

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет агротехнологій та природокористування**  
**Кафедра екології та ботаніки**

До захисту допускається  
Завідувач кафедри екології та ботаніки  
\_\_\_\_\_ **Вікторія СКЛЯР**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за другим рівнем вищої освіти

на тему: «**МОНІТОРИНГ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО  
ПОВІТРЯ М. СУМИ**»

Виконав:

\_\_\_\_\_ **Олександр КАЙДА**  
(підпис) (Прізвище, ініціали)

Група

ЕКО 2301м ВН

Науковий керівник:

\_\_\_\_\_ **Інна ЗУБЦОВА**  
(підпис) (Прізвище, ініціали)

**СУМИ – 2024**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ****СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**Факультет *агротехнологій та природокористування*Кафедра *екології та ботаніки*

Освітній ступінь – «Магістр»

Спеціальність – 101 «Екологія»

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Вікторія СКЛЯР

**« 15 » вересня 2023 р.****ЗАВДАННЯ****на кваліфікаційну роботу студентіві**

Кайді Олександрю Юрійовичу

1. Тема роботи: **«МОНІТОРИНГ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. СУМИ»**

Затверджено наказом по університету від “\_\_” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. №\_\_

2. **Термін здачі** студентом закінченої роботи на кафедрі \_\_\_\_\_ року

3. **Вихідні дані до роботи:** *теоретичні дані про вплив різних забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря в м. Суми; умови проведення дослідження; методи та методика проведення досліджень; результати власних досліджень; обрахунки. Висновки та пропозиції.*

4. **Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:** *аналіз атмосферного повітря на території міста, збір та аналіз даних за різними типами забруднення, проаналізувати дані про стан атмосферного повітря м. Суми; оцінити вплив різних видів забруднюючих речовин атмосферного повітря в м. Суми; дослідити вплив різних видів забруднюючих речовин на стан атмосферного повітря в м. Суми; надати оцінку якості атмосферного повітря в м. Суми.*

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_ Інна ЗУБЦОВА

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Олександр КАЙДА

Дата отримання завдання **15 вересня 2023 р.**

## АНОТАЦІЯ

### **Кайда О. Ю. Моніторинг стану атмосферного повітря м. Суми**

Кваліфікаційна робота освітнього рівня – магістр, на правах рукопису.  
Спеціальність - 101 Екологія – Сумський національний аграрний університет.  
– Суми, 2024

Кваліфікаційна робота викладена на 73 сторінки комп'ютерного тексту включає 7 таблиць та 12 рисунків. Вона складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури, що включає 61 найменування.

Дана робота присвячена моніторингу стану атмосферного повітря, зокрема, оцінці рівня забруднюючих речовин у різних районах міста/регіону. Основною метою дослідження є вивчення динаміки зміни концентрацій основних забруднювачів повітря (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> та інші) та аналіз їх впливу на здоров'я населення і навколишнє середовище.

У процесі моніторингу були використані сучасні автоматизовані системи та газоаналізатори, що дозволяють точно вимірювати концентрації забруднюючих речовин у режимі реального часу. Основну увагу було приділено дослідженню сезонних і добових коливань рівня забруднення, а також оцінці відповідності отриманих даних нормативним екологічним стандартам.

Результати дослідження дозволили виділити основні джерела забруднення повітря та визначити найвразливіші території. Отримані дані можуть бути використані для розробки рекомендацій щодо зниження рівня забруднення атмосферного повітря та покращення екологічної ситуації в регіоні.

**Ключові слова:** моніторинг, діоксид вуглецю (CO<sub>2</sub>), атмосферне повітря, державний контроль, карта забруднень, метеорологічні фактори, пил, тверді частки, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>.

## SUMMARY

### **Kaida O. Monitoring of the state of atmospheric air in Sumy.**

Qualification work of educational level - master's degree, in the form of a manuscript. Speciality - 101 Ecology - Sumy National Agrarian University - Sumy, 2024

The qualification work is presented on 73 pages of computer text, includes 7 tables and 12 figures. It consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, a list of references that includes 61 items.

This work is devoted to monitoring the state of atmospheric air, in particular, to assessing the level of pollutants in different areas of the city/region. The main objective of the study is to examine the dynamics of changes in the concentrations of major air pollutants (CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, etc.) and analyse their impact on public health and the environment.

The monitoring process involved the use of modern automated systems and gas analysers that allow for accurate real-time measurement of pollutant concentrations. The main focus was on the study of seasonal and daily fluctuations in pollution levels, as well as assessing the compliance of the data obtained with regulatory environmental standards.

The results of the study allowed us to identify the main sources of air pollution and identify the most vulnerable areas. The data obtained can be used to develop recommendations for reducing air pollution and improving the environmental situation in the region.

**Keywords:** monitoring, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), atmospheric air, state control, pollution map, meteorological factors, dust, particulate matter, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ПРИЧИНИ ЙОГО ЗАБРУДНЕННЯ (Літературний огляд)	9
1.1. Атмосфера та антропогенний вплив на її стан	9
1.2. Загальна характеристика основних забруднювачів атмосферного повітря	11
1.3. Забруднення повітря як основний фактор ризику для здоров'я	16
1.4. Міжнародна законодавча база з контролю якості атмосферного повітря	20
1.5. Екологічна політика України у сфері охорони атмосфери	21
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Об'єкт, предмет та методи досліджень	25
2.2. Умови проведення досліджень	28
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	33
РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. СУМИ	39
4.1. Оцінка якості атмосферного повітря в м. Суми	39
4.2. Хімічний аналіз атмосферного повітря м. Суми	53
4.3. Моніторинг стану атмосферного повітря м. Суми	56
ВИСНОВКИ	58
ПРОПОЗИЦІЇ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	60
ДОДАТКИ	66

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Проблема забруднення повітря є однією з лідируючих у світі причин захворювання та передчасної смерті людей. За даними «Global burden of disease», Інституту метрики та оцінки здоров'я (IHME), лише у 2020 році від забрудненого повітря померло близько 4,9 млн. людей. Це складає приблизно 9% смертей в усьому світі щорічно. Також забруднення атмосферного повітря є одним з основних факторів ризику для багатьох захворювань. Показники смертності від забруднення повітря найвищі у країнах з низьким та середнім рівнями економічного розвитку, з відмінностями у декілька порядків. У глобальному плані, відносна статистика смертей від забруднення повітря йде на спад. Така динаміка, передовсім, є результатом прогресу у боротьбі з проблемою, але це далеко не означає, що всі аспекти даної проблеми вже подолано. У більшості країн конкретна кількість смертей, навпаки, збільшується. Причинами цьому є швидкий ріст та демографічне «старіння» населення.

Якість атмосферного повітря – один із найважливіших, життєво необхідних екологічних чинників, від якого залежать колообіги хімічних елементів, життєдіяльність живих організмів, функціонування біосфери[19]. Україна є однією з урбанізованих країн Європи та світу. За даними перепису населення 2001 року, частка міського населення України складала 67,2%, а за даними Держкомстату України на 1 січня 2013 року – вже 68,9%. Отже, екстраполюючи, можна передбачити, що у 2025 році частка міського населення складе приблизно 69,8%. Тож, незважаючи на стрімке скорочення загальної чисельності населення у останні приблизно два десятиріччя, процеси урбанізації протікають неупинно. Цим забезпечується актуальність роботи, адже частка населення, що піддається впливу забрудненого повітря висока та постійно збільшується.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконувалася згідно з планами науково-дослідної роботи кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету в межах

виконання теми «Інвентаризація біорізноманіття та комплексний популяційний аналіз рослинного покриву Північно-Східної України» (номер держреєстрації: 0121U11345).

**Мета і завдання дослідження.** Здійснити моніторинг стану атмосферного повітря в місті Суми.

Для досягнення мети було поставлені наступні завдання:

1. Проаналізувати дані про стан атмосферного повітря м. Суми;
2. Оцінити вплив різних видів забруднювачів атмосферного повітря м. Суми ;
3. Дослідити вплив різних видів забруднювачів на стан атмосфери м. Суми;
4. Надати оцінку якості атмосферного повітря в м. Суми.

**Методи дослідження.** Аналіз, спостереження, математико-статистичні методи, обробка та узагальнення отриманих даних

**Наукова новизна отриманих результатів.** Уперше на території м. Суми було досліджено рівень забруднення атмосферного повітря в наслідок дії пересувних джерел забруднення.

**Практичне значення одержаних результатів.** Матеріали кваліфікаційної роботи можуть бути використані у навчальному процесі Сумського НАУ при викладанні таких дисциплін, як: «Моделювання та прогнозування стану довкілля», «Техноекологія», «Загальна екологія».

**Особистий внесок здобувача.** Робота є самостійним дослідження студента, в якій було проведено збір та аналіз даних про стан атмосферного повітря м. Суми, проаналізував вплив різних типів забруднень, провів дослідження. Узагальнення та інтерпретація отриманих даних здійснювалась як особисто так і спільно із науковим керівником. Результати досліджень відображенні у публікаціях та кваліфікаційній роботі. Матеріали, опубліковані у співавторстві, містять пропорційний внесок здобувача.

**Апробація результатів роботи.** Результати та основні положення роботи доповідались на XIV International Scientific and Practical Conference

«The latest opportunities for learning, broadcasting and social development»,  
(April 08-10, 2024, Graz, Austria.)

**Публікації.** За матеріалами роботи підготовлено тези, які опубліковані в Матеріалах XIV International Scientific and Practical Conference «The latest opportunities for learning, broadcasting and social development», (April 08-10, 2024, Graz, Austria.) (Додаток А)

**Структура та обсяг роботи.** Матеріали роботи викладено на 73 сторінках, з яких основний текст роботи займає 20 сторінок. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку літератури, та 3 додатків. Основна частина містить 7 таблиць. У роботі було використано 61 літературне джерело з них 15 латиницею.

## **РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ПРИЧИНИ ЙОГО ЗАБРУДНЕННЯ (Літературний огляд)**

### **1.1. Атмосфера та антропогенний вплив на її стан**

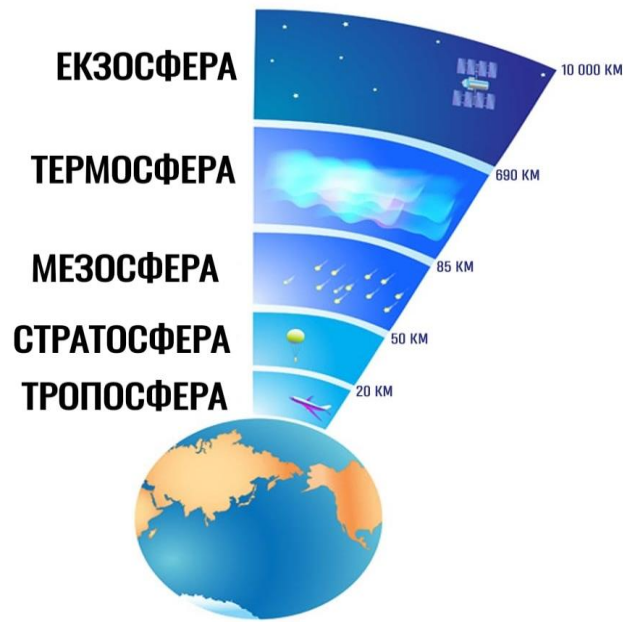
Атмосфера – це складний та важливий елемент земної екосистеми, що взаємодіє з різноманітними фізичними та хімічними процесами. Ця газова оболонка, що оточує нашу планету, відзначається низкою унікальних характеристик, які визначають її роль у житті на Землі.

Насамперед, атмосфера бере участь у складних рухах Землі, таких як її обертання навколо власної осі та обертання навколо Сонця. Цей газовий шар виступає не лише як зовнішня оболонка, але і як активний учасник природних процесів, реагуючи на зміни температури на різних висотах.

Розглядаючи структуру атмосфери, можна виділити кілька її шарів – тропосферу, стратосферу, мезосферу та термосферу. Кожен з цих шарів має унікальні властивості, що впливають на фізичні та хімічні процеси в атмосфері.

Навіть за умови, що маса атмосфери становить дуже малу частину від маси Землі, її роль в житті планети надзвичайно велика. Атмосфера відіграє ключову роль у забезпеченні киснем для дихання та вуглекислого газу для фотосинтезу рослин, забезпечуючи екологічну рівновагу.

Здатність атмосфери захищати нас від космічного випромінювання та регулювати кліматичні умови – це лише кілька з численних функцій, які вона виконує. Це складний механізм, що обробляє газові та пилові відходи, забезпечуючи екологічну гармонію нашої планети.



**Рис. 1.1.1. Схема будови атмосфери**

Забруднення повітря є серйозною проблемою, що виникає внаслідок випуску в атмосферу різноманітних забруднюючих речовин. Ці речовини можуть бути представлені газами, твердими частками та біологічними матеріалами, і вони негативно впливають на живі організми та екологічну рівновагу.

Важливо зазначити, що вплив забруднюючих речовин може бути виявлений не відразу, а лише після тривалого періоду. Наприклад, певні речовини, такі як фреони, можуть негативно впливати на природні екосистеми, руйнуючи озоновий шар, і цей вплив стає очевидним лише з плином часу.

Забруднення атмосфери може мати як локальний, так і глобальний характер, і воно може мати природне або техногенне походження. Техногенні джерела забруднення атмосфери включають теплову енергетику, промисловість, автотранспорт, нафто- і газопереробну промисловість, а також інші сфери господарювання.

Серед основних забруднювачів атмосфери виділяють атмосферний пил, аерозолі, різні вуглеводні, вуглекислий газ, оксиди вуглецю, оксиди азоту, оксиди сірки, оксид ванадію та тропосферний озон. Кожен з цих компонентів

має свої характеристики та може викликати різноманітні наслідки для навколишнього середовища.

Зазначимо, що забруднюючі речовини можна класифікувати за їхньою фізичною структурою та хімічним впливом на атмосферу. Так, механічні забруднення, такі як пил цементних заводів чи дим від вугільних електростанцій, є прикладом механічних впливів. З іншого боку, хімічні забруднювачі включають гази або аерозолі, які можуть увійти в хімічні реакції в атмосфері, що потенційно погіршує стан повітря.

Важливо враховувати різні види забруднення повітря та їхні наслідки для навколишнього середовища. Це допомагає не лише у розумінні проблеми, але й у розробці ефективних заходів для подолання цієї проблеми в майбутньому.

## **1.2. Загальна характеристика основних забруднювачів атмосферного повітря**

Основні джерела забруднення атмосфери представлені продуктами згоряння в теплоенергетичних установках, таких як котельні, теплові електростанції, теплові електроцентралі, а також в різноманітних печах, що використовуються у металургії, нафтопереробці, виробництві будівельних матеріалів, хімічних підприємствах та інших галузях промисловості. Особливо значущим є вплив транспортних засобів на якість атмосферного повітря.

Практично у всіх випадках викидів з цих джерел можна виявити основних канцерогенних забруднювачів, що формуються під час процесу спалювання. До цього набору входять тверді частки (PM), озон ( $O_3$ ), окис вуглецю (CO), діоксид сірки ( $SO_2$ ), оксиди азоту (NO), леткі органічні сполуки (ЛОС) та важкі метали. Ця проблема вимагає системного підходу та ефективних заходів для зменшення викидів та покращення стану атмосферного повітря.

