

**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 першим рівнем вищої освіти

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

Виконала

Заїка Д.С.

(підпис)

Група:

ЕКО 2001

Науковий керівник

Новікова А.В.

(підпис)

Суми – 2024

АНОТАЦІЯ

Заїка Д.С. «Аналіз моніторингових даних забруднення атмосферного повітря міста Суми». Кваліфікаційна робота освітнього рівня – бакалавр, на правах рукопису. Спеціальність – 101 Екологія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2024.

У кваліфікаційній роботі проведено комплексне дослідження стану атмосферного повітря в місті Суми протягом 2021-2023 років на основі аналізу моніторингових даних Сумського обласного центру з гідрометеорології. Розглянуто основні забруднюючі речовини атмосферного повітря, за якими здійснюється моніторинг у місті Суми, їх джерела надходження та вплив на здоров'я людей і довкілля.

Проаналізовано: динаміку концентрацій забруднюючих домішок в атмосферному повітрі міста; динаміку індексу забруднення атмосфери (ІЗА) в місті Суми протягом досліджуваного періоду; основні забруднюючі речовини атмосферного повітря, їх джерела надходження та вплив на довкілля і здоров'я людей. Розглянуто організацію спостережень за атмосферним повітрям, етапи моніторингу та структуру системи спостережень.

За допомогою програмного пакету STATISTICA проведено статистичний аналіз моніторингових даних, зокрема, застосовано однофакторний дисперсійний аналіз для оцінки взаємозв'язку середніх та максимальних концентрацій забруднюючих домішок в атмосферному повітрі за досліджуваними роками.

На основі отриманих результатів розроблено рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу якості атмосферного повітря.

Ключові слова: атмосферне повітря, забруднення, моніторинг, концентрація, якість повітря, індекс забруднення атмосфери, статистичний аналіз, гранично допустимі концентрації, екологічна безпека.

ABSTRACT

Zaika D.S. "Analysis of Monitoring Data on Air Pollution in Sumy City". Qualification thesis for the Bachelor's degree, manuscript copyright. Specialty - 101 Ecology. - Sumy National Agrarian University. - Sumy, 2024.

The qualification thesis presents a comprehensive study of the state of atmospheric air in Sumy city during 2021-2023, based on the analysis of monitoring data from the Sumy Regional Center for Hydrometeorology. The main pollutants of atmospheric air, which are monitored in Sumy city, their sources, and their impact on human health and the environment are considered.

The following aspects are analyzed: the dynamics of pollutant concentrations in the atmospheric air of the city; the dynamics of the air pollution index (API) in Sumy city during the studied period; the main pollutants of atmospheric air, their sources, and their impact on the environment and human health. The organization of atmospheric air observations, monitoring stages, and the structure of the observation system are examined.

Using the STATISTICA software package, a statistical analysis of the monitoring data was conducted, in particular, one-way analysis of variance (ANOVA) was applied to assess the relationship between the average and maximum concentrations of pollutants in the atmospheric air for the studied years.

Based on the obtained results, recommendations for improving the air quality monitoring system have been developed.

Keywords: atmospheric air, pollution, monitoring, concentration, air quality, air pollution index, statistical analysis, maximum permissible concentrations, environmental safety.

ЗМІСТ	стор.
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА, ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР ДЛЯ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ (Огляд літератури).....	9
1.1. Основні домішки – забруднювачі атмосферного повітря, по яким здійснюється моніторинг в місті Суми.....	10
1.2. Організація спостережень за атмосферним повітрям – етапи моніторингу.....	15
1.3. Система спостережень і система контролю моніторингу атмосферного повітря.....	17
1.4. Вплив війни на якість атмосферного повітря міста Суми.....	18
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	22
2.1. Об’єкт та предмет досліджень.....	22
2.2. Умови проведення досліджень.....	23
2.3. Пункти спостережень за станом атмосферного повітря в місті Суми.....	26
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	30
3.1. Мережа спостережень та методи відбору проб повітря.....	30
3.2. Інтегральний показник забруднення атмосфери та його розрахунок.....	31
РОЗДІЛ 4. АНАЛІЗ МОНІТОРИНГОВИХ ДАНИХ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСТІ СУМИ ЗА 2021 - 2023 РОКИ.....	33
4.1. Основна характеристика забруднень атмосферного повітря у 2021-2023 роках.....	33
4.2. Статистичний аналіз моніторингових даних.....	37
4.3. Аналіз індексу забруднення атмосфери у місті Суми за досліджуваний період.....	48
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	56
ДОДАТКИ.....	62

ВСТУП

Актуальність теми. Моніторинг атмосферного повітря має наукове значення, особливо в контексті сучасних екологічних викликів. Систематичний збір даних про склад і якість атмосферного повітря проводиться з метою подальшого аналізу, моніторингу змін і впливу на здоров'я людей та стан екосистем.

Міське середовище є особливим, з точки зору якості повітря, через інтенсивність транспортних потоків, промисловість та побутові джерела забруднення. Моніторинг дозволяє зрозуміти специфічні аспекти цього забруднення та його вплив на міське населення.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є оцінка стану та якості атмосферного повітря в місті Суми за останні роки шляхом аналізу моніторингових даних та виконань поставлених завдань.

Основні завдання дослідження:

- проаналізувати основні забруднюючі речовини атмосферного повітря, за якими здійснюється моніторинг у місті Суми, їх джерела надходження та вплив на здоров'я людей і довкілля;
- дослідити організацію спостережень за атмосферним повітрям у місті Суми, етапи моніторингу та структуру системи спостережень;
- оцінити вплив військових дій на якість атмосферного повітря міста Суми;
- охарактеризувати об'єкт та предмет досліджень, навести інформацію про розташування та особливості пунктів спостережень за станом атмосферного повітря в місті Суми;
- описати методiku проведення досліджень, зокрема, мережу спостережень, методи відбору проб повітря та розрахунок інтегрального показника забруднення атмосфери;
- проаналізувати моніторингові дані щодо концентрацій основних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Суми протягом 2021-2023 років;

- виявити перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин, проаналізувати їх динаміку та просторовий розподіл по місту;
- встановити сезонні особливості забруднення атмосферного повітря в місті Суми;
- провести статистичний аналіз моніторингових даних з використанням програмного пакету STATISTICA;
- розробити рекомендації щодо поліпшення якості атмосферного повітря в місті Суми на основі отриманих результатів дослідження;
- зробити висновки по результатам досліджень;

Методи досліджень. При виконанні роботи використовувалися наступні методи:

- аналітичні (аналіз: літературних джерел, складу атмосферного повітря, джерел забруднення, потенційних наслідків забруднення атмосферного повітря для здоров'я населення та навколишнього середовища);
- статистичні (методи аналізу статистичних даних, виявлення закономірностей і взаємозв'язків між забруднювачами);
- порівняльні (порівняння отриманих результатів вимірювань забруднюючих речовин);
- індукційні (виявлення загальних тенденцій та закономірностей у змінах концентрацій забруднюючих речовин на основі аналізу окремих даних моніторингу);

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що вони можуть бути підґрунтям для розробки стратегій по зменшенню забруднення та покращення якості повітря з метою забезпечення здоров'я населення та екологічної стійкості міста.

Особистий внесок здобувача

- систематизовані та проаналізовані літературні джерела за темою роботи;
- здійснений комплексний аналіз моніторингових даних щодо стану атмосферного повітря в місті Суми за період 2021-2023 років, наданих Сумським обласним центром з гідрометеорології;

- систематизовано та узагальнено інформацію про основні забруднюючі речовини атмосферного повітря, їх джерела надходження та вплив на здоров'я людей і довкілля;
- проведено статистичний аналіз моніторингових даних з використанням програмного пакету STATISTICA;
- розроблено рекомендації щодо поліпшення якості атмосферного повітря в місті Суми;
- сформульовано висновки за результатами проведеного дослідження, які відображають основні закономірності та тенденції забруднення атмосферного повітря в місті Суми протягом 2021-2023 років;

Апробація результатів роботи

Публікації. Результати за темою дипломної роботи викладено у публікаціях:

Заїка Д.С. Аналіз даних моніторингу атмосферного повітря в м. Суми / Д.С. Заїка. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (25-28 квітня 2023 р.). – Суми, 2023. – С. 32.

Заїка Д.С. Огляд індексу забруднення атмосфери та середніх концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Суми за 2021-2023 роки / Д.С. Заїка. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.). – Суми, 2024. – С. 47.

Заїка Д.С. Нормативно – правові засади охорони атмосферного повітря шляхом нормування якості (на прикладі Сумської області) / Д.С. Заїка, В.В. Гриб. Матеріали науково-практичної конференції викладачів, аспірантів та студентів Сумського НАУ (14-16 травня 2024 р.). – Суми, 2024. – С. 48.

Структура та обсяг роботи

Дипломна робота викладена на 62 сторінках і складається зі вступу, 4 розділів, висновків, пропозицій, списку використаних джерел, додатків. Містить 5 Таблиць, 21 Рисунок, 4 додатки, список літературних джерел налічує 41 найменування.

РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО СЕРЕДОВИЩА, ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР ДЛЯ МОНІТОРИНГОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ (Огляд літератури)

Забруднення повітря має великий вплив на екологічну рівновагу в містах, включаючи водні ресурси, ґрунти, та біорізноманіття. Моніторинг допомагає в оцінці цього впливу та розробці стратегій збереження природних ресурсів. Дані, отримані від моніторингу, є важливим інструментом для ухвалення рішень з питань здоров'я, екології та економіки. Вони допомагають у формулюванні ефективних політик і регуляцій, спрямованих на покращення якості повітря в містах.

Новизна теми полягає в поєднанні передових технологій, інтегрованих підходів та участі громадськості для забезпечення більш ефективного моніторингу та управління якістю атмосферного повітря у містах. Сучасні дрони та супутникові системи, прогресивні технології сенсорів надають можливість отримувати дані про якість повітря на великій території з високою точністю і частотою. Це дозволяє виявляти зони з високим рівнем забруднення та оперативно реагувати на них, а також дозволяють здійснювати більш розповсюджений та точний моніторинг.

Моніторинг стану атмосферного повітря у міських зонах дозволяє систематизувати наявні знання та виявити недоліки та прогалини у вже проведених дослідженнях. Забруднення повітря в містах стає все більш актуальною проблемою через зростання індустріалізації та кількості автомобільного транспорту. Тому пошук ефективних методів моніторингу та контролю якості атмосферного повітря стає надзвичайно важливим завданням для збереження здоров'я та благополуччя міського населення. Моніторинг атмосферного повітря стає все більш актуальним у сучасному світі, тому що забруднення має великий негативний вплив на здоров'я населення міст, тому вчасне виявлення джерел забруднення та вживання ефективних заходів щодо

зменшення його негативного впливу, дозволяє вчасно виявити рівень забруднення та вжити заходів щодо його зменшення [8].

1.1. Забруднювачі атмосферного повітря, по яким здійснюється моніторинг в місті Суми

У складі атмосферного повітря постійно присутні механічні домішки у формі пилу. Під терміном "пил" розуміють частинки, які розподілені у повітрі та мають розмір не більше 100 мікрометрів. Домішки пилу можуть стати причиною різноманітних захворювань дихальних шляхів: астми, бронхіту, алергії та інші респіраторних проблем. Пилові частки можуть проникати глибоко в легені та викликати подразнення та запалення.

Також домішки пилу можуть безпосередньо мати негативний вплив на екосистеми. Вони осідають на рослинах та ґрунті, що може призвести до його забруднення та зменшення родючості. Крім того, пилові частки можуть мати вплив на фотосинтез та ріст рослин, що може призвести до зменшення врожаїв та руйнування екосистем [3,28,29].

Діоксид сірки в атмосферному повітрі є одним з основних забруднювачів, який утворюється під час спалювання вугілля та нафти, а також під час промислових процесів, що включають виробництво металургійних та хімічних продуктів. Хоча середній час існування молекул сірчаного газу в атмосфері становить лише 2 тижні, він може призводити до локального підвищення концентрації в окремих районах. Місця викиду можна чітко ідентифікувати, що дозволяє вжити заходів для контролю над забрудненням.

Одним з основних джерел викидів діоксиду сірки у невеликих містах є промислові об'єкти. Великі викиди діоксиду сірки мають шкідливий вплив на здоров'я людей та стан екосистем. Якщо концентрація діоксиду сірки перевищує поріг у $0,5 \text{ мг/м}^3$, це може викликати відчутне подразнення слизових оболонок очей та верхніх дихальних шляхів. При контакті з слизовими оболонками та альвеолами він легко окислюється до сірчаної кислоти, через що

може легко проникати у кров, знижуючи рівень рН в плазмі та сечі. Гранично допустиму концентрацію діоксиду сірки встановлено на рівні 0,05 мг/м³.

Сірчаний газ впливає на рослини двома способами: шляхом проникнення безпосередньо через листя та опосередковано через ґрунт. Типовим наслідком впливу діоксиду сірки на рослини є пожовтіння лисків між жилками. Найбільш чутливими до цього газу є хвойні рослини, тому їх стан використовується для біомоніторингу забруднення повітря в містах. Діоксид сірки відіграє ключову роль у формуванні небезпечного екологічного явища - кислотних дощів [2,6,7].

Сульфати (SO₄) в атмосфері утворюються не лише шляхом окислення SO₂, але й внаслідок його виділення під час спалювання палива. Домішки розчинних сульфатів у атмосферному повітрі можуть включати сульфатну кислоту, амонійний сульфат та інші сульфатні сполуки. Ці домішки утворюються в результаті хімічних реакцій діоксиду сірки (SO₂) та інших сірковмісних речовин з киснем та водяною паром у повітрі. Вони можуть бути присутні в аерозольній формі та розчинені у водяній парі в атмосфері.

Домішки розчинних сульфатів можуть мати значний вплив на якість повітря та клімат. Вони можуть бути одними з основних компонентів атмосферного аерозольного забруднення, що впливають на видимість та якість повітря. Крім того, вони можуть брати участь у хімічних процесах, що сприяють утворенню кислотних дощів та інших форм забруднення.

Дослідження домішок розчинних сульфатів у атмосферному повітрі допомагає розуміти їхній вплив на здоров'я людей, екосистем та клімат, а також розробляти стратегії для зменшення їхнього утворення та викидів [36].

Оксид азоту в домішках атмосферного повітря складається з газоподібних сполук, таких як діоксид азоту (NO₂) та оксид азоту (NO). Ці сполуки утворюються під час згоряння палива у транспорті, промислових процесах та інших джерелах. Оксиди азоту можуть також утворюватися внаслідок природних явищ, таких як блискавка наприклад, але в значно менших кількостях порівняно з антропогенними джерелами. Присутність оксидів азоту

у домішках атмосферного повітря може мати серйозні наслідки для здоров'я людей та довкілля. Вони відомі своєю роллю у формуванні смогу, а також утворенням кислотних дощів та ґрунтового забруднення[25,26].

Оксиди азоту можуть також впливати на розклад озону та формування токсичних сполук. Контроль та моніторинг рівнів оксидів азоту у домішках атмосферного повітря є важливими завданнями для забезпечення якості повітря та захисту здоров'я громадян. Для зменшення викидів оксидів азоту в атмосферу використовуються різні технології та стратегії, такі як кращі методи згоряння палива, використання каталізаторів та регулювання викидів відповідно до нормативів[27].

Діоксид азоту в домішках атмосферного повітря є результатом різних джерел викидів, зокрема від автомобільних вихлопних газів, промислових процесів, викидів з електростанцій та інших джерел. Він утворюється внаслідок окиснення атмосферного азоту (N_2) під впливом високої температури у процесі згоряння палива. Діоксид азоту (NO_2) є одним з основних забруднювачів повітря та може мати серйозний вплив на здоров'я людей та довкілля. Крім того, він може брати участь у формуванні кислотних дощів та інших екологічних проблем. Моніторинг рівня діоксиду азоту в атмосферному повітрі та прийняття заходів для зменшення викидів є важливими кроками для забезпечення чистого та здорового середовища проживання[5].

В містах особливо небезпечні оксиди азоту, що взаємодіють з вихлопними газами вуглеводнів і формують фотохімічний туман - смог. Вдихання отруйних оксидів азоту може спричинити початок кашлю та вразити дихальні шляхи, збільшуючи вразливість до респіраторних захворювань. Люди, які були впродовж тривалого часу у зоні високих концентрацій діоксиду азоту, частіше страждають від захворювань верхніх дихальних шляхів, бронхітів та запалень легень. Також, сам діоксид азоту може стати причиною розширення клітин у бронхах та погіршення опірності легень перед впливом бактерій, а навіть може призвести до розширення альвеол[25,26].

