

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально - науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему

СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РАЙОНІ МІСТА ХАРКОВА

Виконав: студент 4 курсу, групи ДЕ-42
спеціальності : 101 «Екологія»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Пі автора _____ / Євгеній МАЗУРЧАК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник _____ / Віталій КАРПОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри _____ / Андрій АЧАСОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль _____ / Анна КОТ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК _____ / _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені В. Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут екології
Кафедра екології та менеджменту довкілля
Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) бакалавр
Спеціальність 101 Екологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ / проф. Андрій АЧАСОВ
підпис ім'я та прізвище

“__” травня 2022 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ (ПРОЕКТ)

Євгенію МАЗУРЧАКУ

(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Стан атмосферного повітря в Індустріальному районі міста Харкова

керівник роботи Віталій КАРПОВ,
(ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від “03”квітня 2023 року №4301-5/646

2. Строк подання студентом роботи 27 квітня 2023 р.

3. Перелік питань, які потрібно розробити

1. Аналіз публікацій з тематики дослідження стану атмосферного повітря.
2. Створення картографічного зображення дослідної ділянки.

3. Вибір методів дослідження за станом атмосферного повітря Індустріального району м. Харків.
 4. Встановлення основних забруднювачів та аналіз динаміки забруднення.
 5. Формулювання висновків.
 6. Оформлення використаних джерел літератури.
4. План роботи

№ з/п	Назви етапів роботи
1	Аналітичний огляд наукових публікацій з тематики дослідження
2	Методи оцінки стану атмосферного повітря
3	Результати дослідження стану атмосферного повітря Індустріального району м. Харків
4	Висновки

5. Дата видачі завдання _____ .05.2022 р.

Студент _____
підпис

Євгеній МАЗУРЧАК
ім'я і прізвище

Керівник роботи _____
підпис

доц., Віталій КАРПОВ
посада, ім'я і прізвище

АНОТАЦІЯ

**СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ІНДУСТРІАЛЬНОМУ РАЙОНІ
МІСТА ХАРКОВА**

Євгеній МАЗУРЧАК

Кваліфікаційна робота «Стан атмосферного повітря в Індустріальному районі міста Харкова» містить 31 сторінку, 3 розділи, 6 таблиці, 14 рисунків, 16 використаних джерел.

Мета роботи: визначити стан атмосферного повітря Індустріального району м. Харків, здійснити оцінку стану атмосферного повітря щодо пилового забруднення.

Актуальність теми. Основними забруднювачами атмосферного повітря м. Харків є промислові підприємства та транспортні засоби, тож обрано район з високою концентрацією промислових підприємств для проведення дослідження.

Завдання. Провести натурні дослідження стану атмосферного повітря обраного району, проаналізувати отримані дані щодо пилового забруднення, представити отримані дані.

Методи. Включають теоретичні: аналіз і синтез, та емпіричні методи дослідження: постановка експерименту, спостереження.

Результати. Для дослідження вмісту пилу було взято Індустріальний район міста Харків, для кожної точки відбору проб було розраховано ІЗА, співставлено результати замірів з ГДК, порівняно з шкалою рівня забруднень. Результати дослідження показали, що в Індустріальному районі часто спостерігається перевищення ГДК щодо вмісту пилу, що може призвести до погіршення здоров'я.

МІСТО ХАРКІВ, ІНДУСТРІАЛЬНИЙ РАЙОН, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ,
ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ВМІСТ РМ 2.5

ANNOTATION

**THE STATE OF ATMOSPHERIC AIR IN THE INDUSTRIAL DISTRICT OF
KHARKIV**

Yevhenii MAZURCHAK

The qualification work "State of Atmospheric Air in the Industrial District of Kharkiv" contains 31 pages, 3 chapters, 6 tables, 14 figures, 16 references.

The aim of the study is to determine the state of atmospheric air in the Industrial District of Kharkiv, to assess the state of atmospheric air in terms of dust pollution.

Relevance of the topic. The main pollutants of the atmospheric air in Kharkiv are industrial enterprises and vehicles, so an area with a high concentration of industrial enterprises was chosen for the study.

Objectives. To conduct a field study of the state of atmospheric air in the selected area, analyze the data obtained on dust pollution, and present the data obtained.

Methods. They include theoretical methods: analysis and synthesis, and empirical methods of research: experimental design, observation.

Results. To study the dust content, the Industrial District of the city of Kharkiv was taken, the IA was calculated for each sampling point, and the measurement results were compared with the MPC, compared with the scale of pollution level. The results of the study showed that the Industrial District often exceeds the MPC for dust content, which can lead to health deterioration.

CITY OF KHARKIV, INDUSTRIAL DISTRICT, ATMOSPHERIC AIR,
ATMOSPHERIC AIR POLLUTION, PM 2.5

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЩОДО ПИТАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	8
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	13
РОЗДІЛ 3. ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ ЩОДО ПИТАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РАЙОНУ М. ХАРКІВ.....	17
ВИСНОВКИ.....	28
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	30

ВСТУП

Актуальність теми. Місто Харків є індустріальним містом, в якому найбільшим джерелом забруднення атмосферного повітря є промислові підприємства та пересувні джерела - транспорт. Розподіл забруднення є нерівномірним за територією міста, тому було обрано дослідження конкретного району міста.

Тема кваліфікаційної роботи – дослідження стану атмосферного повітря в Індустріальному районі м. Харків.

Мета і завдання роботи. Визначити стан атмосферного повітря в Індустріальному районі міста Харків, використовуючи прилади навчально-дослідної лабораторії аналітичних екологічних досліджень Каразінського навчально-наукового інституту екології.

Завдання. Здійснити огляд наукових публікацій на тему: «Стан атмосферного повітря в Індустріальному районі міста Харкова», здійснити дослідження стану атмосферного повітря в зазначеному районі, представити результати експерименту, зробити висновки.

Об'єкт дослідження – атмосферне повітря в Індустріальному районі м. Харків.

Предмет дослідження - стан атмосферного повітря Індустріального району щодо вмісту пилу та динаміка змін.

Методи дослідження. Робота включає теоретичні, зокрема аналіз і синтез, та емпіричні методи дослідження (спостереження).

РОЗДІЛ 1

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЩОДО ПИТАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Питанням дослідження стану атмосферного повітря займається багато науковців, адже від якості атмосферного повітря напряму залежить здоров'я людини, за підрахунками ВООЗ 10 % всіх респіраторних захворювань дітей напряму залежить від забруднення атмосферного повітря [1]. За даними Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 [1], забруднення атмосферного повітря на теренах України – залишається гострим питанням.