*Основні характеристики цих забруднювачів:*

1. Тверді частинки (PM), англійською Particulate Matter – це дрібний пил, що складається з найдрібніших твердих і рідких частинок, які поділяються на групи в залежності від розміру фракцій. Частинки з діаметром до 10 мкм (PM10) відомі як тверді частинки. Ці частинки, розмір яких коливається від 3 до 10 мкм, осідають в носі та гортані. Частинки розміром близько 2,5 мкм (PM2.5) потрапляють в легені при вдиху, а частинки розміром менше 1 мкм (PM1) можуть потрапляти до альвеол та подальшим шляхом у кровоносну систему.

У спрощеному визначенні PM є пилом, а його компонентами є сульфати, нітрати, аміак, хлорид натрію, сажа, мінеральний пил та вода. Тверді частинки складаються з складної суміші твердих і рідких частинок органічного та неорганічного походження, які перебувають у повітрі. Найбільш шкідливими є частинки розміром 10 мкм або менше, що можуть проникати глибоко в легені. Існує тісний зв'язок між впливом невеликої кількості частинок ( $\leq 10$  мкм) та збільшенням рівня смертності та захворювань, які виникають як щоденно, так і внаслідок тривалого впливу. Навпаки, зменшення концентрації дрібних частинок також призводить до зменшення рівня смертності. Навіть невеликі концентрації забруднюючих речовин можуть негативно впливати на здоров'я. У країнах із розвиваючимся господарством використання традиційних печей для обігріву призводить до підвищеного ризику захворювань дихальних шляхів та смертності серед маленьких дітей. Забруднення повітря, викликане твердим паливом, також є ключовим фактором ризику серцево-судинних захворювань, хронічних захворювань легенів та раку легенів у дорослих.

Значна частина PM у викидах дизельних автомобілів призводить до фактичної заборони їх використання у легкових автомобілях у країнах Західної Європи та Америки, але великі вантажівки, а також будівельна, дорожня та сільськогосподарська техніка, ще залишаються значними джерелами викидів твердих частинок.

Дослідження вказують, що легковий автомобіль із чотирьох коліс, протягом свого терміну служби, викидає до 15 кг гумового пилю, а великі фургони, автобуси та тролейбуси – до 80,0 кг. Канцерогенні фарби, використовувані для маркування доріжок на дорозі, щорічно наносяться мільйонами тонн і перетворюються в РМ, який потрапляє у наші легені.

2. Озон ( $O_3$ ) в атмосфері є ключовим компонентом фотохімічного смогу. Утворення озону відбувається внаслідок взаємодії сонячного світла (фотохімічні реакції) з забруднюючими речовинами, такими як оксиди азоту ( $NO$ ), які виділяються транспортом та промисловістю. Найвищі рівні забруднення озonom спостерігаються під час сонячної погоди. Надмірна концентрація озону в повітрі може негативно впливати на здоров'я людини, викликаючи проблеми з диханням, астму, зниження функції легень та інші захворювання. У Європі озон наразі вважається найбільш небезпечним забруднювачем повітря. Дослідження показують, що зростання концентрації озону на 10 мікрограм на кубічний метр пов'язане із збільшенням смертності на 0,3% та хвороб серця на 0,4%. У багатьох європейських країнах встановлені стаціонарні газоаналізатори озону біля аптек і медичних закладів, які надають інформацію про концентрацію озону і рекомендації для різних категорій населення (діти, вагітні жінки, пенсіонери і т. д.) щодо тривалості перебування в "озонованому" повітрі.

3. Діоксид азоту ( $NO_2$ ) і оксид азоту ( $NO$ ) представляють собою токсичні гази, особливо при короткочасній концентрації, що перевищує 200 мікрограмів на кубічний метр. Ці речовини можуть викликати значне запалення дихальних шляхів.  $NO_2$  виступає як основне джерело нітратних аерозолів, які формують невеликі частинки. Головними джерелами викидів  $NO_2$  є процеси згоряння, такі як опалення, виробництво електроенергії, транспорт та судна.

Епідеміологічні дослідження свідчать, що тривалий вплив  $NO_2$  може призводити до збільшення симптомів бронхіту у дітей з астмою. Також встановлено, що ці речовини можуть впливати на зниження функції легень.

При взаємодії оксидів азоту з водяною парою (зокрема при високій вологості повітря) утворюються азотні і азотисті кислоти, які мають руйнівний вплив на легені та негативно впливають на флору і фауну. Під час спалювання в енергетичних установках може утворюватися так званий "лісовий рижий хвіст" з димової труби.

4. Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ) – це газ безбарвного кольору з вираженим запахом. Його утворення відбувається під час спалювання викопного палива, такого як вугілля та нафта, а також під час переробки мінеральних руд, що містять сірку. (При спалюванні газу діоксид сірки не утворюється). Значні обсяги  $\text{SO}_2$  випускаються під час спалювання сірчаних видів викопного палива (вугілля, дрова, пелети) для побутового опалення, виробництва електроенергії (вугільні та теплові електростанції) та автотранспорту (дизельне пальне).  $\text{SO}_2$  може негативно впливати на дихальні шляхи та легені, спричиняючи подразнення очей, запалення дихальних шляхів, кашель, астму, хронічний бронхіт, і збільшувати схильність до респіраторних інфекцій. Люди, які потрапляють в лікарні через захворювання та смерті внаслідок серцевих проблем, можуть бути більш схильними до цього при високих рівнях  $\text{SO}_2$ .

Концентрації  $\text{SO}_2$  в межах 0,04-0,5 мг/м<sup>3</sup> протягом декількох хвилин становлять загрозу для життя. Смертельними вважаються концентрації 1400 мг/м<sup>3</sup> протягом 5 хвилин і 7800 мг/м<sup>3</sup> протягом 30 хвилин. Вдихання парів може призводити до судом, втрати свідомості, і смерті внаслідок зупинки і паралічу серця.

5. Оксид вуглецю (CO), відомий як чадний газ, втручається в здатність крові забирати кисень, що може призвести до суттєвого зниження кисню, особливо у людей із серцевими захворюваннями. CO зв'язується з гемоглобіном у 250 разів ефективніше, ніж кисень, утворюючи карбоксигемоглобін (HbCO), який не може переносити кисень, призводячи до гіпоксії, утворення вільних радикалів і пошкодження клітинних мембран.

Оксид вуглецю знаходиться в повітрі під час згоряння будь-якого виду палива, такого як викопне, мінеральне, газ тощо. Це універсальне джерело забруднення.

Наприклад, при спалюванні 1 кг палива в бензиновому двигуні внутрішнього згоряння легкового автомобіля середнього класу може утворюватися до 460 грамів оксиду вуглецю. З цього приводу особливо важливо використовувати сучасні автомобільні нейтралізатори та каталізатори для ефективного знищення оксиду вуглецю.

У таблицях 1.2.1 та 1.2.2 наведені сучасні санітарно гігієнічні нормативи по вищерозглянутим забруднювачам, як у повітрі робочої зони, так і атмосферному повітрі, які діють в Україні з 2020р.

Таблиця 1.2.1

**Санітарно гігієнічні нормативи основних забруднювачів повітря  
(наказ МОЗУ №1456 від 14.07.20р.)**

Назва	Гранично допустима концентрація (ГДК)	Клас небезпеки
Вуглецю пил	4,0-10,0	3
Озон	0,1	1
Діоксид азот	2,0	3
Оксид азоту	5,0	3
Діоксид сірки	10,0	2
(Ангідрид сірчистий)	20	4

Таблиця 1.2.2

**Гігієнічні нормативи вмісту хімічних речовин в атмосферному  
повітрі, (наказ МОЗУ №52 від 14.02.20 р.)**

Назва	Гранично допустима концентрація (ГДК мг/м <sup>3</sup> )		Клас небезпеки
	максимальна разова	середньодобова	
Пил різний	0,15, -0,5	0,0001-0,15	3
Озон	0,16	0,03	1
Діоксид азот	0,2	0,04	3
Оксид азоту	0,4	0,06	3
Діоксид сірки	0,5	0,05	3
Вуглецю оксид	5,0	3,0	4

### **1.3. Забруднення повітря як основний фактор ризику для здоров'я**

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, забруднення повітря є одним з основних факторів ризику для здоров'я, пов'язаних з навколишнім середовищем. Встановлено, що 91 % світового населення проживає у районах, де рівень забруднення атмосферного повітря перевищує допустимі рівні, а дев'ять з десяти людей дихають повітрям з високими концентраціями забруднюючих речовин [7, 45]. Чим нижче рівні забруднення повітря, тим менше серцево-судинних і респіраторних захворювань як в тривалій, так і в короткостроковій перспективі [23]. Згідно Закону України «Про охорону атмосферного повітря» атмосферне повітря - життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень [19]. Як зазначається в Законі України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», однією з найважливіших проблем охорони природи в Україні є забруднення атмосферного повітря. На сьогодні рівень забруднення атмосферного повітря великих міст і промислових регіонів є високим, незважаючи на спад виробництва в Україні [18]. Зовнішнє забруднення повітря походить з природних та антропогенних джерел (рисунок 1.1). Атмосферні забруднювачі за походженням можуть бути первинними (відходи підприємств, автомобільних двигунів) і вторинними, що утворюються у вільній атмосфері в результаті хімічних, фотохімічних, фізико-хімічних реакцій між забруднюючими речовинами та компонентами атмосфери. Зважаючи на те, що природні джерела значно сприяють забрудненню повітря у посушливих регіонах більш схильних до лісових пожеж та пилових бур, антропогенні чинники становлять набагато більший об'єм забруднення повітря, особливо у густонаселених індустріальних регіонах.

У дослідженні чинників забруднення повітря у містах розрізняють джерела стаціонарні та пересувні. Точкове стаціонарне джерело забруднення – це джерело, яке базується на певній території та спричиняє викиди ЗР з відносно невеликої точки. До них відносять - димові труби заводів, котелень, теплоелектростанцій, технологічних установок, печей і сушарок, аспіраційні системи, дефлектори, витяжки, вентиляційні стволи вугільних і рудних шахт і т.п. Основними речовинами, які викидають стаціонарні джерела - це SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, РМ (пил, зола), та менше СО, феноли, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (сірчана кислота) та інші забрудники повітря у залежності від об'єкта [3]. В Україні викиди ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у розрізі видів економічної діяльності за регіонами розподіляються наступним чином: у Західному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин (73%) в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; у Північному регіоні половину викидів забруднюючих речовин (54%) в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря. Переробна промисловість є на другому місці (20%).

У Східному регіоні крім постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (38%), суттєву роль в забрудненні повітря відіграє – добувна промисловість (23%) і розроблення кар'єрів (23%). У Південному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (41%) та на переробну промисловість (39%). У Центральному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на переробну промисловість (45%). Друге місце поділяють: постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (23%) і добувна промисловість і розроблення кар'єрів (23%) [40].

Під забрудненням урбанізованих територій розуміють зміни, внесені у навколишнє середовище людською діяльністю, що впливають на органічний

світ. Розрізняють прямі, непрямі, позитивні та негативні впливи. Прямий – спрямований на живі організми; непрямий – зміна клімату, фізичного та хімічного стану атмосфери, водойм, будови поверхні землі, рослинного та тваринного світу; негативні – пригнічення або вимирання організмів; позитивні – створюють сприятливі умови для розвитку інших організмів [13, 16]. Урбанізація, яка призводить до перенаселення та критичної залежності від індивідуального автотранспорту також є ключовим чинником у збільшенні викидів забруднюючих речовин в атмосферу. В повітрі урбанізованих регіонів за умов недостатньої природної вентиляції накопичуються значні об'єми шкідливих речовин, що спричиняє значний негативний ефект на здоров'я населення. Кожного дня з цією проблемою стикаються мешканці великих промислових міст. В Україні рівень забруднення атмосферного повітря для більшості великих промислових міст характеризується як високий або дуже високий. Наявність більшості основних забруднюючих речовин, які за своїми концентраціями значно перевищують ГДК.

Також, зважаючи на те, що урбанізовані території можуть мати декілька сотень або тисяч різноманітних джерел викидів ЗР, взаємодія забрудників може посилювати негативний ефект на здоров'я людей, що проживають на даній території. Викиди ЗР об'єктами промисловості, енергетики, у повітря можуть вступати у реакції зі складовими атмосфери, в результаті яких утворюються нові речовини, що можуть довгий час утримуватися у приземному шарі атмосфери та акумулюватися протягом великих періодів часу. Процеси розповсюдження та накопичення забруднюючих агентів залежать від часу їх знаходження у атмосфері, метеоумов, напряму та швидкості вітру, опадів та інших факторів. Пересувні джерела забруднення, переважно автомобілі, на відміну від стаціонарних джерел, здійснюють викиди здебільшого у приземний шар атмосфери, які розповсюджуються на невеликій території [2, 20].

Порівнюючи якість атмосферного повітря у різних регіонах, якщо припустити, що показник якості повітря над рівнем океану – це одиниця, тоді якість повітря сільської місцевості буде приблизно у 10 разів гірше, у неурбанізованих регіонах (містах) – в 35, урбанізованих регіонах (містах) – в 150, а у великих промислових центрах – у 1000 [41]. Країни Європи обрали одним з головних пріоритетних напрямків саме покращення стану здоров'я та забезпечення належного рівня життя людей, що є неможливим без розвитку екологічних ініціатив. Європейська політика “Здоров'я – 2020: основи Європейської політики в підтримку дій держави та суспільства в інтересах здоров'я і благополуччя”, твердить, що здоров'я людини – це одна з найважливіших цінностей в плані соціально-економічного розвитку країни [11].

Негативні наслідки для здоров'я людини від забруднення повітря можуть виникати у результаті короткострокового або довгострокового контакту. Забрудники, які, згідно досліджень, мають найбільш серйозний негативний вплив на здоров'я людини – це тверді пилові частинки, озон, діоксид нітрогену та діоксид сірки. За даними мета-аналізу HRAPIE (Health risks of air pollution in Europe) на базі узагальнення інформації з інших досліджень у Європі та США, було встановлено чіткі зв'язки між короткостроковим, довгостроковим контактом з забрудниками та статистикою смертності від природних причин, серцево-судинних захворювань (окрім інсультів), захворювань дихальних шляхів, звернень до лікаря з проблемами серця та дихальних шляхів [45]. Тема негативного впливу забрудненого повітря на життя та здоров'я людини вивчається вже давно. Багатьма вченими з різних країн, на основі спостережень вдалося встановити пряму кореляцію між рівнем забруднення повітря та загальним станом здоров'я населення, що проживає на прилеглий території, а також розвитком 49 хронічних захворювань, у тому числі серцево судинні захворювання, атеросклероз, рак легень та ін. [28].

#### **1.4. Міжнародна законодавча база з контролю якості атмосферного повітря**

Комісія з охорони навколишнього природного середовища на Конференції ООН з питань охорони навколишнього середовища та сталого розвитку встановили основні екологічні ризики. Серед головних визначено якість атмосферного повітря. З кожним роком розробляються європейські програми, які спрямовані на скорочення викидів парникових газів до 50% та зниження промислових та інших викидів на 80%. Основними законодавчими документами, які визначають моніторинг якості атмосферного повітря є:

- Директива 1999/32/ЕС про сірку у рідкому паливі.
- Директива 98/70/ЕС щодо якості бензину та дизельного палива.
- Директива 94/63/ЕС стосовно контролю ЛОС.
- Директива 2004/42/ЕС про фарби.
- Директива 2004/107/ЕС щодо As, Cd, Hg, Ni та поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) у атмосферному повітрі.
- Директива 2008/50/ЕС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи.