Серед речовин четвертого класу небезпеки особливе місце займає оксид вуглецю - газ, без кольору та запаху. Основними антропогенними джерелами надходження цієї сполуки в атмосферу є вихлопи транспортних засобів, а також викиди, що утворюються в результаті діяльності підприємств, пов'язаних з видобутком і переробкою нафти, виробництвом чорних металів та функціонуванням теплових електростанцій. У природі оксид вуглецю головним чином утворюється внаслідок фотохімічного окислення вуглеводнів, зокрема метану, а також під час пожеж у лісах та степах. Неповне згоряння органічних палив також призводить до утворення цієї сполуки[2,24].

Цей газ є інертним і не реагує з іншими домішками, майже не видаляється опадами. Вміст оксиду вуглецю регулюється переважно умовами його транспорту та розсіювання. Утворення оксиду вуглецю зазвичай відбувається при неповному згорянні органічного палива, наприклад, у автомобільних двигунах або під час промислових процесів. Великі викиди цього газу можуть мати серйозний вплив на якість повітря та здоров'я людей, тому контроль за рівнем оксиду вуглецю у домішках атмосферного повітря є важливим завданням для забезпечення чистого та безпечного середовища проживання[24,31].

Аміак - один з ключових газів у складі атмосферного повітря. Він застосовується у різних галузях, включаючи сільське господарство та промисловість. Хоча аміак може бути корисним для людей, його занадто велика концентрація в атмосфері може негативно впливати на здоров'я та навколишнє середовище. Аміак представляє собою хімічний газ, що складається з атомів азоту та водню (NH_3). У промисловості аміак застосовується для виробництва різноманітних хімічних речовин, а в сільському господарстві використовується для вирощування рослин. У сільському господарстві аміак входить у склад добрив, тому його концентрація у повітрі може бути значною, особливо під час весняного та літнього періодів, коли проводяться роботи з обробки ґрунту. У промисловості аміак використовується у різних виробничих процесах і може потрапляти до повітря під час транспортування та зберігання. Занадто велика

концентрація аміаку в повітрі може негативно впливати на здоров'я людей та навколишнє середовище. Довготривале вдихання аміаку може викликати подразнення дихальних шляхів та сприяти розвитку серйозних захворювань, таких як бронхіт та пневмонія. Забруднення аміаком має наслідки для якості ґрунту та водних ресурсів, а також може впливати на розклад органічних матеріалів, що може призвести до змін в екосистемах[38,41].

Формальдегід у домішках атмосферного повітря може бути наслідком викидів від промислових підприємств, автомобільних вихлопних газів, випаровування з будівельних матеріалів, тютюнового диму та інших джерел. Формальдегід (H_2CO) є найважливішим канцерогеном і основним токсичним забруднювачем. Подовжене вдихання формальдегіду може призвести до розвитку різних захворювань, таких як рак носової порожнини та лімфатичної системи, а також сприяти виникненню алергічних реакцій та подразнень дихальних шляхів[21].

Утворення формальдегіду в атмосферному повітрі має дві основні групи джерел: природні і техногенні. Кожна з цих двох груп розділена на підгрупи: первинні і вторинні джерела. Первинними джерелами формальдегіду в природі можуть бути такі явища, як життєдіяльності деяких тварин та рослин, лісові пожежі. Вторинні джерела – результат взаємодії з іншими речовинами. Великі лісові масиви та болота є прикладом природних джерел, що можуть виділяти вуглеводні сполуки. Під впливом інших факторів, ці вуглеводні можуть перетворюватися на формальдегід. Техногенними первинними джерелами можуть бути різноманітні заводи та підприємства, де використовується формальдегід у виробництві, а також процеси згоряння органічного палива. Вивчення вторинних джерел складніше через різноманіття факторів, включаючи вихлопні гази автомобілів, роботу теплоелектростанцій та побутові джерела. Формальдегід утворюється тут внаслідок хімічних реакцій з іншими речовинами у атмосфері[37].

Важкі метали у домішках атмосферного повітря можуть міститися у промислових викидах, викидах транспортних засобів, а також викидах

сільськогосподарського виробництва. Важкі метали, такі як свинець, кадмій, ртуть, хром і т. д., є токсичними речовинами і можуть мати серйозний вплив на здоров'я людей та навколишнє середовище. Тривале вдихання або контакт з цими металами може призвести до різних захворювань, таких як отруєння, рак, пошкодження нервової системи та органів. Важкі метали можуть накопичуватися в ґрунті та воді, що може призвести до токсичного впливу на рослини. Це може спричинити пошкодження кореневої системи, погіршення росту та розвитку, а також втрату родючості ґрунту. Важкі метали можуть потрапляти до водойм через атмосферні опади або промислові забруднення. Це може призвести до отруєння водних організмів та змін у структурі екосистем водних басейнів, включаючи зниження біорізноманіття.

Важкі метали у домішках атмосферного повітря можуть мати широкий та довгостроковий вплив на навколишнє середовище та екосистеми, викликаючи негативні наслідки для біорізноманіття, здоров'я людей та стабільність природних екосистем[32].

1.2. Організація спостережень за атмосферним повітрям – етапи моніторингу

Для організації спостережень передбачено контроль за поширенням небезпечних домішок як у атмосфері, так і між компонентами системи "атмосфера – гідросфера – літосфера – біосфера". Для поставлених завдань необхідно мати:

- інформацію про джерела забруднення атмосфери: врахування наявних та потенційних джерел забруднення, ураховуючи розвиток економічних районів.
- характеристику забруднюючих речовин: Оцінка токсичності, здатності до хімічних реакцій з іншими речовинами та здатності до самоочищення.
- метеорологічні дані: враховуються метеорологічні умови, які впливають на поширення забруднень в атмосфері.

- результати попередніх спостережень: використання попередніх досліджень та даних для оцінки стану забруднення.

Дані про забруднення в сусідніх областях для розуміння рівня забруднення в сусідніх регіонах та транскордонного перенесення забруднень.

Ця інформація збирається спеціалізованою службою спостережень, що формується системами спостережень та контролю.

Організація спостережень за атмосферним повітрям є важливою для контролю якості повітря та виявлення потенційних загроз для здоров'я та навколишнього середовища. Основні кроки організації таких спостережень включають:

Визначення мети і цілей: спочатку необхідно чітко сформулювати мету та цілі моніторингу. Це може включати виявлення джерел забруднення, оцінку впливу на здоров'я людей та екосистем, визначення ефективності заходів контролю та інші аспекти. Цей етап можна розділити на такі підпункти:

- аналіз проблеми;
- формулювання мети;
- визначення пріоритетів;
- визначення аудиторії;

Спостереження за джерелами забруднення: Моніторинг джерел забруднення, таких як промислові підприємства, автомобільний рух, теплові електростанції тощо, допомагає визначити обсяги та склад забруднень, які потрапляють в атмосферу.

Встановлення основних видів забруднення і забруднюючих речовин.

Цей етап можна розділити на такі підпункти:

- проведення аналізу зразків повітря для визначення наявності та концентрації різних хімічних сполук;
- встановлення наявності та концентрацію токсичних речовин;
- визначення джерела та походження забруднюючих речовин, що потрапили в атмосферу;

- аналіз змін концентрацій забруднюючих речовин протягом доби, тижня, місяця та року для визначення сезонності та динаміки забруднення;

Вивчення впливу забруднення атмосфери на живі організми: Аналіз впливу забруднення повітря на здоров'я людей, тварин і рослин є важливим етапом моніторингу. Це включає в себе вивчення рівня токсичності речовин та їх можливих наслідків для біоти.

Прогноз змін середовища в результаті забруднення атмосферного повітря: На основі зібраних даних можна робити прогнози щодо можливих змін у середовищі внаслідок забруднення повітря та його впливу на клімат і екологічну ситуацію в регіоні.

Розробка заходів і прийняття управлінських рішень: На підставі результатів моніторингу розробляються стратегії та заходи для зменшення забруднення повітря і покращення якості повітря в цілому. Також вживаються управлінські заходи для контролю та регулювання джерел забруднення[12,19,39].

1.3. Система спостережень і система моніторингу атмосферного повітря

Система спостережень за якістю атмосферного повітря передбачає неперервне спостереження за якістю атмосфери в різних районах, що охоплює міста, населені пункти та віддалені території, де вплив конкретних джерел забруднення менш виражений. Основні джерела інформації - служби Держкомітету гідрометеорології, які надають дані про метеорологічні умови та рівень шкідливих речовин у повітрі. Міністерство охорони здоров'я також проводить спостереження за рівнем забруднення в місцях масового проживання, зокрема, аналізує вплив забруднення на здоров'я населення. Науковий комітет Національної академії наук України здійснює авіаційно - космічні спостереження за станом озонового шару та глобальним забрудненням

атмосфери. Також в практиці проводяться екологічні спостереження за окремими промисловими підприємствами.

Система контролю за джерелами забруднення забезпечує постійне спостереження і контроль за викидами шкідливих речовин. Координацію цього процесу здійснює Міністерство охорони навколишнього природного середовища, яке організовує спостереження за промисловими викидами та відповідність нормам гранично допустимих викидів. Вони також контролюють впровадження заходів з охорони атмосфери та дотримання відповідних вимог під час розміщення, проектування, будівництва та експлуатації нових промислових об'єктів.

Організація спостережень передбачає попередні дослідження, що включають обстеження території за допомогою рухомих лабораторій. Ці лабораторії здійснюють збір та аналіз проб для вивчення розміщення діючих джерел забруднення. Після оцінки наявних та потенційних рівнів забруднення атмосфери розробляються програми спостережень, включаючи розміщення постів постійного спостереження на території міста та плани їхньої роботи[1,18,19,39].

1.4. Вплив війни на якість атмосферного повітря міста Суми

Повномасштабна війна, що розпочалася 24 лютого 2022 року, призвела до безпрецедентних руйнувань цивільної інфраструктури, промислових об'єктів та масштабних людських втрат. Окрім прямих наслідків для життя та здоров'я людей, військові дії завдали значної шкоди довкіллю, в тому числі атмосферному повітрю.

Бойові зіткнення, обстріли, бомбардування, руйнування будівель та інженерних споруд, вибухи боєприпасів, лісові та степові пожежі – усі ці фактори спричинили надзвичайно високі викиди забруднюючих речовин в атмосферу в зонах активних бойових дій. Серед найпоширеніших

забруднювачів - зважені частинки, оксиди азоту, оксиди сірки, оксид вуглецю, важкі метали та канцерогенні речовини[30].

Погіршення якості атмосферного повітря становить серйозну загрозу для здоров'я цивільного населення. Високі концентрації забруднюючих речовин можуть спричинити респіраторні, серцево-судинні та онкологічні захворювання, особливо в уразливих групах - дітей, літніх людей та осіб з хронічними хворобами. Забруднення повітря може мати довгострокові негативні наслідки для екосистем, кліматичних процесів та сільського господарства регіону. Саме тому комплексне дослідження впливу військових дій на атмосферне повітря є надзвичайно актуальним і необхідним[9,16].

Місто Суми зазнало значного негативного впливу на стан атмосферного повітря внаслідок активних бойових дій та руйнувань на початковій стадії повномасштабного російського вторгнення в Україну. Внаслідок ворожих обстрілів періодично виникали масштабні лісові пожежі. Згоряння значних площ лісових масивів спричинило потужні викиди дрібнодисперсних часток продуктів неповного згоряння біомаси, чадного газу, оксидів азоту та інших токсичних речовин в атмосферу.

Пересування великої кількості російської бронетехніки, військових транспортних засобів та озброєння територією Сумського району призвело до значного забруднення повітря вихлопними газами та продуктами зносу гумових шин. Високі рівні забруднення повітря формальдегідом, акролеїном, бенз(а)піреном та іншими канцерогенними речовинами фіксувалися в місцях дислокації ворожих військ.

Промислові об'єкти Сум неодноразово ставали мішенями для російської артилерії та авіаційних ударів. Яскравим прикладом цього є інцидент, що стався на території складу лакофарбових матеріалів ТОВ "ВП "Полісан", розташованого в одному з промислових районів міста. На початку повномасштабного вторгнення навесні 2022 року російські війська піддали цей об'єкт артилерійському обстрілу, що призвело до займання складських приміщень з лакофарбовою продукцією. Внаслідок пожежі в атмосферу

потрапили токсичні продукти горіння, а завдані збитки сягнули близько двох мільйонів гривень. У зв'язку з цим місцева влада звернулася до мешканців із закликом якомога менше перебувати на вулицях та вжити заходів для максимальної герметизації своїх помешкань[10].

Наступним серйозним інцидентом, який завдав шкоди довкіллю та становив загрозу забруднення атмосферного повітря в Сумах, стало пошкодження аміакосховища на території ПАТ "Сумхімпром", який стався також весною 2022 року. Внаслідок ворожих обстрілів було пошкоджено трубопровід, що транспортував аміак на хімічному підприємстві. Це спричинило неконтрольований витік небезпечної речовини. Аміак, який є токсичним газом із різким запахом, почав інтенсивно виділятися в повітря. Місцева влада та екологічні служби були вимушені вжити термінових заходів для локалізації витіку та недопущення подальшого забруднення. Лише завдяки оперативним та професійним діям аварійних служб та працівників "Сумхімпрому" вдалося взяти витік під контроль і не допустити масштабного забруднення повітряного басейну аміаком. Однак цей інцидент яскраво продемонстрував ризики для навколишнього середовища від руйнувань промислових об'єктів під час війни. В цей період, в лікарнях спостерігалось зростання звернень з респіраторними симптомами, захворюваннями органів дихання, загостреннями астми, алергічними реакціями та іншими розладами, пов'язаними із забрудненим повітрям[34].

Висновки до розділу 1

Моніторинг атмосферного повітря в Сумах є надзвичайно важливим для виявлення джерел забруднення та оцінки їх впливу на здоров'я населення та екосистеми. Основні забруднювачі, за якими здійснюється моніторинг, включають пил, діоксид сірки, сульфати, оксиди азоту, оксид вуглецю, аміак, формальдегід та важкі метали.

Організація спостережень передбачає ряд етапів, таких як збір інформації, характеристику забруднюючих речовин, аналіз метеоданих, врахування попередніх результатів та даних про забруднення в сусідніх областях. Система спостережень включає мережу постів, рухомі лабораторії та авіаційно-космічні спостереження, а система контролю забезпечує моніторинг викидів та впровадження заходів з охорони атмосфери[8].

Повномасштабна війна, розпочата Росією, завдала значної шкоди атмосферному повітрю Сум. Бойові дії, руйнування інфраструктури, лісові пожежі та пошкодження промислових об'єктів призвели до масштабних викидів забруднюючих речовин, що може мати довгострокові негативні наслідки для екосистем та здоров'я людей. Тому детальне вивчення цього впливу є надзвичайно актуальним завданням.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт та предмет досліджень

Об'єкт дослідження: атмосферне повітря міста Суми, його якісний та кількісний склад, вплив антропогенних та природних чинників на його стан у період з 2021 по 2023 роки включно.



Рис. 2.1.1 місто Суми на гугл карті

Предмет дослідження: рівні концентрацій основних забруднюючих речовин (пил, діоксид сірки, розчинні сульфати, оксид вуглецю, діоксин азоту, оксид азоту, аміак, формальдегід, важкі метали) в атмосфері міста Суми протягом 2021-2023 років.

Дослідження включали аналіз джерел надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста, відповідність фактичних концентрацій забруднюючих речовин гранично допустимим нормативам в Україні, динаміку зміни рівня забруднення повітря в місті Суми протягом досліджуваного періоду, вплив забруднення атмосфери на здоров'я населення та екосистеми

міста, розробку рекомендацій щодо вдосконалення системи моніторингу та заходів із покращення якості атмосферного повітря.

2.2. Умови проведення досліджень

Атмосферне повітря - безцінний ресурс, що оточує нас і впливає на всі аспекти нашого життя. Чистота та якість повітря мають вирішальне значення для здоров'я людей, екосистем, клімату та загального благополуччя нашої планети. Цей невидимий, але надзвичайно важливий елемент нашого оточення впливає на нашу фізичну та психічну стійкість, економічний розвиток, а також наші суспільні та культурні цінності.

Забруднення атмосферного повітря в місті Суми здійснюється від стаціонарних та пересувний джерел викидів. До стаціонарних можна віднести промислові підприємства, електростанції, заводи, котельні, а також будинки з використанням печей на дровах або вугіллі, які виділяють в атмосферу шкідливі речовини. Значна частка забруднень припадає саме на ці джерела.

Таблиця 2.2.1

Перелік основних стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря у м. Суми [33]

Назва джерела	Характеристика
ТОВ «Керамейя»	Виготовлення будівельних матеріалів, таких як цегла та черепиця, шляхом випалювання глиняної сировини.