До основних забрудників відносять: автомобільний транспорт, підприємства добувного та переробного профілю, теплоенергетику, а основні причини представлені на рис. 1.1. З лютого 2022 року ще одним значним забрудником атмосферного повітря стало широкомасштабне вторгнення РФ на територію України. Так за даними ГО «Екодія» [2], внаслідок бойових дій частим явищем є пожежі як в умовах природних екосистем так і внаслідок влучання по об'єктам інфраструктури. Під час детонації артилерійських снарядів та/або крилатих ракет в повітря надходить: чадний газ (CO), бурий газ (NO), формальдегід (CH₂O), вуглекислий газ (CO₂), водяна пара (H₂O), закис азоту (N₂O), діоксид азоту (NO₂), пари ціанистої кислоти (HCN), азот (N₂).



Рис. 1.1 – Головні причини незадовільного стану атмосферного повітря [1]

В Україні дослідженням якості атмосферного повітря займаються науковці з різних куточків країни. В Харкові та області цим питанням в останні роки опікувались: Рибалова О. В., Бригада О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О., Золотарьова С. О. «Аналіз впливу забруднення довкілля на захворюваність населення в Харківській області» [3], Бекетова В. Є., Євтухової Г. П. та Ломакіна О. С. «Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків» [4], Кулика М. І. та Іваха Ю. А. «Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків» [5], та «Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області» за авторством Максименко Н. В., Різник К. Ю. та Александрова А. С. [6].

Так у своїх публікаціях за авторством Рибалової О. розглядає питання впливу забруднення атмосферного повітря Харківської області та вплив цього негативного фактора на захворюваність та смертність населення [7]. Так, за результатами їх дослідження було виявлено, що за період 2005-2020 року відбувся зріст померлих через онкологічні захворювання та захворювання

органів дихання. При цьому значення канцерогенного ризику при забрудненні атмосферного повітря в м. Харків відповідають допустимому рівню, але при оцінці рівня кореляції вплив діоксиду сірки має вагомий внесок у зріст хвороб спричинених новоутвореннями в Харківській області. За даними [7] було визначено, що забруднення атмосферного повітря у 51 % випадків спричиняє захворювання органів дихання.

У роботі за авторством В. Бекетова, Г. Євтухової та О. Ломакіної [4] було проведено оцінку стану атмосферного повітря за період з 2010 по 2015 рік за даними Харківського регіонального центру з гідрометеорології. На їхню думку основними забруднюючими речовинами повітря в м. Харків є сполуки формальдегіду, сажі, пилу, фенолу та інші. В статті було виявлено, що в період з 2012 року до 2015 відбулось зниження викидів в атмосферу від стаціонарних джерел забруднення, за шкалою індексу забруднення – відповідає слабо забрудненому. Дослідження по постанам показало, що значення рівня забруднення різняться по районах міста, найбільше за період дослідження забруднення було у Шевченківському районі. Також науковцями було встановлено динаміку забруднення атмосферного повітря, яка показала, що в 2010–2013 роках була позитивна тенденція щодо зниження рівня забруднення, а в 2013–2015 роках - відбувалося зростання рівня забруднення.

Кулик М. І. та Івах Ю. А. провели дослідження стану якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків у своїй роботі «Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків». Вони здійснили вимірювання вмісту пилу, оксиду вуглецю та діоксиду азоту на автостанціях з найбільшим автомобільним трафіком, що дає можливість оцінити рівень забруднення безпосередньо на місці. Виявлено, що на більшості автостанцій перевищено ГДК, що пов'язують з наявністю стаціонарних джерел забруднення, високою інтенсивністю руху транспорту та недостатньою кількістю зелених насаджень [5].

У роботі Максименко Н., Резник К., Александрової А. [6] розглянуто питання структури та динаміки забруднення повітря Харківської області за період 1990-2013 років, було вирішено задачі, які включали аналіз загальних обсягів викидів, розподіл за джерелами викидами та розглянуто питання щодо їх хімічного складу. Було визначено, що найбільшими забруднювачами є підприємства ПЕК, добувної та переробної промисловості, найбільшими забруднювачами в викидах діоксиду вуглецю є стаціонарні джерела, а від авіаційного, залізничного та іншого транспорту найбільше викидається оксиду азоту та вуглецю.

У роботі Бодак І. та Дядечко К. «Просторово-часова варіація забруднення атмосферного повітря м. Харків дрібнодисперсним пиломфракції $PM_{2,5}$ » [8] за даними онлайн-моніторингу «Air Pollution» за їх розрахунками було встановлено щороку у повітря м. Харків надходить 3,3–3,4 кг/1 особу викидів від стаціонарних джерел у період 2016-2018 р., у всіх випадках було виявлено, що найменша концентрація пилу припадає на робочій час з 11 до 18 години, 17,4 % вибірки, яка становила 28119 значень, перевищували ГДК $PM_{2,5}$ за ВООЗ.

В статті Радомської М. М. та Карташ Ю. Г. було розглянуто питання оцінювання рівня пилового забруднення м. Київ [9], визначено, що джерела утворення пилу в місті можна розділити за походженням, хімічним складом та часом формування, за 2015 рік у 30 % міст України виявлено перевищення ГДК, визначено негативний вплив на здоров'я, а саме подразнення слизових оболонок, пошкодження легеневих тканин, а також значний вплив на зелені насадження міста.

У статті Мельник Ю. С., Бахарєва В. С. [10] розглянуто стан урбосистеми м. Кременчук в розрізі пилового забруднення. В роботі проведено дослідження щодо вторинного пилового дослідження, а саме місця витрушування пилосбірників побутових вакуумних пилосмоктувачів, шляхом проведення соціологічного опитування мешканців житлового масиву, розраховано валового

надходження пилу в атмосферне повітря (т/ рік) від джерел вторинного пилового забруднення, за результатами дослідження встановлено, що досліджувані джерела забруднення відповідають рівню найпотужніших об'єктів небезпеки – об'єктів промисловості.

У роботі Васильківського Б. М. [11] розглянуто питання боротьби з пиловим забрудненням міст, зазначається, що повністю від пилового забруднення не можливо звільнитись, адже пилове забруднення має і природне походження, проте важливим є врегулювання антропогенного внеску шляхом як використання сучасних підходів як правових так і організаційних. Васильковський Б. запропонував такі шляхи покращення ситуації з пиловим забрудненням: «посилення контролю за службами благоустрою», «проводити дослідження пилового забруднення», «розробити програми по мінімізації пилового забруднення» [11].