Найголовнішим з цих документів є останній. Директива 2008/50/ЕС[1, 24] визначає загальні вимоги щодо контролю та оцінки якості атмосферного повітря і згідно з якою, Україна має ввести в дію на своїй території окремі її положення. Серед них, встановлення по всій території країни системи зон та агломерацій диференційованих за станом якості атмосферного повітря. При перевищенні ГДК будь-якої забруднюючої речовини, або при проєктованому підвищенні рівня концентрації однієї з речовин до незадовільного, створення плану дій для покращення стану якості повітря. Раніше така система в Україні не використовувалася, а екологічний менеджмент здійснювався на регіональній основі.

Директива також встановлює основні ГДК забруднюючих речовин для населених пунктів:

- для PM10 середньорічне ГДК – 40 мкг/м<sup>3</sup> , 24-годинне – 50 мкг/м<sup>3</sup>, не може перевищуватися більш ніж 35 разів протягом календарного року;
- для PM2,5 ГДК для етапу 1 – середньорічне – 25 мкг/м<sup>3</sup> ;
- для PM2,5 ГДК для етапу 2 – середньорічне – 20 мкг/м<sup>3</sup> ;
- для SO<sub>2</sub> погодинне ГДК – 350 мкг/м<sup>3</sup>, не може перевищуватися більш ніж 24 рази протягом календарного року; 24-годинне ГДК – 125 мкг/м<sup>3</sup>, не може перевищуватися більш ніж 3 рази протягом календарного року;
- для NO<sub>2</sub> середньорічне – 40 мкг/м<sup>3</sup> , погодинне ГДК – 200 мкг/м<sup>3</sup>, не може перевищуватися більш ніж 18 разів протягом календарного року;
- для свинцю середньорічне – 0,5 мкг/м<sup>3</sup>
- для бензолу середньорічне – 5 мкг/м<sup>3</sup> ;
- для СО граничне добове 8-годинне значення – 10мг/м<sup>3</sup>;
- для О<sub>3</sub> цільове значення – граничне добове 8-годинне значення – 120мкг/м<sup>3</sup>, не може перевищуватися більш ніж 25 днів протягом календарного року за 3 роки.

Також, разом з ГДК, Директива встановлює:

- правила оцінки якості атмосферного повітря (верхній і нижній порогови оцінки, вимірювання, моделювання, комбінування, цілі щодо якості даних);
- принципи підготовки місцевих, регіональних або національних планів поліпшення якості атмосферного повітря, у тому числі перелік відомостей, які мають бути включені, та короткострокових планів дій, включаючи їх докладний зміст;
  - принципи визначення зон та агломерацій;
  - звітність до Європейської Комісії про якість атмосферного повітря;
  - вимоги доступності інформації для громадськості [24].

### **1.5. Екологічна політика України у сфері охорони атмосфери**

Основним регулюючим органом у сфері охорони навколишнього середовища в Україні є Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів

України. Було утворене згідно постанови КМУ від 27 травня 2020 р. № 425 [33]. Міністерство займається питаннями у такій сфері:

- охорони природи,
- екологічної, радіаційної, біологічної і генетичної безпеки,
- рибного господарства та рибної промисловості,
- охорони, використання та відтворення водних біоресурсів,
- регулювання рибальства та безпеки мореплавства суден флоту рибного господарства,
- мисливства та лісового господарства.

Згідно із законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», метою національної екологічної політики є стабілізація і поліпшення стану навколишнього природного середовища України шляхом інтеграції екологічної політики до соціально-економічного розвитку України для гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я населення, впровадження екологічно збалансованої системи природокористування та збереження природних екосистем [26,42].

Зокрема про якість атмосферного повітря закон говорить, що основними чинниками, які впливають на погіршення якості атмосферного повітря в населених пунктах, провокують накопичення забруднюючих речовин у атмосфері, є невиконання норм екологічного законодавства та небажання впроваджувати екологічні інновації. Україна має посилити контроль за виконанням міжнародних угод у сфері охорони навколишнього природного середовища та поліпшення якості повітря задля зменшення негативного техногенного впливу на атмосферу та боротьби зі зміною клімату[18].

В Україні у 1992 році було прийнято Закон «Про охорону атмосферного повітря», але він не повністю відповідає вимогам до стану якості повітря, встановлених у Директиві ЄС 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи». Однією з ключових

складових забезпечення належної чистоти та якості повітря є система моніторингу стану якості повітря, який би включав у себе дослідження усіх основних забрудників, описаних у директиві ЄС (зокрема, пилу PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) [9]. Норматив якості атмосферного повітря – показник стану якості повітря, що визначає максимально допустимий вміст у повітрі забруднюючих речовин, при якому б не здійснювався негативний ефект на здоров'я населення та оточуюче середовище [19]. Якість атмосферного повітря – характеристика складу повітря, яка визначає рівень позитивного або негативного впливу повітря на людей, флору та фауну, а також на об'єкти, території і довкілля загалом. Для визначення впливу якості повітря на організм, проводиться дослідження рівня забруднення за показниками ГДК.

При довгостроковому контакті з забрудниками повітря може відбуватися їх поступова акумуляція у організмі людини, що може потягнути за собою негативні наслідки для певних органів чи організму взагалі. Другорядним фактором негативного впливу на довкілля у цілому є погіршення умов життя. У дослідженні стану якості атмосферного повітря розрізняють два показники ГДК – максимально разова (ГДК<sub>мр</sub>) і середньодобова (ГДК<sub>сд</sub>). Максимально разова ГДК (ГДК<sub>мр</sub>) – показник концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, який є безпечним для людини у загальному розумінні при разовому короткотривалому контакті. ГДК<sub>мр</sub> використовують при забезпеченні безпеки працівників на робочому місці.

Середньодобова ГДК (ГДК<sub>сд</sub>) – показник концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, який забезпечує недопущення негативного впливу на організм людини при пролонгованому щоденному контакті з забруднюючими речовинами. ГДК<sub>мр</sub> застосовують для оцінки стану якості повітря на територіях промислових підприємств, а ГДК<sub>сд</sub> – на селітебній території. Так як за застосуванням показники є різними, то і їх значення також відрізняються. Це обумовлюється тим, що для роботи на підприємстві, яке є джерелом викидів забруднюючих речовин, працівники проходять

регулярні медичні огляди, щоб упевнитися, що вони не знаходяться у групах ризику, пов'язаних з якістю повітря. Тому, показники ГДК<sub>мр</sub> більші, ніж ГДК<sub>сд</sub>. Також, керуючись ГДК, об'єкти-забрудники розраховують розміри гранично допустимих викидів (ГДВ) ЗР в атмосферу.

Зазвичай у різних країнах використовують два показники: ГДК та гранично допустиме екологічне навантаження (ГДЕН) на природні об'єкти.

## РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Об'єкт та предмет досліджень

**Об'єкт дослідження** – атмосферне повітря міста Суми.

**Предмет дослідження** – оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міста Суми за допомогою розрахунку індексів та показників забруднення.

Щоб оцінити рівень забруднення атмосферного повітря в м. Суми, потрібно звернути увагу на такі основні аспекти:

#### 1. Моніторинг та дані:

- Моніторингові станції: Перевірте дані з моніторингових станцій, які вимірюють концентрацію забруднюючих речовин в атмосфері. В Україні такі станції часто управляються екологічними службами або місцевими органами влади.

- Офіційні звіти: Ознайомтеся з офіційними звітами про якість повітря, які можуть публікуватися на сайтах міських адміністрацій або екологічних організацій.

#### 2. Основні забруднюючі речовини:

Основні забруднюючі речовини атмосферного повітря включають:

##### 1. Оксиди азоту (NO<sub>x</sub>)

- Оксид азоту (NO): Безбарвний газ, що утворюється під час горіння при високих температурах, таких як в автомобільних двигунах і промислових процесах.

- Діоксид азоту (NO<sub>2</sub>): Темний газ з характерним різким запахом, що утворюється внаслідок окислення оксиду азоту. Має вплив на здоров'я і може сприяти формуванню озону на поверхні.

##### 2. Оксиди сірки (SO<sub>x</sub>)

- Діоксид сірки ( $\text{SO}_2$ ): Газ, що викидається при спалюванні вугілля і нафти, а також у процесах металургії. Може викликати респіраторні захворювання і сприяти утворенню кислотних дощів.

### 3. Частки пилу (PM)

- PM10: Частки пилу діаметром до 10 мікрметрів, які можуть проникати в дихальні шляхи і викликати проблеми з диханням.

- PM2.5: Частки пилу діаметром до 2.5 мікрметрів, ще дрібніші, які можуть проникати в легені і навіть у кровотік, що робить їх особливо небезпечними для здоров'я.

### 4. Вуглекислий газ ( $\text{CO}_2$ )

- Газ, що утворюється при спалюванні органічних речовин (вугілля, нафти, природного газу). Має ключове значення у глобальному потеплінні та зміні клімату.

### 5. Озон ( $\text{O}_3$ )

- На поверхні: Озон на рівні землі (ground-level ozone) утворюється внаслідок реакції між оксидами азоту і летючими органічними сполуками під впливом сонячного світла. Він є основним компонентом смогу і може викликати респіраторні проблеми.

- В stratosphere: Стратосферний озон захищає Землю від ультрафіолетового випромінювання, але це не пов'язано з забрудненням на рівні поверхні.

### 6. Вуглекислий монооксид (CO)

- Безбарвний і без запаху газ, що утворюється під час неповного згоряння пального. Може заважати транспортуванню кисню в крові і викликати отруєння.

### 7. Летючі органічні сполуки (ЛОС)

- Включають різноманітні органічні хімічні сполуки, які випаровуються в атмосферу. Деякі з них можуть бути токсичними і сприяти утворенню озону на поверхні.

### 8. Амміак ( $\text{NH}_3$ )

- Викидається переважно від сільськогосподарських джерел, таких як гній і добрива. Може сприяти утворенню часток пилю та впливати на здоров'я.

### 3. Класифікація Рівнів Забруднення:

- Низький рівень забруднення: Концентрації забруднюючих речовин знаходяться в межах встановлених норм.

- Помірний рівень забруднення: Концентрації забруднюючих речовин близькі до верхньої межі норм, можливий незначний негативний вплив на здоров'я чутливих груп.

- Високий рівень забруднення: Концентрації забруднюючих речовин перевищують норми, може бути негативний вплив на здоров'я населення і екосистеми.

- Критичний рівень забруднення: Різке перевищення норм, серйозні ризики для здоров'я населення та екосистем, необхідність термінових заходів.

Рівні забруднення атмосферного повітря зазвичай класифікуються залежно від концентрації основних забруднюючих речовин і їх впливу на здоров'я населення та навколишнє середовище. Зазвичай використовують такі категорії для оцінки рівня забруднення:

#### 1. Рівні забруднення:

##### 1. Низький рівень забруднення (Good/Low)

Означення: Концентрації забруднюючих речовин знаходяться в межах безпечних для здоров'я людей і навколишнього середовища.

Значення: Як правило, забруднення не має значного впливу на здоров'я. Це може бути періоди з хорошими погодними умовами і низькою активністю джерел забруднення.

##### 2. Помірний рівень забруднення (Moderate)

Означення: Концентрації забруднюючих речовин близькі до верхньої межі встановлених норм, але не перевищують їх.

Значення: Може бути незначний вплив на здоров'я чутливих груп населення (наприклад, люди з хронічними захворюваннями). Загалом, ризики для більшості людей є невеликими.

### 3. Високий рівень забруднення (Unhealthy)

Означення: Концентрації забруднюючих речовин перевищують встановлені норми.

Значення: Може вплинути на здоров'я населення, викликаючи різні захворювання або погіршуючи існуючі хронічні стани. Рекомендується вжити заходів для захисту здоров'я, таких як обмеження часу на вулиці або використання засобів захисту.

### 4. Критичний рівень забруднення (Very Unhealthy / Hazardous)

Означення: Концентрації забруднюючих речовин значно перевищують норми, що може мати серйозні наслідки для здоров'я населення і навколишнього середовища.

Значення: Може призвести до серйозних здоров'я проблем у всіх групах населення. Необхідні термінові заходи для зменшення впливу забруднення, такі як обмеження зовнішньої активності і впровадження екстрених заходів.

## 2. Індекси якості повітря:

- Індекси якості повітря (Air Quality Index, AQI): Використовуються для спрощення представлення рівнів забруднення. AQI зазвичай включає категорії, такі як «Добрий», «Помірний», «Шкідливий для чутливих груп», «Шкідливий», і «Дуже шкідливий».

## 2.2. Умови проведення досліджень

Дослідження виконувалося у місті Суми, територія розташована на північному сході України в межах Хотінсько - Краснопільського фізико-географічного району Сумської лісостепової зони на берегах р. Псел, з правими притоками р. Сумка та р. Стрілка, які відносяться до басейну Дніпра (рис. 2.2.1).

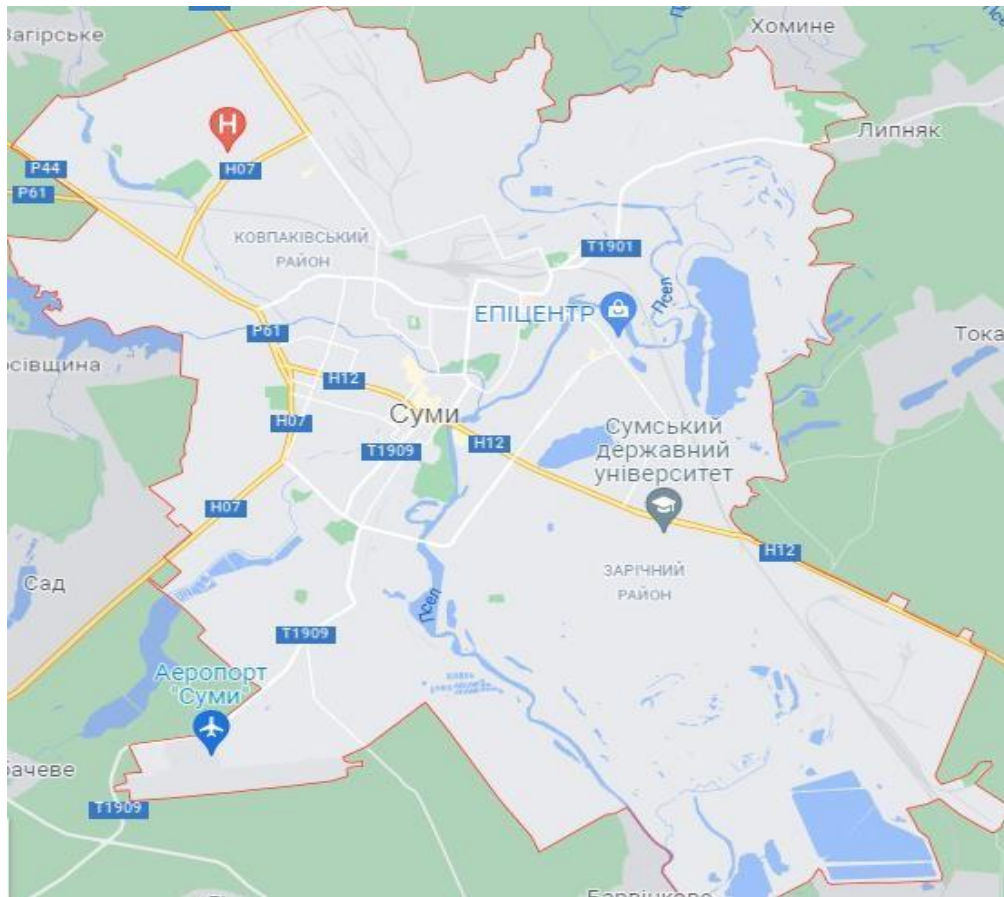


Рис. 2.2.1 Карта м. Суми

Місто Суми – центр багатогалузевого промислового вузла. На його базі сформувався Сумський промисловий вузол, основні галузі спеціалізації якого – машинобудування та металообробка, а також хімічна, харчова, легка та деревообробна промисловість. Усього на території міста функціонує 61 підприємство, що здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

У геоморфологічному відношенні територія являє собою прируслово-терасну заплаву річки Псел з перепадами висот біля 24 метрів. Переважаючі рівні висот прив'язані до притерасних територій і становлять 147,0 м, а мінімальні відмітки прив'язані до заплави – 124,0 м. Максимальні ухили поверхні до 15 % зафіксовані на крутих схилах річкової долини.

