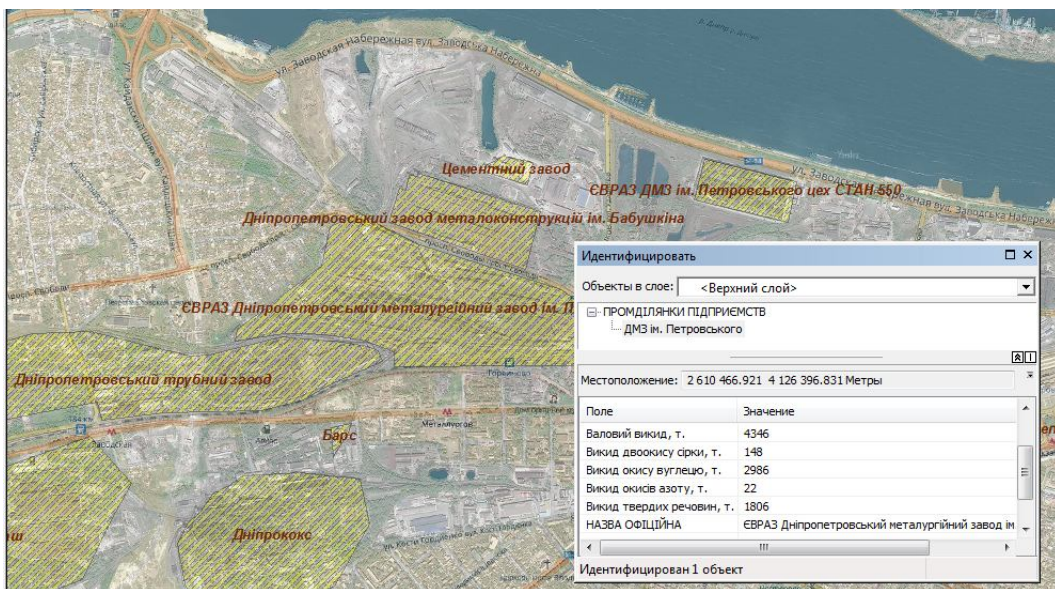


Рисунок 3.2 - Промислові підприємства Дніпра

Місця розташування основних джерел викидів та їх параметри відомі, представлені згідно переліку промислових підприємств - основних забруднювачів міста Дніпро (табл. 3.1).

Таблиця 3.1. – Основні промислові підприємства м. Дніпро

№ з/п	Найменування підприємств
1	ТОВ "Барс"
2	"Дніпроважмаш"
3	"Дніпрококс"
4	ПрАТ "Завод металоконструкцій Укрсталь Дніпро"
5	"Дніпропетровський трубний завод"
6	"ПАТ Дніпровський металургійний завод"
7	"Дніпропетровський металургійний завод" цех №2 СТАН 550
8	ЗАО "Дніпропетровський цементний завод"
9	ТОВ "Дніпромайн"
10	ПАТ НВО "Дніпропрес"
11	ВАТ "Дніпрошина"
12	УЗПВГШ
13	"Дніпропетровський агрегатний завод"
14	ТОВ "Дніпропетровський комбайновий завод"
15	Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова
16	ДТЕК Придніпровська ТЕС
17	ПАТ Придніпровський ремонтно-механічний цех
18	ПАТ "Дніпропетровський завод мостових залізобетонних конструкцій"
19	ПрАО "Інтеркорн Корн процесінг індастрі"
20	ПАТ "Дніпропетровський м'ясокомбінат"
21	ПАТ "ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ КОМБІНАТ ХАРЧОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ"
22	АТ "ІНТЕРПАЙП ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ВТОРМЕТ"
23	ПАТ "Дніпроважмаш"
24	АТ "ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ СТІЛОЧНИЙ ЗАВОД"
25	ПАТ "Інтерпайп НТЗ"
26	Кондитерська фабрика А.В.К.
27	АТ "Дніпропетровський завод з ремонту та будівництва пасажирських вагонів"
28	Дніпровагонрембуд
29	АТ "Дніпропетровський завод прокатних валків"
30	ПАТ "Дніпропетровський металургійний завод ім. Комінтерну"
31	ПрАТ "Дніпровський завод "Алюмаш"
32	Дніпропетровське локомотивне депо

3. Джерела забруднення атмосфери. База даних організованих джерел забруднення атмосфери, що розташовані на промислових ділянках. Шар містить

технологічні характеристики джерел такі як висота, діаметр гирла, швидкість виходу газоповітряної суміші, температуру та обсяги викидів (усього 95 діючих джерела). Кожне джерело ідентифіковано як за номером промислового підприємства так і за наскрізним номером в ГІС (рис. 3.3).

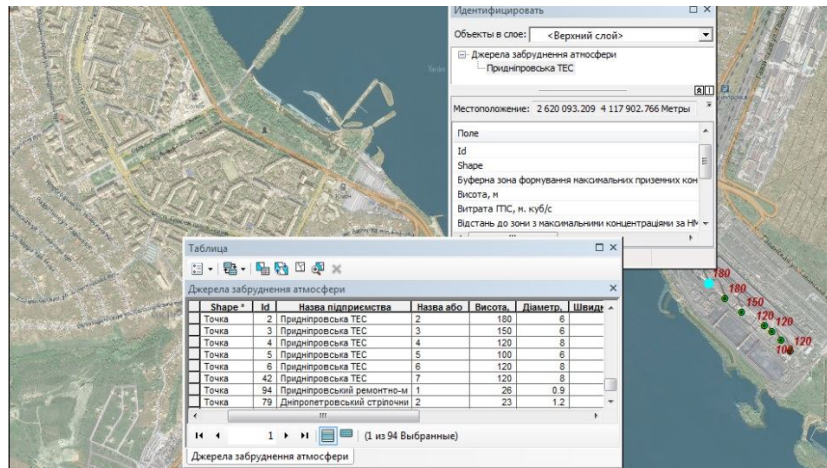


Рисунок 3.3 - створення бази даних джерел забруднення атмосфери

4. Райони. Містить контури адміністративних районів міста з відомостями про кількість та щільність населення за даними на 1.01.2019 р., обсяги валових викидів організованих джерел забруднення атмосфери, що знаходяться на території певного району, а також обсяги на 1 людину і 1 кв. км. території району. Показники щільності території необхідні для обґрунтування місць розташування стаціонарних постів спостереження (3.4).

Сьогодні у м. Дніпро зареєстровано 8 адміністративних районів, кожен з різною площею та щільністю населення (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 - Населення м. Дніпро по адміністративним районам на 2020 рік

Назва району	Площа району, га.	Площа району, км ²	Чисельність населення, осіб	Щільність населення, осіб/км ²
Амур-Нижньодніпровський	7162,6	71,626	123165	1719,557144
Індустріальний	3267,9	32,679	98182	3004,4371
Новокодацький	8870	88,7	134803	1519,763247
Самарський	6683,4	66,834	59627	892,1656642
Соборний	4409,3	44,093	112888	2560,224979
Центральний	1040,3	10,403	48780	4689,03201
Чечелівський	3589,7	35,897	85587	2384,238237
Шевченківський	2679,4	26,794	107151	3999,066955

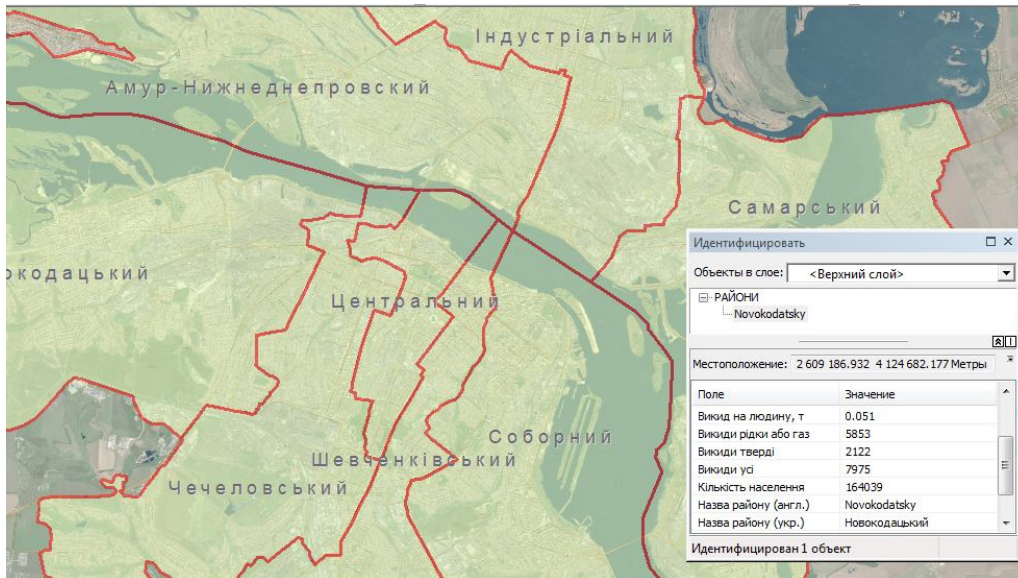


Рисунок 3.4 - Інформація про адміністративні райони міста

5. Рельєф. Растровий напівпрозорий шар, кожен піксель якого містить значення абсолютної висоти, м (з просторовою здатністю 1 піксель на 10 м. площі). Дані отримані з радарного супутника *Santinel-1*. На основі цього шару із використанням інструментів ГІС були побудовані ізолінії висот з позначками через 10 м. Цей шар необхідний для визначення елементів ландшафту, таких як впадини та пагорби, оскільки вони впливають на розсіювання домішок в атмосфері (рис 3.5).

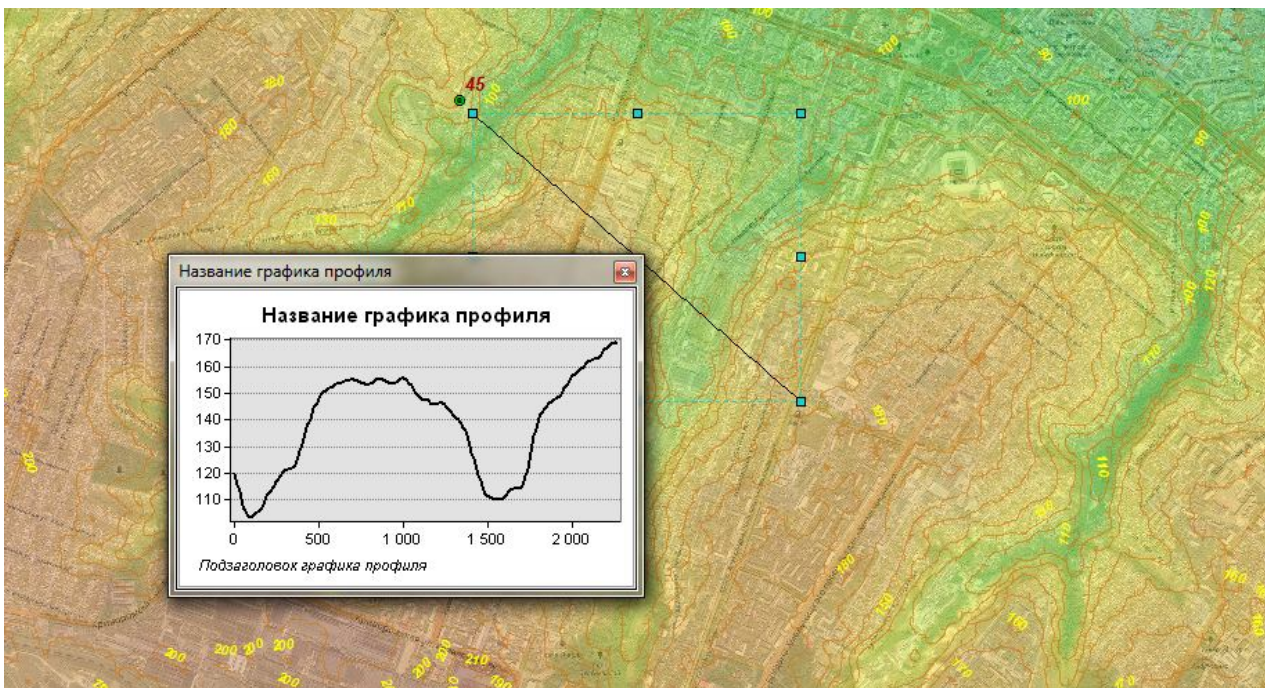


Рисунок 3.5 - Рельєф (ізолінії, побудова профілю за градієнтом висот)

6. Перехрестя. Точковий шар, що містить інформацію про інтенсивність руху на найбільш інтенсивних перехрестях міста, включаючи кількість авто за годину та добу, характеристики прилеглої території та тип перехрестя. Дані отримані в ході виконання гранту від міської ради за темою: «Розробка науково-обґрунтованих принципів озеленення території м. Дніпропетровська з урахуванням рівнів техногенного навантаження». Для кожного перехрестя визначався розрахунковий комплексний індекс забруднення атмосфери від викидів автотранспорту за спеціальною методикою. Оскільки викиди від автотранспорту також впливають на забруднення атмосферного повітря, необхідно також контролювати ці перехрестя, особливо на територіях з щільною житловою забудовою (рис 3.6).