За даними доповіді про стан навколишнього середовища Харківської області за 2021 рік [12] було зазначено, що спостереження за вмістом пилу проводились на 10 стаціонарних пунктах спостереження (ПСЗ), обладнаних комплектними лабораторіями «ПОСТ-1» та «ПОСТ-2». Гранично допустимі значення вмісту пилу перевищувались 0,3 % з 7026 проб повітря, Середньорічна концентрація пилу в цілому по місту становить $0,07 \text{ мг/м}^3$, гранично допустима концентрація (ГДК) середньодобова дорівнює $0,15 \text{ мг/м}^3$, а значення індексу забруднення (ІЗА) за показником пилу становило 0,48.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Індустріальний район міста Харків – відносно молодий район міста, з назви можна зробити висновок, що район націлений на промисловість, його забудову пов'язують з будівництвом Харківського тракторного заводу. В районі зосереджено 29 об'єктів промисловості [13].

Пил є одним з найчастіших забрудників. Пил - дрібні тверді частинки, що піднімаються вітром з землі, та/або знаходяться в повітрі під впливом повітряних течій і осідають на поверхню землі під впливом земного тяжіння або разом з опадами. Пил класифікують за різними характеристиками – за хімічним складом, за дією на організм, за розміром часточок, походженням (рис. 2.1).

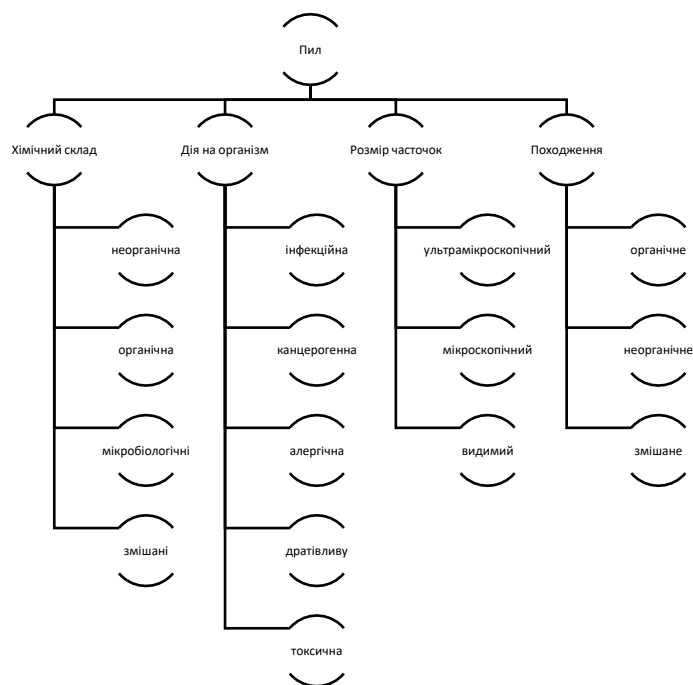


Рис. 2.1 – Класифікація пилу за різними ознаками

На базі Каразінського інституту екології є навчально-дослідна лабораторія аналітичних екологічних досліджень, в лабораторії є переносний пристрій для

виміру дрібнодисперсний пил фракцій PM 2.5, тому було вирішено проводити експеримент з застосуванням наявного пристрою (рис. 2.2).



Рис. 2.2 - Прилад для виміру дрібнодисперсного пилу Garosa Air Quality Monitor, PM 2.5

Дрібнодисперсний пил фракцією PM 2.5 – забруднювач, до складу якого входять як тверді мікрочастинки, так і дрібні крапельки рідини [14]. За походженням ці частинки поділяють на два типи: до першого відносяться первинні, тобто ті, що безпосередньо потрапляють до повітря – часточки сажі, асфальту, мінеральні солі, до вторинних відносять ті, що утворюються безпосередньо в атмосфері при вступанні в хімічну реакцію з водою.

Як і інші частки пилу PM 2.5 за походженням можна поділити на природній та антропогенний. Перший поступає у повітря за рахунок ерозії ґрунту та через випаровування, головним джерелом антропогенного є транспорт, спалювання твердого палива, ерозія дорожнього покриття тощо.

Характерною ознакою цього пристрою є те, що завдяки ньому є можливим робити заміри щодо виявлення високих концентрацій твердих частинок в реальному часі.

Другим пристроєм, яким були здійснені виміри є пристрій для вимірювання пилу (рис. 2.3), але іншої розмірності PM 1.0, що відповідає 1 мкм, ці частки дуже шкідливі, адже не існує природнього бар'єру, який перешкоджає їх потраплянню в органи дихання, PM 10, що з розміром 10 мкм, ці частки включають дим, сажу тощо.



Рис. 2.3 – Монітор якості повітря CO₂

Для оцінки стану атмосферного повітря Індустріального району міста Харків було здійснене дослідження щодо вмісту пилу на 12 точках, обраних для дослідження.

При постановці експерименту було обрано 8 місць: 1) Станція «Лосєво»; 2) супермаркет «Класс»; 3) Зелений Гай; 4) Перехрестя вулиці Роганська та Миру; 5) Каркача; 6) зупинка «Плиточна»; 7) супермаркет «АТБ»; 8) Житловий квартал. На деяких з місць було відібрано декілька проб повітря.

Для наглядного представлення місць відбору проб атмосферного повітря щодо наявності часточок пилу розміром PM 2.5 було побудовано картографічне зображення точок відбору проб (рис. 2.3).