Клімат Сум помірно-континентальний, із м'якою зимою та теплим літом. Тривалість періоду з від'ємною середньодобовою температурою 115

діб. Середньорічна температура повітря  $+7,7^{\circ}\text{C}$ . Абсолютна мінімальна температура повітря  $-36^{\circ}\text{C}$ , абсолютна максимальна  $+40^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна кількість опадів – 556 мм/рік. Нормативна глибина сезонного промерзання становить: для глинистих ґрунтів – 1,2 м, для піщаних – 1,34 м. Зима холодна, середня температура найхолоднішого місяця – січня  $-5,1^{\circ}\text{C}$ , абсолютний мінімум температури повітря  $-36^{\circ}\text{C}$ . Літо тепле, середня температура найтеплішого місяця – липня  $+20,6^{\circ}\text{C}$ , абсолютний максимум температури повітря припадає на серпень –  $+40^{\circ}\text{C}$ . Середньорічна температура повітря становить  $+7,7^{\circ}\text{C}$  з коливаннями по роках у широких межах від  $+4,1^{\circ}\text{C}$  до  $+9,6^{\circ}\text{C}$ . Тривалість періоду без заморозків 171 день. Тривалість опалювального періоду – 192 доби. В останнє століття температура повітря в Сумах, так само як і в цілому на Землі, має тенденцію до підвищення. Протягом останніх 100 років середньорічна температура повітря підвищилася приблизно на  $1,5^{\circ}\text{C}$ .

У середньому за рік у Сумах випадає 556 мм атмосферних опадів, найменше – в лютому (33 мм), найбільше – в липні (73 мм).

Щороку в Сумах утворюється сніговий покрив, максимальна висота якого зазвичай спостерігається в лютому.

Відносна вологість повітря в середньому за рік становить 76 %, найменша вона у травні (64 %), найбільша – у грудні (88%). Найменша хмарність спостерігається в серпні, найбільша – у грудні.

Найбільшу повторюваність у місті мають вітри з півдня, найменшу – з півночі та північного сходу. Найбільша швидкість вітру – взимку, найменша – у липні-серпні. У лютому вона в середньому становить 4,4 м/с, у липні  $-2,9\text{ м/с}$ .

Для міста Суми характерні сірі ґрунти, здебільшого поширенні темно-сірі опідзолені ґрунти та чорноземи. На ґрунти впливають повітряні викиди ПАТ «Сумхімпром». Хімічні аналізи свідчать про те, що у зоні аеротехногенного забруднення, в результаті значних випадінь  $\text{SO}_2$  і  $\text{HF}$ , які розсіюються у вигляді «кислотних опадів», кислотно-лужні показники

змінюються у бік підкислення. Це характерно для обох типів ґрунтів. Також викиди кислотних опадів призводять до зменшення вмісту обмінних солей.

За відкритими даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського, складеними за результатами спостережень у 2020 році, місто Суми за комплексним індексом забруднення атмосферного повітря належить до міст із підвищеним рівнем забруднення (КІЗА = 6,1). Такий рівень забруднення міста обумовлений скупченістю виробничих підприємств, збільшенням кількості транспортних засобів та, як наслідок, значним техногенним навантаженням на територію.

Основний внесок у забруднення атмосферного повітря від стаціонарних джерел викидів промислових підприємств вносять ПАТ «Суміхімпром», ТОВ «Сумитеплоенерго», ПАТ «Сумське НВО», ДП «Завод обважнених бурильних та ведучих труб», ПАТ «Технологія» та інші.

Щорічно підприємствами міста скидається у водні об'єкти 16,97 млн.м<sup>3</sup> стічних вод, з них забруднених (недостатньо-очищених) – 16,53 млн.м<sup>3</sup>.

Основним джерелом забруднення ґрунтів у м. Суми є промислові відходи підприємств міста, у тому числі, викиди забруднюючих речовин стаціонарними та пересувними джерелами.

Вплив шумового забруднення – один із основних факторів, що впливає на здоров'я населення в містах. У місті Суми спостерігається чітка тенденція до його зростання. Основними джерелами шумового забруднення в місті є: автотранспорт, залізниця, підприємства. У місті Суми відсутня система вимірювання шуму, а при сучасному рівні навантаження на автошляхи, у тому числі використання застарілого устаткування та іншого виробничого обладнання, його рівень сягає до 70 дБА.

Загальна тенденція розвитку радіотехнічних засобів обумовлює підвищення забруднення електромагнітним випромінюванням (ЕМП) –

мобільний зв'язок, радіостанції, телеканали та ін. Наявність електромагнітного поля різноманітної якості у ноосфері зростає з катастрофічною швидкістю. Поля із частотою 50-60 Гц, які широко застосовуються у побуті, промисловості та засобах комунікацій, стали постійними супутниками людини на робочому місці, вулиці, вдома.

Зеленим насадженням належить провідна роль в екологічному оздоровленні міста. Вони безпосередньо формують характер міської селітебної зони, забезпечують відпочинок населення. На сьогоднішній день кількість насаджень загального користування з розрахунку на 1-го мешканця становить 30 м<sup>2</sup>. Для формування здорового оточуючого середовища у такому місті як Суми необхідно, щоб на одного мешканця припадало, як мінімум, 50 м<sup>2</sup> зелених насаджень (за даними Всесвітньої організації охорони здоров'я), тобто площа насаджень загального користування повинна становити не менше 1475 га. Таким чином, на даний час площа зелених насаджень загального користування є недостатньою та потребує збільшення.

Місто Суми один із провідних індустріальних центрів Північно-Східного регіону України. Нині тут зосереджена значна кількість промислових різногалузевих підприємств, виробнича діяльність яких забезпечується досить розвиненою інфраструктурою. У зв'язку з цим у місті спостерігаються практично всі екологічні проблеми індустріальних центрів.

### РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дана робота ґрунтується на результаті власних досліджень, проведених у різні періоди на території міста Суми. У роботі враховано різноманітні показники та властивості, які визначають рівень забруднення атмосфери, включаючи кількість транспортних засобів, витрати палива, вид палива та викиди CO<sub>2</sub>. Методи визначення цих параметрів детально описані.

Діюча в Україні мережа спостережень за забрудненням атмосферного повітря охоплює пости ручного відбору проб повітря й автоматизовані системи спостережень та контролю оточуючого середовища (АСКОС).

Проби для аналізу з постів ручного відбору передають в хімічні лабораторії. Пост спостережень може надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну (якщо він знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів) і контролювати джерела викидів (якщо він перебуває в зоні впливу джерел викидів). При їх розміщенні пріоритетними є житлові райони з найбільшою щільністю населення, де можливе перевищення встановлених порогових значень гігієнічних показників (ГДК).

Регулярні спостереження на стаціонарних постах здійснюються відповідно до однієї з чотирьох програм. Повна програма передбачає отримання інформації про разові та середньодобові концентрації щодня через безперервну реєстрацію з використанням автоматичних пристроїв або дискретно не менше ніж чотири рази на добу (о 1, 7, 13, 19 годині місцевого часу). Неповна програма передбачає щоденний відбір проб для визначення разових концентрацій о 7, 13 і 19 годині. Скорочена програма дозволяє отримувати інформацію про разові концентрації щодня о 7 і 13 годині, а добова програма передбачає вимірювання середньодобових концентрацій з безперервним відбором проб.

Скорочена програма спостережень може застосовуватися при температурі нижче -45 °С та у місцях, де середньомісячні концентрації забруднюючих речовин менші ніж 1/20 ГДК<sub>мр</sub>. Також дозволяється змінений

графік спостережень: о 7, 10, 13 годині у вівторок, четвер і суботу, а також о 16, 19, 22 годині в понеділок, середу і п'ятницю.

Під час відбору проб повітря також вимірюються метеорологічні параметри. Спостереження на маршрутних постах проводяться за повною, неповною та скороченою програмами.

На стаціонарних постах відбувається контроль основних забруднюючих речовин, таких як пил, CO, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, а також специфічних речовин, що характерні для промислових викидів у місті. На маршрутних постах здійснюється спостереження за специфічними забруднюючими речовинами, характерними для місцевих джерел викидів. Основні забруднюючі речовини контролюються за скороченою програмою. Одна специфічна домішка контролюється одночасно на 2–3 постах.

Під факелом проводяться спостереження за специфічними домішками, властивими викидам конкретного підприємства.

При дослідженні атмосферного забруднення важливо не лише визначати рівні концентрацій забруднюючих речовин по місту загалом, для чого використовуються стаціонарні та маршрутні пости. Якщо певне підприємство суттєво впливає на забруднення повітря, особливу увагу слід приділити підфакельним спостереженням. Важливо правильно встановити напрямок руху факела та вибрати місця для відбору проб. Якщо димовий факел не видно, його напрямок визначається за напрямком вітру на висоті викиду, запахом характерного інгредієнта досліджуваного джерела та видимими факелами інших джерел викидів.

Одним з основних елементів аналізу якості атмосферного повітря є відбір проб. Важливість його зумовлюється тим, що за неправильного відбору проб результати аналізу втрачають сенс. Проби повітря відбирають аспіраційним способом і способом заповнення посудин обмеженого об'єму. Для дослідження газоподібних домішок придатні обидва способи, а для дослідження аерозольних домішок і пилу – лише аспіраційний.

Аспіраційний спосіб відбору проб повітря. У результаті пропускання

повітря через поглинальний прилад відбувається концентрування аналізованої речовини в поглинальному середовищі. Для визначення концентрації речовини витрата повітря повинна становити десятки і сотні літрів за хвилину. Проби поділяють на разові (період відбору 20–30 хв) та середньодобові (не менше чотирьох проб через однакові проміжки часу протягом доби о 1-, 7-, 13- та 19-й годині). Найкращим способом отримання середньодобових значень є безперервний відбір проб повітря протягом 24 годин. Важливим елементом системи аспіраційного пробовідбору є поглинальні пристрої, призначені для вбирання газоподібних речовин, аерозолів і пилу. Відбір проб повітря способом заповнення посудин обмеженого об'єму. Використання способу зумовлено значною агресивністю хімічних речовин, які вловлюють з повітря поглинальні пристрої. Звичайні скляні ємності найчастіше використовують при відборі проб повітря для визначення оксиду вуглецю та інших газових домішок. Скляний посуд заповнюють аналізованим повітрям шляхом продування через посудину його 10-разового об'єму, після чого посудину закривають; за допомогою 32 вакуумного заповнення (з герметично закритих посудин повітря відкачується, їх відкривають у місці відбору проби і потім знов закривають); способом заміщення попередньо залитої в посудину інертної рідини повітрям (після виливання рідини посудину закривають).

Правильний відбір проби впливає на достовірність лабораторних визначень концентрації забруднюючої речовини в повітрі. У зв'язку з тим, що метеорологічні чинники зумовлюють перенесення і розсіювання шкідливих речовин в атмосферному повітрі, відбір проб повітря повинен супроводжуватися спостереженнями за димовими факелами джерел викидів і визначення таких метеорологічних параметрів, як швидкість і напрям вітру, температура і вологість повітря, атмосферні явища, стан погоди і підстилаючої поверхні. Результати спостережень записують у робочий журнал спостерігача, а оброблені результати – у книгу запису спостережень за забрудненням атмосферного повітря і метеорологічними елементами [20,

21, 42].

Основним критерієм якості атмосферного повітря є гранично допустимі концентрації, які затверджені Міністерством охорони здоров'я. Тому, для оцінки стану або ступеню забруднення атмосфери використовуються одиничні осереднені показники забруднення атмосфери, нормовані на ГДК відповідного періоду осереднення.

У цьому дослідженні було використано показники середньої концентрації домішок в повітрі ( $q_{cp}$ ), максимальної концентрації домішок в повітрі ( $q_m$ ), повторюваності концентрацій домішок в повітрі вище гранично допустимих концентрацій ( $g$ ) та повторюваності концентрацій домішок в повітрі вище 5 ГДК ( $g_1$ ).

Ці показники обрані для дослідження, оскільки вони дозволяють комплексно оцінити стан атмосферного повітря та рівень забруднення.

Середня концентрація домішок в повітрі ( $q_{cp}$ ) вимірюється у міліграмах на кубічний метр ( $mg/m^3$ ) і відображає середній рівень забруднювальних речовин у повітрі за певний період часу. Вона розраховується як середнє арифметичне значення концентрацій, зафіксованих під час регулярних вимірювань. Формула для розрахунку середньої концентрації:

$$q_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i$$

де  $q_i$  – концентрація домішки під час  $i$ -го вимірювання,  $n$  — загальна кількість вимірювань.

Середня концентрація домішок в повітрі ( $q_{cp}$ ) показує загальний рівень забруднення повітря протягом певного періоду і дозволяє оцінити тривале вплив забруднюючих речовин на здоров'я населення та екосистему.

Максимальна концентрація домішок в повітрі ( $q_m$ ) — це найвища концентрація забруднювальних речовин, зафіксована під час спостережень на стаціонарних постах моніторингу повітря. Вона також вимірюється у міліграмах на кубічний метр ( $mg/m^3$ ) і визначається як максимальне значення серед усіх проведених вимірювань.

Максимальна концентрація домішок в повітрі ( $q_m$ ) вказує на найвищі рівні забруднення, які можуть мати гострий вплив на здоров'я людей і навколишнє середовище, і допомагає ідентифікувати пікові моменти забруднення.

Повторюваність концентрацій домішок в повітрі вище гранично допустимих концентрацій (ГДК) відображає частоту випадків, коли концентрації забруднювальних речовин перевищують встановлені нормативи. Вона вимірюється у відсотках (%) і розраховується як відношення кількості вимірювань, при яких концентрації перевищують ГДК, до загальної кількості вимірювань. Формула для розрахунку:

$$g = \left( \frac{n_{ГДК}}{n} \right) \times 100\%$$

де  $n_{ГДК}$  – кількість вимірювань, при яких концентрація перевищує ГДК,  $n$  – загальна кількість вимірювань.