Таблиця 2.2.1 продовження

ДП «Завод обважнених бурильних та ведучих труб»	Головним напрямком роботи підприємства є виготовлення обладнання та механізмів, призначених для використання у видобувній галузі та будівельній сфері. Крім того, завод спеціалізується на виробництві чавунної, сталевих продукції та феросплавів, а також на виготовленні легкої металевої тари та широкого асортименту готових виробів з металу. Один із підрозділів заводу займається гуртовою торгівлею та здійснює науково-дослідну й експериментальну діяльність у галузі природничих та технічних наук
ТОВ «Сумитеплоенерго»	Основна мета - забезпечення споживачів тепловою енергією. Підприємство діє на ринку теплової енергії, користуючись ліцензією на проведення господарської діяльності з виробництва, транспортування та постачання теплової енергії в Україні;
ПАТ «Сумський завод «Енергомаш»	Підприємство посідає провідні позиції в машинобудівній галузі України, виготовляючи різноманітний асортимент продукції машинобудування.
ТОВ «Сумська насосна техніка»	Виробництво насосів для всіх галузей промисловості. На підприємстві запроваджено повний цикл виробництва від проектування до поставки насосів і гідравлічних систем;
ТОВ «Машдеталь»	Спеціалізоване ливарне підприємство, створене для задоволення потреб у литті ремонтних підприємств нафтогазовидобувної, компресорної та насосної галузі;

Таблиця 2.2.1 продовження

<p>АТ «Сумський завод «Насосенергомаш»</p>	<p>Це підприємство є одним з найпотужніших у своїй галузі, зосереджуючи свою діяльність на створенні та виготовленні насосної техніки, яка знаходить широке застосування в нафтогазовій промисловості, енергетичному секторі, водному господарстві, сільському господарстві та комунальній сфері.</p>
<p>ПАТ «Технологія»</p>	<p>Компанія є лідером у виробництві та постачанні пакувальних рішень для різноманітних галузей, включаючи харчову промисловість, виробництво напоїв, фармацевтичний сектор та технічну індустрію. Основними сферами діяльності підприємства є виготовлення продукції з паперу та картону, здійснення друку різноманітної продукції, створення друкарських форм та надання широкого спектру поліграфічних послуг. Крім того, компанія спеціалізується на виробництві пластикових плит, листів, труб і профілів, виготовленні пластикової тари та інших виробів з пластмаси, а також легкої металевої упаковки.</p>
<p>АТ «Сумське НВО»</p>	<p>Підприємство є одним з найпотужніших машинобудівних комплексів не лише в Україні, але й у Європі, зосереджуючи свою діяльність на виготовленні обладнання для нафтогазової, атомної та хімічної галузей промисловості. Завод займається розробкою та виробництвом широкого спектру техніки, зокрема компресорів, агрегатів для перекачування газу, апаратури для хімічної промисловості, центрифуг, насосного обладнання, трубопровідної арматури для газової галузі, устаткування для нафтовидобувної промисловості, автомобільних газозаправних станцій, а також установок для комплексної підготовки газу.</p>

Таблиця 2.2.1 продовження

ПАТ «Сумихімпром»	Хімічне підприємство, розташоване у південному районі міста Суми, яке спеціалізується на виготовленні різноманітної продукції, включаючи добрива мінерального походження, коагулянти та добавки, що використовуються у виробництві цементу, кислоти, титану діоксид, пігментні речовини та інші хімічні сполуки. Структура підприємства включає 11 основних виробничих цехів, 20 допоміжних цехів та 7 непромислових підрозділів.
-------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Пересувні джерела забруднення повітря - це джерела, які здійснюють переміщення та викидають забруднюючі речовини в атмосферу під час своєї діяльності. Це можуть бути транспортні засоби, такі як автомобілі, вантажівки, різноманітні сільськогосподарські та будівельні машини, мотоцикли. За даними Департаменту фінансів, економіки та інвестицій Сумської міської ради кількість зареєстрованих транспортних засобів у м. Суми за 2020 р. становила 21839. Щорічно ця кількість зростає, що призводить до збільшення обсягу викидів забруднюючих речовин в атмосферу.

Спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Суми проводяться за 8 основними інгредієнтами: пилом, діоксидом сірки, розчинних сульфатах, оксидом вуглецю, діоксидом азоту, оксидом азоту, аміаку, формальдегідом та важкими металами.

2.3. Пункти спостережень за станом атмосферного повітря в місті Суми

Пункт спостереження за станом атмосферного повітря ПСЗ № 3 у місті Суми розташований за адресою: вулиця Холодноярської бригади, 24. Координати місця розташування: широта 50°53'47,39" і довгота 34°48'54,73".

Пункт знаходиться у центральній частині міста, поруч з багатоповерховою житловою забудовою. Рельєф місцевості є рівнинним, без значних перепадів висот. Відстань від пункту спостереження до середини найближчої смуги руху на вулиці Холодноярської бригади становить понад 10 метрів[33].

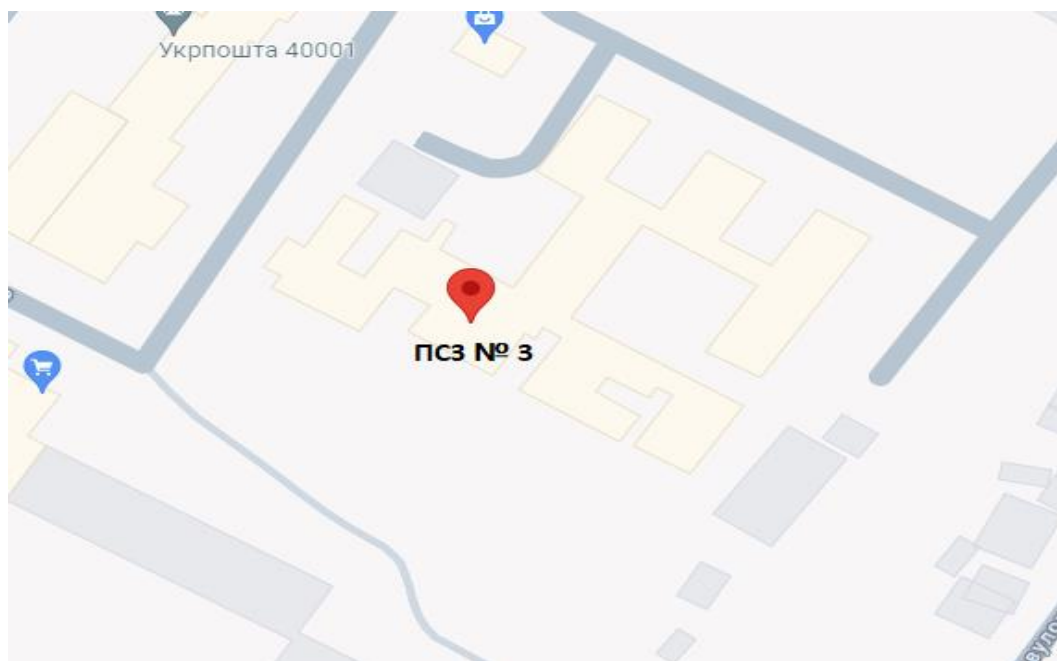


Рис. 2.3.1 Карта - схема розміщення поста ПСЗ № 3 Сумського обласного ЦГМ

Пункт спостереження за станом атмосферного повітря ПЗС № 4 знаходиться за адресою: вулиця Харківська, 125. Координати місця розташування: широта $50^{\circ}53'37,52''$ і довгота $34^{\circ}51'07,44''$. Розташований на ділянці у південно - східній частині агломерації, поруч із автомагістраллю Харків – Суми. Рельєф місцевості є рівнинним, без значних перепадів висот. Відстань до середини найближчої смуги руху на вулиці Харківська становить понад 10 метрів. В зоні пункту спостереження знаходиться ТОВ «Машдеталь» [33].



Рис. 2.3.2 Карта - схема розміщення поста ПСЗ № 4 Сумського обласного ЦГМ

Пункт спостереження за станом атмосферного повітря ПСЗ № 5 знаходиться за адресою: вулиця Металургів, 2. Координати місця розташування: широта $50^{\circ}55'23,10''$ і довгота $34^{\circ}47'52,26''$. Розташований на ділянці у центральній частині міста Суми, поруч з багатоповерховою житловою забудовою. Рельєф місцевості є рівнинним, без значних перепадів висот. Відстань до середини найближчої смуги руху на вулиці Металургів становить понад 10 метрів. В зоні пункту спостереження розташоване АТ "Сумське НВО"[33].

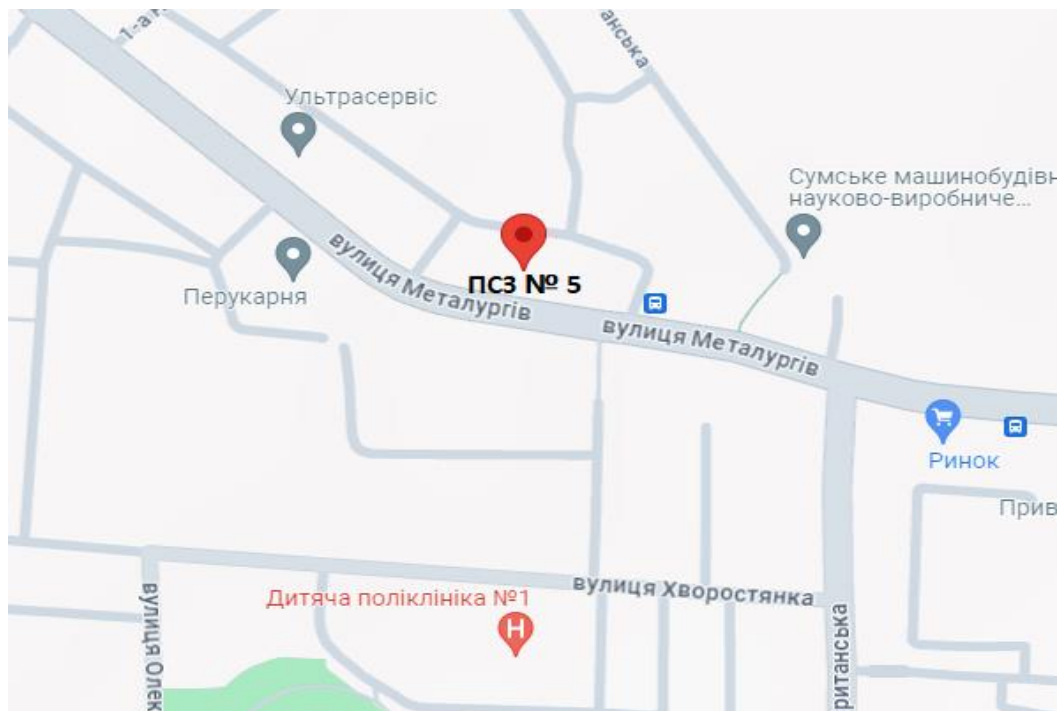


Рис. 2.3.3 Карта - схема розміщення поста ПСЗ № 5 Сумського обласного ЦГМ

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Мережа спостережень та методи відбору проб повітря

Для проведення моніторингу атмосферного повітря в місті Суми протягом 2021-2023 років використовувалися дані спостережень, отримані Сумським обласним центром з гідрометеорології. Спостереження здійснювалися на трьох стаціонарних постах, розташованих у різних районах міста:

- ПСЗ № 3: вул. Холодноярської бригади, 24;
- ПСЗ № 4: вул. Харківська, 125;
- ПСЗ № 5: вул. Металургів, 2.

Сумський обласний центр з гідрометеорології проводить відбір проб і виконання хімічного аналізу шкідливих речовин на 3-х стаціонарних постах відповідно до регламенту від 2 до 4 разів на добу згідно “Руководства по контролю загрязнения атмосферы” РД 52.04.186.89 Москва 1991 р[33].

У 2021 році було відібрано та проаналізовано 14855 проб (107,8% від запланованого), у 2022 році - 13162 проби, а у 2023 році - 16124 проби атмосферного повітря. Спостереження проводилися за концентраціями таких забруднюючих речовин [35]:

- неорганічні сполуки: пил, діоксид сірки, розчинні сульфати, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту;
- органічні сполуки: аміак, формальдегід, бенз(а)пірен;
- важкі метали: хром, марганець, нікель, мідь, цинк, свинець, кадмій, залізо.

Для характеристики забруднення атмосферного повітря використовувалися такі показники:

- $q_{ср}$ - середня концентрація домішок у повітрі, мг/м³;
- $q_{м}$ - максимальна концентрація домішок у повітрі, мг/м³;

- g - повторюваність концентрацій домішок у повітрі вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), %;
- g_1 - повторюваність концентрацій домішок у повітрі вище 5 ГДК, %;
- n - кількість спостережень;
- m - число випадків із концентрацією вище 10 ГДК.

3.2. Інтегральний показник забруднення атмосфери та його розрахунок

Для комплексної оцінки рівня забруднення атмосферного повітря в місті Суми використовувався інтегральний показник - Індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Цей показник дозволяє охарактеризувати стан атмосферного повітря з урахуванням одночасної присутності різних забруднюючих речовин.

ІЗА розраховувався на основі концентрацій пріоритетних (визначальних) забруднювачів, до яких відносяться речовини, що завдають найбільшої шкоди здоров'ю людини та стану навколишнього середовища. Розрахунок здійснювався за допомогою програмного комплексу АРМ "Аерохімія", який автоматизує обробку даних спостережень.

Порядок розрахунку та градація рівнів ІЗА: Для кожної речовини розраховується окремий показник забруднення атмосфери як середньоарифметична величина відношень фактичних концентрацій до гранично допустимих. ІЗА для міста визначається як сума показників забруднення по п'яти домішках, що мають найбільші значення - пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, формальдегід.

Стан атмосферного повітря за ІЗА оцінюється за такою градацією:

- 0-4 - низький рівень;
- 5-6 - підвищений рівень;
- 7-13 - високий рівень;
- 14 і більше - дуже високий рівень.

ІЗА надає узагальнену числову характеристику забруднення повітря, що дозволяє порівнювати різні населені пункти і райони з метою виявлення територій з найбільш несприятливою екологічною ситуацією[4,11,40].

РОЗДІЛ 4

АНАЛІЗ МОНІТОРИНГОВИХ ДАНИХ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСТІ СУМИ ЗА 2021 - 2023 РОКИ

Місто Суми є одним з великих промислових та транспортних центрів Сумської області, де розташовані підприємства хімічної, машинобудівної галузей, виробництва будівельних матеріалів, а також розгалужена мережа автомобільних шляхів. Це зумовлює значне антропогенне навантаження на атмосферне повітря міста від стаціонарних і пересувних джерел забруднення. З метою контролю рівнів забруднення атмосферного повітря міста Сумським обласним центром з гідрометеорології протягом 2021-2023 років проводився систематичний відбір проб та аналіз концентрацій основних забруднюючих речовин на стаціонарних постах спостереження. Результати цих спостережень дозволяють виявити пріоритетні забруднюючі речовини, визначити джерела їх надходження, оцінити ступінь впливу на якість атмосферного повітря основних галузей економіки міста.

Таким чином, дані моніторингу забруднення атмосферного повітря є підґрунтям для розробки ефективної системи заходів з поліпшення екологічного стану міста Суми[35].

4.1. Основна характеристика забруднень атмосферного повітря у 2021-2023 роках

За даними Сумського обласного центру з гідрометеорології, **протягом 2021 року** лабораторією було відібрано та проаналізовано 14855 спостережень за концентраціями шкідливих речовин, що становило 107,8% від запланованої кількості.

Середній вміст пилу в атмосферному повітрі міста становив 2,0 ГДК, діоксиду азоту - 1,9 ГДК, формальдегіду - 1,3 ГДК. Максимальні концентрації

досягали 2,8 ГДК для пилу, 1,4 ГДК для оксиду вуглецю та 1,2 ГДК для діоксиду азоту.

Найбільші перевищення ГДК спостерігались на ПСЗ №5 (вул. Металургів) у північній частині міста, де максимальна концентрація пилу сягала 2,8 ГДК, а діоксиду азоту - 1,2 ГДК. На ПСЗ №4 (вул. Харківська) у південній частині міста також відмічались перевищення ГДК для пилу (1,8 ГДК) та оксиду вуглецю (1,2 ГДК).

У річному ході спостерігалось збільшення середньомісячних концентрацій пилу в березні, липні, серпні, жовтні та листопаді; діоксиду сірки - з березня по грудень, особливо в червні-серпні; діоксиду азоту - з березня по серпень; формальдегіду - у травні, липні, серпні; аміаку - з червня по серпень; оксиду азоту - з березня по серпень та в листопаді-грудні; оксиду вуглецю - у травні, липні, серпні, жовтні та грудні [13].

У 2022 році було проведено 13162 спостереження за концентраціями шкідливих речовин.

Середній вміст пилу в атмосферному повітрі міста дорівнював 2,0 ГДК, діоксиду азоту - 1,8 ГДК, формальдегіду - 1,3 ГДК. Максимальні концентрації перевищували норму в 1,8 раза для пилу, 2,3 рази для оксиду вуглецю та 1,1 раза для діоксиду азоту.