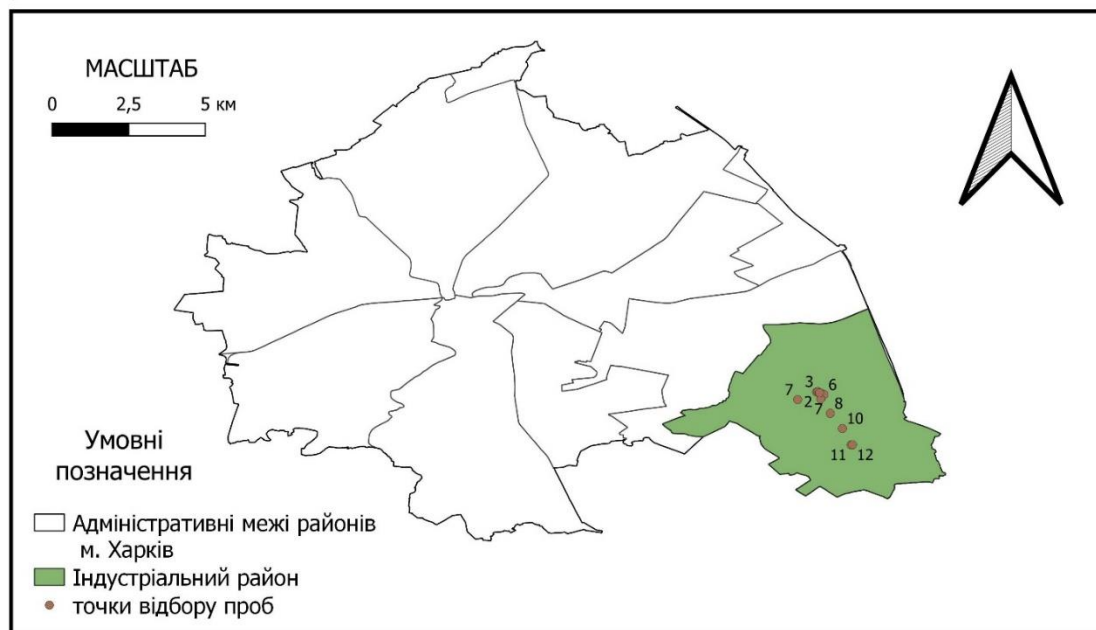


Рис. 2.3 – Місця відбору проб атмосферного повітря м. Харків

Картографічне зображення було створено у середовищі Qgis за допомогою інструменту OSM було викачано шар –адміністративних меж районів міста Харків та за допомогою координатних точок з місць відбору проб проставлених в Google maps для перенесення і проставлення відповідних точок.

Ступінь забрудненості атмосфери однією для визначеної речовини було розраховано парціальним індексом забрудненості (ІЗА), за формулою (формула 2.1):

$$ІЗА = \frac{C_i}{ГДК_i}^{a_i}, \quad (2.1)$$

де C_i – середня концентрація речовини, $мг/м^3$;

$ГДК_i$ – середньодобова гранично допустима концентрація речовини, $мг/м^3$;

a_i – безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості діоксиду сірки (a , I класу дорівнює 1,7; a , II класу – 1,3; a , III класу – 1,0; a , IV класу – 0,9) [16].

РОЗДІЛ 3

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ ЩОДО ПИТАННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО РАЙОНУ М. ХАРКІВ

Дослідження щодо вмісту пилу в Індустріальному районі було здійснено на 8 контрольних точках на висоті 120-130 см, за допомогою двох пристроїв: датчику РМ 2.5 PML-116 та Монітору якості повітря, з розрахунками щодо кількості транспорту, який проїзжав, визначенням часу, а також визначенням метеорологічних умов.

Результати виміру твердих мікроскопічних частинок пилу РМ 2.5 прийнято порівнювати відповідно до міжнародної шкали ризику для здоров'я населення за Індексом якості (AQI) – це значення, яке використовується урядовими установами, з метою донесення до громадян значення рівня забруднення повітря у даний час, рис. 1. Гранично допустима концентрація середня разова для РМ 2.5 складає 10 мкг/м^3 [15].

Завислі частинки розміром < 2,5 мкм (PM _{2,5}), мкг/м ³	Рівень забруднення повітря / ризик для здоров'я населення
1-10	Низький (Good)
10-20	Задовільний (Fair)
20-25	Помірний (Moderate)
25-50	Високий (Poor)
50-75	Дуже високий (Very poor)
75-800	Небезпечний (Extremely poor)

Рис. 1 - Шкала рівня забруднення повітря дрібнодисперсним пилом фракції РМ 2,5 [15]

Перші заміри було здійснено 5 квітня 2023 року з 13:15 до 14:30 дня, приблизний час обідньої перерви, за температури повітря 16,2 градусів за Цельсієм, швидкістю вітру 21 км/год та вологістю 78 %. Результати дослідження представлено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Результати першого виміру якості атмосферного повітря

Точка	Місце відбору	Кількість авто/хв	Результати виміру ¹ , мкг/м ³	Результати виміру ² , мкг/м ³	ІЗА
1	Станція «Лосево»	34	40-41	18	1,8
2			42-45	18	1,8
3			62-70	22	2,2
4	Супермаркет «Клас»	34	38-41	15	1,5
5			50-55	16	1,6
6	Зелений гай	10	66-68	16	1,6
7	Перехрестя вулиці Роганська та Миру	47	38-41	19	1,9
8	Бульвар Івана Каркача	46	40-45	16	1,6
9	Зупинка «Плиточна»	47	60-61	21	2,1
10	Супермаркет «АТБ»	47	33-36	13	1,3
11	Житловий квартал	4	37-40	9	0,9
12			34-35	7	0,7

* Результати виміру¹- пристрій датчику РМ 2.5 PML-116

** Результату виміру² Монітору якості повітря

Під час виконання перших вимірів проб атмосферного повітря найбільша кількість автомобільного транспорту спостерігалась у трьох місцях: зупинці «Плиточна», біля супермаркету «АТБ» та на перехресті двох вулиць Миру та Роганської.

Порівняння даних з датчику РМ 2.5 PML-116 було порівняно з шкалою забруднень відповідно до неї: показники на Станції «Лосево», Супермаркет «Клас», «Зелений гай», зупинка «Плиточна» можна охарактеризувати як дуже високий, а у Житловому кварталі, Супермаркет «АТБ», Перехрестя вулиці

Роганська та Миру – відповідають високому. Щодо порівняння даних отриманих з монітору якості повітря, їх було порівняно з ГДК щодо вмісту РМ 2.5 (рис. 3.2).



Рис. 3.2 – Порівняння вмісту РМ 2.5 при перших замірах з ГДК

За результатами порівняння отриманих даних з ГДК можна стверджувати, що на станції «Лосево» та Зелений гай перевищення майже в два рази, більш ніж в два рази перевищення на бульварі Івана Каркача, у житловому кварталі та близь супермаркету «АТБ» ГДК не перевищується.

Другий замір проб було здійснено теж 5 квітня, але у вечірній час, а саме з 17:36-18:38 год, температура повітря в цей час 16,8 градусів за Цельсієм, та з швидкості повітря у 20 км/год, вологість складала 58 %. Результати представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Результати другого виміру якості атмосферного повітря

Точка	Місце відбору	Кількість авто/хв	Результати виміру ¹ , мкг/м ³	Результати виміру ² , мкг/м ³	ІЗА
1	Станція «Лосево»	51	43-45	6	0,6
2			33-36	7	0,7
3			34-37	7	0,7

Продовження таблиці 3.2

4	Супермаркет «Клас»	50	40-44	12	1,2
5			30-36	9	0,9
6	Зелений гай	16	154-160	16	1,6
7	Перехрестя вулиці Роганська та Миру	58	40-43	9	0,9
8	Бульвар Івана Каркача	52	44-48	8	0,8
9	Зупинка «Плиточна»	49	41-42	12	1,2
10	Супермаркет «АТБ»	56	45-48	8	0,8
11	Житловий квартал	8	33-36	7	0,7
12			34-37	7	0,7

* Результати виміру¹- пристрій датчику PM 2.5 PML-116

** Результату виміру² Монітору якості повітря

Високий рівень забруднення спостерігався на всіх місцях відбору проб атмосферного повітря, окрім «Зеленого гаю» - там забруднення відповідало небезпечному рівню. Порівняння даних з монітору представлено на рис. 3.3.