Повторюваність концентрацій домішок в повітрі вище 5 ГДК ( $g_1$ ) відображає частоту випадків, коли концентрації забруднювальних речовин перевищують 5-кратне значення гранично допустимої концентрації. Вона також вимірюється у відсотках (%) і розраховується як відношення кількості вимірювань, при яких концентрації перевищують 5 ГДК, до загальної кількості вимірювань.

Формула для розрахунку:

$$g_1 = \left( \frac{n_{5ГДК}}{n} \right) \times 100\%$$

де  $n_{5ГДК}$  – кількість вимірювань, при яких концентрація перевищує 5 ГДК,  $n$  – загальна кількість вимірювань.

Повторюваність концентрацій вище ГДК ( $g$ ) і повторюваність концентрацій вище 5 ГДК ( $g_1$ ) дозволяють оцінити, наскільки часто рівні забруднюючих речовин перевищують допустимі норми, що важливо для розуміння ризиків і необхідності вжиття заходів для зниження забруднення повітря.

Ці показники є важливими інструментами для моніторингу та управління якістю повітря, а також для розробки заходів щодо захисту здоров'я людей та охорони навколишнього середовища.

В Україні для аналізу рівня забруднення атмосферного повітря населених місць окремими домішками використовується індекс забруднення атмосфери – ІЗА ( $I$ ), що розраховується за формулою:

$$I = \left[ \frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right]^{C_i},$$

де  $q$  – середня концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

$C_i$  – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості  $i$ -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки [30].

Розрахунок індексу забруднення атмосфери засновано на припущенні, що на рівні ГДК усі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину, і при подальшому збільшенні концентрації ступінь їх шкідливості зростає з різною швидкістю, яка залежить від класу небезпеки речовини. Вважається, що при  $IЗА \leq 1$  якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Існує також інша характеристика рівня забруднення АП за  $I_5$ .

Величина  $I_5$  менше 2,5 відповідає чистій атмосфері;

від 2,5 до 7,5 – слабо забрудненій;

від 7,6 до 12,5 – забрудненій;

від 12,6 до 22,5 – сильно забрудненій;

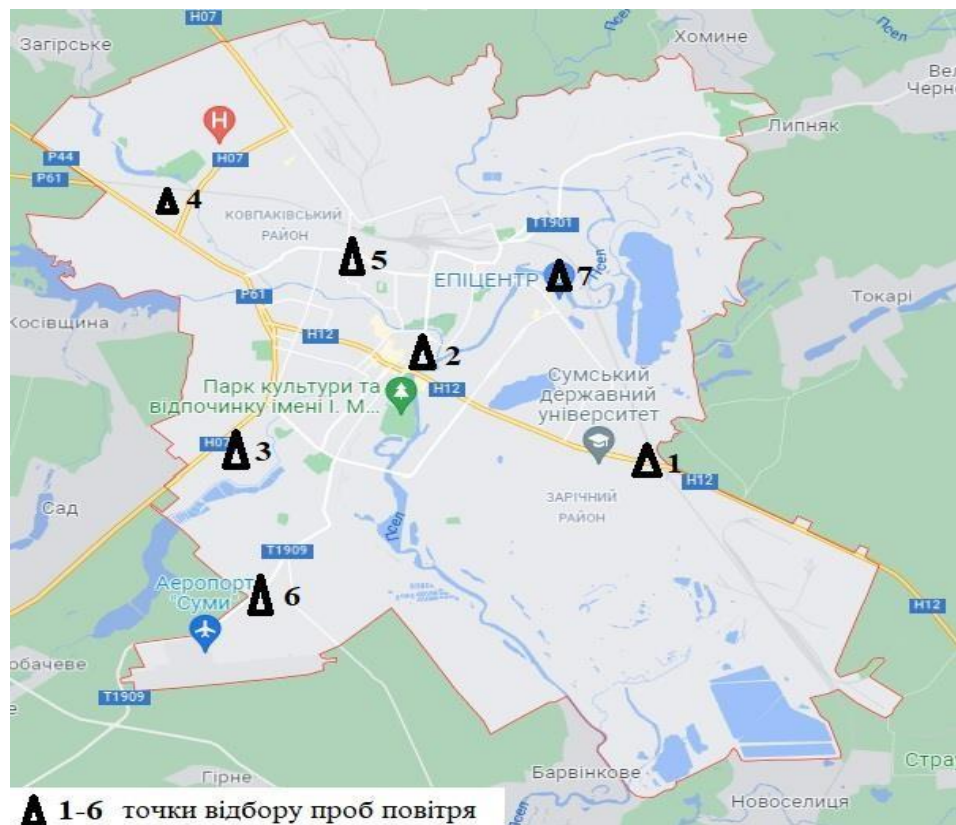
від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій;

більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері [30].

## РОЗДІЛ 4. МОНІТОРИНГ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. СУМИ

### 4.1. Оцінка якості атмосферного повітря в м. Суми

Нами було проведено вимірювання показників стану забруднення атмосферного повітря на 7 точках території міста Суми. Місця відбору проб для дослідження якості повітря у житлових зонах та впливу на нього основних автомагістралей, що наведено на карті-схемі рис. 4.1.1, а саме: точка 1 - вул. Харківська; точка 2 - центр міста вул. Героїв Сумщини; точка 3 - вул. Роменська; точка 4 - вул. Білопільський шлях; точка 5 - вул. Металургів; точка 6 - вул. Г. Кондратьєва; точка 7 - вул. Героїв Крут. Розташування визначених точок відбору проб представлені схематично у картографічному форматі GPS-навігатора (макромасштаб) та орієнтованих за компасом фотографіях оточуючої ділянки (мікромасштаб) і наведено на рис. 4.1.2, - 4.1.8.