Найвищі перевищення ГДК спостерігались на ПСЗ №5 (вул. Металургів) та ПСЗ №4 (вул. Харківська), де максимальна концентрація діоксиду азоту сягала 1,2 ГДК. На ПСЗ №5 також було зафіксовано перевищення ГДК для пилу в 1,8 раза.

У річному ході середньомісячні концентрації пилу збільшувались у травні, червні, вересні та жовтні; діоксиду сірки - у лютому, травні-серпні та листопаді; діоксиду азоту - у березні та травні; оксиду вуглецю - у жовтні; формальдегіду - у червні та серпні; аміаку - з червня по серпень; оксиду азоту - у березні та червні-серпні [14].

У 2023 році було відібрано та проаналізовано 16 124 спостереження за концентраціями шкідливих речовин в атмосферному повітрі міста Суми.

Середній вміст пилу та діоксиду азоту в повітрі міста дорівнював 2,0 ГДК, для формальдегіду - 1,3 ГДК. Концентрації інших забруднюючих речовин у середньому не перевищували гранично допустимі норми.

Максимальні разові концентрації шкідливих домішок досягали 1,8 ГДК для пилу, 1,4 ГДК для діоксиду азоту та 1,2 ГДК для оксиду вуглецю.

Найбільші перевищення ГДК спостерігались на ПСЗ №5 (вул. Металургів) у північній частині міста, де максимальна концентрація діоксиду азоту сягала 1,4 ГДК, та на ПСЗ №4 (вул. Харківська) у південній частині міста з перевищенням ГДК для діоксиду азоту в 1,1 раза та пилу в 1,8 раза.

Підвищені середньомісячні концентрації відмічались: для пилу - у лютому, червні, серпні та вересні; для діоксиду сірки - у березні та травні-вересні; для діоксиду азоту - у березні, липні та серпні; для оксиду азоту - у березні та червні-серпні; для аміаку - у травні-вересні [15].

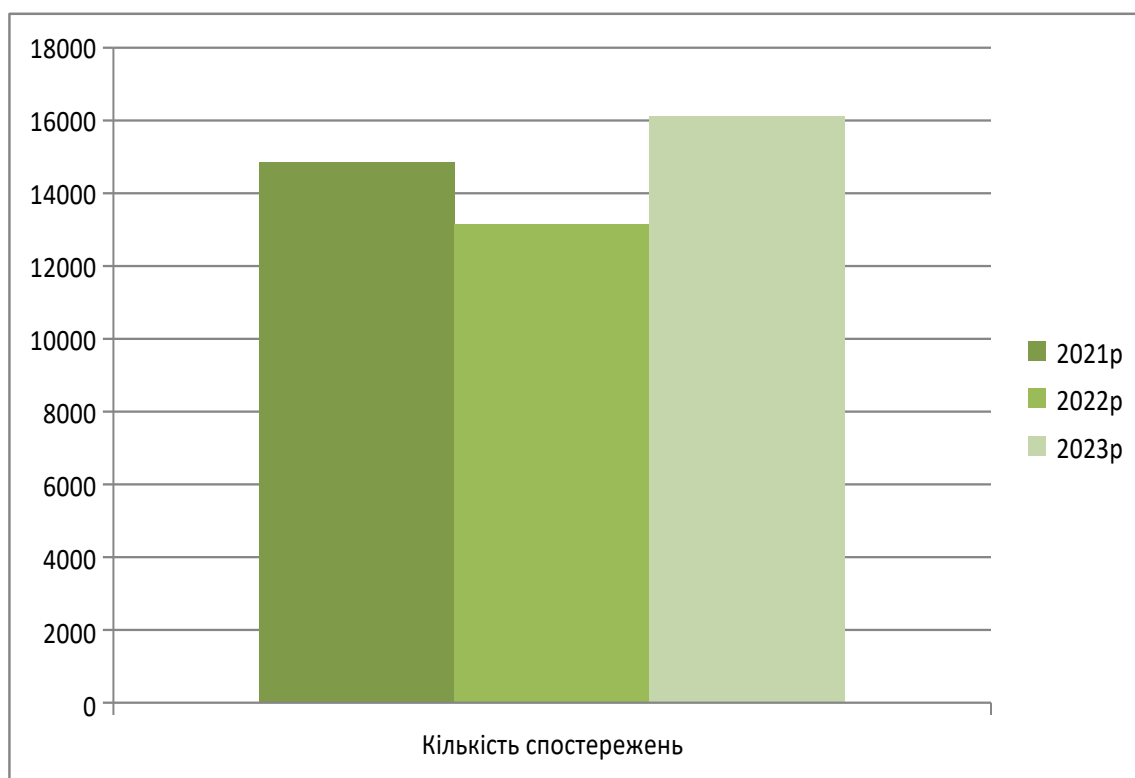


Рис.4.1.1 Загальна кількість спостережень по постах спостереження (ПСЗ) по всіх домішках в м. Суми за 2021 – 2023 роки

Згідно з довідками лабораторії Сумського обласного центру з гідрометеорології, загальна кількість спостережень включає в себе також спостереження за концентрацією такого полютанту як бенз(а)пірен, оскільки аналіз проб, проведений цією установою, передбачає відстеження даної домішки. Проте, у подальшому аналізі та табличному представленні даних ця речовина не враховується, оскільки протягом усього періоду дослідження її наявність у відібраних пробах не була зафіксована.

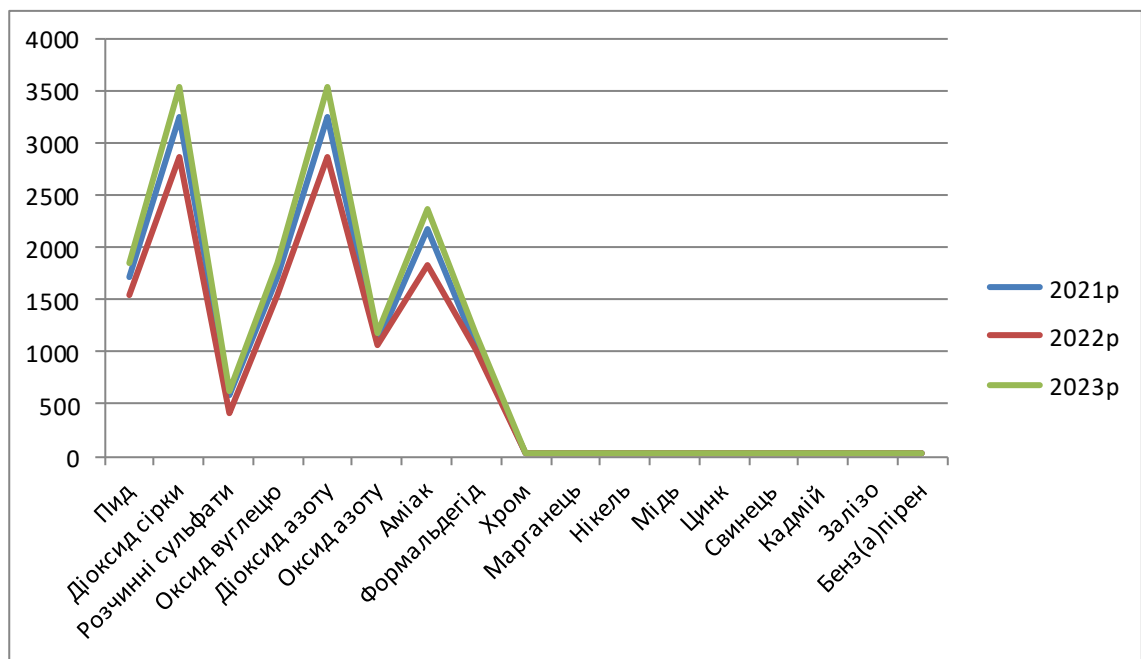


Рис.4.1.2 Загальна кількість відібраних проб по місту на усіх ПСЗ за 2021 – 2023 роки

Моніторинг забруднення атмосферного повітря в Сумах охоплює широкий спектр забруднюючих речовин, але з різною інтенсивністю відбору проб. Для важких металів кількість проб стабільна і відносно невелика (24 на рік), тоді як для основних забруднювачів - набагато більша, до кількох тисяч на рік.

4.2. Статистичний аналіз моніторингових даних

Аналіз включає оцінку середніх концентрацій домішок в повітрі по місту Суми, в мг/м³, на основі програмного пакету STATISTICA.

Для зручності була сформована наступна таблиця, на основі довідок моніторингових даних [13,14,15]:

Таблиця 4.2.1

Середня концентрація домішок в повітрі по місту

Домішка (мг/м ³)	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Пил	0,3	0,3	0,3
Діоксид сірки	0,041	0,038	0,037
Розчинні сульфати	0,02	0,02	0,02
Оксид вуглецю	2	2	2
Діоксид азоту	0,075	0,072	0,079
Оксид азоту	0,04	0,03	0,03
Аміак	0,014	0,013	0,015
Формальдегід	0,004	0,004	0,004
Хром	0,02	0,03	0,01
Марганець	0,04	0,02	0,02
Нікель	0,02	0,04	0,02
Мідь	0,05	0,04	0,02
Цинк	0,11	0,06	0,10
Свинець	0,04	0,02	0,01
Кадмій	0,004	0,007	0,006
Залізо	1,29	0,72	0,44

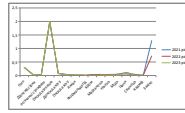


Рис. 4.2.1 Графік розподілу середніх концентрацій домішок в повітрі за 3 роки

	1 Var1	2 Var2		1 Var1	2 Var2			
1	1	0,3		22	8	0,004		
2	1	0,3		23	8	0,004		
3	1	0,3		24	8	0,004		
4	2	0,041		25	9	0,02		
5	2	0,038		26	9	0,03		
6	2	0,037		27	9	0,01		
7	3	0,02		28	10	0,04		
8	3	0,02		29	10	0,02		
9	3	0,02		30	10	0,02		
10	4	2		31	11	0,02		
11	4	2		32	11	0,04		
12	4	2		33	11	0,02		
13	5	0,075		34	12	0,05		
14	5	0,072		35	12	0,04		
15	5	0,079		36	12	0,02		
16	6	0,04		37	13	0,11		
17	6	0,03		38	13	0,06		
18	6	0,03		39	13	0,1		
19	7	0,014		40	14	0,04		
20	7	0,013		41	14	0,02		
21	7	0,015		42	14	0,01		
22	8	0,004		43	15	0,004		
23	8	0,004		44	15	0,007		
24	8	0,004		45	15	0,006		
25	9	0,02		46	16	1,29		
26	9	0,03		47	16	0,72		
27	9	0,01		48	16	0,44		
28	10	0,04						
29	10	0,02						

Рис. 4.2.2 Вигляд моніторингових даних у програмі STATISTICA

У рамках дипломного дослідження було проаналізовано середні концентрації забруднюючих домішок в атмосферному повітрі міста Суми за період 2021 - 2023 років. Аналіз базувався на даних моніторингових досліджень, взятих з публікацій лабораторії Сумського обласного центру з гідрометеорології у вигляді таблиці середньорічних концентрацій різних забруднюючих речовин. Для визначення статистичної значущості змін у часі було застосовано однофакторний дисперсійний аналіз (ANOVA) [17].

Univariate Tests of Significance for Var2 (однофакторний) Sigma-restricted parameterization Effective hypothesis decomposition					
Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	2,33774	1	2,337743	197,6740	0,000000
"Var1"	11,99530	15	0,799687	67,6196	0,000000
Error	0,37844	32	0,011826		

Рис. 4.2.3 Вікно з результатами однофакторного дисперсійного аналізу

В таблиці однофакторного дисперсійного аналізу значення $F=67,6196$, а p (рівень статистичної значущості) дорівнює $0,000000$. Оскільки $p < 0,05$, ми можемо відхилити нульову гіпотезу і стверджувати, що існує статистично значущий вплив фактора «Var1» (рік спостереження) на залежну змінну «Var2» (концентрація забруднюючих домішок).

Таблиця 4.2.2

Результати проведення однофакторного дисперсійного аналізу

Джерело варіювання	Забруднюючі домішки
Сума квадратів	11,99530

Продовження табл. 4.2.2

Ступінь свободи для діючого фактора	15
Середні квадрати для діючого фактора	0,799687
Сума квадратів для похибки	0,37844
Ступені свободи для похибки	32
Середні квадрати для похибки	0,011826
Критерій Фішера	67,6196
Довірчий рівень	0,00 (0%)

"Var1": Weighted Means (однофакторний) Current effect: F(15, 32)=67,620, p=0,0000 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Var1	Var2 Mean	Var2 Std.Err.	Var2 -95,00%	Var2 +95,00%	N
1	1	0,300000				3
2	2	0,038667	0,001202	0,033496	0,043838	3
3	3	0,020000				3
4	4	2,000000				3
5	5	0,075333	0,002028	0,066609	0,084057	3
6	6	0,033333	0,003333	0,018991	0,047676	3
7	7	0,014000	0,000577	0,011516	0,016484	3
8	8	0,004000				3
9	9	0,020000	0,005774	-0,004841	0,044841	3
10	10	0,026667	0,006667	-0,002018	0,055351	3
11	11	0,026667	0,006667	-0,002018	0,055351	3
12	12	0,036667	0,008819	-0,001279	0,074612	3
13	13	0,090000	0,015275	0,024276	0,155724	3
14	14	0,023333	0,008819	-0,014612	0,061279	3
15	15	0,005667	0,000882	0,001872	0,009461	3
16	16	0,816667	0,250089	-0,259379	1,892712	3

Рис. 4.2.4 аналіз середніх концентрацій забруднюючих домішок по роках

Можна зробити висновок, що за три проаналізовані роки середні концентрації забруднюючих домішок в атмосферному повітрі міста Суми статистично значимо відрізнялися.

		LSD test; variable Var2 (однофакторний)															
		Probabilities for Post Hoc Tests															
		Error: Between MS = ,01183, df = 32,000															
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
1	1	,30000															
2	2	0,006002	0,006002	0,003497	0,000000	0,016517	0,005152	0,002931	0,002176	0,003497	0,004249	0,004249	0,005669	0,024256	0,003856	0,002288	0,000002
3	3	0,003497	0,834823		0,000000	0,682400	0,952477	0,782953	0,698812	0,834823	0,893343	0,893343	0,982170	0,567226	0,863985	0,712602	0,000000
4	4	0,000000	0,000000	0,000000		0,537587	0,881579	0,946546	0,858136	1,000000	0,940618	0,940618	0,852295	0,436292	0,970287	0,872774	0,000000
5	5	0,016517	0,682400	0,537587	0,000000		0,639416	0,494705	0,427689	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
6	6	0,005152	0,952477	0,881579	0,000000	0,639416		0,829018	0,743283	0,881579	0,940618	0,940618	0,970287	0,527891	0,911034	0,757376	0,000000
7	7	0,002931	0,782953	0,946546	0,000000	0,494705	0,829018		0,911034	0,946546	0,887458	0,887458	0,800144	0,398403	0,916942	0,925812	0,000000
8	8	0,002176	0,698812	0,858136	0,000000	0,427689	0,743283	0,911034		0,858136	0,800144	0,800144	0,715372	0,340035	0,829018	0,985141	0,000000
9	9	0,003497	0,834823	1,000000	0,000000	0,537587	0,881579	0,946546	0,858136		0,940618	0,940618	0,852295	0,436292	0,970287	0,872774	0,000000
10	10	0,004249	0,893343	0,940618	0,000000	0,587432	0,940618	0,887458	0,800144	0,940618		1,000000	0,911034	0,480848	0,970287	0,814548	0,000000
11	11	0,004249	0,893343	0,940618	0,000000	0,587432	0,940618	0,887458	0,800144	0,940618	1,000000		0,911034	0,480848	0,970287	0,814548	0,000000
12	12	0,005669	0,982170	0,852295	0,000000	0,666144	0,970287	0,800144	0,715372	0,852295	0,911034	0,911034		0,552305	0,881579	0,729281	0,000000
13	13	0,024256	0,567226	0,436292	0,000000	0,869843	0,527891	0,398403	0,340035	0,436292	0,480848	0,480848	0,552305		0,458252	0,349344	0,000000
14	14	0,003856	0,863985	0,970287	0,000000	0,562230	0,911034	0,916942	0,829018	0,970287	0,970287	0,970287	0,881579	0,458252		0,843549	0,000000
15	15	0,002288	0,712602	0,872774	0,000000	0,438459	0,757376	0,925812	0,985141	0,872774	0,814548	0,814548	0,729281	0,349344	0,843549		0,000000
16	16	0,000002	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000

Рис. 4.2.5 Результати LSD-тесту

Проаналізувавши результати LSD-тесту можна зробити висновки:

- для деяких домішок, таких як залізо, цинк, кадмій, спостерігалися статистично значущі відмінності у середніх концентраціях між усіма трьома роками (2021, 2022 та 2023). Це свідчить про суттєві коливання рівнів цих забруднювачів протягом досліджуваного періоду.
- для інших домішок, зокрема діоксиду сірки, розчинних сульфатів, оксиду вуглецю, аміаку та формальдегіду, не виявлено статистично значущих відмінностей у середніх концентраціях між жодною парою років. Це може вказувати на більш стабільні рівні цих забруднювачів у місті Суми.
- для решти домішок, таких як пил, діоксид азоту, оксид азоту, хром, марганець, нікель, мідь та свинець, спостерігалися статистично значущі відмінності у середніх концентраціях лише між деякими парами років, але не між усіма трьома роками.