Заміри на зупинці «Плиточна», Зеленому гаю та Супермаркеті «Клас» перевищують ГДК всі інші в межах норми.

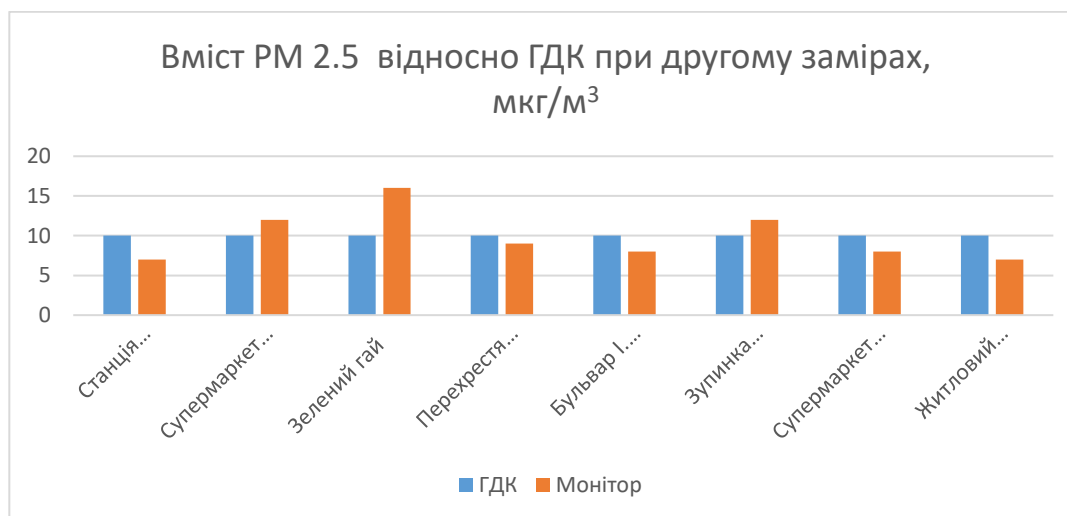


Рис. 3.3 – Порівняння вмісту при другому замірі PM 2.5 з ГДК

Третій замір відбувався 6 квітня з 9 ранку до 9:55 при температурі повітря 12,8 градусів за Цельсієм, та з швидкості повітря у 17 км/год, вологість складала 69 %. Результати представлено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Результати третього виміру якості атмосферного повітря

Точка	Місце відбору	Кількість авто/хв	Результати виміру ¹ , мкг/м ³	Результати виміру ² , мкг/м ³	ІЗА
1	Станція «Лосево»	51	45-50	10	1
2			38-42	12	1,2
3			31-38	9	0,9
4	Супермаркет «Клас»	50	34-38	10	1
5			40-44	9	0,9
6	Зелений гай	16	38-45	10	1
7	Перехрестя вулиці Роганська та Миру	58	38-44	10	1
8	Бульвар Івана Каркача	52	33-38	9	0,9
9	Зупинка «Плиточна»	49	38-40	9	0,9
10	Супермаркет «АТБ»	56	34-40	9	0,9
11	Житловий квартал	8	34-37	10	1
12			33-35	9	0,9

* Результати виміру¹- пристрій датчику РМ 2.5 PML-116

** Результату виміру² Монітору якості повітря

Результати наявності пилу в атмосферному повітрі були в межах гранично допустимої концентрації.

Четвертий замір відбувався 6 квітня з 17:05 до 18:55 при температурі повітря 12,1 градусів за Цельсієм, та з швидкості повітря у 18 км/год, вологість складала 69 %. Результати представлено в табл. 3.4. Порівняння даних з

пристрою монітор якості довкілля представлено на рис. 3.4, жоден не перевищує ГДК.

Таблиця 3.4

Результати четвертого виміру якості атмосферного повітря

Точка	Місце відбору	Кількість авто/хв	Результати виміру ¹ , мкг/м ³	Результати виміру ² , мкг/м ³	ІЗА
1	Станція «Лосево»	51	44-48	7	0,7
2			40-44	7	0,7
3			35-38	6	0,6
4	Супермаркет «Клас»	50	41-44	9	0,9
5			43-45	8	0,8
6	Зелений гай	16	45-48	7	0,7
7	Перехрестя вулиці Роганська та Миру	58	47-49	9	0,9
8	Бульвар Івана Каркача	52	45-49	8	0,8
9	Зупинка «Плиточна»	49	46-51	9	0,9
10	Супермаркет «АТБ»	56	45-46	8	0,8
11	Житловий квартал	8	35-36	7	0,7
12			32-33	6	0,6

* Результати виміру¹- пристрій датчику PM 2.5 PML-116 ** Результату виміру² Монітору якості повітря

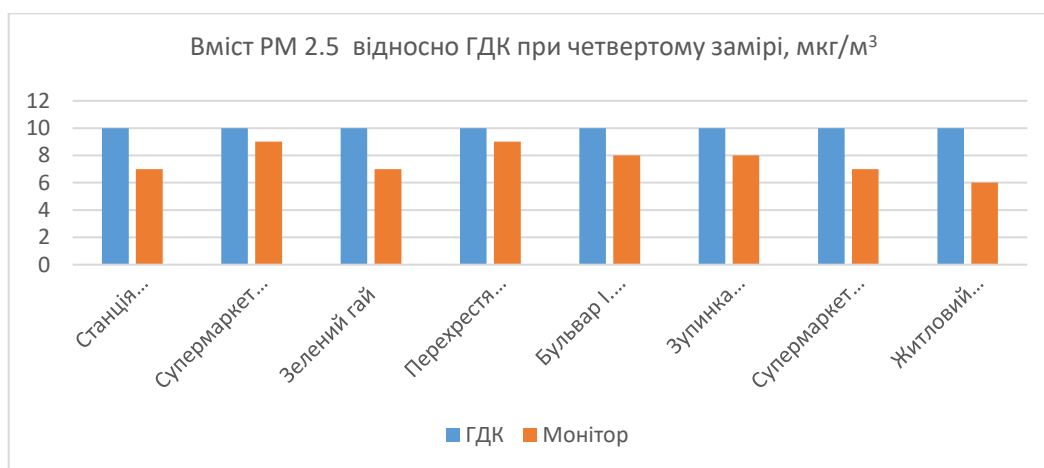


Рис. 3. 4— Порівняння вмісту PM 2.5 при четвертому замірі з ГДК

П'ятий замір відбувався 6 квітня з 17:05 до 18:55 при температурі повітря 16,4 градусів за Цельсієм, та з швидкості повітря у 18 км/год, вологість складала 100 %. Результати представлено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Результати п'ятого виміру якості атмосферного повітря