**Рис. 4.1.1 Карта-схема розташування місць вимірювань рівня забруднення атмосферного повітря агломерації м. Суми**

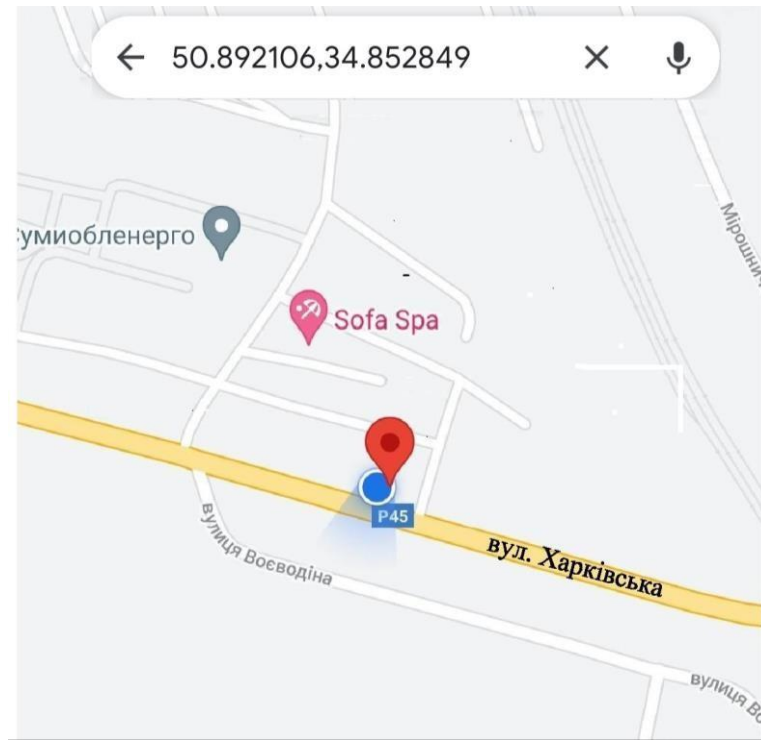


Рис. 4.1.2 Точка 1 - вул. Харківська

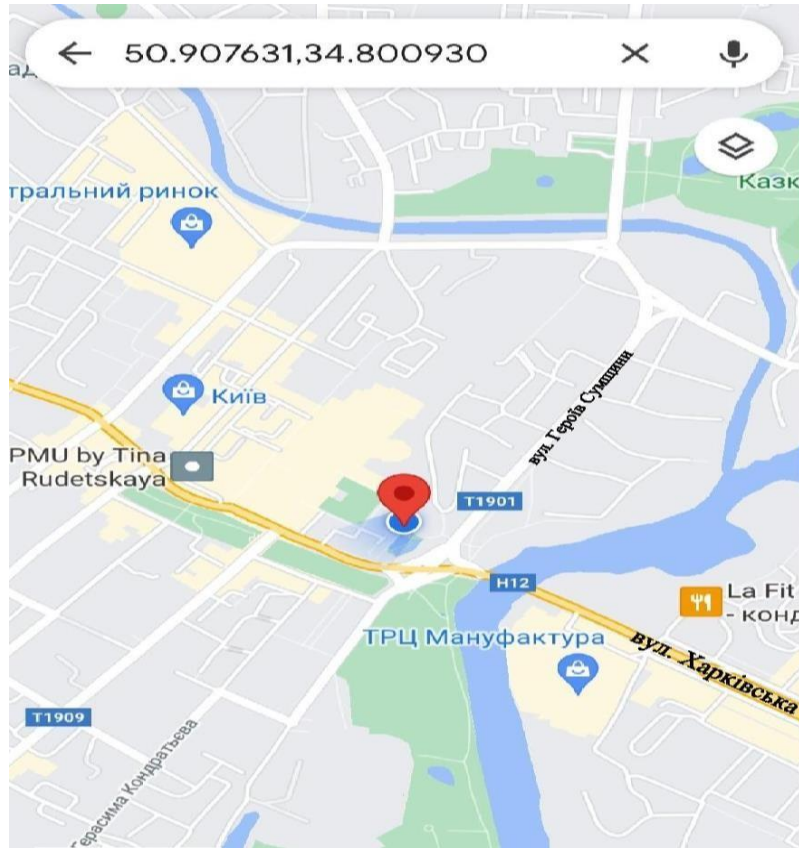


Рис. 4.1.3 Точка 2 - центр міста вул. Героїв Сумщини

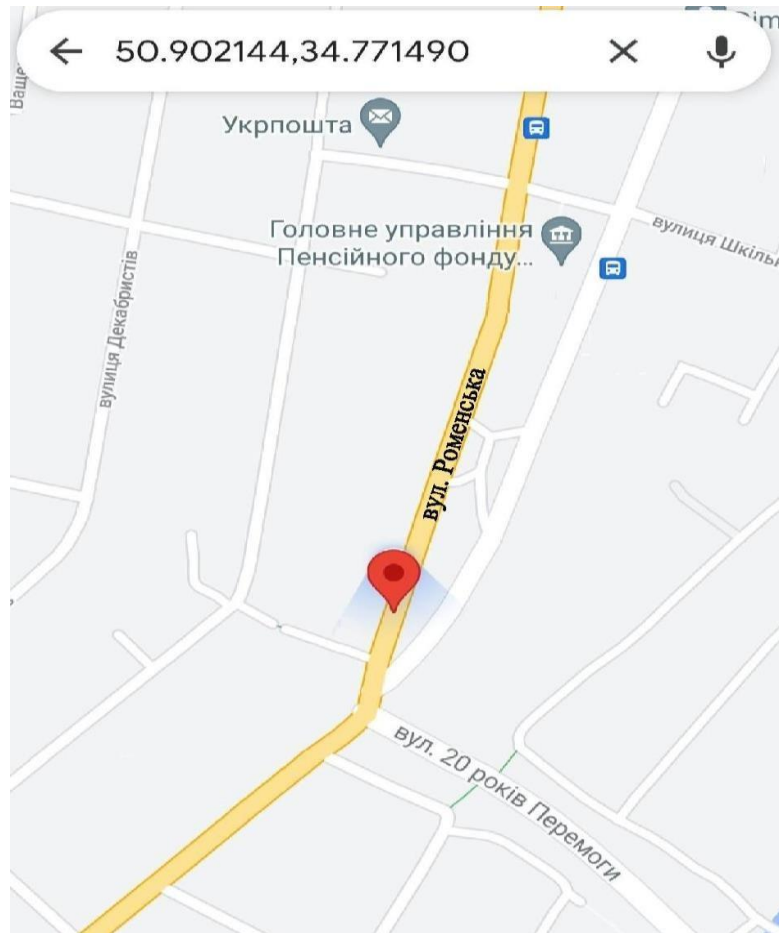


Рис. 4.1.4 Точка 3 - вул. Роменська

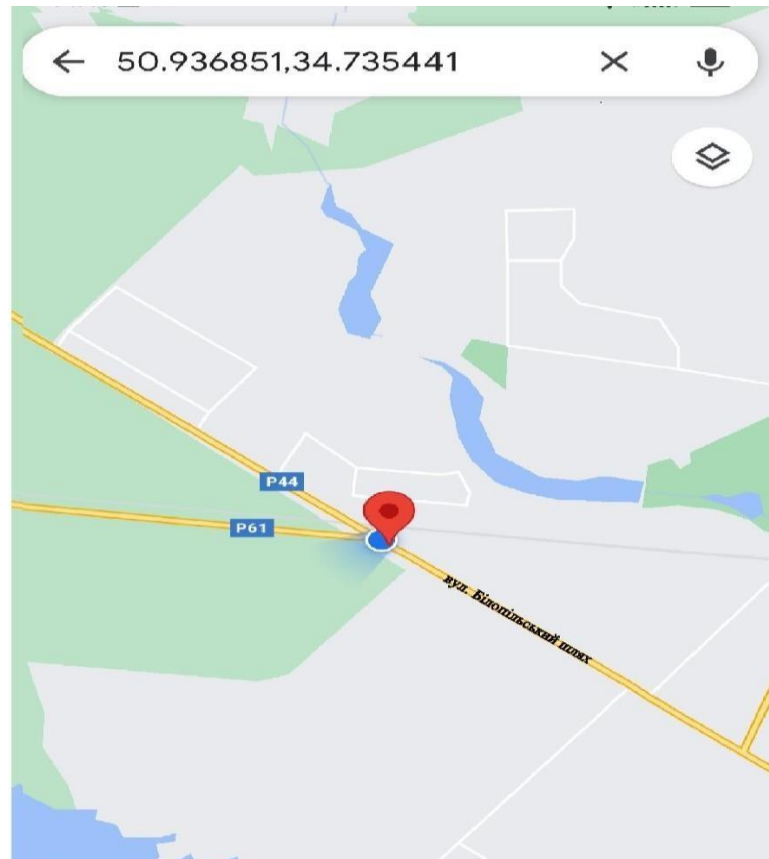


Рис. 4.1.5 Точка 4 - вул. Білопільський шлях

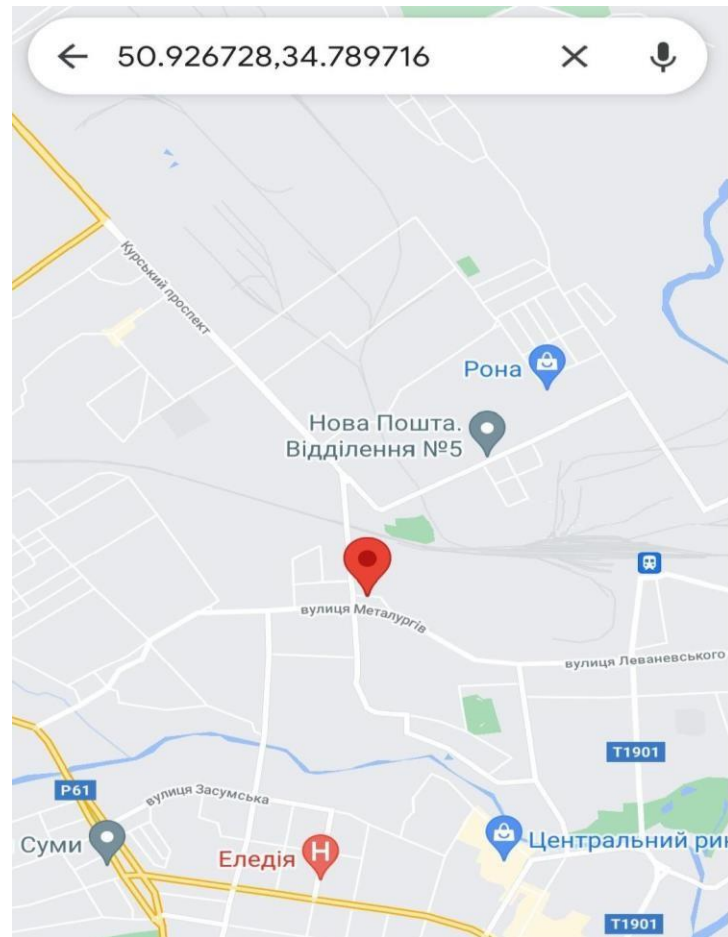


Рис. 4.1.6 Точка 5 - вул. Металургів

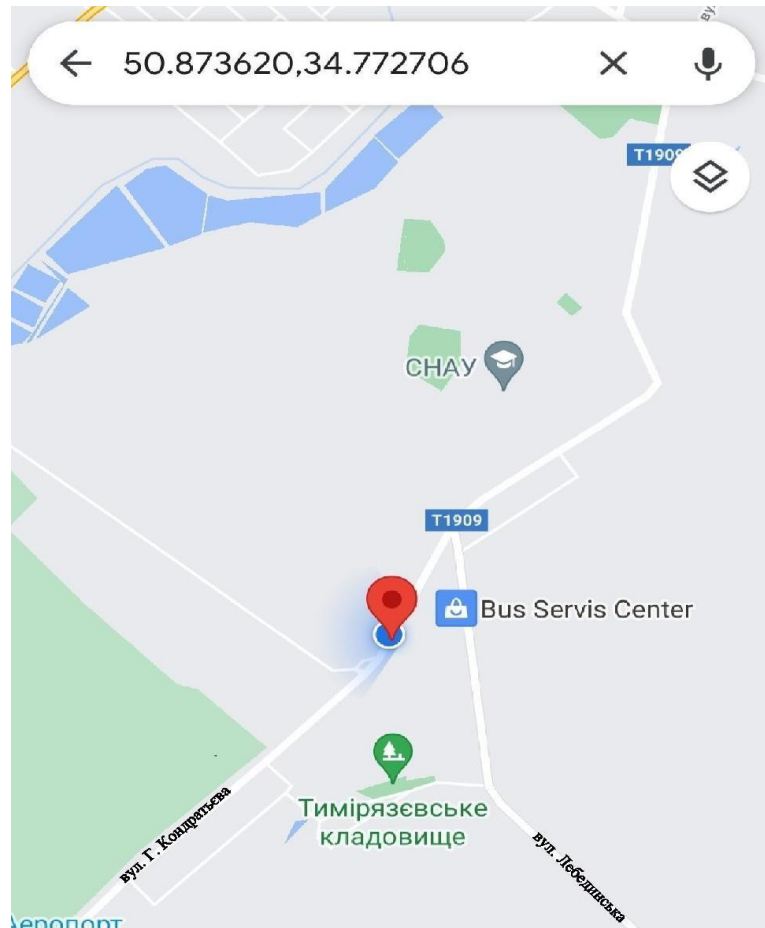


Рис. 4.1.7 Точка 6 - вул. Г. Кондратьєва

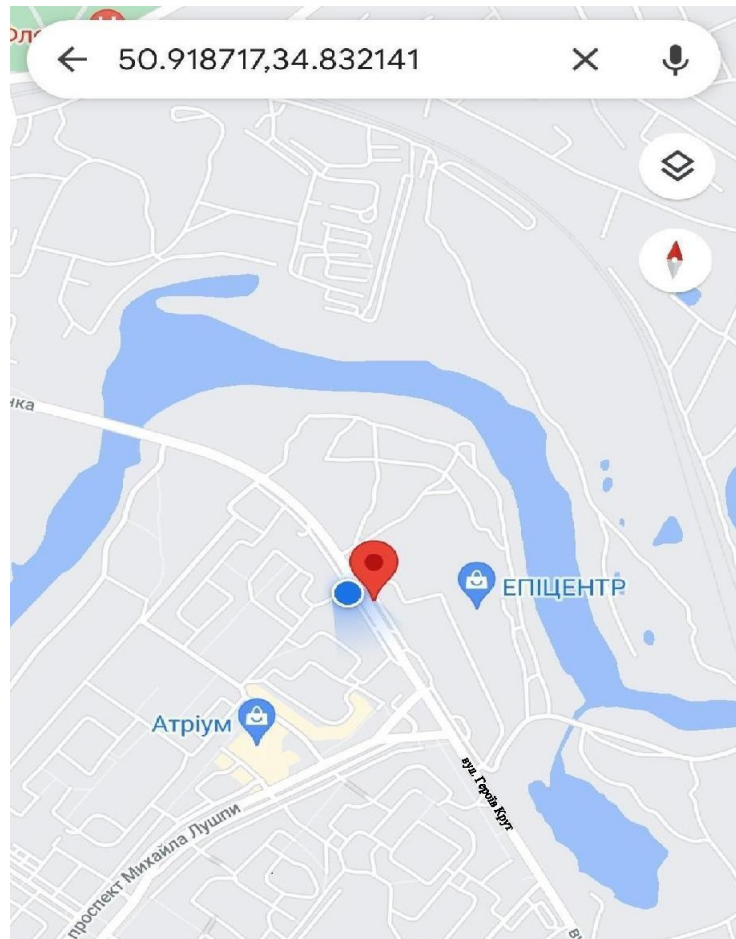


Рис. 4.1.8 Точка 7 - вул. Героїв Крут

Дослідження атмосферного повітря на вміст забруднюючих речовин проводились за допомогою п'ятикомпонентного газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5 (який використовується для вимірювання концентрацій забруднюючих речовин у вихлопних газах автотранспорту), цифрового термометра BARBECUE № 58 та барометр-анероїд.

Деталізовані дані про кількість спостережень за концентраціями домішок в повітрі наведені у таблиці 4.1.1. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря за пріоритетними домішками (пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту) характеризує рівень забруднення атмосфери як підвищений.

Аналіз вимірювань показав, що із загальної кількості відібраних проб в 15 виявлено що концентрації перевищували санітарні норми в атмосферному повітрі по діоксиду азоту та пилу в 2 рази. Інші сполуки, що визначались, на рівні або нижче санітарних норм.

Але в цілому варто відмітити, що у відібраних пробах атмосферного повітря вміст досліджених забруднюючих речовин не перевищує затверджених показників згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я України "Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць" від 14.01.2020 р. № 52.

Таблиця 4.1.1

## Результати моніторингу за станом атмосферного повітря м. Суми

Поглиначів та фільтрів	Точка відбору проб	Метеофактори						Час відбору, годин, хвилин		Назва досліджуваної речовини, інгредієнта	Результат дослідження концентрації в одиницях виміру		Прилади дослідження
		Атмосферний тиск, мм рт. ст.	Температура	Вологість, %	Вітер		Стан погоди	Початок	Кінець		Виявлена	ГДК	
					Напрямок	Швидкість, м/с							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<b>П1</b>	<b>Точка № 1 місто Суми, вул. Харківська</b>	759.0	15	50-60 %	південно-східний	8-9 м/с	мінлива хмарність			Азоту діоксид	0,034	<b>0,20</b>	П'ятикомпонентний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
<b>П2</b>											0,059	<b>0,20</b>	
<b>П3</b>											0,022	<b>0,20</b>	
<b>П4</b>											0,038	<b>0,20</b>	
<b>П5</b>											2,460	<b>5,00</b>	
<b>П6</b>											2,920	<b>5,00</b>	
<b>П7</b>					південно-східний	8-9 м/с	мінлива хмарність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	2,520	<b>5,00</b>	
<b>П8</b>											2,710	<b>5,00</b>	
<b>П9</b>											0,050	<b>0,50</b>	
<b>П10</b>					південно-східний	8-9 м/с	мінлива хмарність	17:00	18:00	Сірки діоксид	0,040	<b>0,50</b>	
<b>П11</b>											0,020	<b>0,50</b>	
<b>П12</b>											20:00	21:00	

Продовження таблиці 4.1.1

П1	Точка № 2 місто Суми центр міста, вул. Героїв Сумщини	759.0	16	50-60 %	південно- східний	8-9 м/с	мінлива хмар- ність	7:00	8:00	Азоту діоксид	0,027	<b>0,20</b>	П'ятикомпонен тний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
П2											0,046	<b>0,20</b>	
П3											0,038	<b>0,20</b>	
П4											0,035	<b>0,20</b>	
П5					південно- східний		мінлива хмар- ність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	1,790	<b>5,00</b>	
П6											1,940	<b>5,00</b>	
П7											1,980	<b>5,00</b>	
П8											1,910	<b>5,00</b>	
П9					південно- східний		мінлива хмар- ність	17:00	18:00	Сірки діоксид	0,010	<b>0,50</b>	
П10											0,010	<b>0,50</b>	
П11											0,010	<b>0,50</b>	
П12											0,010	<b>0,50</b>	
Ф1					південно- східний		мінлива хмар- ність	20:00	21:00	Пил (зважені речовини)	0,460	<b>0,50</b>	
Ф2	0,320	<b>0,50</b>											
Ф3	0,280	<b>0,50</b>											
Ф4	0,260	<b>0,50</b>											
П1	Точка № 3 місто Суми, вул. Роменська	757.4	17	50-60 %	південно- східний	8-9 м/с	мінлива хмар- ність	7:00	8:00	Азоту діоксид	0,099	<b>0,20</b>	П'ятикомпонен тний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
П2											0,138	<b>0,20</b>	
П3											0,117	<b>0,20</b>	
П4											0,091	<b>0,20</b>	
П5					південно- східний		мінлива хмар- ність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	2,080	<b>5,00</b>	
П6											1,930	<b>5,00</b>	
П7											2,190	<b>5,00</b>	
П8											2,170	<b>5,00</b>	
П9					південно- східний		мінлива хмар- ність	17:00	18:00	Сірки діоксид	0,010	<b>0,50</b>	
П10											0,030	<b>0,50</b>	
П11											0,030	<b>0,50</b>	
П12											0,020	<b>0,50</b>	

Продовження таблиці 4.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14
П1	Точка № 4 місто Суми, вул. Білопільський шлях	757.4	17	50-60 %	південно- східний	8-9 м/с	мінлива хмар- ність	7:00	8:00	Азоту діоксид	0,089	<b>0,20</b>	П'ятикомпонен тний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
П2											0,092	<b>0,20</b>	
П3											0,093	<b>0,20</b>	
П4											0,083	<b>0,20</b>	
П5					південно- східний		мінлива хмар- ність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	1,980	<b>5,00</b>	
П6											1,830	<b>5,00</b>	
П7											1,640	<b>5,00</b>	
П8											1,610	<b>5,00</b>	
П9					південно- східний		мінлива хмар- ність	17:00	18:00	Сірки діоксид	0,050	<b>0,50</b>	
П10											0,050	<b>0,50</b>	
П11											0,040	<b>0,50</b>	
П12											0,040	<b>0,50</b>	
П1	Точка № 5 місто Суми, вул. Металургів	757.4	16	50-60 %	південно- східний	8-9 м/с	мінлива хмар- ність	7:00	8:00	Азоту діоксид	0,049	<b>0,20</b>	П'ятикомпонен тний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
П2											0,055	<b>0,20</b>	
П3											0,054	<b>0,20</b>	
П4											0,051	<b>0,20</b>	
П5					південно- східний		мінлива хмар- ність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	2,180	<b>5,00</b>	
П6											1,900	<b>5,00</b>	
П7											1,700	<b>5,00</b>	
П8											1,750	<b>5,00</b>	
П9					південно- східний		мінлива хмар- ність	17:00	18:00	Сірки діоксид	0,040	<b>0,50</b>	
П10											0,050	<b>0,50</b>	
П11											0,060	<b>0,50</b>	
П12											0,060	<b>0,50</b>	

Продовження таблиці 4.1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	14
<b>П1</b>	<b>Точка № 6 місто Суми вул. Г.Кондратьєва</b>	756.4	15	50-60 %	південно- східний	8-9 м/с	мінлива хмар- ність	7:00	8:00	Азоту діоксид	0,042	<b>0,20</b>	П'ятикомпонен- тний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
<b>П2</b>											0,043	<b>0,20</b>	
<b>П3</b>											0,041	<b>0,20</b>	
<b>П4</b>											0,042	<b>0,20</b>	
<b>П5</b>					південно- східний		мінлива хмар- ність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	1,820	<b>5,00</b>	
<b>П6</b>											1,770	<b>5,00</b>	
<b>П7</b>											1,840	<b>5,00</b>	
<b>П8</b>											1,820	<b>5,00</b>	
<b>П9</b>					південно- східний		мінлива хмар- ність	17:00	18:00	Сірки діоксид	1,810	<b>5,00</b>	
<b>П10</b>											0,010	<b>0,50</b>	
<b>П11</b>											0,010	<b>0,50</b>	
<b>П12</b>											0,010	<b>0,50</b>	
<b>П1</b>	<b>Точка № 7 місто Суми, вул. Героїв Круг</b>	756.4	15	50-60 %	південно- східний	8-9 м/с	мінлива хмар- ність	7:00	8:00	Азоту діоксид	0,100	<b>0,20</b>	П'ятикомпонен- тний газоаналізатора ДОЗОР-С-М-5
<b>П2</b>											0,097	<b>0,20</b>	
<b>П3</b>											0,091	<b>0,20</b>	
<b>П4</b>											0,089	<b>0,20</b>	
<b>П5</b>					південно- східний		мінлива хмар- ність	11:00	12:00	Вуглецю оксид	1,540	<b>5,00</b>	
<b>П6</b>											1,580	<b>5,00</b>	
<b>П7</b>											1,560	<b>5,00</b>	
<b>П8</b>											1,540	<b>5,00</b>	
<b>П9</b>					південно- східний		мінлива хмар- ність	17:00	18:00	Сірки діоксид	0,060	<b>0,50</b>	
<b>П10</b>											0,070	<b>0,50</b>	
<b>П11</b>											0,060	<b>0,50</b>	
<b>П12</b>											0,060	<b>0,50</b>	

Також для проведення попередньої оцінки якості атмосферного повітря використовувались:

- статистичні дані Головного управління статистики у Сумській області;
- інформація ДУ «Сумський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України»
- інформація Сумського обласного центру з гідрометеорології
- інформація щодо розподілу концентрацій забруднюючих речовин у вигляді знімків з космосу (отримано за допомогою Google платформи Earth Engine (<https://arr55005.users.earthengine.app/view/no212gridmap>));

Оцінка якості повітря в м. Суми показує, що рівень забруднення є переважно помірним, з періодичними перевищеннями допустимих концентрацій деяких забруднювачів. Станом на червень 2024 року, індекс якості повітря (AQI) для дрібнодисперсного пилу PM2.5 становив 18, що відповідає доброму рівню і мінімальному впливу на здоров'я ([SaveEcoBot](#)).