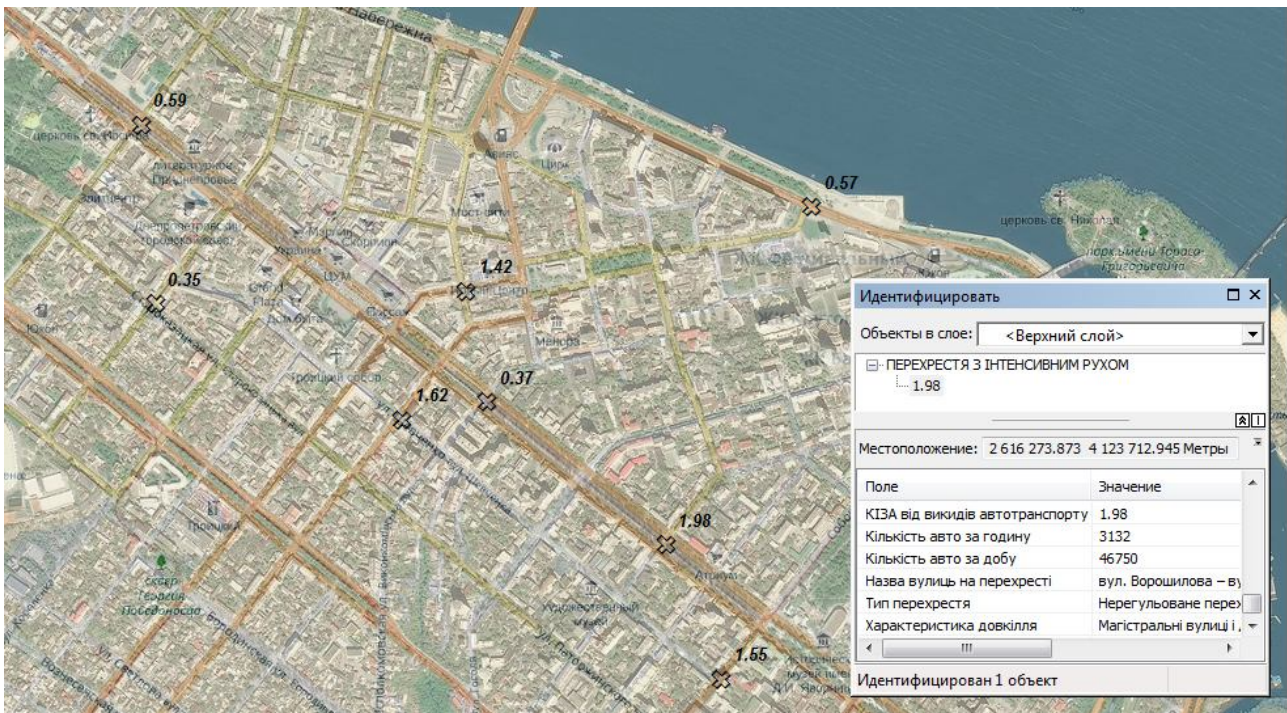


Рисунок 3.6 – Перехрестя з інтенсивним рухом та розрахункові КІЗА від викидів автотранспорту

7. Санітарно-захисні зони. Містить контури санітарно-захисних зон промислових підприємств. Зони утворювалися інструментами ГІС на основі шару промділянок, що містять дані про розміри нормативної санітарно-захисної зони. Згідно нормативу на територіях СЗЗ не повинно буди житлової забудови,

та установ загального користування, натомість за їх межами концентрація забруднюючих речовин від викидів підприємства має бути не більша за ГДК (рис. 3.7).

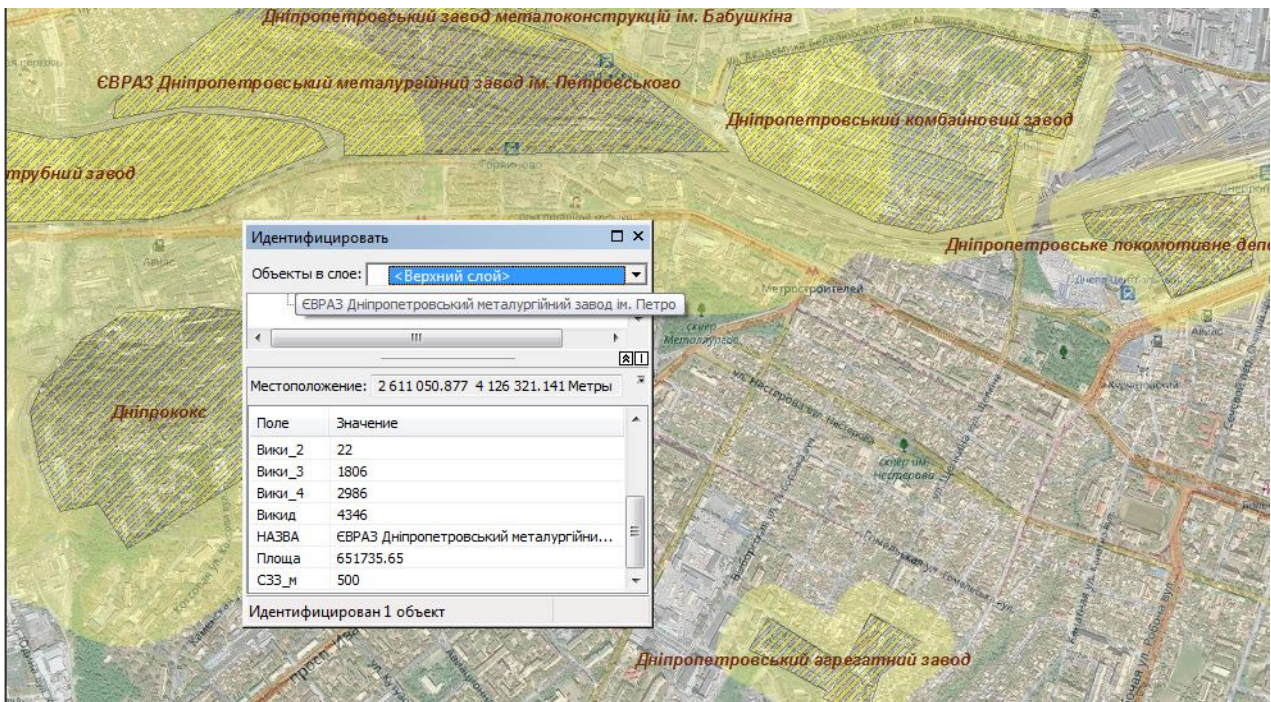


Рисунок 3.7 - Санітарно-захисні зони навколо промислових майданчиків

8. Зони максимальних концентрацій. Містить контури зон де формуються максимальні приземні концентрації забруднювачів за несприятливих метеорологічних та за типових умов міста. Слід зауважити, що інтенсивність викидів не впливає на відстань до цих зон, а головними факторами є технологічні параметри джерела та метеорологічні умови. Для кожного джерела на основі його технологічних показників були визначені відстані з максимальними приземними концентраціями для нестійкої (небезпечної) та нейтральної (типової для міста) стратифікації атмосфери. Для розрахунку цих показників використовувалась спеціалізована програма *ScreenView* від *LakesEnvironmental*, яка реалізує методику з розрахунку приземних концентрацій від викидів зі стаціонарних джерел (рис. 3.8).

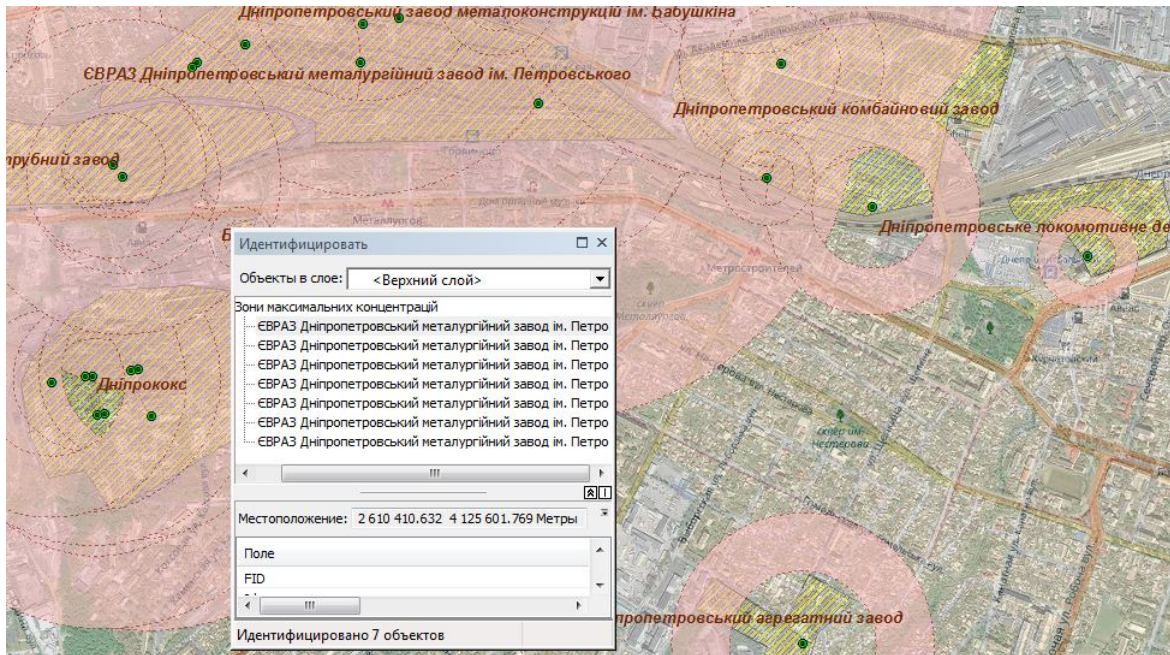


Рисунок 3.8 - Зони максимальних концентрацій

9. Електроживлення. Містить точковий шар з інформацією про розташування шкіл, оскільки саме вони як і інші комунальні установи можуть бути джерелом електроживлення для стаціонарних постів спостереження. Окрім того, школи зазвичай знаходяться на територіях з високою щільністю населення, тривалий період часу їх відвідує багато дітей що є додатковим аргументом для контролю стану атмосфери біля шкіл та підключення до них постів спостереження (рис 3.9).

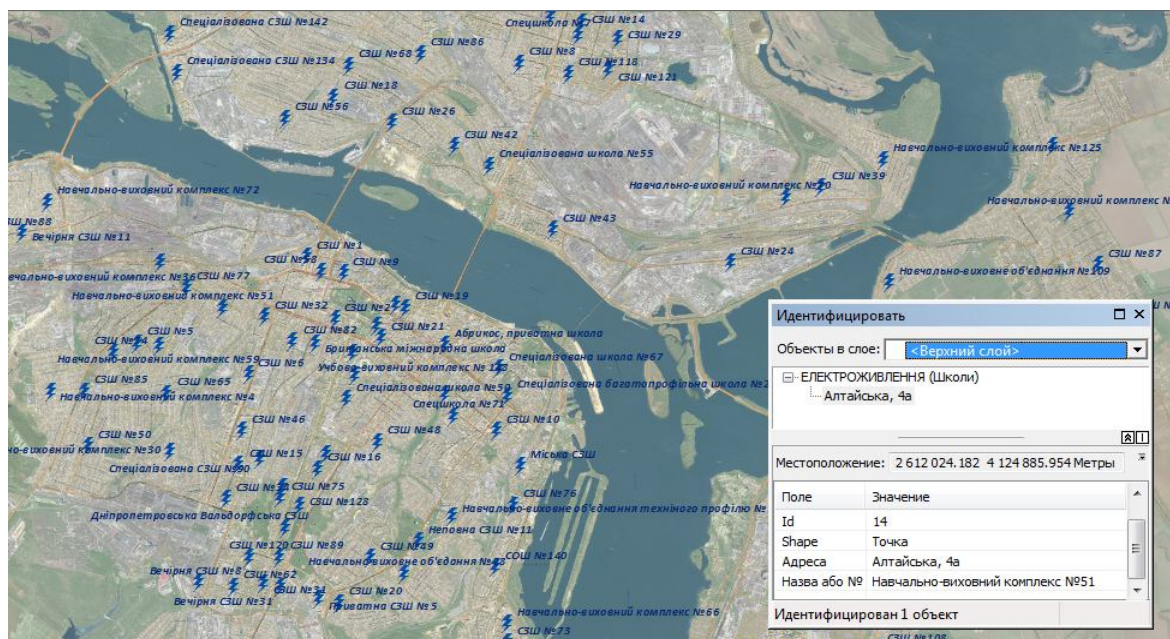


Рисунок 3.9 - Джерела електроживлення (школи)

10. Стационарні пости. На карті представлені як діючі в даний момент пости спостереження за якістю атмосферного повітря (7 постів, які знаходяться в компетенції гідрометеослужби), так і точки для розміщення додаткових постів, які є необхідними для ефективної роботи системи моніторингу (20 додаткових постів зі сучасними автоматизованими газоаналізаторами). Окрім того, для визначення стану забруднення атмосферного повітря там де неможливо або недоцільно встановлювати стационарні пости, обґрунтовано додаткові місця заміру концентрацій домішок у повітрі за допомогою маршрутних постів спостереження (2 маршрути по 16 точок, з урахуванням 1 проба за 20 хв., тобто об'їзд усіх точок приблизно за робочу зміну у 8 год.) (рис. 3.10 та 3.11).