Точка	Місце відбору	Кількість авто/хв	Результати виміру ¹ , мкг/м ³	Результати виміру ² , мкг/м ³	ІЗА
1	Станція «Лосево»	15	50-55	10	1
2			48-52	7	0,7
3			50-55	10	1
4	Супермаркет «Клас»	21	54-60	15	1,5
5			48-52	12	1,2
6	Зелений гай	16	49-53	10	1
7	Перехрестя вулиці Роганська та Миру	58	57-68	12	1,2
8	Бульвар Івана Каркача	52	45-48	4	0,4
9	Зупинка «Плиточна»	10	38-42	3	0,3
10	Супермаркет «АТБ»	10	37-42	3	0,3
11	Житловий квартал	8	37-42	1	0,1
12			35-38	1	0,1

* Результати виміру¹- пристрій датчику РМ 2.5 PML-116

** Результату виміру² Монітору якості повітря

Під час п'ятого виміру йшов дощ та знизилась інтенсивність транспорту, що призвело до зменшення їх кількості при вимірі, проте під час дощу ці часточки зв'язуються і з дощем випадають на ґрунт у вигляді нітратів солей, таким чином утворюючи частки РМ 2.5 вторинні.

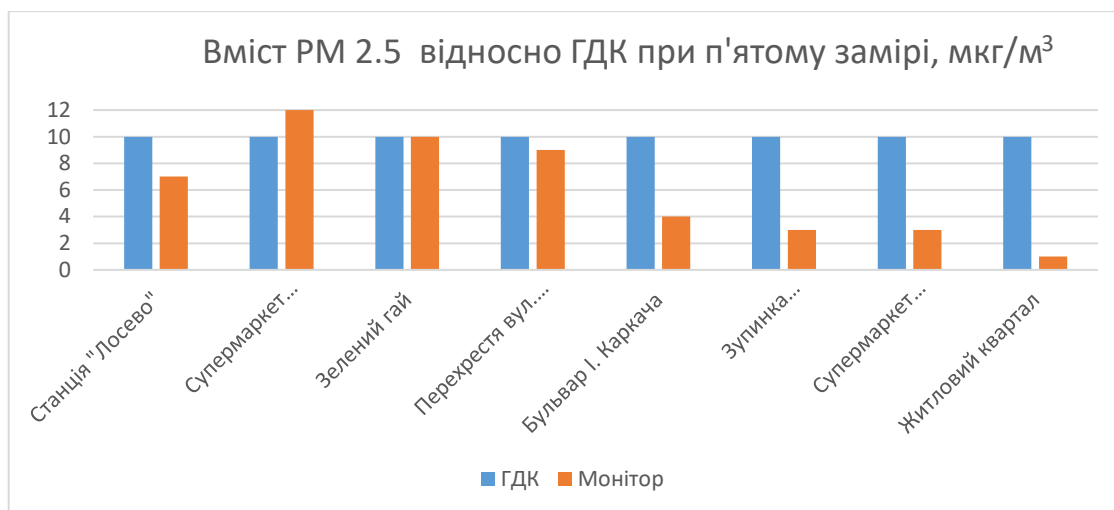


Рис. 3. 5 - Порівняння вмісту РМ 2.5 при п'ятому замірі з ГДК

Шостий замір відбувався 6 квітня з 14:05 до 15:55 при температурі повітря 15 градусів за Цельсієм, та з швидкості повітря у 16 км/год, вологість складала 66 %. Результати представлено в табл. 3.6. Під час проведення останніх замірів було взято пристрій монітор якості повітря та розраховано кількість транспорту окремо легкового та вантажного. Під час руху вантажного транспорту спостерігалось збільшення показника РМ 2.5.

Таблиця 3.6

Результати шостого виміру якості атмосферного повітря

Точка	Місце відбору	Кількість авто/хв		Результати виміру ² , мкг/м ³	ІЗА
		Легкові	Вантажівки		
1	Станція «Лосево»	13	4	4	0,4
2				6	0,6
3				24	2,4
4	Супермаркет «Клас»	17	6	9	0,9
5				27	2,7
6	Зелений гай	-	-	10	1
7	Перехрестя вулиці Роганська та Миру	24	6	21	2,1

Продовження таблиці 3.6

8	Бульвар Івана Каркача	17	4	7	0,7
9	Зупинка «Плиточна»	18	5	19	1,9
10	Супермаркет «АТБ»	13	3	9	0,9
11	Житловий квартал	8	0	4	0,4
12				4	0,4

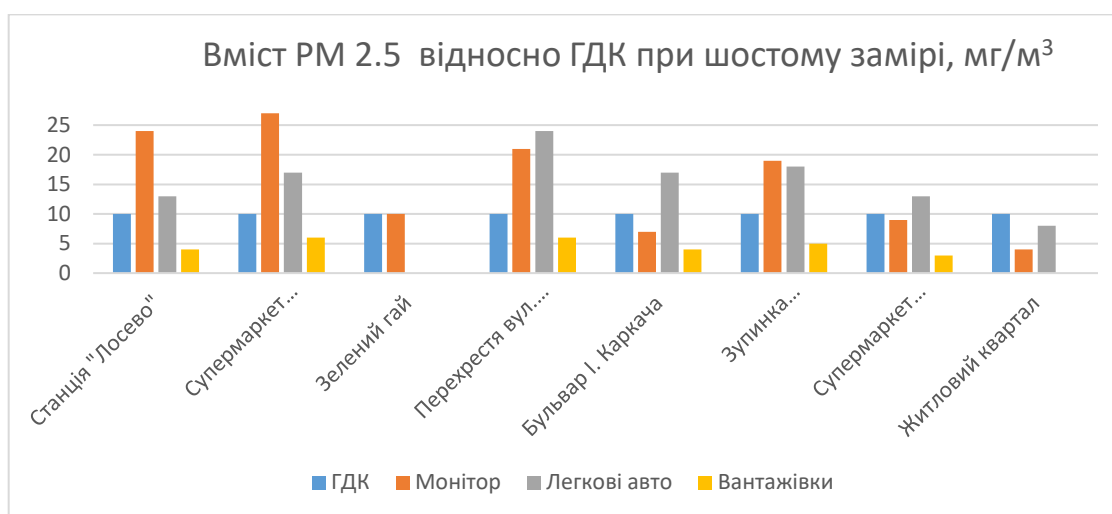


Рис. 3. 5 - Порівняння вмісту РМ 2.5 при шостому замірі з ГДК

Так на точці поблизу супермаркету «Клас» та на перехресті вулиць спостерігалась найбільша кількість вантажних автомобілів, що призвело до найбільшої концентрації вмісту пилу РМ 2.5.