Однак, за даними грудня 2023 року, середньомісячні концентрації діоксиду азоту перевищували санітарні норми в 1,8 рази, пилу – в 1,9 рази, а формальдегіду – в 1,2 рази. Аналіз проб на стаціонарних постах міста показав, що рівні забруднення перевищували гранично допустимі концентрації (ГДК) значно вище за норму. Наприклад, на пості №5 вулиці Металургів концентрація пилу перевищувала ГДК в 2,4 рази, діоксиду азоту – в 2,5 рази, формальдегіду – в 1,2 рази ([DEI Sumy](#)).

Порівняно з попереднім місяцем, забруднення повітря по діоксиду азоту, діоксиду сірки та формальдегіду збільшилося, тоді як по пилу зменшилося. Високих та екстремально високих рівнів забруднення в грудні 2023 року не зафіксовано ([DEI Sumy](#)) ([Sumska Finance](#)).

Основний вплив на забруднення атмосферного повітря від стаціонарних джерел викидів промислових підприємств мають ПАТ «Сумхімпром», ТОВ «Сумитеплоенерго», ПАТ «Сумське НВО», ДП «Завод обважнених

бурильних та ведучих труб», ПАТ «Технологія» та інші промислові підприємства, які здійснюють викиди в атмосферу великої кількості забруднювачів, таких як діоксид азоту, діоксид сірки, вуглекислий газ та тверді частинки.

Теплоелектростанції також є значним джерелом забруднення через спалювання викопного палива, що спричиняє викиди діоксиду сірки, оксидів азоту і дрібнодисперсного пилу.

Органом управління якістю атмосферного повітря на території агломерації Суми є Департамент фінансів, економіки та інвестицій Сумської міської ради, який займається реалізацією заходів, спрямованих на покращення якості атмосферного повітря та моніторингу його стану.

#### 4.2. Хімічний аналіз атмосферного повітря м. Суми

Також нами були вивчені дані Лабораторії спостережень за забрудненням атмосферного повітря (далі – ЛСЗА) Сумського ЦГМ всього було проаналізовано близько 324 спостережень за концентраціями шкідливих речовин.

Детальна характеристика забруднення атмосферного повітря по постах спостереження в м. Суми за 2023 рік знаходиться у таблиці 4.2.1.

Таблиця 4.2.1.

Характеристика забруднення атмосферного повітря по постах спостереження (ПСЗ) в м. Суми за 2023 рік

Домішка	№ ПСЗ по місту	n	q <sub>ср</sub>	q <sub>м</sub>	ġ	g <sub>1</sub>	m	ġ <sub>m</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пил		1850	0,3	0,9	3,2	0	0	
Діоксид сірки		3541	0,037	0,102	0	0	0	
Розчин.сульфати		618	0,02	0,05	-	-	-	
Оксид вуглецю		1850	2	6	0,1	0	0	
Діоксид азоту		3541	0,079	0,28	1,1	0	0	

Домішка	№ ПСЗ по місту	п	q <sub>ср</sub>	q <sub>м</sub>	g	g <sub>1</sub>	m	g <sub>m</sub>
Оксид азоту		1183	0,03	0,08	0	0	0	
Аміак		2366	0,015	0,03	0	0	0	
Формальдегід		1175	0,004	0,013	0	0	0	
Хром		24	0,01	0,02	0	-	-	
Марганець		24	0,02	0,04	0	-	-	
Нікель		24	0,02	0,09	0	-	-	
Мідь		24	0,02	0,07	0	-	-	
Цинк								
Свинець		24	0,01	0,03	0	-	-	
Залізо		24	0,44	1,04	0	-	-	

Де: q<sub>ср</sub> - середня концентрація домішок в повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

q<sub>м</sub> - максимальна концентрація домішок в повітрі, мг/м<sup>3</sup> із даних спостережень на стаціонарних постах;

g - повторюваність концентрацій домішок в повітрі вище гранично допустимих концентрацій, %;

g<sub>1</sub> - повторюваність концентрацій домішок в повітрі вище 5 ГДК, %;

n - кількість спостережень;

m - число випадків з концентрацією вище 10 ГДК;

С - стаціонарні пости;

П - маршрутні пости.

Таблиця 4.2.2.

### Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) за 2023 рік

Місто	ІЗА	Перелік пріоритетних домішок	Перелік галузей промисловості, підприємства, яких суттєво впливають на стан забруднення повітря
Суми	2,02	Пил	Автотранспорт, хімічна, машинобудівна галузі, виробництво будматеріалів
	0,74	Діоксид сірки	
	0,64	Оксид вуглецю	
	1,97	Діоксид азоту	
	1,41	Формальдегід	
<b>6,78</b>			

Індекс забруднення атмосферного повітря м. Суми розрахований за рік становить - 6,78.

Середній вміст в повітрі міста по пилу та діоксиду азоту дорівнював 2,0 ГДК, формальдегіду 1,3 ГДК.

Середній вміст інших інгредієнтів в атмосферному повітрі нижче санітарних норм.

Максимальні концентрації шкідливих домішок в повітрі міста досягали по пилу в 1,8 ГДК, діоксиду азоту 1,4 ГДК, оксиду вуглецю 1,2 ГДК.

На ПСЗ № 4 (вул. Харківська) у південній частині міста та на ПСЗ № 5 (вул. Металургів) у північній частині міста зафіксовано перевищення максимальної концентрації по діоксиду азоту в 1,1 та 1,4 ГДК відповідно.

На ПСЗ № 4 (вул. Харківська) та ПСЗ № 5 (вул. Металургів) було виявлено перевищення максимально разової концентрації по пилу в 1,8 рази.

Перевищення максимально разової концентрації по оксиду вуглецю в 1,2 ГДК виявлено на ПСЗ № 3 вул. Холодноярської бригади, 24.

На ПСЗ № 4 (вул. Харківська) в червні, виявлено випадок підвищення максимально разової концентрації по діоксиду сірки, але далекий до ГДК.

Збільшення середньомісячних концентрацій спостерігалось по пилу в лютому, червні, серпні, вересні, в інші місяці були майже однорідними; діоксиду сірки в березні, з травня по вересень; діоксиду азоту в березні, липні та серпні; оксиду вуглецю та розчинних сульфатах майже однорідні протягом року; формальдегіду в липні, серпні, а в інші місяці майже однорідними; аміаку з травня по вересень, а подальші місяці однорідні; оксиду азоту в березні та з червня по серпень.

За п'ятирічний період спостерігалось збільшення середнього рівня забруднення атмосферного повітря по діоксиду сірки, діоксиду азоту, хрому, нікелю, кадмію; зменшення по аміаку, мангану, міді, цинку, залізу.

По пилу, формальдегіду, оксиду вуглецю та розчинних сульфатах рівень забруднення знаходився на одному рівні

Високих та екстремально високих рівнів забруднення атмосферного повітря в м. Суми за звітний період не спостерігалось [15].

#### 4.3. Моніторинг стану атмосферного повітря м. Суми

За даними КП «Шляхрембуд» СМР протяжність автомобільних доріг по м. Сумиз 2019 по 2023 роки (табл. 4.2.1), в тому числі з твердим покриттям (км) складає:

Таблиця 4.3.1

Показник	2019	2020	2021	2022	2023
Протяжність автомобільних доріг	362,8	362,8	362,8	362,8	362,8
у т.ч. з твердим покриттям	361,9	361,9	361,9	361,9	361,9

Згідно з обліковими даними ЄДР ТЗ МВС України щодо реєстрації транспортних засобів у період з 2019 по 2023 роки, чисельність транспортних засобів відповідно до їх власності складає:

Таблиця 4.3.2

№	Показник	2019	2020	2021	2022	2023
1	Кількість зареєстрованих транспортних засобів	4238	4669	11075	14590	21839
2	Належать юридичним особам	538	563	995	1289	10101
3	Належать фізичним особам	3700	4106	10080	13301	11738

Спеціальні дослідження щодо розподілу концентрацій забруднюючих речовин вздовж доріг за попередні роки не проводились.

Попередня оцінка якості атмосферного повітря у м. Суми визначила

необхідність проведення вдосконалення існуючої системи моніторингу атмосферного повітря, зокрема створення автоматизованих постів спостереження, які мають функціонувати у режимі поточного часу (online), інформаційно-аналітичної системи даних, використання мобільної аналітичної лабораторії в проблемних місцях, проведення спостереження за усіма показниками згідно з вимогами постанови КМУ від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» (зі змінами).

## ВИСНОВОКИ

Мережа спостережень за станом атмосферного повітря в місті Суми є важливою складовою системи екологічного моніторингу, яка дозволяє вчасно виявляти перевищення допустимих рівнів забруднення та вживати відповідні заходи для їх зниження. Завдяки використанню сучасних технологій і систем моніторингу, мешканці міста можуть отримувати точну і актуальну інформацію про якість повітря, що сприяє підвищенню екологічної обізнаності та покращенню якості життя.

Для формулювання висновків щодо стану атмосферного повітря в м. Суми необхідно враховувати результати моніторингу та аналізу забруднюючих речовин, а також їхній вплив на здоров'я населення та навколишнє середовище. Нижче наведено орієнтовний перелік даних, проаналізувавши які можна прийти до певних висновків:

- **Наявність забруднюючих речовин:** аналіз рівнів основних забруднюючих речовин ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{O}_3$ ) допоможе визначити, які з них перевищують норми та в якій мірі.
- **Вплив на здоров'я:** якщо рівні забруднення перевищують встановлені норми, це може впливати на здоров'я населення, особливо на чутливі групи (діти, літні люди, люди з хронічними захворюваннями).
- **Транспорт:** викиди від автомобільного транспорту можуть бути значним джерелом забруднення, особливо в міських районах з інтенсивним рухом.
- **Промислові викиди:** оцінка впливу промислових об'єктів на якість повітря, що може включати викиди з заводів і електростанцій.
- **Будівельні роботи:** часто викликають підвищення рівня пилу в атмосфері, що впливає на якість повітря.

- Зміни в різні пори року: рівень забруднення може змінюватися в залежності від сезонів, наприклад, підвищення викидів в зимовий період через використання пального для опалення.

## **ПРОПОЗИЦІЇ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ**

Зменшення забруднення: розробка і впровадження заходів для зменшення викидів забруднюючих речовин, наприклад, покращення технологій очищення викидів, заохочення використання екологічних видів пального.

Політика і регулювання: установлення та контроль за дотриманням екологічних норм і стандартів для промисловості та транспорту.

Підвищення обізнаності: інформування населення про рівень забруднення та рекомендації для захисту здоров'я.

Регулярний моніторинг: для постійного контролю за якістю повітря і своєчасного вжиття заходів у разі підвищення забруднення.

Оновлення даних: актуалізація інформації про стан атмосферного повітря для коригування політики та заходів з покращення якості повітря.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Артемчук В. О., Білан Т. Р., Блінов І. В. Теоретичні та прикладні основи економічного, екологічного та технологічного функціонування об'єктів енергетики. Київ, 2017. 312 с.
2. Білявський, Г. О., Бутченко, Л. І., Навроцький, В. М. (2002). Основи екології: [Навчальний посібник]. К. : Лібра. – 352 с.
3. Бунякова Ю. Я. Загальна характеристика екологічного стану атмосфери по областях і промислових містах України. Вісник Одеського державного екологічного університету. 2013. Вип. 16. С. 12 – 18.
4. Гутаревич, Ю. Ф., Зеркалов, Д. В., Говорун, А. Г., Корпач, А. О., Мержиєвська, Л. П. (2008). Екологія та автомобільний транспорт: навч. посібн. К. : Вид-во "Арістей", вид. 2-ге, [перероб. та доп.].
5. Данилевич, Я. Б., Денисов, В. Я. (2005). Системні рішення проблем екологічної безпеки автотранспортного комплексу, як метод покращення екологічної ситуації у мегаполісах. Доп. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Автотранспорт: від екологічної політики до щоденної практики». К. : ЦУЛ.
6. Джигерей, В. С. (2006). Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. Посіб. К. : Т -во "Знання", 4-те вид., випр. 1 доп.
7. Джигирей, В. С. (2007). Екологія та охорона навколишнього природного середовища: [Навчальний посібник]. К.: Т-во «Знання». – С. 166-182.
8. Жидецький, В. Ц., Джигирей, В. С., Мельніков, О. В. (2000). Основи охорони праці. 2-ге, вид. стереотипне. Львів: Афіша.
9. Закон України "Про охорону навколишнього середовища» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>
10. Закон України «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#n14>

11. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
12. Запара, О. В., Литвиненко, Т. П. (2012). Екологія плюс: науково-промисловий екологічний журнал. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. №6. С. 29-29.
13. Затула, В. І. Забруднення атмосферного повітря м. Києва. Безпека
14. Звіт про результати діяльності Державної служби статистики: URL <https://ukrstat.gov.ua/zvit>
15. Злобін, Ю. А. (1998). Основи екології. К. : Вид-во "Лібра".
16. Клименко, М. О. (2006). Моніторинг довкілля: Підручник. Прищепа, А. М. К. : Видавничий центр «Академія».
17. Кобилянська, І. М., Кобилянський, О. В., Яблочников, С. Л. (2007). К 55 Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник. Вінниця.
18. Коваленко, Л. О. "Аналіз моніторингу забруднення атмосферного повітря". Проблеми розвитку міського середовища, Вип. № 2 (16) (2016): 168–77.
19. Корсак, К. В., Плахотнік, О. В. (2000). Основи екології. К. : Вид-во МАУП.
20. Кучерявий, В. П. (Львів). Екологія. Львів : Вид-во "Світ".
21. Методичні рекомендації та нормативні матеріали щодо нормування, обліку шкідливих викидів в атмосферу. Київ, 1990.
22. Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України «Про затвердження технологічних нормативів допустимих викидів забруднюючих речовин із теплосилових установок, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1110-08#Text>

23. Наказ МОЗ України «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>
24. Національна доповідь про стан навколишнього середовища в Україні. 1996. К.: Вид-во Раєвського, 1998. 96 с.
25. Некос, А. Н. (2012). Людина та довкілля. Проблеми неоекології. №1-2. Харків.
26. Носовський Т.А. Основи промислової екології. К: ІСДО, 1996. 80 с.
27. ОНД-86. Методика розрахунку концентрацій у повітрі атмосфери шкідливих речовин, що містяться в викидах підприємств. Л.Гидрометеоздат, 1987. 34 с.
28. Постанова «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», від 14 серпня 2019 р. № 827 [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>.
29. Постанова «Деякі питання оптимізації системи центральних органів виконавчої влади», від 27 травня 2020 р. № 425 [Електронний ресурс] // Кабінет Міністрів України. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.kmu.gov.ua/npas/deyaki-pitannya-optimizaciyi-sistemi-centralnih-organiv-vikonavchoyi-t270520>.
30. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>.
31. Постанова КМУ "Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря" URL: 35 <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF>

32. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник/ Жидецький В.С., Джигирей В.С., Сторожук В.М. та інші. Львів, 2000. 352 с.
33. Прежко, В. В. (1999). Екологічний словник: навч. посібник. Харків : Вид-во ХДАМГ.
34. Ткачук К.Н. Промислова екологія. К.: УМК ВО, 1992.-270 с.
35. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області за 2022 рік [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamku/ekologichnyj-monitoryng/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyshha-v-ukrayini/>.
36. Рішення Сумської міської ради «Про визначення органу управління якістю атмосферного повітря на території агломерації Суми» [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу:
37. Рішення Сумської міської ради «Про Програму державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації Суми» [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <https://finance.smr.gov.ua/55-stan-dovkillya-v-m-sumi>.
38. Розпорядженням міського голови від 11.03.2021 № 94-Р «Про утворення комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря на території агломерації Суми» [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу: <https://smr.gov.ua/images/documents/Rozporiadgennia/2021/03/94-R-11-03.docx>.
39. Сіпаков Р.В. Забруднення атмосфери: смоги та тумани у великих містах України // Екологічна безпека та природокористування. № 1–2 (23), 2017. С. 86-96
40. Сухарев, С.М. (2006). Основи екології та охорони довкілля. К. : Центр навчальної літератури. – 394 с.
41. Сучасні технології захисту атмосфери. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів екологічного профілю /Укл. Мартиненко С.А. Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 155 с.