Scheffe test; variable Var2 (однофакторний)																	
Probabilities for Post Hoc Tests																	
Error: Between MS = ,01183, df = 32,000																	
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
		,30000	,03867	,02000	2,0000	,07533	,03333	,01400	,00400	,02000	,02667	,02667	,03667	,09000	,02333	,00567	,81667
1	1		0,870384	0,799592	0,000000	0,958764	0,851878	0,773486	0,726948	0,799592	0,826774	0,826774	0,863612	0,977130	0,813433	0,734941	0,026133
2	2	0,870384		1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000053
3	3	0,799592	1,000000		0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000033
4	4	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	5	0,958764	1,000000	1,000000	0,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000130
6	6	0,851878	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000046
7	7	0,773486	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000029
8	8	0,726948	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,000023
9	9	0,799592	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000033
10	10	0,826774	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000039
11	11	0,826774	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,000039
12	12	0,863612	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,000050
13	13	0,977130	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,000187
14	14	0,813433	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	0,000036
15	15	0,734941	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		0,000024
16	16	0,026133	0,000053	0,000033	0,000000	0,000130	0,000046	0,000029	0,000023	0,000033	0,000039	0,000039	0,000050	0,000187	0,000036	0,000024	

Рис. 4.2.6 Результати Scheffe-тесту

Результати Scheffe-тесту загалом підтверджують висновки LSD-тесту, проте є дещо більш консервативними. Найбільш вагомими відмінностями у висновках стосуються наступних домішок:

- для діоксиду азоту Scheffe-тест не виявив статистично значущих відмінностей між жодною парою років, в той час як LSD-тест показав деякі відмінності.
- для марганцю, нікелю та свинцю Scheffe-тест не виявив статистично значущих відмінностей між жодною парою років, тоді як LSD-тест показав деякі відмінності.

Результати обох тестів дозволяють виявити домішки, для яких спостерігалися суттєві коливання середніх концентрацій протягом досліджуваного періоду (залізо, цинк, кадмій), а також домішки зі стабільнішими рівнями (діоксид сірки, розчинні сульфати, оксид вуглецю, аміак, формальдегід).

Наступний аналіз включає оцінку максимальних концентрацій домішок в повітрі по місту Суми, в мг/м³, на основі програмного пакету STATISTICA.

Для зручності була сформована наступна таблиця, на основі довідок моніторингових даних [13,14,15]:

Таблиця 4.2.3

Максимальна концентрація домішок в повітрі по місту

Домішка (мг/м ³)	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Пил	1,4	0,9	0,9
Діоксид сірки	0,149	0,101	0,102
Розчинні сульфати	0,04	0,04	0,05
Оксид вуглецю	7	7	6
Діоксид азоту	0,24	0,22	0,28
Оксид азоту	0,09	0,10	0,08
Аміак	0,03	0,03	0,03
Формальдегід	0,013	0,013	0,013
Хром	0,03	0,07	0,02
Марганець	0,12	0,06	0,04
Нікель	0,04	0,11	0,09
Мідь	0,16	0,14	0,07
Цинк	0,54	0,12	0,60
Свинець	0,07	0,05	0,03
Кадмій	0,020	0,020	0,010
Залізо	4,13	1,90	1,04

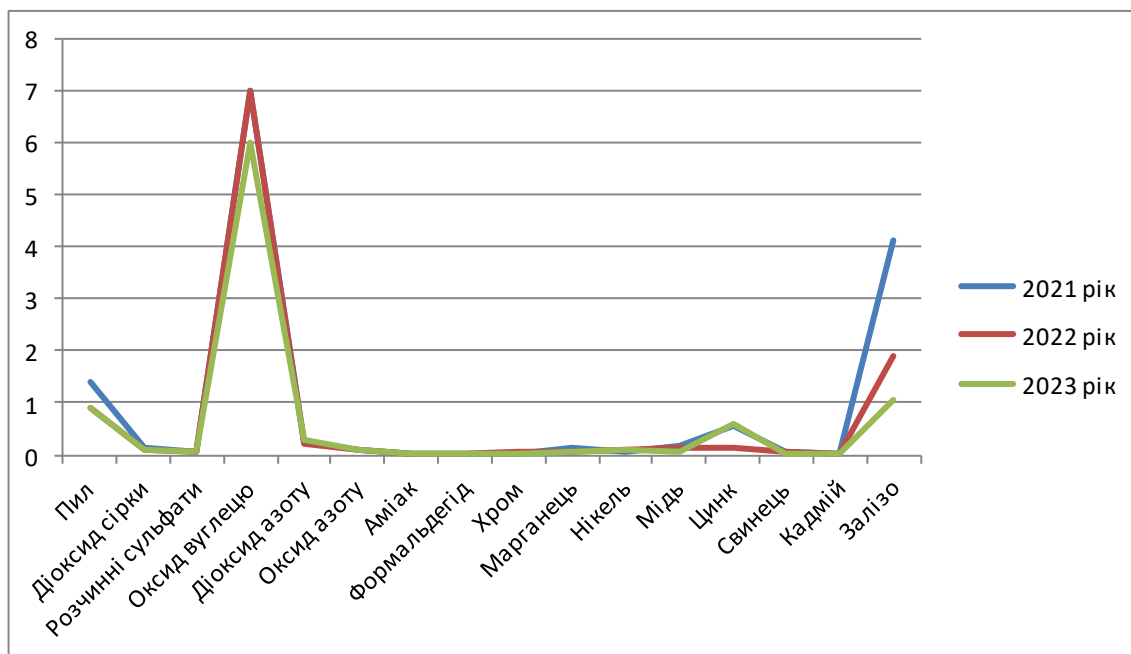


Рис.4.2.7 Графік розподілу максимальних концентрацій забруднюючих домішок у місті Суми за 3 роки

	1 Var1	2 Var2			1 Var1	2 Var2		
1	1	1,4			22	8	0,013	
2	1	0,9			23	8	0,013	
3	1	0,9			24	8	0,013	
4	2	0,149			25	9	0,03	
5	2	0,101			26	9	0,07	
6	2	0,102			27	9	0,02	
7	3	0,04			28	10	0,12	
8	3	0,04			29	10	0,06	
9	3	0,05			30	10	0,04	
10	4	7			31	11	0,04	
11	4	7			32	11	0,11	
12	4	6			33	11	0,09	
13	5	0,24			34	12	0,16	
14	5	0,22			35	12	0,14	
15	5	0,28			36	12	0,07	
16	6	0,09			37	13	0,54	
17	6	0,1			38	13	0,12	
18	6	0,08			39	13	0,6	
19	7	0,03			40	14	0,07	
20	7	0,03			41	14	0,05	
21	7	0,03			42	14	0,03	
22	8	0,013			43	15	0,02	
23	8	0,013			44	15	0,02	
24	8	0,013			45	15	0,01	
25	9	0,03			46	16	4,13	
26	9	0,07			47	16	1,9	
27	9	0,02			48	16	1,04	
28	10	0,12						
29	10	0,06						

Рис.4.2.8 Вигляд моніторингових даних у програмі STATISTICA

Effect	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	24,5116	1	24,51164	129,1480	0,000000
"Var1"	129,7769	15	8,65180	45,5850	0,000000
Error	6,0734	32	0,18979		

Рис. 4.2.9 Вікно з результатами однофакторного дисперсійного аналізу

Загальний тест показав високо значущі відмінності ($p < 0.001$) максимальних концентрацій між забруднювачами та роками. Це означає, що середні рівні забруднення суттєво відрізняються для різних речовин та змінювалися протягом 2021-2023 років.

Таблиця 4.2.4

Результати проведення однофакторного дисперсійного аналізу

Джерело варіювання	Забруднюючі домішки
Сума квадратів	129,7769
Ступінь свободи для діючого фактора	15
Середні квадрати для діючого фактора	8,65180
Сума квадратів для похибки	6,0734
Ступені свободи для похибки	32
Середні квадрати для похибки	0,18979
Критерій Фішера	45,5850
Довірчий рівень	0,00 (0%)

"Var1"; Weighted Means (одноф. макс) Current effect: F(15, 32)=45,585, p=0,0000 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Var1	Var2 Mean	Var2 Std.Err.	Var2 -95,00%	Var2 +95,00%	N
1	1	1,066667	0,166667	0,34956	1,783775	3
2	2	0,117333	0,015836	0,04920	0,185470	3
3	3	0,043333	0,003333	0,02899	0,057676	3
4	4	6,666667	0,333333	5,23245	8,100884	3
5	5	0,246667	0,017638	0,17078	0,322558	3
6	6	0,090000	0,005774	0,06516	0,114841	3
7	7	0,030000				3
8	8	0,013000				3
9	9	0,040000	0,015275	-0,02572	0,105724	3
10	10	0,073333	0,024037	-0,03009	0,176756	3
11	11	0,080000	0,020817	-0,00957	0,169567	3
12	12	0,123333	0,027285	0,00594	0,240729	3
13	13	0,420000	0,150997	-0,22969	1,069686	3
14	14	0,050000	0,011547	0,00032	0,099683	3
15	15	0,016667	0,003333	0,00232	0,031009	3
16	16	2,356667	0,920767	-1,60507	6,318406	3

Рис. 4.2.10 Аналіз середніх максимальних концентрацій забруднюючих домішок по роках

Протягом 2021-2023 років спостерігалось зниження середніх максимальних концентрацій забруднюючих речовин у повітрі міста Суми. Однак, це зниження не є статистично значущим на рівні $p < 0.05$, тобто може бути зумовлене випадковими коливаннями, а не стійкою тенденцією. Висока варіабельність концентрацій окремих речовин в межах років ускладнює надійну оцінку динаміки забруднення.

LSD test; variable Var2 (одноф. макс) Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = ,18979, df = 32,000																	
Cell No.	Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
		1,0667	,11733	,04333	6,6667	,24667	,09000	,03000	,01300	,04000	,07333	,08000	,12333	,42000	,05000	,01667	2,3567
1	1		0,011852	0,007094	0,000000	0,027788	0,009825	0,006456	0,005720	0,006929	0,008753	0,009168	0,012346	0,078443	0,007435	0,005872	0,000987
2	2	0,011852		0,836521	0,000000	0,718554	0,939228	0,807623	0,771179	0,829273	0,902330	0,917067	0,986647	0,401159	0,851059	0,778998	0,000000
3	3	0,007094	0,836521		0,000000	0,571569	0,896444	0,970332	0,932574	0,992581	0,933313	0,918543	0,823486	0,297567	0,985163	0,940707	0,000000
4	4	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	5	0,027788	0,718554	0,571569	0,000000		0,662584	0,546752	0,515941	0,565313	0,629376	0,642570	0,731069	0,629376	0,584185	0,522506	0,000001
6	6	0,009825	0,939228	0,896444	0,000000	0,662584		0,867113	0,829997	0,889096	0,962920	0,977747	0,925924	0,360498	0,911168	0,837972	0,000000
7	7	0,006456	0,807623	0,970332	0,000000	0,546752	0,867113		0,962179	0,977747	0,903802	0,889096	0,794706	0,281088	0,955512	0,970332	0,000000
8	8	0,005720	0,771179	0,932574	0,000000	0,515941	0,829997	0,962179		0,939968	0,866382	0,851787	0,758437	0,261032	0,917805	0,991840	0,000000
9	9	0,006929	0,829273	0,992581	0,000000	0,565313	0,889096	0,977747	0,939968		0,925924	0,911168	0,816266	0,293385	0,977747	0,948107	0,000000
10	10	0,008753	0,902330	0,933313	0,000000	0,629376	0,962920	0,903802	0,866382	0,925924		0,985163	0,889096	0,337081	0,948107	0,874429	0,000000
11	11	0,009168	0,917067	0,918543	0,000000	0,642570	0,977747	0,889096	0,851787	0,911168	0,985163		0,903802	0,346322	0,933313	0,859808	0,000000
12	12	0,012346	0,986647	0,823486	0,000000	0,731069	0,925924	0,794706	0,758437	0,816266	0,889096	0,903802		0,410457	0,837972	0,766216	0,000000
13	13	0,078443	0,401159	0,297567	0,000000	0,629376	0,360498	0,281088	0,261032	0,293385	0,337081	0,346322	0,410457		0,306056	0,265268	0,000005
14	14	0,007435	0,851059	0,985163	0,000000	0,584185	0,911168	0,955512	0,917805	0,977747	0,948107	0,933313	0,837972	0,306056		0,925924	0,000000
15	15	0,005872	0,778998	0,940707	0,000000	0,522506	0,837972	0,970332	0,991840	0,948107	0,874429	0,859808	0,766216	0,265268	0,925924		0,000000
16	16	0,000987	0,000000	0,000000	0,000000	0,000001	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000005	0,000000	0,000000	0,000000

Рис. 4.2.11 Результати LSD-тесту

LSD тест показує ймовірності для попарних порівнянь середніх максимальних концентрацій між роками. Профіль відмінностей між середніми

концентраціями речовин подібний до результатів тесту Шеффе, але тест LSD показує більше статистично значущих відмінностей через менш консервативний контроль альфа-рівня.

Додатково до відмінностей, виявлених тестом Шеффе, тест LSD показує значущі відмінності ($p < 0.05$) між концентраціями формальдегіду та деяких інших речовин з низьким вмістом.

Scheffe test; variable Var2 (одноф. макс)																
Probabilities for Post Hoc Tests																
Error: Between MS = .18979, df = 32,000																
Var1	{1}	{2}	{3}	{4}	{5}	{6}	{7}	{8}	{9}	{10}	{11}	{12}	{13}	{14}	{15}	{16}
	1,0667	,11733	,04333	6,6667	,24667	,09000	,03000	,01300	,04000	,07333	,08000	,12333	,42000	,05000	,01667	2,3567
1		0,936442	0,889133	0,000000	0,981924	0,920976	0,878753	0,864695	0,886591	0,910402	0,914737	0,939533	0,998435	0,894109	0,867805	0,593941
2	0,936442		1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,010303
3	0,889133	1,000000		0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999998	1,000000	1,000000	0,006760
4	0,000000	0,000000	0,000000		0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
5	0,981924	1,000000	1,000000	0,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,021063
6	0,920976	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,008826
7	0,878753	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999997	1,000000	1,000000	0,006260
8	0,864695	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999995	1,000000	1,000000	0,005675
9	0,886591	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,999998	1,000000	1,000000	0,006631
10	0,910402	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	0,999999	1,000000	1,000000	0,008027
11	0,914737	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,008338
12	0,939533	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000		1,000000	1,000000	1,000000	0,010658
13	0,998435	1,000000	0,999998	0,000000	1,000000	1,000000	0,999997	0,999995	0,999998	0,999999	1,000000	1,000000		0,999999	0,999996	0,051973
14	0,894109	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999999		1,000000	0,007024
15	0,867805	1,000000	1,000000	0,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	1,000000	0,999996	1,000000		0,005796
16	0,593941	0,010303	0,006760	0,000000	0,021063	0,008826	0,006260	0,005675	0,006631	0,008027	0,008338	0,010658	0,051973	0,007024	0,005796	

Рис. 4.2.12 Результати Scheffe-тесту

Концентрації більшості забруднюючих речовин статистично значуще відрізняються між собою ($p < 0.05$), при усередненні даних по роках.

Пил, діоксид сірки та розчинні сульфати мають суттєво вищі середні концентрації порівняно з іншими речовинами.

Середній вміст формальдегіду, хрому, нікелю, кадмію, амоніаку та деяких інших речовин є відносно низьким і статистично не відрізняється між цими забруднювачами.

4.3. Аналіз індексу забруднення атмосфери у місті Суми за досліджуваний період

У 2021 році ІЗА становив 6,75, що було розраховано на основі таблиць програмного комплексу АРМ "Аерохімія" за рік і становить відносно високий рівень забруднення атмосфери. Основними забруднюючими речовинами, що вплинули на стан забруднення повітря, були пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту та формальдегід. Пил та діоксид азоту зазвичай потрапляють в атмосферу внаслідок роботи промислових підприємств, спалювання палива та викидів автотранспорту. Діоксид сірки утворюється при спалюванні сірковмісного палива. Оксид вуглецю є продуктом неповного згоряння палива. Формальдегід може утворюватися внаслідок хімічних реакцій в атмосфері та промислових викидів. Всі ці речовини здатні негативно впливати на здоров'я людей, особливо на органи дихання та серцево-судинну систему [13,20].