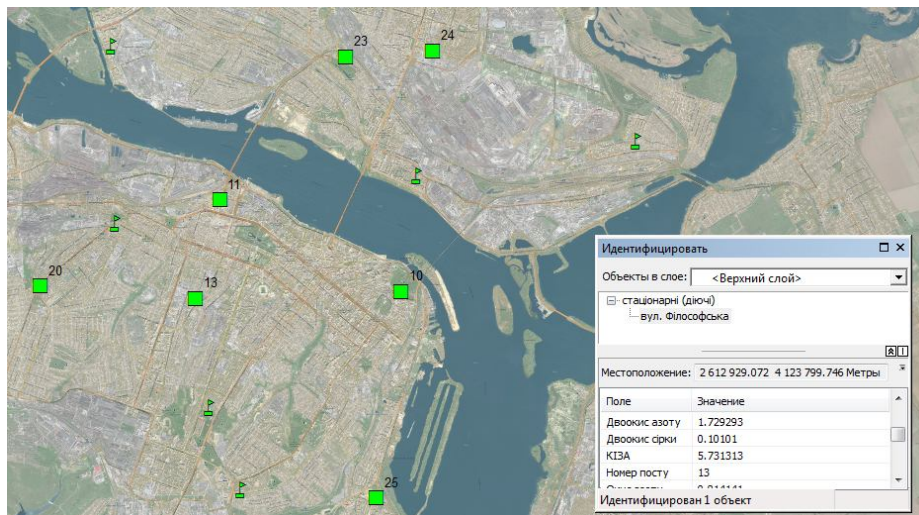


Рисунок 3.10 - Діючі та додаткові стационарні пости спостереження

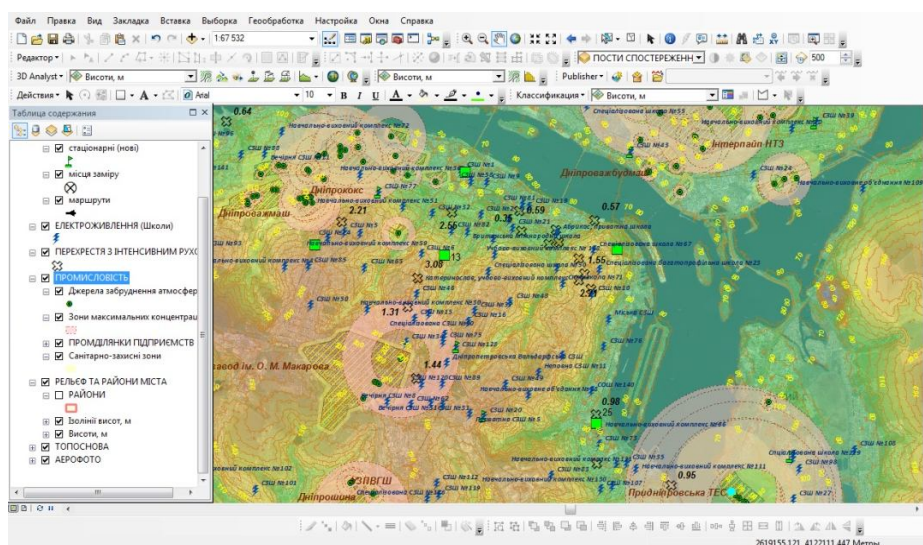


Рисунок 3.11 - Реалізація ГІС «ДніпроМАП» в середовищі ArcGIS

3.2. Побудова нормативних та уточнених санітарно-захисних зон промислових підприємств в програмному середовищі ArcGIS

1. Для створення буферних зон навколо об'єктів підприємства використовуємо інструмент Buffer в меню Geoprocessing (рис.3.12)

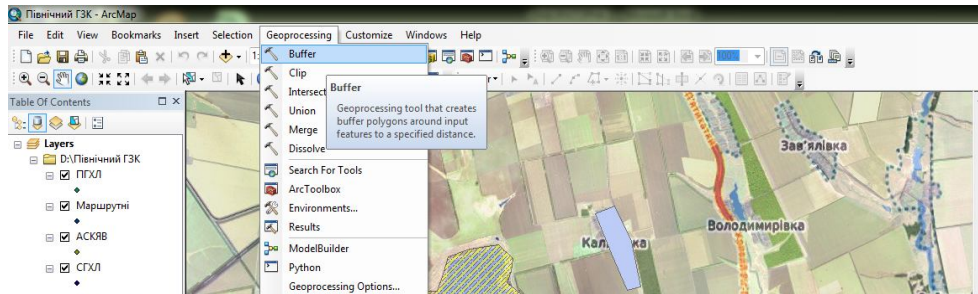


Рисунок 3.12 - інструмент Buffer

Якщо структуру шару “Промисловість” розроблено та заповнено відповідно до рекомендацій з попередньої роботи, обираємо: Input Features: “Промділянки”, Output Features Class – вказуємо ім’я нового шару у якому будуть зберігатися контури санітарно-захисних зон, наприклад “СЗЗ.shp”, а також місце його розташування у тому ж каталозі де й зберігається решта файлів проекту. Для побудови зон лише навколо об’єктів В параметрі Side Type вказуємо Outside Only (рис.3.13).

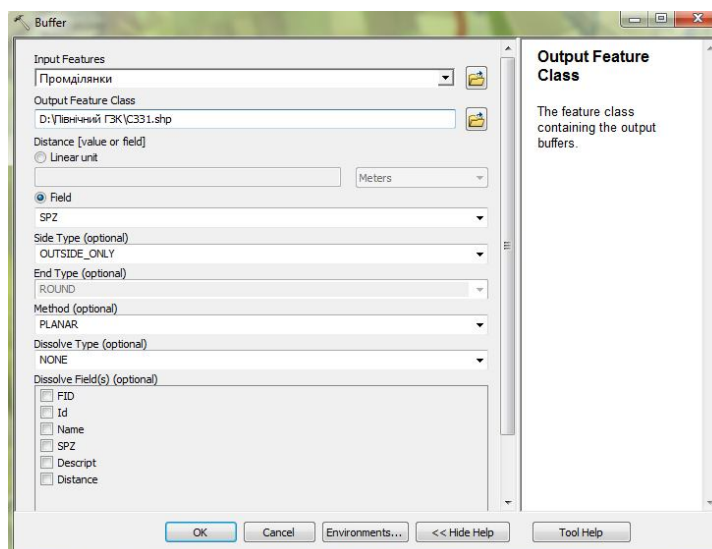


Рисунок 3.13 - параметр Side Type

Після вдалого виконання операції, новий шар “СЗЗ” має з’явитися у проекті.

2. Оскільки в програмі ArcMap не існує готового інструменту для побудови уточнених СЗЗ на основі рози вітрів, то рекомендується наступний підхід щодо поетапного створення такого шару:

- На основі контурів об’єктів шару “Промисловість” формуємо новий точковий шар, який буде містити координати кожної вершини об’єктів: Data Management Tools\Features\Features Verticles to point. Обираємо шар для вхідних об’єктів Input Features – Промділянки, та задаємо назву нового шару точкових даних, наприклад ObjectPoints.shp (рис 3.14)

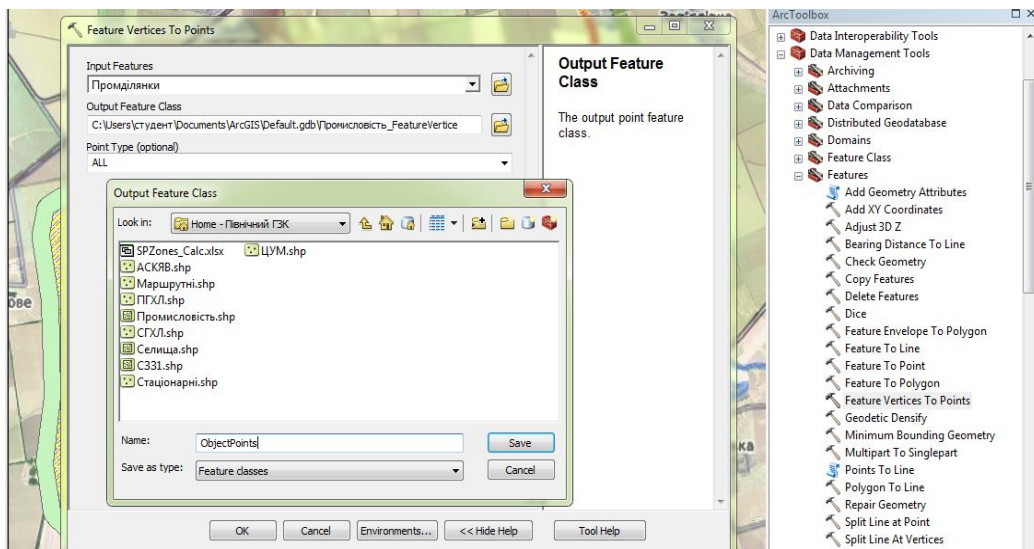


Рисунок 3.14 - Створення нового шару

Після виконання операції новий шар має відкритися у проекті, якщо ні - додаємо його через Add Data.

Далі додаємо до створеного шару поля в яких будуть зберігатися просторові координати точок X та Y. Для цього в підпрограмі Catalog наводимо на цей шар та в пункті Properties переходимо до вкладки Fields, в якому додаємо 2 нових поля X та Y та обираємо для них тип даних Long Integer (рис. 3.15).

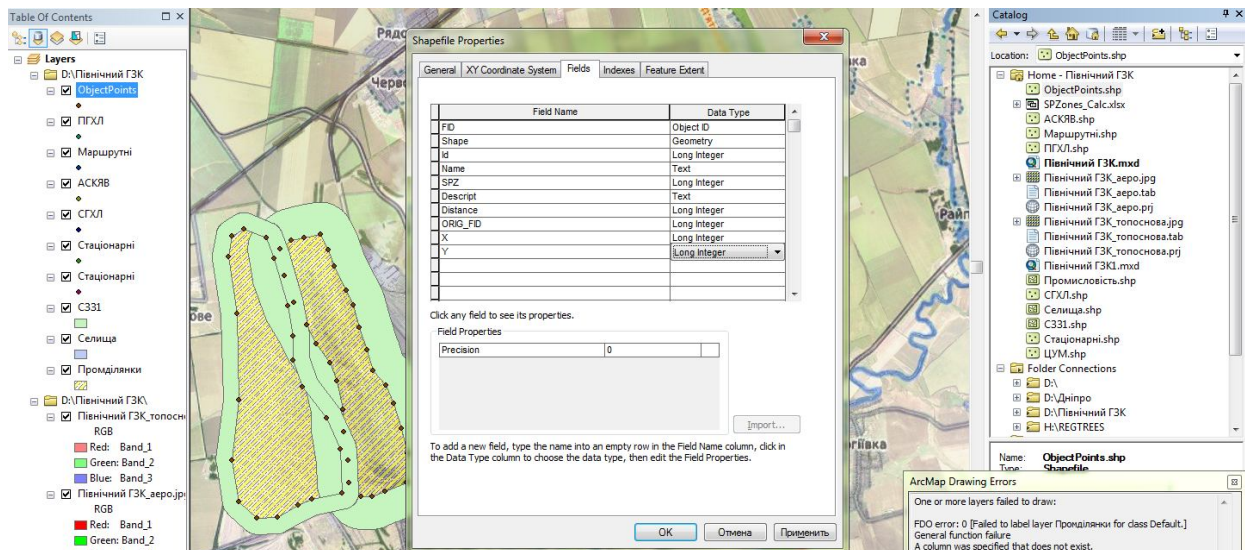


Рисунок 3.15 - Таблиця із полями атрибутивних даних

В Table of Content наводимо на новий шар та відкриваємо його структуру через Open Table Attributes. Тут ми маємо побачити нові поля X та Y. Виділяємо стовбчик X – та через праву кнопку миші обираємо пункт Calculate Geometry та вказуємо в Property - X Coordinate of Point, а в параметрі units – meters. Після чого колонка має автоматично заповнитися відповідними координатами. Виконуємо аналогічну операцію до поля Y, вказавши в Property - Y Coordinate of Point (рис. 3.16)

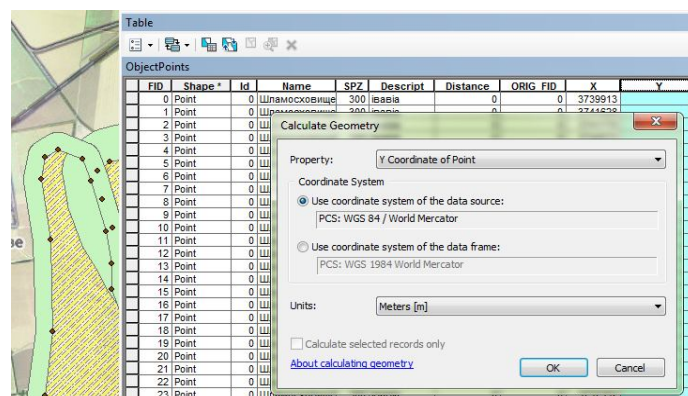


Рисунок 3.16 - Отримання геодезичних координат

Експортуємо координати вершин з нового шару до файлу у форматі Excel за допомогою інструменту Conversion Tools\Excel\Excel to table, та вказуємо назву файлу наприклад Import.xls (рис. 3.17).

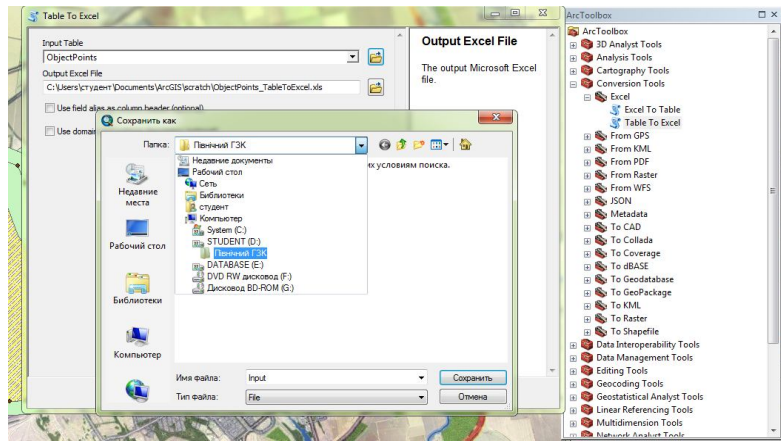


Рисунок 3.17 - Экспорт даних

Відкриваємо шаблон в Excel спеціальний шаблон для розрахунків уточнених СЗЗ (файл SPZones_Calc.xls) відкриваємо також щойно створений файл Import.xls з якого копіюємо вміст комірок X та Y для кожного окремого об'єкту і вставляємо їх до комірок X_import Y_import файлу SPZones_Calc.xls (Рис 3.17, 3.18).