42. Сучасні технології захисту атмосфери. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів екологічного профілю /Укл. Мартиненко С.А., Кропивницький: ЦНТУ, 2019. 155 с.
43. Урбанізоване навколишнє середовище: охорона природи та здоров'я людини. Рада Європи. Нац. Еколо. Центр. К., 1996. 234 с.
44. Фірсова, А. А. Вплив забруднення атмосфери на здоров'я людини.
45. Хижняк М.І., Нагорна А.М. Здоров'я людини та екологія. К.: Здоров'я, 1995. 232 с.
46. Чундак, С. Ю., Сухарева, О. Ю. (2006). К. : Центр навчальної літератури. – 394 с.
47. Щомісячний бюлетень забруднення атмосферного повітря міста Вінниці URL: <https://www.vmr.gov.ua/Branches/Lists/Ecology> 20
48. Яворська О.М. Джерела забруднення атмосфери, їх класифікація і наслідки // Науковий вісник. 2002. Вип. 12.3. С. 216-220.
49. "Air Pollution and Health" by Stephen T. Holgate, H. Ross Anderson, and Jonathan M. Samet «Забруднення повітря та здоров'я» Стівена Т. Холгейта, Г. Росса Андерсона та Джонатана М. Самета
50. "Air Pollution Control Technology Handbook" by Karl B. Schnelle Jr. and Charles A. Brown
51. "Air Pollution: Measurement, Modelling, and Mitigation" by Renate van der Zee and Frank de Leeuw «Забруднення повітря: вимірювання, моделювання та пом'якшення» Ренате ван дер Зі та Франка де Леу
52. "Air Pollution: Measurement, Modelling, and Mitigation" by Rene Van Grieken and Rainer Stern
53. "Air Pollution: Sources, Impact, and Control" by Kenneth W. Heinze «Забруднення повітря: джерела, вплив і контроль» Кеннета В. Гайнца
54. "Air Quality Management: A Global Perspective" by Anthony J. McMichael, Aaron Cohen, and Francesco Forastiere

55. "Air Quality, Fourth Edition" by Thad Godish «Якість повітря, четверте видання» Тада Годіша
56. "Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change" by John H. Seinfeld and Spyros N. Pandis «Атмосферна хімія та фізика: від забруднення повітря до зміни клімату» Джон Х. Сайнфельд і Спірос Н. Пандіс
57. "Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change" by John H. Seinfeld and Spyros N. Pandis
58. "Introduction to Atmospheric Chemistry" by Daniel J. Jacob «Вступ до хімії атмосфери» Деніела Дж. Джейкоба
59. "The Impact of Air Pollution on Respiratory Health and Disease" by Lisa G. Wood and Martin R. Miller
60. "Urban Air Pollution: Monitoring and Control Strategies" by Xavier Querol and Andrés Alastuey «Забруднення повітря в містах: стратегії моніторингу та контролю», автори Ксав'єр Квероль та Андрес Аластуей
61. SaveEcoBot. Єдиний в Україні екологічний чат-бот. URL: <https://www.saveecobot.com/maps/vinnytska-oblast>

# ДОДАТКИ



# Conference Proceedings

XIV International Science Conference  
«The latest opportunities for learning,  
broadcasting and social development»

April 08-10, 2024

Graz, Austria

## Продовження додатку А

THE LATEST OPPORTUNITIES FOR LEARNING, BROADCASTING AND SOCIAL  
DEVELOPMENT

## TABLE OF CONTENTS

ADVERTISING		
1.	Коляда-Березовська Т.Ф., Мешкала К. РЕКЛАМНЕ КОМУНІКУВАННЯ НА ЕТАПІ ГІБРИДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	12
AGRICULTURAL SCIENCES		
2.	Shubenko L., Shokh S., Pavlichenko A. LATERAL GROWTH OF CHERRY TREES DEPENDS ON STRENGTH OF GROWTH AND YIELD	17
ARCHITECTURE, CONSTRUCTION		
3.	Корнілова Л. ЦИФРОВІ МЕТОДИ В АРХІТЕКТУРНОМУ ПРОЄКТУВАННІ	19
4.	Процорова Ю.С., Войко Н.Ю. ПРИЙОМИ ЛАНДШАФТНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ПСИХОЕМОЦІЙНИЙ СТАН ВІДВІДУВАЧІВ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО КУЛЬТУРНО-ПІЗНАВАЛЬНОГО ПАРКУ "ЕМОЦІЙ" У М. ОДЕСА, УКРАЇНА	22
5.	Фостащенко О.М., Гондар С.О., Фостащенко Д.О. АРХІТЕКТУРНА СПАДЩИНА МЕНОНІТІВ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ	27
ART HISTORY		
6.	Небесник І.І. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ У СТВОРЕННІ ЛОГОТИПІВ	31
BIOLOGY		
7.	Gulmira B., Khalitova A., Popkova S. INTEGRATION OF BIOLOGY, PHYSICAL EDUCATION AND ART	36
8.	Зубцова І.В., Кайда О.Ю. СТАН ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МІСТІ СУМИ	41

## **СТАН ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МІСТІ СУМИ**

**Зубцова Інна Володимирівна,**  
Доцент кафедри екології та ботаніки  
Сумський національний аграрний університет

**Кайда Олександр Юрійович**  
Студент групи ЕКО 2301 м ВН,  
факультет «Агротехнологій та природокористування»,  
Сумський національний аграрний університет

Важливе значення для життя людей має забезпечення охорони атмосферного повітря – одного із основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища. Атмосферне повітря використовується як елемент природного середовища існування і як природна умова життя. До його складу входить ряд важливих компонентів (азот, аргон, криптон, ксенон та інші). Атмосферне повітря використовується і як природний резервуар для викидів забруднюючих речовин, основні споживачі атмосферного повітря виступають і його забруднювачами. Забруднення атмосферного повітря – це будь-яка зміна складу і властивостей повітря, що негативно впливає на здоров'я людей і тварин, стан рослинного покриву та екосистеми, та полягає у викиді в атмосферу хімічних речовин, твердих частинок і біологічних матеріалів, здатних викликати шкоду для людини та інших живих організмів. На сьогодні основними антропогенними забруднювачами повітря є різні галузі промисловості: теплоенергетика, підприємства металургійного комплексу, нафтовидобувна промисловість, нафтохімічна промисловість, автотранспорт та ін. Однією з основних причин забруднення атмосферного повітря є низький рівень оснащення джерел викидів пилогазоочисним обладнанням. Значно впливає на забруднення атмосфери відсутність установок по вловлюванню газоподібних сполук.

Лабораторія спостережень за забрудненням атмосферного повітря (далі – ЛСЗА) Сумського ЦГМ проводить систематичні спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Суми на трьох стаціонарних постах (далі – ПСЗ), які розташовані по вул. Холодноярської бригади, 26 (ПСЗ № 3); вул. Харківська, 125 (ПСЗ № 4); вул. Металургів, 2 (ПСЗ № 5). Спостереження проводяться згідно програми за 8 домішками (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, оксид азоту, розчинні сульфати, формальдегід, аміак), чотири рази на добу (01; 07; 13; 19 год.). На ПСЗ № 3 та ПСЗ № 5 проводиться відбір проб на важкі метали (кадмій, залізо, марганець, мідь, нікель, свинець, хром, цинк) та бенз/а/пірен. Аналіз проб на важкі метали виконує лабораторія Центральної геофізичної обсерваторії ім. Бориса Срезневського (ЦГО) м. Київ.

BIOLOGY  
THE LATEST OPPORTUNITIES FOR LEARNING, BROADCASTING AND SOCIAL  
DEVELOPMENT

У 2022 році відібрано і проаналізовано 13.162 проби атмосферного повітря. Середній вміст в повітрі міста по діоксиду азоту дорівнював 1,8 ГДК, пилу 2,0 ГДК та формальдегіду 1,3 ГДК. Середній вміст інших інгредієнтів в атмосферному повітрі нижче санітарних норм. Максимальні концентрації шкідливих домішок в повітрі міста досягали по пилу в 1,8 ГДК, діоксиду азоту 1,1 ГДК, оксиду вуглецю 1,4 ГДК. На ПСЗ № 5 у північній частині міста та на ПСЗ № 4 в південній частині міста, зафіксовано перевищення максимальної концентрації по діоксиду азоту в 1,2 ГДК.

На ПСЗ № 5 було виявлено перевищення максимально разової концентрації по пилу в 1,8 рази. Перевищення максимально разової концентрації по оксиду вуглецю в 1,2 ГДК виявлено на ПСЗ № 5, а на ПСЗ № 3 та ПСЗ № 4 в 1,4 рази. На ПСЗ № 4 в серпні, виявлено випадок підвищення максимально разової концентрації по діоксиду сірки, що є значно нижче ГДК. У 2022 році збільшення середньомісячних концентрацій спостерігалось по пилу в травні, червні, вересні, жовтні в інші місяці були майже однорідними; діоксиду сірки в лютому, з травня по серпень та листопаді; діоксиду азоту в березні та травні; формальдегіду в червні, серпні, а подальші місяці однорідні; оксиду азоту в березні та з червня по серпень; аміаку з червня по серпень; оксиду вуглецю в жовтні, а в інші місяці майже однорідні; розчинених сульфатах в червні. За період з 2018 по 2022 роки спостерігалось збільшення середнього рівня забруднення атмосферного повітря по пилу, діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду азоту, хрому, нікелю, міді, залізу, кадмію; а зменшення по аміаку, марганцю, свинцю, цинку. По оксиду вуглецю, розчинних сульфатах, формальдегіду рівень забруднення знаходився на одному рівні.

Розрахунки середнього рівня забруднення атмосферного повітря за 5 років (2018-2022 роки) по м. Суми з бенз/а/пірену не виконувалися, лабораторні дослідження в 2022 році не проводились, через ліквідацію Донецької регіональної лабораторії по визначенню забруднення атмосфери. Індекс забруднення атмосферного повітря по м. Суми становить 6,8 та характеризується як підвищений, по Україні (6,69). Високих та екстремально високих рівнів забруднення атмосферного повітря по м. Суми за 2022 рік не зафіксовано.

Департаментом фінансів, економіки та інвестицій Сумської міської ради розроблено Програму державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації «Суми» (далі – Програма) та погоджено на Міжвідомчій комісії з питань здійснення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря 05.05.2022. Заходами Програми заплановано на 2022-2025 роки вдосконалення наявних мереж спостереження за якістю атмосферного повітря, зокрема модернізація системи моніторингу атмосферного повітря агломерації «Суми», проектування та створення програмно-аналітичного комплексу з моніторингу якості атмосферного повітря. Планується оновлення наявної системи моніторингу, а саме: облаштування 3 нових індикативних постів спостережень за станом атмосферного повітря, на базі постів Сумського обласного центру з гідрометеорології, що дасть змогу вести спостереження в режимі онлайн. Для проведення спостережень за станом атмосферного повітря у місцях, де відсутні

BIOLOGY  
THE LATEST OPPORTUNITIES FOR LEARNING, BROADCASTING AND SOCIAL  
DEVELOPMENT

стаціонарні пости, але є вплив промислових об'єктів, необхідно використовувати маршрутні пости спостережень (фіксовані точки), на яких мають проводитись спостереження за допомогою мобільної аналітичної лабораторії.

**Список літератури:**

1. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні [Електронний ресурс]. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Режим доступу: <https://mepr.gov.ua/diyalnist/napryamky/ekologichnyj-monitoring/regionalni-dopovidi-pro-stan-navkolyshnogo-seredovyshha-v-ukrayini/>
2. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [Електронний ресурс]. Верховна Рада України. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
3. Інформаційна довідка про стан атмосферного повітря [Електронний ресурс]. Департамент фінансів, економіки та інвестицій Сумської міської ради. Режим доступу: <https://finance.smr.gov.ua/55-stan-dovkillya-v-m-sumi>
4. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [Електронний ресурс]. Верховна Рада України. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>
5. Програма державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря агломерації Суми [Електронний ресурс]. Департамент фінансів, економіки та інвестицій Сумської міської ради. Режим доступу: <https://finance.smr.gov.ua/55-stan-dovkillya-v-m-sumi>

## ДОДАТОК Б

## Рекомендована форма самооцінювання кваліфікаційної роботи здобувачем

Критерій	Рівень			Коментар
Огляд літератури побудовано навколо основної проблеми, використано найактуальніші сучасні дослідження за темою, чітко відображено зв'язок між завданнями, поставленими в роботі, та попередніми дослідженнями			+	
			+	
			+	
Надана конкретна та точна інформація про методи та дані (кількість, температура, тривалість, послідовність, умови, розташування, розміри тощо), методи пов'язані з іншими дослідженнями.			+	
			+	
			+	
Наведено конкретні результати з поясненнями та аналізом, порівняння з результатами інших досліджень, показано чіткий зв'язок проблеми з отриманими результатами			+	
			+	
Надано пропозиції щодо удосконалення, що підкріплено відповідними обґрунтуваннями (прогноз, модель тощо)		+		
		+		
Висновки містять зв'язок з найважливішими аспектами попередніх розділів, підсумок ключових результатів, продемонстровано зв'язок між цією роботою та наявними дослідженнями зосереджена увага на суттєвих результатах, зазначено їх можливе застосування; подано обмеження, на які слід спрямувати майбутні дослідження.			+	
			+	
			+	
Перелік посилань є повним та достатнім для вирішення завдань дослідження			+	
			+	
			+	
Робота оформлена повністю відповідно до вимог			+	
			+	
			+	
Робота не містить друкарських та граматичних помилок		+		
		+		

Підтверджую, що робота виконана мною самостійно, не містить академічного плагіату. Зокрема, у моїй роботі немає запозичення текстів, ідей чи розробок, результатів досліджень інших авторів без посилань на них, у тому числі буквального перекладу з іноземних мов чи перефразування, що видаються за свій текст, вирваних із контексту тверджень, цитат без лапок, фабрикації (вигаданих) даних чи фальсифікації (вигаданих і модифікованих на догоду бажаному висновку) результатів досліджень.

12.08.2024 р.

Кайда О. Ю.

**Декларація академічної доброчесності**

Я, Кайда Олександр Юрійович, студент групи ЕКО 2301 м ВН Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформований, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи повинен буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету. Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

15.09.2023р.

\_\_\_\_\_ Кайда О. Ю.