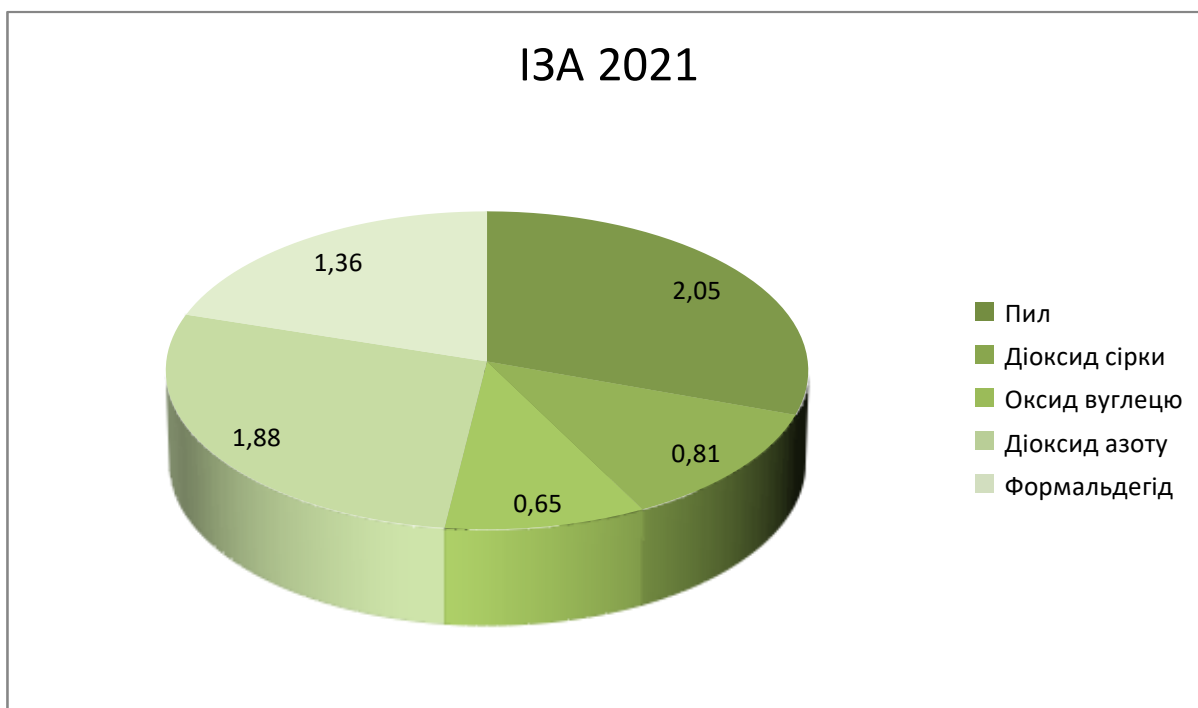


Рис.4.3.1 Діаграма Індексу забруднення атмосфери (ІЗА) за 2021 рік

У 2022 році спостерігалось деяке зростання ІЗА до 6,69, що було розраховано на основі таблиць програмного комплексу АРМ "Аерохімія". Перелік пріоритетних домішок залишився без змін. Незначне підвищення ІЗА могло бути пов'язане зі зростанням інтенсивності роботи промислових підприємств, збільшенням кількості автотранспорту та несприятливими метеорологічними умовами, що перешкождали розсіюванню забруднюючих речовин [11,14].

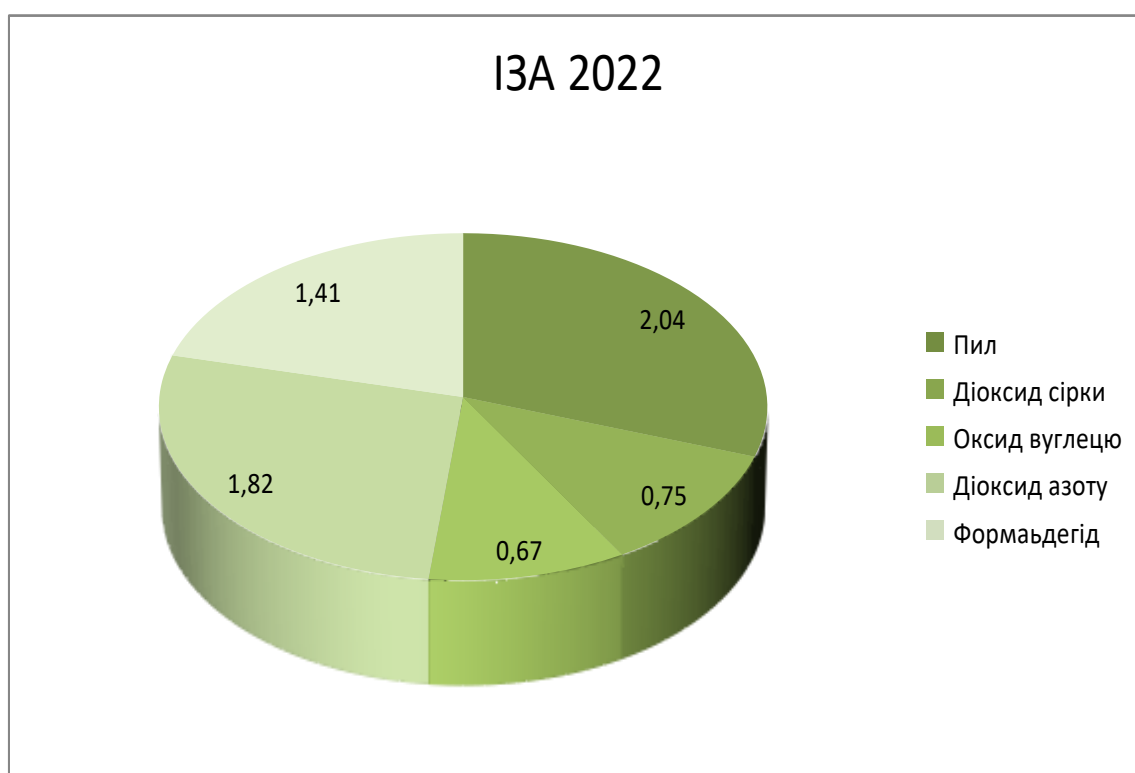


Рис.4.3.2 Діаграма Індексу забруднення атмосфери (ІЗА) за 2022 рік

У 2023 році ІЗА продовжив тенденцію до зростання і становив 6,78, згідно розрахунків на основі таблиць програмного комплексу АРМ "Аерохімія". Основними пріоритетними домішками залишалися пил, діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту та формальдегід. Підвищення ІЗА могло бути спричинене низкою факторів, таких як зростання обсягів виробництва, збільшення кількості автотранспорту, застарілі очисні споруди на підприємствах, недостатнє використання екологічно чистих технологій та видів палива [11,15].

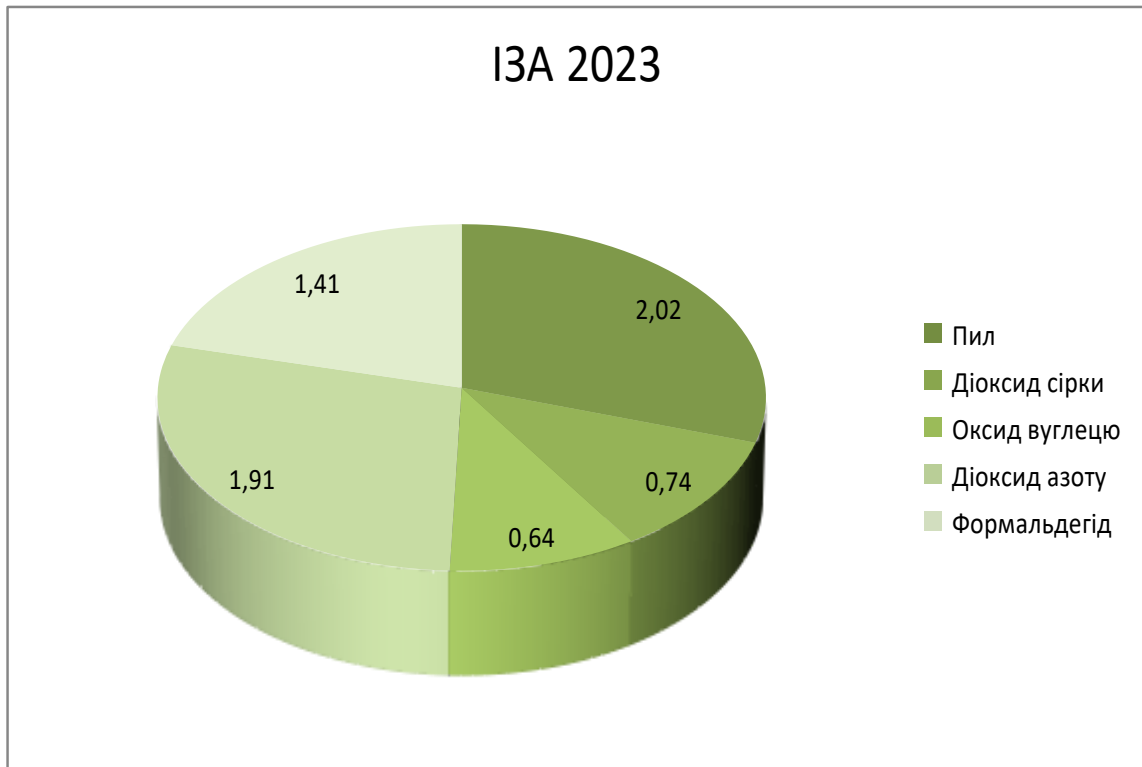


Рис.4.3.3. діаграма Індексу забруднення атмосфери (ІЗА) за 2023 рік

Порівнюючи значення ІЗА за досліджуваний період, можна відмітити тенденцію до його поступового зростання з 6,75 у 2021 році до 6,78 у 2023 році. Хоча це збільшення не є критичним, воно вказує на необхідність вжиття додаткових заходів з охорони атмосферного повітря та зниження рівня його забруднення.

Для покращення якості повітря в місті Суми необхідно реалізовувати комплексну стратегію, спрямовану на зменшення викидів забруднюючих речовин від стаціонарних і пересувних джерел. Це може включати модернізацію виробництва та впровадження сучасних природоохоронних технологій на підприємствах, переведення енергетичних установок на більш екологічні види палива, оптимізацію транспортної інфраструктури міста з метою зменшення викидів від автотранспорту, розвиток системи моніторингу якості повітря та інформування населення про стан забруднення атмосфери.

Крім того, важливу роль у зниженні рівня забруднення відіграє озеленення міста, створення зелених зон та паркових територій, які здатні поглинати забруднюючі речовини та покращувати мікроклімат міста.

Також необхідно посилювати контроль за дотриманням підприємствами екологічного законодавства, встановлювати більш жорсткі нормативи гранично допустимих викидів та вживати штрафних санкцій до порушників.

Освіта та інформування населення про проблеми забруднення атмосферного повітря, його вплив на здоров'я та шляхи зменшення негативного впливу також є важливими компонентами стратегії покращення якості повітря в місті.

Отже, аналіз індексу забруднення атмосфери в місті Суми протягом 2021-2023 років показав тенденцію до його незначного зростання, що вказує на необхідність посилення природоохоронних заходів та реалізації комплексної стратегії з покращення якості атмосферного повітря[22,23].

На динаміку ІЗА в 2022-2023 роках міг вплинути також фактор повномасштабного вторгнення Росії в Україну, яке почалося 24 лютого 2022 року. Бойові дії, руйнування інфраструктури, пожежі внаслідок обстрілів призвели до додаткових викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Хоча через складну ситуацію повних даних моніторингу може бракувати, ймовірно війна посилила негативні тенденції в забрудненні повітря.

Лише комплексний підхід та злагоджена робота всіх зацікавлених сторін дозволять знизити рівень забруднення та створити більш сприятливі екологічні умови, незважаючи на виклики, які принесла війна. Чисте повітря - це запорука здоров'я мешканців Сум та збереження довкілля для майбутніх поколінь[30].

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. У ході виконання дипломної роботи було проведено комплексне дослідження стану атмосферного повітря в місті Суми протягом 2021-2023 років на основі аналізу моніторингових даних Сумського обласного центру з гідрометеорології.

2. В оглядовій частині роботи розглянуто основні забруднюючі речовини атмосферного повітря, за якими здійснюється моніторинг у місті Суми, їх джерела надходження та вплив на здоров'я людей і довкілля. Проаналізовано організацію спостережень за атмосферним повітрям, етапи моніторингу та структуру системи спостережень. Окрему увагу приділено впливу військових дій 2022 року на якість атмосферного повітря міста.

3. У практичній частині роботи охарактеризовано об'єкт та предмет досліджень, наведено інформацію про розташування та особливості пунктів спостережень за станом атмосферного повітря в місті Суми. Описано методику проведення досліджень, зокрема, мережу спостережень, методи відбору проб повітря та розрахунок інтегрального показника забруднення атмосфери.

4. Шляхом застосування функціоналу програмного пакету STATISTICA був проаналізований взаємозв'язок середніх та максимальних концентрацій забруднюючих домішок в атмосферному повітрі міста Суми з досліджуваними роками за допомоги однофакторного дисперсійного аналізу.

5. Протягом досліджуваного періоду в місті Суми спостерігалось стабільне перевищення гранично допустимих концентрацій за такими забруднюючими речовинами як пил, діоксид азоту та формальдегід. Це вказує на наявність постійних джерел надходження цих поллютантів в атмосферне повітря міста.

6. Найбільші перевищення ГДК реєструвалися на постах спостереження ПСЗ № 5 (вул. Металургів) у північній частині міста та ПСЗ № 4 (вул. Харківська). Це може бути пов'язано із промисловими об'єктами,

розташованими в цих районах - АТ "Сумське НВО" та ТОВ "Машдеталь" відповідно.

7. У річному ході забруднення атмосферного повітря спостерігалися сезонні коливання з підвищенням концентрацій пилу, діоксиду азоту, формальдегіду та інших речовин переважно у весняно-літній період. Це може бути пов'язано як із зміною метеоумов, так і зі збільшенням викидів від автотранспорту та активізацією фотохімічних процесів в атмосфері.

8. Події 2022 року, пов'язані із військовою агресією Росії, негативно вплинули на стан атмосферного повітря міста через руйнування промислових об'єктів, пожежі та підвищення викидів від військової техніки. Це призвело до епізодичних значних забруднень повітря специфічними токсичними речовинами.

9. Порівнюючи значення ІЗА за досліджуваний період, можна відмітити тенденцію до його поступового зростання. Хоча це збільшення не є критичним, воно вказує на необхідність впровадження додаткових заходів з охорони атмосферного повітря та зниження рівня його забруднення.

На основі результатів аналізу моніторингових даних щодо стану атмосферного повітря в місті Суми протягом 2021-2023 років можна запропонувати наступні рекомендації щодо поліпшення якості повітря:

1. Посилити контроль за дотриманням нормативів гранично допустимих викидів на промислових підприємствах, які є основними стаціонарними джерелами забруднення атмосферного повітря в місті (ПАТ «Сумхімпром», АТ «Сумське НВО», ТОВ «Машдеталь» та інші).

2. Стимулювати впровадження на промислових об'єктах сучасних технологій очищення викидів, зокрема, високоефективних систем фільтрації, абсорбційних та адсорбційних установок, каталітичних нейтралізаторів тощо.

3. Розробити та реалізувати міську програму з модернізації комунальної енергетики, спрямовану на заміну застарілого обладнання котелень, перехід на екологічно чистіші види палива (природний газ, біопаливо), впровадження енергоефективних технологій.

4. Оптимізувати транспортні потоки в місті з метою зменшення викидів від автотранспорту. Для цього доцільно розвивати мережу громадського транспорту, особливо електротранспорту, створювати велоінфраструктуру, обмежувати рух автотранспорту в центральній частині міста.

5. Стимулювати оновлення автопарку міста, зокрема, комунального транспорту та комерційних перевізників, з пріоритетом на використання екологічних видів палива (електрика, природний газ, водень) та транспортних засобів з високими екологічними стандартами (Євро-5, Євро-6).

6. Розширити мережу моніторингу атмосферного повітря в місті, особливо в районах з найбільшим рівнем забруднення (вул. Металургів, вул. Харківська). Забезпечити пости спостереження сучасним автоматизованим обладнанням для безперервного контролю концентрацій широкого спектру забруднюючих речовин.

7. Удосконалити систему інформування населення про стан атмосферного повітря в місті, використовуючи різні канали комунікації (місцеві ЗМІ, соціальні мережі, смс-розсилки, електронні табло тощо). Регулярно оприлюднювати результати моніторингу та рекомендації щодо зменшення впливу забрудненого повітря на здоров'я та популяризувати ресурси, де можна перевірити стан повітря у реальному часі.