Name	SPZ	Descript	Distance	ORIG	FID
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3730613
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3737140
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3737352
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3737437
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3738580
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3738913
0 Шламосховище	300	івавіа	0	0	3729742
0 Кар'єр	1000		0	1	6108103
0 Кар'єр	1000		0	1	6107483
0 Кар'єр	1000		0	1	6107583

Рисунок 3.17 - Шаблон для розрахунків

Value	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	MAX	Point Number	X координат	Y координат	X_8
1	20	15	15	5	10	10	15	15	0	3739913	6108103	3739913	
2	800	800	1200	1200	1600	1200	1200	400	1	3741628	6108444	3739913	
3	1600	800	800	1200	1200	1600	1200	400	2	3741778	6104928	3739913	
4									3	3740975	6102218	3739913	
5									4	3738580	6102028	3739913	
6									5	3738907	6103328	3739913	
7									6	3739228	6103428	3739913	
8									7	3739913	6104759	3739913	
9									8	3735489	6105554	3741628	
10									9	3734875	6108444	3741628	
11									10	3734888	6106558	3741628	
12									11	3734882	6107100	3741628	
13									12	3733827	6107510	3741628	
14									13	3733844	6108538	3741628	
15									14	3734516	6108538	3741628	
16									15	3734727	6109140	3741628	
17									16	3734654	6108558	3741778	
18									17	3735583	6108817	3741778	
19									18	3736442	6109988	3741778	
20									19	3736807	6109542	3741778	
21									20	3736844	6109140	3741778	
22									21	3738717	6108708	3741778	
23									22	3737140	6108442	3741778	
24									23	3737252	6107978	3741778	
25									24	3737437	6107918	3740875	
26									25	3738580	6107870	3740875	
27									26	3739913	6108103	3740875	
28									27	3766415	6047132	3740875	
29									28	3766899	6047415	3740875	

Рисунок 3.18 - Отримання даних згідно рози вітрів

Решту записів, якщо вони містяться нижче скопійованих даних в полях X_import Y_import файлу в SPZones_Calc.xls – видаляємо! Ліворуч вводимо свої значення рози вітрів та значення нормативної СЗЗ й зони небезпечної відстані того об’єкту для якого ведемо поточний розрахунок.

Створюємо новий файл в Excel в який вставляємо вміст викопійованих комірок, але у форматі без формул “Вставити/Вставити значення и форматы чисел”. Слід зауважити, що експортних точок має бути у 8 разів більше (рис. 3.19).

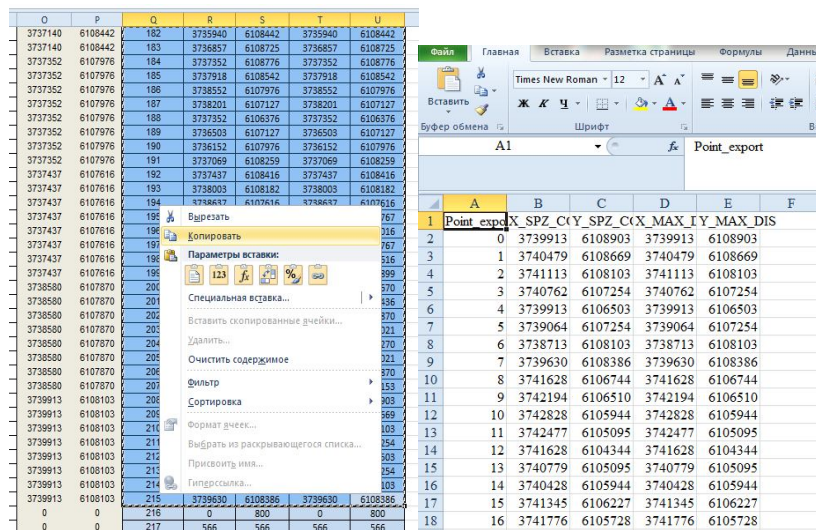


Рисунок 3.19 - отримання даних координат з розрахункового шаблону

Після чого зберігаємо даний файл у форматі книга Excel 1997-2003 (.xls) в каталозі із іншими файлами проекту, задаючи йому назву об’єкту для якого здійснювався розрахунок.

Повторюємо процедуру Імпорту/Експорту даних відповідно до кожного об’єкту при цьому змінюємо в файлі SPZones_Calc.xls відповідні значення нормативної СЗЗ та зони впливу.

Повертаємося до відкритого проекту у програмі ArcMap та додаємо дані з файлів .xls у вигляді точок File\Add Data\Add XY Data та для X-Field і Y-Field вказуємо поля які містять відповідні координати X та Y (рис 3.20)

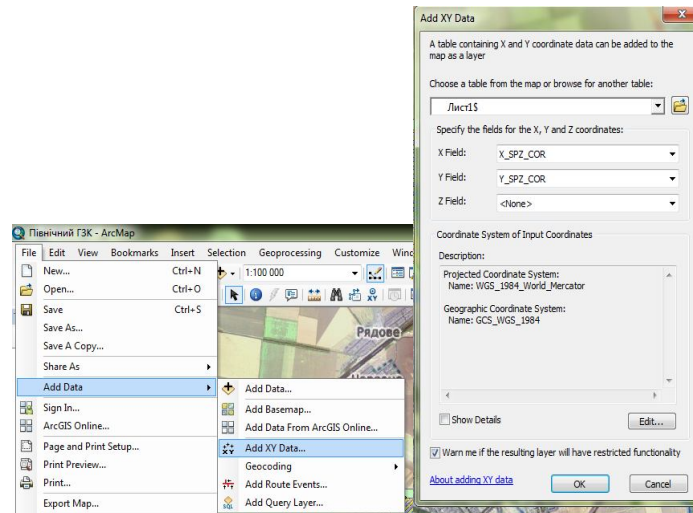


Рисунок 3.20 - завантаження даних в програму ArcMap

Далі навколо об'єкту має з'явитися купа розрахункових точок та відповідний точковий шар даних. Для того, що побудувати полігони навколо його крайніми точками скористаємось інструментом Data Management Tool\Features\Minimum Bounding Geometry, в налаштуваннях якого обираємо для параметру Input Features ім'я щойно відкритого шару даних з Excel, а в параметрі Geometry Type - CONVEX_HULL (рис 3.21).

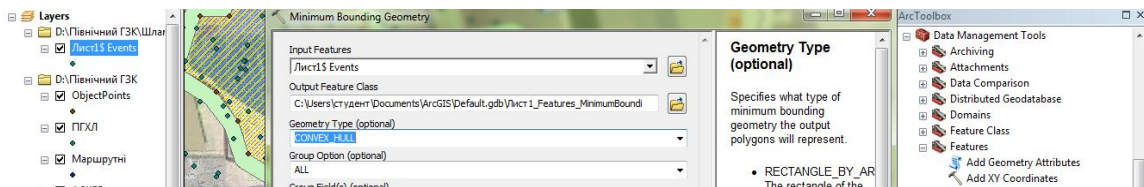


Рисунок 3.21 - будовання полігонів за отриманими точками

Запропонований підхід дозволяє створити на мапі буферні зони навколо промислових ділянок на основі даних про розміри нормативних санітарно-захисних зон та рози вітрів.

3.3 Обґрунтування місць розміщення стаціонарних станцій спостереження згідно розроблених критеріїв та ГІС «ДніпроМАП»

Нижче приведена таблиця розташувань запропонованих постів спостереження і підстави для їх розміщення (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - Запропоновані місця для розміщення постів моніторингу

№	Розташування (джерело електроживлення)	Підстави для розміщення
1	Придніпровськ, вул. Космонавтів 10, НВО №136	Необхідний для контролю викидів Придніпровської ТЕС за несприятливих метеорологічних умов при південно-східному напрямку вітру або штилю за умов інверсії; Придніпровського ремонтно-механічного цеху та Рибальського кар'єру за північним напрямком вітру. Пост знаходиться посеред житлової забудови з високою щільністю населення(20, 21 квартали), поряд знаходяться 3 школи (98, 129, 136) та 2 дитячих садочки.
2	ж/м. Тополя 2, СШ №53, СЗШ №78	Необхідний для контролю викидів промислових підприємств НВО Дніпропрес, Дніпрошина та Дніпромайн при західному напрямку вітру, а також викидів Придніпровської ТЕС при східному напрямку вітру за типових для міста метеорологічних умов (швидкість вітру 5 м/с при ізотермії в атмосфері). Поряд розташовані ж/м Тополя 1 та Тополя 3, які характеризуються високою щільністю населення. Поблизу посту також знаходяться 2 крупних школи (78, 53), санаторій та 3 дитячих садочки.
3	Подстанція, Високовольтна 30, СЗШ №20	Необхідний для контролю від викидів Південного машинобудівельного заводу ім. Макарова при північно-західному та Придніпровської ТЕС при Південно-східному напрямках вітру за середніх значень для міста швидкості вітру та стратифікації атмосфери, а також викидів від автотранспорту на перехресті пр. Гагаріна та Запорізького шосе. Пост оточують житлові 5, 9 та 12 поверхові будинки, поряд знаходяться 2 школи та торгівельно-розважальні центри.
4	Гавриленко 4, СЗШ № 128	Необхідний для контролю від викидів Південного машинобудівельного заводу ім. Макарова при південно-західному напрямку вітру за НМУ та викидів автотранспорту на проспектах Б. Хмельницького та О. Поля. Район характеризується високою щільністю населення та відсутністю поблизу діючих нині стаціонарних постів спостереження. Поблизу знаходяться 3 школи, дитячі садки, лікарні та готелі.
5	Червоний камінь, Коробова 3д, СЗШ №143	Необхідний для контролю від викидів промислових підприємств, що розміщуються на території західної промислової зони міста, а саме ЄВРАЗ ДМЗ ім.

Продовження таблиці 3.3

		Петровського, Дніпрококс, Дніпропетровський трудний завод, Дніпроважмаш та ін. Район розміщення характеризується високою щільністю населення, поблизу знаходяться школа №96 та 4 дитячі садочки, а також ж/м Парус та Комунар, які також характеризуються високою щільністю населення та наявністю багатьох навчальних закладів.
6	Фрунзенський, Шолохова 17, СЗШ №134	Необхідний для контролю від викидів ДЗ Алюмаш, та підприємств західної промзони міста за північно-східному напрямку вітру. ж/м характеризується високою щільністю населення та наявністю багатьох навчально-виховних закладів.
7	Нестерова, 29, СЗШ №77	Знаходиться поблизу потужних підприємств ЄВРАЗ ДМЗ ім. Петровського, Дніпрококс, Дніпропетровський трудний завод, завод металоконструкцій ім. Бабушкіна і є необхідним для контролю їх викидів за несприятливих метеорологічних умов, а також викидів автотранспорту на перехрестях вул. Нестерова та пр. Петровського.
8	ж/м Північний, Синельниківська, 5, СЗШ №39	Необхідний для контролю від викидів підприємств Інтерпайп НТЗ, Інтерпайп втормет при західному напрямку вітру, та М'ясокомбінату і Дніпропетровського комбінату харчових концентратів при північному напрямку вітру. Район характеризується щільною житловою забудовою та відсутністю поблизу постів спостереження.
9	ж/м Західний, Данила Галицького, 52, СЗШ №91	Необхідний для контролю від викидів підприємств Дніпроважмаш, ЄВРАЗ ДМЗ ім. Петровського та Дніпрококс за типових метеорологічних умов. Поблизу знаходяться 2 школи та 3 дитячих садочки. Район характеризується щільною житловою забудовою та відсутністю поблизу постів спостереження.
10	ж/м Сонячний, вул. Любарського, 84	Необхідний для контролю від викидів підприємств Дніпроважмаш, ЄВРАЗ ДМЗ ім. Петровського та Дніпрококс за несприятливих метеорологічних умов при північно-східному напрямку вітру, а також викидів автотранспорту на вул. Маршала Маліновського. Район характеризується високою щільністю населення, та наявністю поблизу шкіл та дитячих садків.
11	Центральна частина міста, вул. Андрія	Необхідний для контролю викидів автотранспорту з пр. Д.Яворницького і пр. Пушкіна. Пост знаходиться в громадському центрі міста біля парку ім. Лазаря Глоби

Закінчення таблиці 3.3

	Фабра, 16, ЗОШ №22	
12	Центральна частина міста, вул. Володимира Великого, 13а, ЗОШ №19	Необхідний для контролю викидів автотранспорту з пр. Д.Яворницького і Січеславській Набережній. Пост знаходиться у історичному центрі міста з великою щільністю населення
13	Пр. Гагаріна, вул. Лазаряна, 2б, ЗОШ №11	Необхідний для контролю від автотранспорту з пр. Гагаріна і вул. Козакова. Пост знаходиться біля паркової зони (Ботанічний сад ДНУ, парк Гагаріна)
14	ж/м Сокіл, вул. Неделіна, 1, ЗОШ № 83	Необхідний для контролю викидів Придніпровської ТЕС і викидів автотранспорту на вул. Космічній. Пост знаходиться біля жилої забудови з високою щільністю населення
15	ЗОШ №47, Воронежська, 67	Необхідний для контролю викидів автотранспорту з Донецького шосе і Слобожанського проспекту
16	Самарський район, Ігренєв, ЗОШ №127, вул. Календарна, 20а	Необхідний для контролю викидів Придніпровської ТЕС та Ігренського полігону побутових відходів
17	Передова 427, СЗШ 115	Необхідний для контролю викидів автотранспорту.
18	Краснопілля, НВК №101, вул. Високогорна, 29д	Необхідний для контролю викидів Шинного заводу та сміттєпереробного заводу (тимчасово не працює)
19	ЗОШ №117, вул. Передова, 800а	Необхідний для контролю викидів автотранспорту
20	Велика Діївська, 163 СЗШ №94	Необхідний для контролю викидів підприємств західної промзони при східному напрямку вітру

До переліку необхідних комунікацій згідно специфікації та технологічного оснащення станції входять джерела електроживлення. В даному проекті запропоновано використовувати в якості джерел електроживлення об'єкти комунальної власності. Інформація щодо запропонованих об'єктів комунальної власності, які можуть бути джерелом електроживлення для станцій моніторингу, представлена у табл. 3.4

Таблиця 3.4 - Перелік джерел електроживлення

№	Місцерозташування	Джерело електроживлення
1	ж/м Придніпровськ, вул. Космонавтів, 10	НВО № 136
2	ж/м Тополя 2	СШ № 53, СЗШ № 78
3	Вул. Високовольтна, 30	СЗШ № 20
4	Вул. Гавриленко, 4	СЗШ № 128
5	ж/м Червоний Камінь, вул. Коробова, 3д	СЗШ № 143
6	Вул. Шолохова, 17	СЗШ № 134
7	Вул. Нестерова, 29	СЗШ № 77
8	ж/м Північний, вул. Синельниківська, 5	СЗШ № 39
9	ж/м Західний, вул. Данила Галицького, 52	СЗШ № 91
10	ж/м Сонячний, вул. Любарського 84	СЗШ № 11
11	Центральна частина міста, вул. Андрія Фабра, 16	Міська спеціальна вечірня СЗШ № 22 для глухих та слабочуючих
12	Центральна частина міста, вул. Володимира Великого, 13а	ЗОШ № 19
13	Пр. Гагаріна, вул. Лазаряна, 2б	ЗОШ № 11
14	ж/м Сокіл, вул. Неделіна, 1	ЗОШ № 83
15	Вул. Воронежська, 67	ЗОШ № 47
16	ж/м Ігрені, вул. Календарна, 20а	ЗОШ № 127
17	Вул. Передова, 467	СЗШ № 115
18	Краснопілля, вул. Високогірна, 29д	НБК № 101
19	Вул. Передова, 800а	ЗОШ № 117
20	Вул. Велика Діївська, 163	СЗШ № 94
21	Вул. Казакевича, 7	ЗОШ № 126

На територіях де неможливо або недоцільно встановлювати стаціонарні станції контролю якості атмосферного повітря слід застосовувати пересувні (мобільні) станції, які обладнанні автоматизованими газоаналізаторами безперервної дії та приборами для вимірювання метеорологічних параметрів.