Для співставлення результатів досліджень за ранковий та вечірній час було обрано перші чотири виміри, бо вони проводились у приблизно однаковий час за однакових погодних умов. Результати ранкових досліджень свідчать, що 5 квітня кількість РМ 2.5 у повітрі була вищою на всіх точках, ніж зранку 6 квітня. При цьому кількість автомобільного транспорту, більша 6 квітня, проте 5 квітня спостерігався більш інтенсивний рух вантажних машин (рис. 3.6).

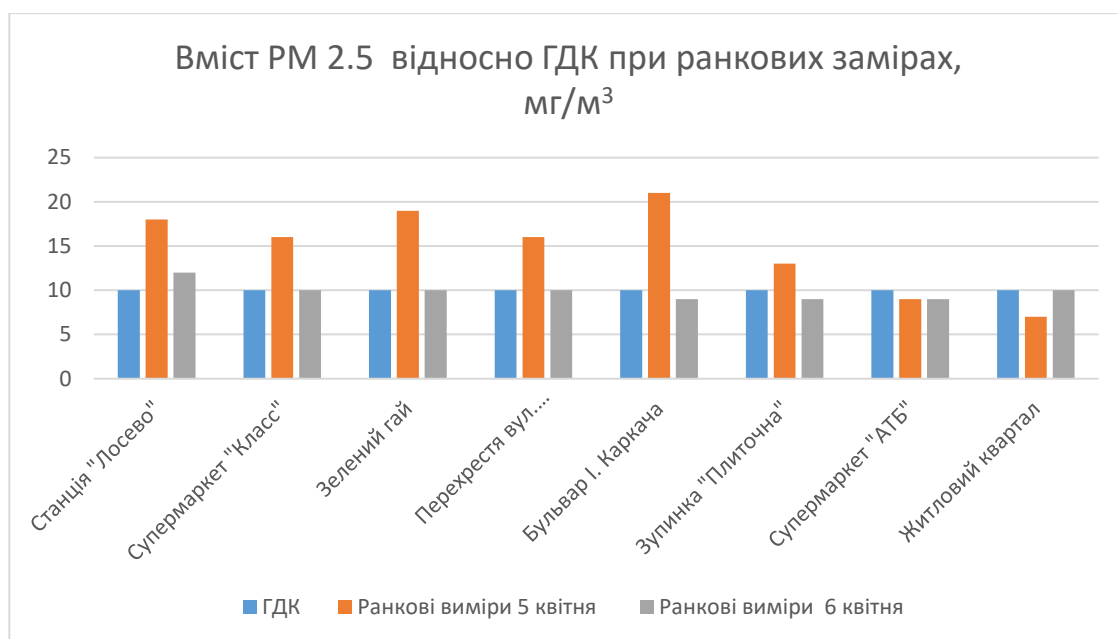


Рис. 3.6 – Порівняння вмісту РМ 2.5 з ГДК у пробах повітря у першій половині дня

Для порівняння результатів за вечірній час було здійснено співставлення результатів 2 та 4 виміру. Також 5 квітня результати були вищими. Найменші значення відносно ГДК спостерігались на станції «Лосево», найбільші – у Зеленому гаю 5 квітня.



Рис. 3.6 – Порівняння вмісту РМ 2.5 з ГДК у пробах повітря у другій половині дня

Для кожного виміру якості атмосферного повітря щодо вмісту пилу було розраховано індекс забруднення атмосфери, результати значення ІЗА представлено на рис. 3.7. Значення ІЗА вказує на перевищення вмісту пилу, особливо цей показник зріс на останньому дослідженні, що було 26 квітня.

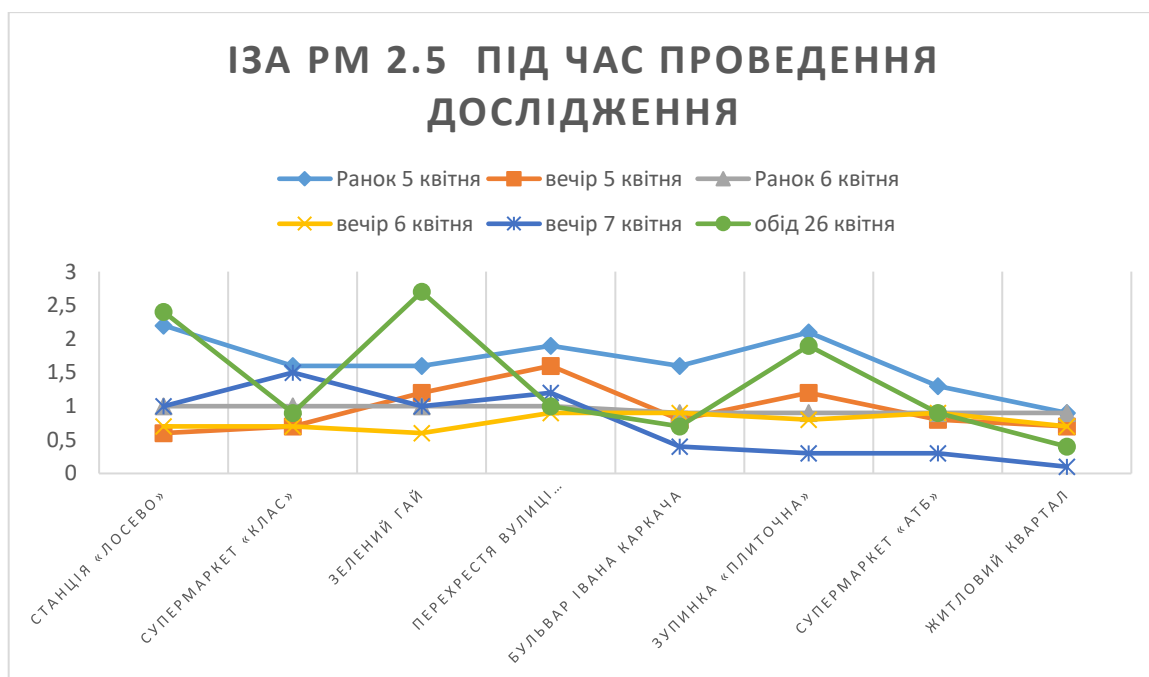


Рис. 3.7 – Значення ІЗА під час проведення досліджень на точках

Результати дослідження якості атмосферного повітря за показником вмісту пилу показали, що в Індустріальному районі міста Харків часто спостерігається перевищення вмісту дрібнодисперсного пилу у повітрі. Постійне перевищення може негативно впливати на здоров'я людей та призвести до захворювань дихальних шляхів та подразнення слизових оболонок.