8. Розвивати систему озеленення міста, створювати нові зелені зони, парки, сквери, які виконують роль природних фільтрів атмосферного повітря. Підтримувати існуючі зелені насадження в належному стані.

9. Проводити просвітницьку роботу серед населення щодо шляхів зменшення індивідуального внеску в забруднення атмосферного повітря (економне використання автотранспорту, енергозбереження в побуті, відмова від спалювання опалого листя та сміття тощо).

10. Розробити план дій на випадок надзвичайних ситуацій техногенного та військового характеру, які можуть супроводжуватися значними викидами забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Передбачити заходи з оперативного моніторингу повітря, інформування та захисту населення.

Реалізація цих рекомендацій вимагає комплексного підходу та координації зусиль місцевої влади, промислових підприємств, транспортних компаній, наукових установ та громадськості. Лише спільними зусиллями можна досягти суттєвого прогресу в поліпшенні якості атмосферного повітря в місті Суми та забезпеченні безпечного і здорового середовища проживання для його мешканців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматизовані системи спостереження і контролю за атмосферним повітрям [Електронний ресурс]. Вінниця ВНТУ. 2010. Режим доступу до ресурсу:

https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/iebmd/severin_priodoohoronni_tehnologii/11-6-3.html

2. Баштаннік М. П. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України / М. П.Баштаннік, Н. С. Жемера, Є. М. Кіптенко, Т. В. Козленко. Наукові праці УкрНДГМІ. 2014. №266. С. 73-78.

3. Вплив вмісту пилу на стан здоров'я людини. Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції / За загальною редакцією проф. Пилипенка С.В. Полтава: Астроя, 2018. 258 с. / .С. 190-193.

4. Все, що потрібно знати про AQI - індекс якості повітря [Електронний ресурс]. CleanAir. 2021. Режим доступу до ресурсу:

<https://cleanairlove.com/vse-shcho-potribno-znati-pro-indeks-yakosti-povitrya-aqi/>.

5. Діоксид азоту та формальдегід: чим дихали хмельничани в серпні [Електронний ресурс]. Всім.юа. Режим доступу до ресурсу: <https://vsim.ua/Zdorovya/dioksid-azotu-ta-formaldegid-chim-dihali-hmelnichani-v-serpni-11679725.html>

6. Діоксид сірки (SO₂) [Електронний ресурс]. Загальна екологія (Online курс лекцій). Режим доступу до ресурсу:

<https://ecologyknu.wixsite.com/ecologymanual/12-5>

7. Діоксид сірки [Електронний ресурс]. Матеріал з Вікіпедії - вільної енциклопедії. Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/snqzo>

8. ЗАКОН УКРАЇНИ Про охорону атмосферного повітря [Електронний ресурс]. Верховна Рада України. Режим доступу до ресурсу:

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>

9. Запахло смаленим: як війна впливає на стан повітря в Україні [Електронний ресурс]. Куншт. 2022. Режим доступу до ресурсу: <https://kunsht.com.ua/articles/zapaxlo-smalenim-yak-vijna-vplivaye-na-stan-povitrya-v-ukraini>)

10. Збитки довкіллю від пожежі на складі в Сумах внаслідок обстрілів військовими РФ оцінили у 2 мільйони гривень [Електронний ресурс]. СУСПІЛЬНЕ СУМИ. Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/sumy/242860-zbitki-dovkillu-vid-pozezi-na-skladi-v-sumah-vnaslidok-obstriliv-vijskovimi-rf-ocinili-u-2-miljoni-griven/>

11. Індекс якості повітря [Електронний ресурс]. Матеріал з Вікіпедії - вільної енциклопедії. Режим доступу до ресурсу: <http://surl.li/rupek>.

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

13. Лабораторія Сумського обласного центру з гідрометеорології. Довідка про стан забруднення атмосферного повітря м. Суми за 2021 рік. Суми, 2021. 7 с.

14. Лабораторія Сумського обласного центру з гідрометеорології. Довідка про стан забруднення атмосферного повітря м. Суми за 2022 рік. Суми, 2022. 5 с.

15. Лабораторія Сумського обласного центру з гідрометеорології. Довідка про стан забруднення атмосферного повітря м. Суми за 2023 рік. Суми, 2023. 5 с.

16. Мезенцева І. Як війна впливає на якість повітря? [Електронний ресурс] / І. Мезенцева, Я. Самко. ХМАРОЧОС. 2024. Режим доступу до ресурсу: <https://hmarochos.kiev.ua/2024/01/10/yak-vijna-vplyvaye-na-yakist-povitrya/>

17. Моделювання і прогнозування стану довкілля. Методичні вказівки для проведення практичних робіт для студентів факультету агротехнологій та природокористування спеціальності 101 «Екологія», освітнього ступеня «бакалавр», денної та заочної форми навчання. Суми: Сумський національний аграрний університет, 2022. 74 с.

18. Моніторинг довкілля : підручник / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.] ; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. Вінниця : ВНТУ, 2010. 232 с.

19. Моніторинг довкілля Лабораторна робота: Організація спостережень за якістю атмосферних опадів: визначення кислотності і лужності [Електронний ресурс]. Хмельницький національний університет. Режим доступу до ресурсу: <https://de.khnu.km.ua/labrun.aspx?a=257&b=2&c=65>

20. Наукова робота на тему: «Забруднення атмосферного повітря Волинської області: сучасний стан та основні проблеми» [Електронний ресурс]. Міністерство освіти і науки України «Забруднення атмосфери». Режим доступу до ресурсу:

http://pnpu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/04/robota_zabrudnennya-atmosferi.pdf.

21. Наукова робота на тему: «Оцінка канцерогенного ризику техногенного навантаження на населення промислових міст» [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу:

https://ldubgd.edu.ua/sites/default/files/8_konferezii/formaldegid_naukova_robota.pdf

22. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році [Електронний ресурс]. МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ. Режим доступу до ресурсу:

<https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>.

23. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє середовище. Частина 1. Нормування інгредієнтного забруднення: навчальний

посібник Петрук В. Г., Васильківський І. В., Іщенко В. А., Петрук Р. В., Турчик П. М. Вінниця : ВНТУ, 2013. 253 с.

24. Окис вуглецю [Електронний ресурс]. empendium портал для лікарів. Режим доступу до ресурсу:

<https://empendium.com/ua/chapter/B27.II.20.10>.

25. Оксиди азоту [Електронний ресурс]. Все про повітря. Режим доступу до ресурсу:

https://cleanair.org.ua/pollutant/oxides-of-nitrogen_ua/ .

26. Оксиди азоту [Електронний ресурс]. Загальна екологія (Online курс лекцій). Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/rbpiia>

27. Оцінювання екологічних ризиків при забрудненні атмосфери оксидами азоту [Електронний ресурс]. В. Г.Петрук, С. М. Кватернюк, І. В. Васильківський, А. В. Ковтонюк. Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/sfvki>

28. Пил [Електронний ресурс]. Матеріал з Вікіпедії - вільної енциклопедії. Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/rbrgg>

29. Підвищена концентрація пилу в повітрі: чому це небезпечно та до чого тут Росія [Електронний ресурс]. «Рубрика» медіа корисних рішень. 2022. Режим доступу до ресурсу:

<https://rubryka.com/2022/08/26/zabrudnene-povitrya-vijna/>

30. Повітря під час війни. Чому важливо моніторити забруднення та розповідати про це [Електронний ресурс]. 2022. Режим доступу до ресурсу:

<https://ua.boell.org/uk/2022/11/16/povitrya-pid-chas-viyny-chomu-vazhlyvo-monitoryty-zabrudnennya-ta-rozpovidaty-pro-tse>.

31. Попередня оцінка якості атмосферного повітря в зоні «Чернігівська» Звіт про результати попередньої оцінки [Електронний ресурс]. Додаток 4 до Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря зони «Чернігівська» на 2022-2026 роки. Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/snqzh>

32. Про затвердження Концепції зменшення обсягів викидів важких металів в атмосферне повітря [Електронний ресурс]. Верховна Рада України. Законодавство України. Редакція від 18.09.2009. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1291-2000-%D0%BF#Text>

33. Програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації Суми [Електронний ресурс]. Департамент фінансів, економіки та інвестицій Сумської міської ради. 2022. Режим доступу до ресурсу:

<https://finance.smr.gov.ua/55-stan-dovkillya-v-m-sumi>

34. Розстріляне довкілля. Як війна впливає на екосистему Сумщини [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу:

<https://dif.org.ua/article/rozstrilyane-dovkillya-yak-viyna-vplivae-na-ekosistemu-sumshchini>

35. Стан забруднення атмосферного повітря у м. Суми [Електронний ресурс]. Інформаційний портал Сумської міської ради. Режим доступу до ресурсу:

<https://smr.gov.ua/uk/2016-03-14-08-10-17/ekologiya-ta-okhorona-navkolishnogo-seredovishcha.html>

36. Сульфатна кислота [Електронний ресурс]. Матеріал з Вікіпедії - вільної енциклопедії. Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/maqeg>

37. Формальдегідне забруднення атмосферного повітря [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/rbqzj>

38. Що потрібно знати про аміак в атмосферному повітрі [Електронний ресурс]. Рогатинський відділ Івано-Франківського районного відділу ДУ

"Івано-Франківський ОЦКПХ МОЗ". Режим доступу до ресурсу:

<http://surl.li/rbqdk>

39. Що таке пост моніторингу якості повітря і для чого він потрібен місту? [Електронний ресурс]. Екоclub. Режим доступу до ресурсу: https://ecoclubrivne.org/air_quality_monitoring_post/.

40. Як визначається індекс якості повітря? [Електронний ресурс]. УкрХімАналіз. Режим доступу до ресурсу: <https://himanaliz.ua/uk/yak-viznachaietsya-indeks-yakosti-povitr/>.

41. Як уберегтися від отруєння аміаком [Електронний ресурс]. Центр громадського здоров'я Міністерства охорони здоров'я України. Режим доступу до ресурсу:

<https://phc.org.ua/news/yak-uberegtisya-vid-otruennya-amiakom>

ДОДАТКИ

Додаток А

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 результатами 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.

_____ Дар'я ЗАЇКА

Додаток Б

Декларація академічної доброчесності

Я, Заїка Дар'я Сергіївна, здобувачка вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» денної форми навчання Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформована, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи, повинна 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.

_____ Дар'я ЗАЇКА

Додаток В

Матеріали конференції з результатами апробації кваліфікаційної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(14-16 травня 2024 р.)

Продовження додатку В

СЕРЕДОВИЩЕ	
Дяченко О. В. ПОПУЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ СЕГЕТАЛЬНОЇ ФЛОРИ В АГРОЦЕНОЗАХ СУМСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	46
Заїка Д. С. ОГЛЯД ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ТА СЕРЕДНІХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ МІСТА СУМИ ЗА 2021-2023 РОКИ..	47
Заїка Д. С., Гриб В. В. НОРМАТИВНО – ПРАВОВІ ЗАСАДИ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ШЛЯХОМ НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ (НА ПРИКЛАДІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ)	48
Зубко С. В. ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ – КАРКАС ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ПЛАНЕТИ.....	49
Івченко В. В. ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ	50
Клименко І. М. АНАЛІЗ ПОПУЛЯЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РІДКІСНОГО ВИДУ ANEMONE SYLVESTRIS L.	51
Коваль М. Ю., Клименко Г. О. ОЦІНКА ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ В СВІТІ ТА В УКРАЇНІ	52
Кочкало В. О. МОНИТОРИНГ ПОПУЛЯЦІЙ SOLIDAGO CANADENSIS L. В МЕЖАХ ФІТОЦЕНОЗІВ ШОСТКИНСЬКОЇ ОТГ	53
Левенець С. Д. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	54
Лещенко Д. О., Клименко Г. О. РОЛЬ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН У ПОШИРЕННІ ІНВАЗИВНИХ ВИДІВ РОСЛИН.....	55
Лисенко М. О., Клименко Г. О. ЕЛЕМЕНТИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ, ЯК ОДНІЄЇ З НАЙЦІННІШИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР	56
Маруха Т. В. ФАКТОРИ ВПЛИВУ НА СТІЙКІСТЬ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ.....	57
Наливайко О. О. ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ НА АГРОПІДПРИЄМСТВАХ.....	58
Одарченко В. В. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	59
Павлюченко В. Ю., Ковальова М. А. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ ПІД ЧАС ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ В УКРАЇНІ.....	60
Пушкар Д. В. ВПЛИВ АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ НА ЯКІСТЬ ВРОЖАЮ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ	61
Серпокрил Ю. І., Рева Д. Б. ОРГАНІЗАЦІЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В СФЕРІ ДОТРИМАННЯ НОРМ ЕКОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ВИДОБУТКУ САПРОПЕЛЕВИХ ДОБРІВ.....	62
Скляр Ю. Л., Псарьов В. В. СТАН БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЗАКАЗНИКА «ВЕРХНЬОСУЛЬСЬКИЙ-2», РОЗТАШОВАНОГО У МЕЖАХ САДІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ.....	63
Тарабар О. Ю., Тихонова О. М. ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ.	64
Тихонова О. М., Хомутов С. О. ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА ВРОЖАЙНІСТЬ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО	65
Таран Д. М. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА СТАН ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ	66
Теслик А. В., Ковальова М. А. РОЛЬ ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОЄКТІВ НА ФОНІ ВІЙНИ В УКРАЇНІ	67
Теслик А. В. СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ В УПРАВЛІННІ ВІДХОДАМИ ТА ВІДНОВЛЕННІ ЕКОСИСТЕМ	68
Теслик А. В. БІОЛОГІЧНІ МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ ШКІДНИКАМИ ТА ХВОРОБАМИ В ЕКОЛОГІЧНИХ СИСТЕМАХ	69
Токаренко В. В. АНАЛІЗ ВОДИ РІЧКИ ПСЕЛ У МЕЖАХ МІСТА СУМИ ТА СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	70
Таран Д. М., Гриб В. В. ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ МЕТОДИКИ САНІТАРНО-ВІРУСОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ВОДИ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ	71
Фіолоненко В. О. МОНИТОРИНГ СТАНУ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД РІЧКИ СУЛА В МЕЖАХ	72

Продовження додатку В

ОГЛЯД ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ТА СЕРЕДНІХ КОНЦЕНТРАЦІЙ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН В АТМОСФЕРНОМУ ПОВІТРІ МІСТА СУМИ ЗА 2021-2023 РОКИ

Заїка Д. С., студ. 4 курсу ФАТП, спец. 101 «Екологія»
Науковий керівник: ст. викл. А. В. Новікова
Сумський НАУ

Забруднюючі речовини в атмосферному повітрі - різноманітні хімічні сполуки та частки, які потрапляють у повітря як результат промислової, транспортної та іншої людської діяльності, а також природних процесів. Забруднюючі речовини можуть мати негативний вплив на здоров'я людей, тварин та рослин, екосистеми та клімат. Моніторинг цих речовин є критично важливим фактором, що визначає якість життя, здоров'я та екологічну стійкість міського населення.

Лабораторія Сумського обласного центру з гідрометеорології в 2021-2023 р. проводила відбір проб атмосферного повітря на 3-х стаціонарних постах, які знаходяться: №3 – вул. - Холодноярської бригади, 26; №4 - вул. Харківська, 125; №5 – вул. Металургів, 2. Для огляду були проаналізовані середні концентрації домішок в повітрі з усіх ПЗС по місту. Спостереження проводилися за такими показниками: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю, розчинні сульфати, формальдегід й аміак. Відбір проб і виконання хімічного аналізу шкідливих речовин проводилися згідно "Руководства по контролю загрязнения атмосферы" РД 52.04.186.89 Москва 1991 р.

Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) - це інтегральний показник рівня забруднення повітря, який враховує наявність у повітрі суміші забруднюючих речовин. Індекс забруднення атмосферного повітря м. Суми розрахований на основі таблиць програмного комплексу АРМ «Аерохімія».