В результаті просторово-аналітичного аналізу вихідних даних про щільність населення, зони розподілу максимальних концентрацій від викидів підприємств та автотранспорту, на основі зазначених вище 7 критеріїв нами були складені 2 міських маршрути й обґрунтовані наступні зупинки для заміру показників забруднення атмосферного повітря, табл. 2.2., 2.3

Маршрути укладались на основі усіх зазначених вище критеріїв з

урахуванням об'їзду території за робочу зміну у 8 год. кожний. Окрім того, є доцільним іноді виїжджати на ці маршрути у різний час, або рухатися ними у зворотному напрямку, що дозволить отримувати інформацію про концентрації у певній точці на різний період часу та дослідити добовий хід змін концентрацій небезпечних речовин (табл. 3.5 та табл. 3.6).

Таблиця 3.5 - Місця відбору атмосферного повітря за допомогою пересувних постів спостереження за маршрутом № 1 (південний)

№ точки	Зупинка	Обґрунтування (№ пункту згідно критеріям)
1	Придніпровськ, 20 річчя Перемоги, 51, Самарська районна рада	1, 3
2	Придніпровськ, Перехрестя вулиць Космонавта Волкова та 20 річчя Перемоги (конечна зупинка міського транспорту)	1, 2
3	Придніпровськ, Гаванських шляхопровід та виїзд Південний міст	1, 2
4	ж/м. Перемога 6, Яснополянський шляхопровід, автостоянка	1, 2, 3
5	ж/м Тополя 3, Перехрестя Запорізьке шосе та вул. Панікахи	2, 3
6	12 Квартал, просп. Б. Хмельницького та вул. Інженерна	1, 2
7	Будівник, просп. Б. Хмельницького та вул. Будівельників	1, 2, 3
8	Перехрестя вул. Робоча та Каверина	2, 3
9	Перехрестя вул. Робоча та пр. Пушкіна	2, 3
10	Центр, перехрестя вул. М. Грушевського та Святослава Хороброго	2, 3, 6
11	Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Чернишевського	2, 3
12	Перехрестя пр. Гагаріна та вул. Лазаряна	2, 5
13	Перехрестя вул. В. Дубініна та Л. Чайкіної	5, 6
14	Перемога 3. Площа перемоги	2, 3
15	Перемога 5 Перехрестя Набережної Перемоги та бульв. Слави	1, 2, 3
16	Придніпровськ. Перехрестя вул. Гаванська та 20-річчя перемоги.	1, 6

Таблиця 3.6 - Місця відбору атмосферного повітря за допомогою пересувних постів спостереження за маршрутом № 2 (північний)

№ точки	Зупинка	Обґрунтування (№ пункту згідно критеріям)
1	вул. Панаса мирного X Набережна заводська	2, 3
2	вул. Гвардійська X Миколи Хвильового	1, 2, 6
3	Проспект Свободи X вул. Купріна	1, 7
4	вул. Каруни X пр. Мануйлівський	1, 2
5	Розв'язка: пр. Мануйлівський та пр. Слобожанський	2, 3
6	вул. Молодогвардійська, біля МЗБК	1, 6
7	вул. Молодогвардійська, Самарський узвіз	1, 6
8	вул. Іларіонівська X Кондукторська	1,2
9	вул. Курсанська X Буковинська	1, 7
10	вул. Курсантська X О. Оцупа	1, 2
11	вул. Каштанова X пр. Слобожанський	1, 2, 3
12	вул. Байкальська X пр. Слобожанський	1, 2, 3
13	вул. Сухомлинського X вул. Фрунзе	3, 6
14	вул. Байкальська X вул. Репіна	2, 3
15	Донецьке шосе X вул. Передова	2, 3
16	вул. Кайдацький шлях X Набережна Заводська	1, 2

3.4 Висновки до розділу

Таким чином, в результаті розрахунків та докладного аналізу складових шарів ГІС «ДніпроМАП» щодо надання послуг (електроживлення та розташування) з боку комунальних об'єктів розроблено перелік ймовірних фактичних місць розташування об'єктів для встановлення станцій автоматичного безперервного моніторингу якості атмосферного повітря.

В результаті просторово-аналітичного аналізу вихідних даних про щільність населення, зони розподілу максимальних концентрацій від викидів підприємств та автотранспорту, на основі зазначених вище 7 критеріїв нами були складені 2 міських маршрути й обґрунтовані наступні зупинки для заміру показників забруднення атмосферного повітря.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ЗБІР ДАНИХ

4.1 Заходи з охорони праці під час відбору проб на мобільних станціях моніторингу

Відбір проб повинні проводити не менше двох осіб. Забороняється проводити відбір проб без представника структурного підрозділу. Відбір проб слід проводити відповідно до методики виконання вимірювань концентрацій забруднюючих речовин в промислових викидах і атмосферному повітрі, дотримуючись вимог безпеки при проведенні відбору проб. На території структурного підрозділу потрібно бути уважним і обережним, намагатися перебувати поза лінією руху транспорту, вантажів, що переміщуються вантажопідіймальними засобами, дотримуватися рух по території за встановленими на структурному підрозділі пішохідних маршрутах. Переходити через транспортери і трубопроводи дозволяється тільки за перехідних містках. Забороняється знаходитися під стрілами кранів, поблизу працюючих пересувних і стаціонарних механізмів.

Якщо потрібно відібрати пробу на висоті, слід дотримуватися наступних рекомендацій:

- перед підйомом, внизу записуються всі необхідні дані про джерело, щоб виключити зайві спуски і підйоми і уникнути обставинки поспіху.
- підніматися (спускатися) на площадку (дах) слід з дотриманням вимог безпеки.
- роботи по відбору проб промислових викидів від джерел, що знаходяться на висоті більше ніж 1,8 м, слід проводити на майданчиках, обладнаних огорожами, поручнями та стаціонарними сходами.

Правилами безпеки забороняється:

- проводити роботи на висоті, якщо майданчик не має огорож або вони

пошкоджені;

- підніматися до місця роботи, якщо сходи без поручнів чи з пошкодженими поручнями, якщо вона проржавіла, знаходиться в несправному стані, ненадійно закріплена;

- проводити роботи з використанням тимчасових настилів на випадкових опорах (бочках, цеглі і т.д.), на лісах і підмостках, укріплених на конструктивні елементи, які не розраховані на додаткове навантаження, і при кріпленні їх до малостійким частинам будівлі;

- заходити за огороження і бар'єри, без потреби перебувати на даху обстежуваного об'єкта, використовувати сходи і майданчики не за призначенням;

- притулятися до огорож, перегинатися через них, розташовувати на них будь-які предмети, підніматися на дахи зі скатами, якщо вони не обладнані спеціальними майданчиками з огороженнями;

- проводити роботи з відбору проб з використанням переставних сходів;

- ставати на корпусу установок, апаратів, електродвигунів, шнеків, повітропроводів, трубопроводів, наступати на кришки люків і укриттів підземних каналів, щоб уникнути попадання в них, триматися за дроти, притулятися до металевих частин обладнання, допускати перекручування проводів і їх дотик до обертових частин, торкатися до рухомих частин механізмів.

4.2 Аналіз шкідливих і небезпечних вражаючих факторів при роботі за комп'ютером під час використання необхідних ГІС технологій

У приміщенні операторської, комп'ютерному кабінеті або на станції спостереження на працівника можуть впливати небезпечні і шкідливі виробничі фактори, які вказані в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Аналіз шкідливих і небезпечних вражаючих факторів

№ п/п	Найменування ШНВФ	Джерела ШНВФ	Нормуючий документ
1	Нервово-емоційні навантаження: розумове перенапруження; вимушена локалізована поза; перенапруження аналізаторів; монотонність праці	Монітор персонального комп'ютера	ДЕСТ 12.1.003-83
2	Перевищення норм метеорологічних і гігієнічних умов	Персональний комп'ютер, периферійні пристрої	ДЕСТ 12.1.005-88
3	Недостатня освітленість робочої зони	Робоче місце	БНіП П-4-79
4	Можливість ураження електричним струмом	Електропроводка, блок живлення персонального комп'ютера	ДЕСТ 12.1.038-82
5	Іонізуючі і електромагнітні випромінювання	Персональний комп'ютер	ДЕСТ 12.1.006-84

4.3 Заходи по боротьбі з шкідливими факторами при роботі з комп'ютерним або лабораторним обладнанням

Для безпечної роботи при експлуатації персонального комп'ютера розроблені наступні заходи:

1. Площа на одне робоче місце повинна становити не менше 6 м², а об'єм - не менше 20 м³.

2. Висота робочої поверхні для монітора повинна дорівнювати 680-800 мм (рекомендовані розміри робочого столу: висота - 725 мм, ширина - 600-1400 мм, глибина - 800-1000 мм).

3. Робоче крісло працівника має відповідати нормі і складатися з: сидіння, спинки і підлокітників та бути в робочому стані (не зламане).

4. Кабінет або інше приміщення для роботи повинні мати природне і штучне освітлення. Природне освітлення повинно здійснюватися через світлові щіли, які забезпечують коефіцієнт природної освітленості не нижче 15%. Віконні отвори приміщення для роботи з дисплеєм повинні бути обладнані пристроями, що можна регулювати, наприклад жалюзі або завіски.

5. Щоб освітлення не створювало шкідливих для зору відблисків, комп'ютер повинен знаходитись так, щоб пряме світло не попадало на екран.

6. Монітор і клавіатура повинні бути розміщені на поверхні столу або на спеціальній робочій поверхні окремо від столу, яка повинна бути відрегульована по висоті, на відстані 100-300мм від краю.

7. Верхній край монітора слід розташовувати на рівні очей або трохи нижче.

8. Оптимальна відстань від екрану монітора до очей складає 60-70 см.

9. Покриття підлоги повинне бути матовим та мати коефіцієнт відбиття 0,3-0,5; поверхня підлоги повинна бути рівною, неслизькою та чистою.

10. Вологе прибирання повинна проводитися на початку робочого дня, а також під час перерви.

4.4 Заходи щодо забезпечення санітарно-гігієнічних вимог

1. Природне освітлення, згідно норма, повинно здійснюватися через прорізи або вікна, орієнтовані переважно на північ, північний схід і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості від 1,2 до 1,5%. Робоче місце повинно бути розміщено так, щоб світло падало збоку, бажано зліва.

2. Штучне освітлення повинно здійснюватися системою загального освітлення, що повинно бути рівномірним.

3. В якості джерел світла можна застосовувати світлодіодні та люмінесцентні лампи або світильники типу ЛБ, забезпечуючи освітленість на робочих столах 300-500 лк.

Працювати у моніторів повний робочий день недоцільно. Бажано після

кожних 45 хв. роботи робити 10 хв. перерви і працювати не більше 5 годин на день. Активний відпочинок повинен складатися у виконанні комплексу фізичних вправ, спрямованих на зняття нервового напруження, м'язове розслаблення, зняття втоми очей, поліпшення мозкової активності.

4.5 Заходи щодо забезпечення електробезпеки

Відповідно до класифікації ПУЕ за небезпекою ураження електричним струмом операторська або комп'ютерний кабінет відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, так як існує можливість одночасного дотику до опалювальних батарей приміщення, з'єднаних з землею і корпусів електрообладнання. В операторській використовується обладнання з напругою живлення 220 В. Лінія електромережі для живлення ПЕОМ та периферійного обладнання виконується як окрема групова трифазна мережа шляхом прокладки фазного і нульового робочого та захисного провідників. Нульовий захисний провідник служить для занулення електроприймачів. При напрузі до 1000 В застосовують трифазну мережу з ізольованою нейтраллю.

Електропроводка в операторській повинна бути виконана прихованим методом, прокладена в гнучких рукавах, що робить силові ланцюги недоступними для працюючих.

Струмовий захист реалізується з використанням автоматичних вимикачів, які розривають електричну мережу при високих струмах навантаження.

Основні заходи, спрямовані на попередження випадків ураження електричним струмом в операторській, такі:

- щодня проводити очистку монітора від пилу;
- забороняється знімати захисну кришку системного блоку комп'ютера;
- усунення можливості випадкового дотику до струмоведучих частин електроустаткування, що знаходиться під напругою;
- малі напруги;
- надійна ізоляція струмоведучих частин електрообладнання і своєчасний

його ремонт;

- захисне занулення; захисне відключення та застосування плавких запобіжників.

4.6 Протипожежна безпека дослідників на робочому місці

Приміщення операторської із вибухопожежної безпеки відноситься до категорії Д (приміщення закритих розподільних пристроїв, з вимикачами і електронною апаратурою). Вогнестійкість приміщення визначається по таблиці меж вогнестійкості будівельних конструкцій – 3 ступінь вогнестійкості.