На даний час в місті працює тільки 2 пости ПСЗ, які розташовані у Салтівському на Холодногірському районах, і вони не дають повної інформації по забрудненню атмосферного повітря в місті - важливо проводити такі спостереження в місті.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз публікацій з тематики дослідження показав, що дослідження якості атмосферного повітря є тематикою багатьох науковців. У своїх дослідженнях вони вивчали вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я людей, вирізняли найбільш забруднені райони міст за даними ПСЗ, проводили власні дослідження щодо вмісту пилу.

2. На території міста Харків наразі працює два пости ПСЗ, які не дають повної картини про якість повітря в цілому по місту.

3. Для одержання даних щодо вмісту пилу в Індустріальному районі, було обрано 8 місць для спостереження щодо наявності дрібнодисперсного пилу в повітрі та проведено шести кратне дослідження за різних погодних умов. Для кожної точки дослідження було розраховано індекс забруднення, виконано порівняння з гранично допустимими нормами щодо вмісту пилу, та оцінено показники відповідно до міжнародної шкали рівня забруднення повітря дрібнодисперсним пилом фракції РМ 2,5.

4. При перших замірах результати дослідження показали, що на станції «Лосево» та Зелений гай ГДК перевищено у два рази, відповідно до шкали забруднення: показники на Станції «Лосево», Супермаркет «Клас», «Зелений гай», зупинка «Плиточна» можна охарактеризувати як дуже високий, а у Житловому кварталі, Супермаркет «АТБ», Перехрестя вулиці Роганська та Миру – відповідають високому.

5. Під час другого заміру високий рівень забруднення спостерігався на всіх місцях відбору проб атмосферного повітря, окрім «Зеленого гаю» - там забруднення відповідало небезпечному рівню. На зупинці «Плиточна», супермаркеті «Клас» спостерігалось значне перевищення ГДК.

6. Результати наявності пилу в атмосферному повітрі під час третього та четвертого дослідження були в межах гранично допустимої концентрації.

7. Під час п'ятого виміру йшов дощ та знизилась інтенсивність транспорту, що призвело до зменшення їх кількості при вимірі, проте під час дощу ці часточки зв'язуються і з дощем випадають на ґрунт у вигляді нітратів солей, таким чином утворюючи вторинні частки РМ 2.5.

8. При шостому замірі найбільша концентрація дрібнодисперсного пилу спостерігалась на супермаркеті «Клас», що пов'язано з інтенсивним рухом вантажного транспорту.

9. При співставленні вимірів проведених в однаковий час доби було виявлено, що при ранкових та вечірніх дослідженнях 5 квітня кількість РМ 2.5 у повітрі була вищою на всіх точках, ніж 6 квітня, що зв'язано з інтенсивним рухом вантажного транспорту.

10. Розрахунок ІЗА показав, що найбільше значення цього індексу спостерігалось під час останніх досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf> (дата звернення 02.04.2023).
2. Природа та війна: як військове вторгнення Росії впливає на довкілля України. *Екодія*. URL: <https://ecoaction.org.ua/pryroda-ta-vijna.html> (дата звернення: 02.04.2023).
3. Рибалова О. В., Бригада О. В., Ільїнський О. В., Бондаренко О. О., Золотарьова С. О. Аналіз впливу забруднення довкілля на захворюваність населення в Харківській області. *The scientific heritage, 2021. Vol. 2, No 78, p. 20-25.*
4. Бекетов В. Є., Євтухова Г. П., Ломакіна О. С. Аналіз та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря м. Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2016. № 3–4 (26). С. 97–103.
5. Кулик М. І., Івах Ю. А. Оцінка якості атмосферного повітря на основних автостанціях м. Харків. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2019. Вип. 31. С. 117–128.
6. Максименко Н. В., Різник К. Ю., Александрова А. С. Структура і динаміка забруднення атмосферного повітря Харківської області. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. № 3–4. 2014. С. 81–94.
7. Рибалова О. В., Бригада О. В., Бондаренко О. О., Романчук Д. І. Вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення Харківської області. *PROGRESSIVE RESEARCH IN THE MODERN WORLD: Proceedings of III International Scientific and Practical Conference Boston, USA 1-3 December 2022.* P. 257-264.
8. Бодак І. В., Дядечко К. В. Просторово-часова варіація забруднення атмосферного повітря м. Харків дрібнодисперсним пилом фракції PM_{2,5}. *Людина та довкілля. Проблеми неоекології*. 2020. Вип. 33. С. 91-101.

9. Радомська М. М., Карташ Ю. Г. Оцінювання рівня пилового забруднення атмосферного повітря міста Києва. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26.4. С. 219-224.
10. Мельник Ю. С., Бахарєв В. С. Оцінка впливу джерел пилового забруднення побутового походження на стан атмосферного повітря урбосистем. *Вісник КДПУ*. 2007. Вип. 1 (42). С. 102-106.
11. Васильківський Б. М. Сучасні підходи у боротьбі з пиловим забрудненням міст. URL: <https://ekmair.ukma.edu.ua/server/api/core/bitstreams/50b6606c-4403-4e96-867f-0ac51906aedb/content>
12. Доповідь про стан навколишнього природного середовища в Харківській області у 2021 році. URL: https://kharkivoda.gov.ua/content/documents/1182/118159/Attaches/regionalna__dopovid_2021_harkivska_oblast.pdf?sv (дата звернення: 02.04.2023).
13. Індустріальний район (Харків). *Вікіпедія*. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Індустріальний_район_\(Харків\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Індустріальний_район_(Харків)) (дата звернення: 02.04.2023).
14. Загроза з повітря – частинки РМ 2.5. *Центр екологічного моніторингу*. URL: <https://ecomonitoring.info/2019/11/04/> (дата звернення: 12.04.2023).
15. European Air Quality Index. *GIS Map Application. European Environment Agency* : веб-сайт. URL: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-quality-index> (дата звернення: 12.04.2023).
16. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни «Охорона і раціональне використання природних ресурсів» студентами спеціальності 101 «Екологія» / Вознюк Н. М., Копилова О. М. Рівне : НУВГП, 2017. 23 с.