Таблиця 1

Індекс забруднення атмосфери та середні концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі міста Суми за 2021-2023 роки

Показники	2021р	ІЗА 2021р	2022р	ІЗА 2022р	2023р	ІЗА 2023р
Пил	0,3 мг/м ³	2,05	0,3 мг/м ³	2,04	0,3 мг/м ³	2,02
Діоксид сірки	0,041 мг/м ³	0,81	0,038 мг/м ³	0,75	0,037 мг/м ³	0,74
Розчин.сульфати	0,02 мг/м ³		0,02 мг/м ³		0,02 мг/м ³	
Оксид вуглецю	2 мг/м ³	0,65	2 мг/м ³	0,67	2 мг/м ³	0,64
Діоксид азоту	0,075 мг/м ³	1,88	0,072 мг/м ³	1,82	0,079 мг/м ³	1,97
Оксид азоту	0,04 мг/м ³		0,03 мг/м ³		0,03 мг/м ³	
Аміак	0,014 мг/м ³		0,013 мг/м ³		0,015 мг/м ³	
Формальдегід	0,004 мг/м ³	1,36	0,004 мг/м ³	1,41	0,004 мг/м ³	1,41

За даними спостережень встановлено, що середній вміст в повітрі міста за 2021р. по пилу дорівнював 2,0 ГДК, діоксиду азоту 1,9 ГДК, формальдегіду 1,3 ГДК. Середній вміст інших інгредієнтів в атмосферному повітрі нижче санітарних норм. Середній вміст в повітрі міста за 2022р. по пилу дорівнював 2,0 ГДК, діоксиду азоту 1,8 ГДК, формальдегіду 1,3 ГДК. Середній вміст інших інгредієнтів в атмосферному повітрі нижче санітарних норм. Середній вміст в повітрі міста за 2023р. по пилу та діоксиду азоту дорівнював 2,0 ГДК, формальдегіду 1,3 ГДК. Середній вміст інших інгредієнтів в атмосферному повітрі нижче санітарних норм.

ІЗА за рік 2021 становить- 6,75, за 2022 рік – 6,69, за 2023 – 6.78. Ці значення входять в діапазон задовільної якості повітря, які мають мінімальний вплив на здоров'я населення (0–50 – добрий) [<http://surl.li/rupek>].

Проаналізувавши всі дані, можна зробити висновки, що забруднення атмосферного повітря в місті Суми за 2021-2023 роки було мінімальним. Середній вміст більшості складових повітря міста перебуває нижче санітарних норм, це означає, що рівень забруднення повітря знаходиться на безпечному рівні з точки зору здоров'я населення та екологічних стандартів, що свідчить про позитивний вплив на якість життя мешканців.

Список використаних джерел:

Доповіді про стан забруднення атмосферного повітря м. Суми за 2021-2023 рік. Державна служба з надзвичайних ситуацій в Україні. Сумський обласний центр з гідрометеорології. Сумська лабораторія СЗА.

Продовження додатку В

НОРМАТИВНО – ПРАВОВІ ЗАСАДИ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ШЛЯХОМ НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ (НА ПРИКЛАДІ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Заїка Д. С., студ. 4 курсу ФАтП, спец. 101 «Екологія»
Гриб В. В., асистент
Сумський НАУ

Атмосферне повітря є невід'ємним компонентом навколишнього природного середовища, який має вирішальне значення для життєдіяльності людини та стійкості екосистем. Присутність у повітрі шкідливих речовин унаслідок антропогенного забруднення спричиняє негативні наслідки для здоров'я населення та порушує природні процеси. Тому забезпечення належної якості повітря шляхом мінімізації його забруднення є одним з пріоритетних завдань екологічної політики як на національному, так і на регіональному рівнях.

Сумщина володіє великим виробничим потенціалом та потужним сільськогосподарським сектором, тому за рівнем техногенного навантаження на територію входить до першої десятки областей України. Діяльність підприємств, а також інтенсивне застосування агрохімікатів у рослинництві супроводжуються викидами забруднюючих речовин у повітряний басейн регіону. Це актуалізує необхідність комплексного дослідження інструментів правового регулювання у сфері охорони атмосферного повітря, їх змісту, механізмів реалізації та вдосконалення з урахуванням регіональних особливостей.

Правові засади охорони атмосферного повітря в Україні визначаються законами "Про охорону атмосферного повітря", "Про охорону навколишнього природного середовища" та іншими нормативно-правовими актами. Зокрема, згідно ст. 5 Закону "Про охорону атмосферного повітря" одним з основних принципів державної політики є нормування впливу забруднюючих речовин на атмосферне повітря та встановлення нормативів екологічної безпеки атмосферного повітря. Однак, чинне законодавство не містить визначення поняття "нормування", що створює проблеми для його правозастосування.

Таблиця 1

Органи контролю за охороною повітря в Сумській області

Орган	Повноваження
Держекоінспекція	Контроль викидів, дотримання нормативів
Держпродспоживслужба	Контроль забруднення повітря агрохімікатами
Обласний центр з гідрометеорології	Моніторинг стану повітря
Департамент екології ОДА	Видача дозволів на викиди

Нормування визначає стандарти якості атмосферного повітря і є основою еколого-правового механізму його захисту. Екологічне нормування обмежує антропогенний вплив на навколишнє середовище, встановлюючи припустимі межі цього впливу, і має на меті задоволення суспільних екологічних потреб.

До заходів з покращення якості атмосферного повітря Сумської області можна віднести: планові перевірки Державною екологічною інспекцією суб'єктів господарювання за дотриманням законодавства про охорону атмосферного повітря, перевірки по перевищенню встановлених нормативів ГДВ. З метою зменшення шкідливого впливу на атмосферне повітря, в області регулярно запроваджується стимулювання розвитку електричного, велосипедного та інших видів екологічно чистого транспорту, розробка програм розвитку та вдосконалення пасажирського транспорту і мобільності на території Сумської міської територіальної громади.

Отже, для забезпечення належної якості атмосферного повітря в Сумській області необхідно продовжувати розвивати та вдосконалювати механізми правового регулювання, здійснювати системний моніторинг та контроль, а також активно впроваджувати заходи з мінімізації впливу промисловості та сільськогосподарської діяльності на довкілля.

Список використаних джерел:

1. Про охорону атмосферного повітря [Електронний ресурс] // Верховна Рада України. Законодавство України. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
2. Екологічне право в системі міждисциплінарних зв'язків: методологічні засади : матеріали «круглого столу» (Харків, 4 груд. 2015 р.) / за заг. ред. А. П. Гетьмана ; Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого. – Х. : Право, 2015. – 344 с.
3. Порядок дій громадян при виявленні порушень, що можуть бути пов'язані із недотриманням вимог природоохоронного та іншого законодавства на території Сумської області Читайте на сайті Держекоінспекції Сумської області: https://deisumy.gov.ua/?page_id=1602 [Електронний ресурс] // Державна екологічна інспекція у Сумській області. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://deisumy.gov.ua/?page_id=1602

Додаток Д

Матеріали конференції з результатами апробації кваліфікаційної роботи

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ

науково-практичної конференції
викладачів, аспірантів та студентів
Сумського НАУ

(25-28 квітня 2023 р.)

ЗМІСТ

ФАКУЛЬТЕТ АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Глупак З.І., Батюта Д.В. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕСТРУКТОРІВ НА КУКУРУДЗИ.....	3
Глупак З.І., Форостина А.С. ВПЛИВ СТРОКІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ КУКУРУДЗИ.....	4
Дакалов В. РОЛЬ МОЛІБДЕНУ В ПРОЦЕСАХ АСИМІЛЯЦІЇ АЗОТУ РОСЛИНАМИ.....	5
Заяц В. ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН І ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ В РІЗНІ ЕТАПИ ЇХ ОНТОГЕНЕЗУ	6
Матосов В. ДОБРИВА І ЇХ ВПЛИВ НА АДАПТИВНІСТЬ РОСЛИН І СТАН НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	7
Міщенко Ю.Г., Риженко А.Т. ПІСЛЯЖИВНА СИДЕРАЦІЯТА ЗАБУР'ЯНЕНІСТЬ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ.....	8
Міщенко Ю.Г., Риженко А.Т. ПЕРСПЕКТИВИ КОНТРОЛЮ БУР'ЯНИВВ ОРГАНІЧНИХ АГРОЕКОСИСТЕМАХ.....	9
Недашков М. ЗНАННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН – ОСНОВА РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ ДОБРІВ	10
Остапенко О. ПОБІЧНА ПРОДУКЦІЯ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО, ЯК ДЖЕРЕЛО ЕЛЕМЕНТІВ ЖИВЛЕННЯ	11
Яценко В.М. ДИНАМІКА ЗМІН ВИСОТИ РОСЛИН СОНЯШНИКА ЗАЛЕЖНО ВІД ВИКОРИСТАННЯ РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ РОСЛИН.....	12
Анікеева С.О., Баштовий М.Г. ПРОБЛЕМИ ВИДОБУТКУ НАФТИ В ОХТИРСЬКОМУ РАЙОНІ	13
Армен С.Е. ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МІСТІ ГЛУХІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ	14
Артеменко Д.В., Клименко Г.О. РІДКІСНІ РОСЛИНИ У ЛІСОВИХ ФІТОЦЕНОЗАХ	15
Аршакаян Р.А. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ЧОРНЕ ТА АЗОВСЬКЕ МОРЕ.....	16
Бердін І.В. ЕКОЛОГІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ПРОВІДНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	17
Бердін І.В. РОЛЬ НАПІВПРИРОДНИХ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОЛАНДШАФТІВ У ЗБЕРЕЖЕННІ БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	18
Биваліна В.В. СУЧАСНИЙ СТАН РІЧКИ БОРОМЛЯ ОХТИРСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	19
Бичко К.О. ВИКОРИСТАННЯ ДЕСТРУКТОРІВ ЯК ЕЛЕМЕНТ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ СУЧАСНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ	20
Богова К.В. ДЕНДРОПАРК «НЕСКУЧНЕ» – ПАМ'ЯТКА САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА	21
Бондарева Л.М., Бондарев М.А. МАКРОСКОПІЧНИЙ АНАЛІЗ ЛІКАРСЬКОЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА ПРИКЛАДІ FILIPENDULAE ULMARIAE HERBA.....	22
Бондарева Л.М., Серета Р.О. ПРИРОДНІ СІНОКОСИ ТА ПАСОВИЩА ГЕТЬМАНСЬКОГО НПП ТА ЇХ РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ.....	23
Васенко Я. В. ЛАНДШАФТИ НПП «ДЕСНЯНСЬКО-СТАРОГУТСЬКИЙ».....	24
Ващенко Є.О. ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНИЙ ФОНД РОМЕНСЬКОГО РАЙОНУ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	25
Голубчикова А.О., Погудіна А.О., Шерстюк М.Ю. ПАРКИ-ПАМ'ЯТКИ САДОВО-ПАРКОВОГО МИСТЕЦТВА ЯК СКЛАДОВА ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ.....	26
Данченко О.Б., Кирильчук К.С. ЛЮЦЕРНА ХМЕЛЕВИДНА ЯК КОМПОНЕНТ ЛУЧНИХ ТРАВСТОІВ	27
Долуда А.Ю., Кошелєв Д.В. ПРИРОДНІ ЛУКИ ТА ПИТАННЯ ЇХ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ.....	28
Дрозд С.В. ФЛОРИСТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»	29
Дубінчин О.С., Кривозуб Д.І., Стрілець В.Є. СУЧАСНІ ШЛЯХИ ЕКОЛОГІЗАЦІЇ ЕЛЕМЕНТІВ АГРОТЕХНОЛОГІЙ БОБОВИХ КУЛЬТУР	30
Єщенко О.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВАЛОВОГО ВМІСТУ МІДІ В ОРНИХ ҐРУНТАХ	31
Заїка Д.С. АНАЛІЗ ДАНИХ МОНИТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. СУМИ	32
Зацаринний М.А., Тихонова О.М. ПОПУЛЯЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ FALLORIA CONVULVULUS В ЗЕРНОВИХ АГРОФІТОЦЕНОЗАХ	33
Євтушенко Є.О. ЕДИФІКАТОРНИЙ ТИСК КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН НА ДИНАМІКУ РОСТОВИХ ПРОЦЕСІВ ECHINOCNLOA CRUS-GALLI	34
Коплик Я.В. РІД MEDICAGO L. У СКЛАДІ СТЕПОВИХ ФІТОЦЕНОЗІВ ПРИРОДНОГО ЗАПОВІДНИКА «МИХАЙЛІВСЬКА ЦІЛИНА»	35
Коротенко Д.О., Клименко Г.О. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА АТМОСФЕРУ	36
Кочкало В.О., Авраменко М.О. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ	37
Кочкало В.О., Малюк Н.М. ЕКОЛОГІЧНІ, МЕДИЧНІ ТА ПРАВОВІ АСПЕКТИ ПОШИРЕННЯ ІНВАЗІЙНОГО ВИДУ AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA L. В МЕЖАХ УРБАНІСТИЧНИХ ЕКОСИСТЕМ	38

АНАЛІЗ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В М. СУМИ

Заїка Д. С., студ. 3 курсу ФАТП, спец. «Екологія»
 Науковий керівник: доц. К. С. Кирильчук
 Сумський НАУ

Моніторинг атмосферного повітря – це система спостережень, аналізу і прогнозування якості повітря як складової довкілля, з метою розробки управлінських рішень для його покращення. Вона охоплює вимірювання концентрації різних забруднюючих речовин. Моніторинг атмосферного повітря зазвичай здійснюється за допомогою спеціальних приладів, які розміщуються в різних точках міста. Зібрані дані обробляються та аналізуються для визначення рівня забруднення повітря, встановлення причин забруднення та виявлення тенденцій змін якості повітря у часі.

Для порівняння були використанні статистичні дані з довідок про стан атмосферного повітря в м. Суми за 2020–2021 р. Лабораторія Сумського обласного центру з гідрометеорології в 2020–2021 р. проводила відбір проб атмосферного повітря на 3-х стаціонарних постах, що знаходяться на вул. Холодноярської бригади, 26; вул. Харківська, 125; вул. Металургів, 2. Спостереження проводилися за такими показниками: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид азоту, оксид вуглецю, розчинні сульфати, формальдегід й аміак. Заміри робилися чотири рази на добу у фіксовані строки (01 год та 13 год – відбір проб в автоматичному режимі; 07 год та 19 год – відбір проб у ручному режимі) [1, 2].

Одним із інтегральних показників рівня забруднення атмосферного повітря, що враховує наявність у повітрі суміші забруднюючих речовин, є індекс забруднення атмосфери – ІЗА. Індекси забруднення атмосферного повітря – це числові значення, які використовуються для вимірювання рівня забруднення повітря різними забруднюючими речовинами. Вони дозволяють оцінити якість повітря та визначити рівень загрози для здоров'я населення та довкілля. У таблиці 1 наведено порівняльну інформацію щодо індексів забруднення атмосфери за 2020 та 2021 роки. ІЗА м. Суми розраховані на основі таблиць програмного комплексу АРМ «Аерохімія» і за 2020 рік становлять – 6,10, а за 2021 рік – 6,75, що відповідає задовільній якості повітря (0–50 – добрий). Такий рівень забруднення представляє незначний або нульовий вплив на здоров'я населення [<http://surl.li/gfunt>].

Таблиця 1

Індекс забруднення атмосфери (ІЗА) за 2020-2021 роки

Місто	Перелік пріоритетних домішок	ІЗА за 2020 рік	ІЗА за 2021 рік	Перелік галузей промисловості, підприємства яких суттєво впливають на стан забруднення повітря
Суми	Пил	1,89	2,05	Автотранспорт, хімічна, машинобудівна галузі, виробництво будматеріалів
	Діоксид сульфуру	0,65	0,81	
	Оксид карбону	0,64	0,65	
	Діоксид нітрогену	1,74	1,88	
	Формальдегід	1,18	1,36	

Аналіз даних таблиць 1 і 2 показав збільшення ІЗА на 0,65 одиниць, хоча і у межах 0–50. Зростання індексу забруднення повітря вказує на погіршення якості повітря та збільшення рівнів забруднюючих речовин, що є наслідком різних видів антропогенної діяльності: впливу автотранспорту, роботи промислових підприємств, використання вугілля, спалювання сміття та інші джерела забруднення. Зростання індексу забруднення повітря має негативний вплив на здоров'я населення та довкілля. Забруднене повітря сприяє виникненню ряду захворювань дихальних шляхів, серцево-судинних захворювань, алергій та інших проблем зі здоров'ям. Крім того, забруднення повітря також має негативний вплив на екосистеми, рослинність, ґрунти та водні ресурси.

Моніторинг атмосферного повітря дає можливість бачити реальний стан атмосферного повітря і прогнозувати можливі наслідки тих чи інших змін. Завдяки цьому можливо прослідкувати погіршення стану та вжити заходи для мінімізації діючих факторів, впроваджуючи спеціальні заходи, у тому числі зменшення викидів забруднюючих речовин, використання більш екологічних технологій в промисловості та транспорті, впровадження енергоефективних заходів, регулювання використання природних ресурсів та впровадження екологічної політики.

Список використаних джерел:

1. Доповідь про стан забруднення атмосферного повітря м. Суми за 2020 рік. Державна служба з надзвичайних ситуацій в Україні. Сумський обласний центр з гідрометеорології. Сумська лабораторія СЗА. Суми, 2021.

2. Доповідь про стан забруднення атмосферного повітря м. Суми за 2021 рік. Державна служба з надзвичайних ситуацій в Україні. Сумський обласний центр з гідрометеорології. Сумська лабораторія СЗА. Суми, 2021.