В операторській можливі три джерела виникнення пожежі:

- несправність або перегрів комп'ютерної техніки та електронної апаратури;
- необережне поводження з нагрівальними приладами;
- випадкове замикання в електропроводці.

Організаційними заходами щодо забезпечення пожежної безпеки є навчання працівників правилам пожежної безпеки; розробка і реалізація норм і правил пожежної безпеки, інструкцій про порядок роботи з пожежонебезпечними речовинами і матеріалами.

При виявленні ознак горіння (дим, запах гару) слід відключити апаратуру, знайти джерело загоряння і вжити заходів для його ліквідації, повідомити керівника робіт.

Для операторської площею в 90 м², для гасіння пожеж застосовні вуглекислотні вогнегасники ОУ-80 ГОСТ 9230-77, Торжокское ПО ППТ - 2 шт., Комбінований вогнегасник ОК-100.01 ТУ 22-4614-50, Торжокское ПО ППТ - 1 шт.

4.7 Обґрунтування заходів з охорони праці під час польового моніторингу атмосферного повітря та досліджень

Буває, що для отримання фонових значень концентрацій шкідливих речовин потрібно виїжджати за межі міста. З метою створення безпечного середовища під час таких робіт створені наступні рекомендації.

При проведенні робіт за межами міста необхідно постійно забезпечувати повну безпеку для людей, безаварійність транспортних засобів та збереження матеріалів польової документації .

Під час переїздів до пункту спостереження, в населених пунктах, на стаціонарах, у таборах та при проведенні маршрутів категорично забороняється самовільні відлучки.

До виїзду на польові та виробничі дослідження кожним робітником повинні бути ретельно вивчені «Інструктаж по охороні праці». Кожен робітник повинен прослухати інструктаж по техніці безпеки.

Вихід у маршрут одному в будь-яких районах забороняється. В маршрут повинні назначатися не менше двох людей.

Пересування по темноті забороняється.

При укусі ядовитої змії треба як найшвидше накласти джгут. Джгут накладається вище місця укусу ближче до рани. Тримати його можна не більше ніж пів години. Після цього потерпілому негайно вводиться протизміїна сироватка. Рану від укусу промивають кип'яченою водою чи 1% розчином марганцевокислого калію, зволожують марлевими серветками та терміново доставляють до лікарні.

При укусі кліща неможна відривати його від тіла. Вражене місце треба змазати маслом. Кліща потрібно негайно відправити на аналіз.

При укусах отруйних павуків (каракуртів) негайно вводиться протикаракуртова сироватка. При її відсутності місце негайно припікається сірником чи розжареним металевим предметом. Потерпілого необхідно негайно доставити до лікарні.

При тепловому ударі потрібно посадити постраждалого в тіні, зняти одяг, обприскати водою, покласти на голову та грудиною холодні примочки, часто їх змінюючи. Якщо у постраждалого нема дихання - зробити штучне дихання та направити до лікаря.

При ударі о твердий предмет чи при падінні може статися пошкодження м'яких тканин та розтягнення зв'язок. Проявляється це у вигляді припухлості у місці поранення, синяка.

Для надання першої допомоги необхідно створити спокій постраждалій ділянці та покласти на нього 3–4 рази холод (кожну годину з перервами по 15 хвилин).

Діагноз перелому чи вивиху може поставити тільки лікар. Основними ознаками перелому є різка біль, яка посилюється при спробах руху, деформація.

При вивиху відбувається зміщення кісток. При підозрі, що стався перелом, вивих, підвивих, розтягнення зв'язок не можна робити спроб до вправлення, тягнути за постраждале місце. Це може призвести до погіршення стану потерпілого. Необхідно створити спокій та нерухомість частини тіла, яка була ушкоджена.

При переломі руки чи ключиці руку слід прижати до тулуба та закріпити пов'язкою. Постраждалий повинен бути доставлений у травматичний госпіталь або лікарню якнайшвидше.

Значну небезпеку при виконанні дослідження за межами населених пунктів становлять метеорологічні умови та можливі природні стихійні лиха. Тривалий вплив прямих сонячних променів при високій температурі повітря може викликати «сонячний удар» тіла і як наслідок - тривала втрата працездатності, а інколи і летальний випадок.

Перед початком робіт за межами населених пунктів усі працівники повинні ознайомитися під розписку із правилами внутрішнього розпорядку та інструкціями з охорони праці відповідно до професій та робіт, що виконуються.

РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНИЙ

5.1 Розрахунок капітальних витрат на створення системи екологічного моніторингу м. Дніпро

У розділі 3.4 обґрунтовано перелік та види постів моніторингу. Запропоновано створення 20 стаціонарних станцій та 2 пересувних.

Розрахунок капітальних витрат на організацію одного стаціонарного посту спостереження.

$$K_c = Ц + B_d + B_m + B_{уст} \quad (5.1)$$

де $Ц$ - оптова ціна обладнання, грн;

B_d - витрати на доставку обладнання, грн;

B_m - витрати на монтажні роботи, грн;

$B_{уст}$ - витрати на устаткування обладнання, грн;

Вартісні параметри обладнання з організації стаціонарного посту спостереження за атмосферним повітрям зазначені у табл. 5.1

Таблиця 5.1 – Вартісні параметри обладнання для організації стаціонарного посту спостереження

Технологічне обладнання	Вартісні параметри обладнання			
	Оптова ціна обладнання, грн	Витрати на доставку обладнання, грн	Витрати на монтаж обладнання, грн	Витрати на устаткування, грн
Стаціонарна станція екологічного моніторингу повітря AQM65	456 000	4 000	6 000	11 000

$$K = 456000 + 4000 + 6000 + 11000 = 477\,000 \text{ грн}$$

Визначення вартості встановлення двадцяти стаціонарних постів моніторингу:

$$K_{c20} = 477\,000 \cdot 20 = 9\,540\,000 \text{ грн}$$

Розрахунок капітальних витрат на організацію одного маршрутного посту спостереження:

$$K_M = C + B_{an} + B_i \quad (5.2)$$

де C - оптова ціна мобільної лабораторії на основі автомобілю, грн;

B_{an} - вартість апаратної частини (дисплейні екрани, машини для обробки даних), грн;

B_i - вартість інтеграційного контролеру, грн.

Вартісні параметри обладнання з організації маршрутного посту спостереження за атмосферним повітрям зазначені у табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Вартісні параметри обладнання для організації маршрутного посту спостереження

Технологічне обладнання	Вартісні параметри обладнання		
	Оптова ціна мобільної лабораторії на основі автомобілю, грн	Вартість апаратної частини (дисплейні екрани, машини для обробки даних), грн	Вартість інтеграційного контролеру, грн
Мобільна лабораторія швидкого реагування на базі автомобілю	456 000	4 000	11 000

$$K_M = 1\,172\,236 + 77\,430 + 20\,000 = 1\,269\,666 \text{ грн}$$

Розрахунок капітальних витрат на організацію двох маршрутних постів спостереження:

$$K_{M2} = 1\,269\,666 \cdot 2 = 2\,539\,332 \text{ грн}$$

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат на реалізацію системи екологічного моніторингу атмосферного повітря міста Дніпро

Експлуатаційні витрати враховують в себе витрати на електроенергію, заробітну плату працівникам, обслуговуюче обладнання, єдиний соціальний

внесок та амортизаційні відрахування.

Розрахунок експлуатаційних витрат на організацію та роботу стаціонарного постів спостереження.

Експлуатаційні витрати розраховуються за формулою:

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{\text{о.п.}} + Z_{\text{н.}} + Z_{\text{а.}} + Z_{\text{е.}}, \text{ грн/рік} \quad (5.3)$$

де $Z_{\text{о.п.}}$ – витрати на оплату праці, грн/рік

$Z_{\text{н.}}$ – єдиний соціальний внесок, грн/рік.

$Z_{\text{а.}}$ – амортизаційні відрахування, грн/рік.

$Z_{\text{е.}}$ – витрати на електроенергію, грн/рік.

Витрати на оплату праці:

$$Z_{\text{о.п.}} = N_{\text{з.}} \cdot K_{\text{о.п.}} \cdot CT_{\text{з.п.}}, \text{ грн/рік}, \quad (5.4)$$

де $K_{\text{о.п.}}$ – кількість працівників,

$CT_{\text{з.п.}}$ – ставка заробітної плати, грн./міс.

$N_{\text{з.}}$ – кількість місяців.

Для постійного обслуговування запропонованих постів спостереження необхідно 2 працівника на 20 станцій.

$$Z_{\text{о.п.}} = 12 \cdot 2 \cdot 8000 = 192\ 000 \text{ грн/рік}$$

Єдиний соціальний внесок:

$$Z_{\text{н.}} = Z_{\text{о.п.}} \cdot C_{\text{тн.}}, \text{ грн/рік}, \quad (5.5)$$

де $C_{\text{тн.}}$ – ставка нарахувань на заробітну плату = 22%.

$$Z_{\text{н.}} = 192\ 000 \cdot 0,22 = 42\ 240 \text{ грн/рік}$$

Амортизаційні відрахування становлять:

$$Z_{\text{а.}} = K \cdot A_{\text{р}} \text{ грн/рік}, \quad (5.6)$$

де $A_{\text{р}}$ – річні амортизаційні відрахування, для третьої групи "машини, обладнання" $A_{\text{р}} = 24\%$.

$$Z_{\text{а.}} = 2\ 539\ 332 \cdot 0,24 = 609\ 439,68 \text{ грн/рік}$$

Витрати на електроенергію:

$$Z_{\text{е.}} = P_{\text{об.}} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot C_{\text{е.}} \cdot K_{\text{е.}}, \text{ грн/рік}, \quad (5.7)$$

де $P_{\text{об.}}$ – потужність обладнання, кВт/годин, $P_{\text{об.}} = 0,15$ кВт/годин;

N_1 – тривалість робочої зміни, $N_1 = 24$ години;

N_2 – кількість змін на добу, $N_2 = 1$ зміна;

N_3 – число робочих днів на місяць, $N_3 = 30$;

N_4 – число місяців на рік, $N_4 = 12$;

C_e – ціна електроенергії, $C_e = 2,58$ грн/кВт;

Ціна електроенергії на грудень 2020 року становить 2,58 грн./кВт;

K_e – коефіцієнт використання робочого часу, $K_e = 0,75$.

$$Z_e = 0,15 \cdot 24 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 12 \cdot 2,58 \cdot 0,75 = 2\,507,76 \text{ грн/рік.}$$

Таким чином, загальна сума експлуатаційних витрат на утримання стаціонарних постів спостереження становить:

$$Z_{\text{експл.}} = 192\,000 + 42\,240 + 609\,439,68 + 2\,507,76 = 846\,187,44 \text{ грн/рік}$$

Розрахунок експлуатаційних витрат на організацію та роботу двох маршрутних постів спостереження.

Експлуатаційні витрати розраховуються за формулою:

$$Z_{\text{експл.}} = Z_{o.n.} + Z_n + Z_a + Z_e + Z_m, \text{ грн/рік,} \quad (5.8)$$

де $Z_{o.n.}$ - витрати на оплату праці, грн/рік;

Z_n - єдиний соціальний внесок, грн/рік;

Z_a - амортизаційні відрахування, грн/рік;

Z_e - витрати на електроенергію, грн/рік;

Z_m - витрати на дизельне паливо, грн/рік.

Витрати на оплату праці:

$$Z_{o.n.} = N_z \cdot K_{o.n.} \cdot CT_{z.n.}, \text{ грн/рік,} \quad (5.9)$$

де $K_{o.n.}$ – кількість працівників,

$CT_{z.n.}$ – ставка заробітної плати, грн./міс.

N_z – кількість місяців.

Для постійного обслуговування запропонованих постів спостереження необхідно 2 працівника на 20 станцій.

$$Z_{o.n.} = 12 \cdot 6 \cdot 8000 = 576\,000 \text{ грн/рік}$$

Єдиний соціальний внесок:

$$Z_n = Z_{оп.} \cdot C_{тн.}, \text{ грн/рік}, \quad (5.10)$$

де $C_{тн.}$ – ставка нарахувань на заробітну плату = 22%.

$$Z_n = 576\,000 \cdot 0,22 = 126\,720 \text{ грн/рік}$$

Амортизаційні відрахування становлять:

$$Z_a = K \cdot A_p \text{ грн/рік}, \quad (5.11)$$

Де A_p – річні амортизаційні відрахування, для третьої групи "машини, обладнання" $A_p = 24\%$.

$$Z_a = 2\,539\,332 \cdot 0,24 = 609\,439,68 \text{ грн/рік}$$

Витрати на електроенергію:

$$Z_e = P_{об.} \cdot N_1 \cdot N_2 \cdot N_3 \cdot N_4 \cdot C_e \cdot K_e, \text{ грн/рік}, \quad (5.12)$$

де $P_{об.}$ – потужність обладнання, кВт/годин, $P_{об.} = 0,5$ кВт/годин;

N_1 – тривалість робочої зміни, $N_1 = 8$ години;

N_2 – кількість змін на добу, $N_2 = 1$ зміна;

N_3 – число робочих днів на місяць, $N_3 = 20$;

N_4 – число місяців на рік, $N_4 = 12$;

N_5 – кількість лабораторій, $N_5 = 2$;

C_e – ціна електроенергії, $C_e = 2,58$ грн/кВт;

Ціна електроенергії на грудень 2020 року становить 2,58 грн./кВт;

K_e – коефіцієнт використання робочого часу, $K_e = 0,75$.

$$Z_e = 0,5 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 2,58 \cdot 0,75 = 309,6 \text{ грн/рік.}$$

Розраховуємо витрати на паливо:

$$Z_e = L \cdot C \cdot R \cdot N_4 \cdot N, \text{ грн/рік}, \quad (5.13)$$

де L - відстань, що проходить автомобіль, $L = 2000$ км/місяць;

C - ціна дизельного палива на грудень 2020 року, $C = 26$ грн/л;

R - витрати палива, $R = 0,5$ л/км;

N_4 - кількість місяців, $N_4 = 12$;

N - кількість автомобілів, $N = 2$

$$Z_e = 2\,000 \cdot 26 \cdot 0,5 \cdot 12 \cdot 2 = 624\,000 \text{ грн/рік.}$$

Таким чином, загальна сума експлуатаційних витрат на утримання маршрутних постів спостереження становить:

$$Z_{\text{експл.}} = 576\,000 + 126\,720 + 609\,439,68 + 309,6 + 624\,000 = 1\,936\,469,28 \text{ грн/рік}$$

Загальний кошторис капітальних витрат представлено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Кошторис капітальних витрат на закупівлю обладнання

Найменування	Одиниці	Кількість	Вартість, грн
Стаціонарна станція екологічного моніторингу повітря AQM65	шт.	1	477 000
Стаціонарна станція екологічного моніторингу повітря AQM65	шт.	20	9 540 000
Мобільна лабораторія швидкого реагування на базі автомобілю	шт.	1	1 269 666
Мобільна лабораторія швидкого реагування на базі автомобілю	шт.	2	2 539 332
Всього	шт.	22	12 079 332

Загальні експлуатаційні витрати обґрунтовані у пункті 5.2 і складають 846 187,44 грн/рік для стаціонарних постів спостереження, 1 936 469,28 грн/рік для маршрутних постів спостереження.

ВИСНОВКИ

В даній кваліфікаційній роботі вирішена задача із удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро через наукове обґрунтування додаткових місць розташування моніторингових точок, визначених за допомогою ГІС технологій.

Сьогодні систематичний нагляд за рівнем забруднення атмосферного повітря у місті Дніпро наразі здійснюється на 6 стаціонарних постах спостереження Дніпропетровським обласним центром гідрометеорології, автоматичної станції безперервного моніторингу від Департаменту екологічної політики Дніпровської міської ради, автоматичної станції безперервного моніторингу, яка належить заводу ТОВ "МЗ «Дніпросталь» та 2 сучасних автоматизованих станції безперервної дії КП «Центр екологічного моніторингу» Дніпропетровської обласної ради.

Така кількість постів є недостатньою для міста із мільйонним населенням, розгалуженою мережею автошляхів та великою кількістю підприємств із багатьма джерелами забруднення атмосфери. Отже діюча система екологічного моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро потребує періодичного перегляду і модернізації, зокрема через визначення додаткових моніторингових місць та систему репрезентації результатів спостережень.

В результаті виконання роботи були зроблені наступні висновки:

1. За результатами спостережень сьогодні найбільш небезпечними забруднюючими речовинами для мешканців м. Дніпро є тверді речовини, аміак, сірководень та окис вуглецю. Діюча система показує перевищення концентрацій деяких шкідливих речовин у порівнянні з ГДК, наприклад пил перевищує у 2-3 рази, сірководень перевищує ГДК в 1,3-2,5 разів, двоокис азоту в 1,3 рази, а аміак в 1,25. Саме такі забруднюючі речовини потрібно контролювати на всій території м. Дніпро. І варто зазначити, що це лише тільки ті дані, за якими можливо сьогодні провести аналіз згідно з можливостями Дніпропетровського обласного центру з гідрометеорології.

2. В країнах ЄС для інформування населення про стан атмосфери використовуються індекс якості повітря AQI (від англ. Air Quality Index). Перевагою надання інформації про стан атмосферного повітря у вигляді AQI є сумісність зі стандартами країн ЄС, зокрема Директиви 2008/50/ЄС, що дозволяє проводити порівняльний аналіз стану атмосферного повітря міст України та країн ЄС.

3. У зв'язку із недостатньою кількістю моніторингових даних для визначення територій, де формуються максимальні концентрації забруднюючих речовин навколо кожного з організованих джерел забруднення за несприятливих та типових метеорологічних умов міста доцільно використовувати розрахункову методику ISC3. Результати розрахунків можуть використовуватися в інших програмних продуктах, наприклад в ArcGIS для створення буферних зон ймовірної небезпеки навколо джерел забруднення атмосфери.

4. Обґрунтовано, що число постів і їх розміщення слід визначати з урахуванням чисельності населення, площі населеного пункту і рельєфу місцевості, а також розвитку промисловості, мережі магістралей з інтенсивним транспортним рухом і їх розташуванням по території міста, розосередження місць відпочинку і курортних зон.

5. Було розроблено 10 критеріїв щодо розміщення станцій спостереження за станом забруднення повітряного басейну із урахуванням загальних вимог та результати наукових досліджень щодо розміщення точок для моніторингу атмосферного повітря. При цьому були враховані загальні вимоги та результати наукових досліджень щодо розміщення точок для моніторингу атмосферного повітря.

6. Для обробки тематичної інформації про характеристики навколишнього середовища та вибору орієнтовних місць розташування стаціонарних станцій контролю забруднення атмосферного повітря у місті Дніпро було створено ГІС «ДніпроМАП» в програмному середовищі ArcGIS.

7. В результаті просторово-аналітичного аналізу вихідних даних про щільність населення, зони розподілу максимальних концентрацій від викидів

підприємств та автотранспорту, на основі зазначених вище 7 критеріїв нами були складені 2 міських маршрути й обґрунтовані наступні зупинки для заміру показників забруднення атмосферного повітря. Маршрути уклалися на основі усіх зазначених вище критеріїв з урахуванням об'їзду території за робочу зміну у 8 год. кожний.

8. Визначено, що вартість капітальних витрат на організацію системи моніторингу атмосферного повітря становить понад 75 млн. грн. зокрема на організацію 20 нових стаціонарних постів спостереження та 2 мобільних станцій. Беручи до уваги також те, що рекомендовані до встановлення пости спостереження обґрунтовані згідно вимогам та запропонованими критеріями.

Розміщення станцій моніторингу згідно зазначеним критеріям дозволить отримувати повну та достовірну інформацію про забруднення атмосферного повітря міста викидами підприємств та автотранспортом, визначати найбільш небезпечні та відносно чисті території міста, будувати карти забруднення атмосфери на основі поточних та осереднених значень концентрацій як окремих сполук так і їх груп сумаций, а також прогнозувати ризики для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря на різних територіях.

Соціально-економічний ефект, що очкується від удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря полягає в оперативному інформуванні громадян про якість атмосферного повітря та безпеку для здоров'я населення на різних територіях м. Дніпро, а також визначення пріоритетних джерел забруднення атмосфери через оперативне реагування органів місцевого самоврядування та стимулювання найбільш небезпечних підприємств-забруднювачів до скорочення викидів.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хазан, П.В., & Ангурець, О.В. (2017). Впровадження принципів «зеленої економіки» в Дніпропетровській області. Сучасний стан та проблеми розвитку статистики, обліку та аудиту в умовах глобалізації та енергозбереження: матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпро, ПП «Акцент», 2, 203–205.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2017 рік (2018). Департ. екології та природних ресурсів Дніпропетровської облдержадміністрації.
3. Екологічний паспорт м. Дніпро за 2016 рік. (2017). Департ. транспорту та охорони навколишнього середовища Дніпропетровської міської ради.
4. Колесник, В.Е., Бучавый, Ю.В., & Михайлов, А.Ю. (2015). Мониторинг приоритетных загрязнителей атмосферы Днепропетровска. Збірник наукових праць Національного гірничого університету, 47, 58–67.
5. Рішення Дніпропетровської обласної ради № 680-34/VI від 21.10.2015 р. «Про Дніпропетровську обласну комплексну програму (стратегію) екологічної безпеки та запобігання змінам клімату на 2016-2025 роки». (2015) Retrieved from <http://www.oblrada.dp.ua/officialrecords/decisions/50/1316>
6. World Health Organization. Air quality guidelines. Global update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. (2006) Retrieved from http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/78638/E90038.pdf
7. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: методичні рекомендації. (2007). Затв. наказом МОЗ України від 13.04.2007 р. №184. 28.
8. Хазан, П.В., & Ангурець, О.В. (2018). Побудова автоматизованої системи екологічного моніторингу в контексті сталого розвитку. Проблеми впровадження інформаційних технологій в економіці: матеріали IX Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. Ірпінь: Університет державної фіскальної служби України, 289–291.

9. Хазан, П.В., & Ангурець, О.В. (2018). Запровадження інноваційних технологій Дніпропетровської області на прикладі автоматизованої системи екологічного моніторингу. STABICON systems – 2018: матеріали Міжнародного наукового форуму. Суми : Сумський державний університет, 112–114.

10. Horova, A.I., Buchavyu, Y.V., & Kolesnyk, V.Y. (2016). Удосконалення системи інформування про ризики для здоров'я населення через забруднення атмосферного повітря. Medical Informatics and Engineering, (2). Ecological Safety and Labour Protection 190 doi:10.11603/mie.1996-1960.2016.2.6478

11. А.В. Павличенко, Ю.В. Бучавий, О.В. Ангурець, П.В. Хазан
Перспективи впровадження системи оперативного інформування населення про якість атмосферного повітря промислових міст за міжнародними стандартами

12. Визначення ризиків здоров'я населення Дніпропетровська від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами АІ Горова, ЮВ Бучавий Гігієна населених місць, 74-80 2015

13. Мониторинг приоритетных загрязнителей атмосферы Днепропетровска ВЕ Колесник, ЮВ Бучавый, АЮ Михайлов 2015 Збірник наукових праць Національного гірничого університету, 58-67

14. Уніфікована методика комплексного оцінювання рівня екологічної небезпеки промислових об'єктів та ефективності впровадження природоохоронних технологій ВЕ Колесник, АВ Павличенко, ЮВ Бучавий Техногенно-екологічна безпека, 64-69 2018

15. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.

16. Досвід комплексної оцінки та картографування факторів техногенного впливу на природне середовище міст Кривого Рогу та Дніпродзержинська: наукове видання [Багрій І.Д., Білоус А.М., Вілкул Ю.Г. та ін.]; під ред. В.М. Палія. – К.: Фенікс, 2000. – 145 с.

17. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища в Дніпропетровській області за 2009 рік [Електронний ресурс] /Мін. охорони

навколишнього середовища, Держ. управління охорони навколишнього середовища. – Дніпропетровськ. – Режим доступу: <http://www.ecobank.org.ua/RegionalSystems/Pages/Dnepropetrovsk-regdop.aspx>

18. Ємець М.А. Сучасні системи екологічного моніторингу та ефективність їх функціонування // Екологія і природокористування. Зб. Наук. праць ІППЕ НАН України. - Дніпропетровськ, 2008. - Вип.11. - С.159-169.

19. Програма моніторингу довкілля Дніпропетровської області: перший досвід, проблеми та перспективи реалізації / О.Ф.Оксамитний, Н.Л. Тішакова, В.В. Головін, М.А. Ємець // Екологія і природокористування. Зб. Наук. праць ІППЕ НАН України. - Дніпропетровськ, 2009. - Вип.12. - С.161-176.

20. Основні положення методології створення системи моніторингу навколишнього середовища гірничодобувних регіонів / П.І. Копач, Н.В. Горобець, Т.Т. Данько, Л.В. Бондаренко // Екологія і природокористування. Зб. Наук. праць ІППЕ НАН України. - Дніпропетровськ, 2009. - Вип.12. - С.181-187.

21. Абросимов А.А. Экология переработки углеводородных систем. – М.: Химия, 2002. – 608 с.

22. Охорона природи. Атмосфера. Правила контролю якості повітря населених пунктів: ДСТУ 17.2.3.01-04. – [Чинний від 2004-08-01] – К.: Держбуд України, 2004. – 36 с. – (Національні стандарти України).

23. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, № 85. – Копенгаген, 2001. – 293 с.

24. Паращук Е.М. Автоматизированная система мониторинга воздушной среды как информационная поддержка принятия управляющих решений / Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – Белгород, 2014. – 137 с.

25. Проект «Сахалин-1». Стадия 1. Обустройства и добычи. Оценка воздействия на окружающую среду: URL: <http://www.sakhalinenergy.ru/ru/library/folder.wbp?id=33b10680-211c-4100-b783-10e78f03dc7f>.

26. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы.

27. Руководство ЕМЕП по отбору проб и химическому анализу. – 2002. – 294 с. URL: <http://www.nilu.no/projects/csc/manual/index.html>.

28. Экологическая индустрия: ветровые потоки в городской застройке Красноярска / С.В. Михайлюта, А.А. Леженин, О.В. Тасейко, М.А. Битехтина // *Инженерная экология*. – 2012. – № 3. – С. 26-37.

29. Air Quality Observation Systems in the United States, Committee on Environment, Natural Resources, and Sustainability of the National Science and Technology Council, 2013.

30. Розробка науково-обґрунтованих принципів озеленення території м. Дніпропетровська з урахуванням рівнів техногенного навантаження // Звіт про виконання проекту «Молодь Дніпропетровська – рідному місту». – Д. : РВК НГУ., 2009, – 198 с.

31. Сравнительная оценка методик расчета выбросов от автотранспорта и возможностей их использования при проведении комплексных оценок рассеивания загрязняющих веществ : отчёт по НИР. – Пермь : Пермский гос. университет, 1998. – 362 с.

32. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами), затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 09.07.97 № 201.

33. U.S. Environmental Protection Agency, 1995d. Screening Procedures for Estimating the Air Quality Impact of Stationary Sources, Revised, EPA-454/R-92-019. U.S. Environmental Protection Agency. Research Triangle Park, NC 27711.

34. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» // *Відомості Верховної Ради України*. – 1991, № 41. – С. 1143-1173.

34. Закон України про охорону атмосферного повітря // *Відомості Верховної Ради України*. – 1991, № 50. – С. 1511-1525.

35. Огляд про стан забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2015 році / Центральна геофізична обсерваторія, м. Київ, 2016. Електронний

ресурс, режим доступу
http://www.cgo.kiev.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine&p=1

36. Про Положення про державну систему моніторингу довілля: Постанова Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. № 391 // Збірник урядових нормативних актів України. – 1998. – № 9. – Ст. 211.

37. Постанова Кабінету Міністрів України від 09.03.1999 р. № 343 «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» // Офіційний вісник України. – 1999. – № 10. – С. 43.

38. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнений атмосферы в городах – Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. – 200 с.

39. Ісаєнко В. М., Лисиченко Г. В., Дудар Т. В. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник /. — К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. – 312 с.

40. Ємець М.А., Сердюк Я.Я. Оцінка стану території міста Дніпропетровська за ступенями забруднення атмосферного повітря // Екологія і природокористування. Зб. наук. праць ІППЕ НАН України. – Дніпропетровськ. - 2003. – Вип.6. – С. 200-207.

41. Екологічний паспорт Дніпропетровської області. Електронний ресурс, режим доступу:
http://www.menr.gov.ua/docs/protection1/dnipropetrovska/Dnipropetrovska_ekopaspport_2013.pdf

42. Шапар А. Г., Шматков Г. Г., Петренко В. П, Кузьменко А. В., Можейко А. В., Тяпкін О. К., Ємець М. А. Досвід і проблеми впровадження системи моніторингу // Екологія і природокористування. - 2013. - Вип. 16. - С. 221-234.

43. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, №85 – Копенгаген, 2003. – 293 с., режим доступу
http://www.euro.who.int/___data/assets/pdf_file/0011/119675/E67902R.pdf

44. Копач П.І., Данько Т.Т. Обґрунтування вибору місць розташування постів міської системи спостережень за станом навколишнього середовища //

Екологія і природокористування. - 2013. - Вип. 16. - С. 235-268.

45. Ломазов П.К., студент гр. 183м-19-1, Бучавий Ю. В. Обґрунтування критеріїв з визначення місць розташування станцій моніторингу атмосферного повітря на урбанізованих територіях // VIII Всеукраїнська науково-технічна конференція студентів, аспірантів і молодих вчених «МОЛОДЬ: Наука та інновації». Секція: Екологічні проблеми регіону (Дніпро, 27 листопада 2020 року)

ТОМ 10 – ЕКОЛОГІЧНІ ПРОБЛЕМИ РЕГІОНУ (25 листопада – 27 листопада 2020 року)

УДК 504.3.054:504.064.36

Ломазов П.К., магістр гр. 183м-19-1

Науковий керівник: к. б. н., доц. Бучавий Ю.В.

Національний ТУ "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна

ОБҐРУНТУВАННЯ КРИТЕРІЇВ З ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ СТАНЦІЙ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ

Сьогодні організація спостережень за якістю атмосферного повітря регламентується ДСТУ 17.2.3.01-04. «Охорона природи. Атмосфера. Правила контролю якості повітря населених пунктів», а також Постановою КМ України від 14 серпня 2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» і Директивою 2008/50/ЕС Європейського Парламенту і Ради від 21.05.2008 р. «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи».

Згідно рекомендацій Світової організації охорони здоров'я щодо здійснення моніторингу в умовах міської забудови при плануванні мережі спостережень стану атмосферного повітря необхідно враховувати наступні фактори [1]:

- розміщення пріоритетних джерел викидів забруднюючих речовин;
- погодні умови та топографічні дані;
- основні об'єкти, що потерпають від впливу забруднюючих речовин;
- інформація про якість атмосферного повітря (яка отримана за результатами, наприклад, скрінгових досліджень);
- результати імітаційного моделювання розсіювання речовин забруднювачів;
- демографічні дані та інформація про стан здоров'я населення.

На урбанізованій території пости спостережень мають бути репрезентативними та орієнтованими як на конкретні джерела забруднення, так і на реєстрацію фонових забруднень, що враховує оцінку щільності міського населення [2].

Для спостереження і відбору проб повітря у визначеному місці потрібно розмістити стаціонарний або мобільний пост спостереження за атмосферним повітрям. Вимоги до організації такого посту наступні: автомобільний фургон або павільйон, обладнаний необхідним лабораторним обладнанням із доступом до електромережі.

При розробці критеріїв розміщення станцій спостереження за станом забруднення повітряного басейну були враховані загальні вимоги та результати наукових досліджень щодо розміщення точок для моніторингу атмосферного повітря. За результатами аналізу всіх розробок по визначенню критеріїв в галузі моніторингу атмосферного повітря великого промислового міста пропонується використовувати 10 основних критеріїв.

До розробленого переліку основних критеріїв, розроблених для великого промислового міста, входять:

1. Критерій максимального промислового забруднення. Враховує розміщення промислових підприємств на території міста. Станції спостережень мають бути встановлені в місцях з максимальними значеннями приземних концентрацій забруднювачів атмосферного повітря.

2. Критерій максимального транспортного забруднення. Враховує необхідність контролю викидів від пересувних джерел забруднення на автотранспортних розв'язках, автомагістралях, перехрестях доріг з інтенсивним транспортним рухом тощо. При розробці були враховані інтенсивність транспортного руху у місті Дніпро та отримані дані про кількість авто різних типів у годину-пік та в середньому за добу для найбільш інтенсивних перехрестів міста. Це дозволило визначити за спеціальною методикою розрахункові індекси від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту, провести ранжування

досліджених перехресть за цими показниками та визначити частку забруднення атмосферного повітря від автотранспорту.

3. Демографічний критерій. Враховує соціальний фактор, тобто особливості соціальної структури території міста, показники захворюваності та щільність населення. Пункти спостереження треба розміщувати в місцях соціального тяжіння – громадському центрі, місцях масового відпочинку тощо. За цим фактором було проведено геостатистичний аналіз районів міста за показниками чисельності та щільності населення, характеристиками житлової забудови тощо.

4. Фоновий критерій. Враховує необхідність фонового контролю стану забруднення повітря на відносно чистих територіях міста – об'єктах природно-заповідного фонду, в тому числі міських парків і лісопарків, заказників, пам'яток природи тощо.

5. Критерій функціональної репрезентативності. Враховує необхідність представити в мережі станцій спостереження кожен функціональну зону місту: промислову, транспортну, селітебну, рекреаційну, що є необхідним для отримання повної інформації про забруднення повітря.

6. Критерій просторової репрезентативності. Враховує необхідність відносно рівномірної віддаленості станцій спостереження одна від одної. Станції спостережень повинні представляти усі просторові зони від центру до периферії міста. Такий підхід дозволить на основі методів інтерполяції будувати достовірні карти забруднення атмосферного повітря як за окремими небезпечними речовинами так і комплексним індексом забруднення атмосфери, або КІЗА.

7. Критерій перспективного розвитку міста. Враховує особливості розвитку як окремих районів та міста в цілому відповідно до Генерального плану розвитку. Окрім того, необхідно також враховувати нові екологічно небезпечні об'єкти міста, а також підприємства, що зараз реконструюються або перепрофілюються.

8. Критерій статистичного забруднення. Враховує історію та статистику попередніх досліджень атмосферного повітря.

9. Критерій, що враховує статистику та аналіз звернень та скарг мешканців міста щодо погіршення якості атмосферного повітря.

10. Критерій, що враховує вимоги міських контролюючих екологічних органів.

11. Критерій вже існуючих станцій автоматичного моніторингу, отримувани дані яких, складуть невід'ємну частину створюваної єдиної міської системи автоматичного моніторингу і її бази даних. На даній основі розроблено алгоритм визначення можливих місць розташування станцій муніципальної системи моніторингу атмосферного повітря.

Розміщення станцій моніторингу згідно зазначеним критеріям дозволить отримувати повну та достовірну інформацію про забруднення атмосферного повітря міста викидами підприємств та автотранспортом, визначати пайбільш небезпечні та відносно чисті території міста, будувати карти забруднення атмосфери на основі поточних та осереднених значень концентрацій як окремих сполук так і їх груп сумарно, а також прогнозувати ризики для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря на різних територіях.

Перелік посилань

1. Копач П.І., Данько Т.Т. Обґрунтування вибору місць розташування постів міської системи спостережень за станом навколишнього середовища // Екологія і природокористування. - 2013. - Вип. 16. - С. 235-268.

2. Бучавий Ю. В. Удосконалення системи інформування про ризики для здоров'я населення через забруднення атмосферного повітря/ Ю. В. Бучавий, А. І. Горова, В. Є. Колесник // Медична інформатика та інженерія. – 2016. – № 2. – С. 21–25. doi:10.11603/mie.1996-1960.2016.2.6478

Відгук

на кваліфікаційну роботу магістра гр. 183М-19-1 Ломазова Павла Костянтиновича
на тему: Удосконалення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря міста Дніпро

Дипломна робота виконана відповідно до завдання, відповідає темі, містить ___ листів в графічному матеріалі і 114 сторінок в пояснювальній записці

1. Актуальність теми, наявність замовлення роботи підприємством

Актуальність теми зумовлена необхідністю в удосконаленні системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро шляхом обґрунтування додаткових місць розміщення стаціонарних та маршрутних станцій контролю якості повітря.

2. Достатність вихідних даних на дипломну роботу, наявність обґрунтування вироблених рекомендацій В роботі зібрана достатня кількість вихідних даних для підготовки проекту з удосконалення діючої системи моніторингу атмосферного повітря

3. Наявність багатоваріантного аналізу технічних рішень в основному розділі, спрямованого на пошук оптимального рішення з урахуванням останніх досліджень науки і техніки Проведено аналіз стану атмосферного повітря м. Дніпро на діючих станціях моніторингу та запропоновано критерії за якими доцільно визначати місця розташування додаткових станцій і маршрутів спостереження

4. Глибина обґрунтування прийнятих рішень, ступінь врахування факторів безпеки

Запропонована система моніторингу ґрунтується як на результатах вимірювання концентрацій забруднюючих речовин за допомогою фізико-хімічних методів так і визначенні зон ймовірного поширення домішок навколо організованих джерел на основі розрахунків

5. Рівень опрацювання основного рішення для використання на практиці

Результати роботи можна використовувати як перспективну муніципальну систему моніторингу якості атмосферного повітря в м. Дніпро

6. Застосування ЕОМ для вирішення задач основної частини роботи (оптимізація, моделювання, ГІС, САПР, технічні розробки складних систем та ін.), аналіз результатів роботи В роботі використовується спеціалізоване програмне забезпечення ESRI ArcGIS 10, а також методи спеціалізована програма розрахунку параметрів забруднення атмосфери від організованих промислових джерел - ISC3 SCREEN VIEW

7. Стиль написання пояснювальної записки (обґрунтований чи описовий)

Стиль написання пояснювальної записки в цілому відповідає вимогам з НДР.

8. Повнота відображення графічних матеріалів основного змісту роботи

Графічні матеріали в достатньому обсязі і повністю відбивають основний зміст роботи, відповідають їх конкретному об'єкту дослідження, вимогам діючих стандартів

9. Практична цінність роботи, можливість її реалізації Практичні результати роботи можуть бути використані для удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро та підвищення рівня інформованості населення про небезпеку від забруднення атмосферного.

10. У дипломній роботі можна відзначити такі недоліки: В роботі варто б надати узагальнену інформацію про обладнання що застосовується на станціях для виміру концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі. Однак це не знижує науково-практичної цінності виконаної роботи

Робота виконана на достатньому кваліфікаційному рівні магістра зі спеціальності «Технології захисту навколишнього середовища» і заслуговує оцінку «відмінно».

Керівник дипломної роботи,
доцент кафедри екології та ТЗНС

НТУ "Дніпровська політехніка"

Ю.В. Бучавий

РЕЦЕНЗІЯ
на кваліфікаційну роботу магістра за темою:
«Удосконалення системи екологічного моніторингу атмосферного
повітря міста Дніпро»
студента Національного ТУ «Дніпровська політехніка»
Ломазова Павла Костянтиновича

Кваліфікаційна робота Ломазова П.К. присвячена модернізації системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро та впровадженню підходів з інформування населення про якість атмосферного повітря за стандартами країн ЄС.

Тема роботи є актуальною, оскільки м. Дніпро традиційно характеризується високим рівнем забруднення атмосферного повітря від викидів промислових підприємств та автотранспорту, а існуюча система моніторингу атмосферного повітря потребує подальшого розвитку.

В теоретичному розділі проведено критичний аналіз діючої системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро із визначеними її недоліками та перспективами подальшого розвитку через запровадження сучасних засобів із підвищення рівня репрезентативності моніторингових даних.

В результаті виконання досліджень в роботі запропоновано критерії з визначення оптимальних місць розміщення станцій контролю якості повітря на основі досліджень реальних й розрахункових даних про забруднення атмосфери та зонування території м. Дніпро за показниками техногенного навантаження на довкілля.

Робота має як теоретичні напрацювання так і практичну значимість оскільки її результати у вигляді ГІС «ДніпроМАП» можуть реально бути застосовані як допоміжний картографічний матеріал в проектах із удосконалення системи моніторингу атмосферного повітря м. Дніпро.

В цілому кваліфікаційна робота Ломазова П.К. виконана старанно, на високому науково-методичному рівні із використанням сучасних літературних джерел та професійних програмних засобів. У зв'язку з цим, вважаю, що дана робота заслуговує оцінки «відмінно», а її автор присвоєння освітнього рівня магістра за спеціальністю «технології захисту навколишнього середовища».

Директор департаменту
екологічної політики
Дніпровської міської ради

О.Б. Семенко

ДОВІДКА

про результати перевірки тексту кваліфікаційної роботи магістра
на присутність запозичень (плагіату)

Автор роботи	Ломазов Павло Костянтинович
ЗВО	Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»
Інститут, факультет, кафедра, група	Інститут природокористування, кафедра екології та технологій захисту навколишнього середовища, 183м-19-1
Тема кваліфікаційної роботи	Удосконалення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря міста Дніпро
Результати перевірки	
Запозичення (плагіат), %	15,2
Оригінальність, %	84,8
Модуль пошуку	etxtAntiPlagiat

Роботу перевірів:
доцент кафедри
екології та технологій захисту
навколишнього середовища

Ю.В. Бучавий