

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Факультет природничих наук
Кафедра екології

Мазурова Оксана Максимівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 502.3:504.5(477.86)

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Оцінка забруднення атмосферного повітря в м. Калуші»

(назва роботи)

Екологія

(назва освітньої програми)

101 Екологія

(шифр і назва спеціальності)

О.М.Мазурова

(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник

Москальчук Н. М., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Я. О. Адаменко

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Івано-Франківськ – 2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Факультет природничих наук

Кафедра екології

Освітній рівень перший(бакалавр)

Спеціальність 101 Екологія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20__ року

**ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Мазурова Оксана Максимівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Оцінка забруднення атмосферного повітря в м. Калуші»

керівник роботи Москальчук Наталія Михайлівна, к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвердені наказом закладу вищої освіти від "28" травня 2024 року №325/7

2. Строк подання студентом роботи 21 червня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи нормативні, наукові, звітні, статистичні та інші джерела

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) ВСТУП, РОЗДІЛ 1.ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ, 1.1 Проблема забруднення атмосферного повітря, 1.2 Державний моніторинг охорони атмосферного повітря, 1.3 Огляд наукових досліджень з якості атмосферного повітря м. Калуша, Висновок до розділу 1, РОЗДІЛ 2.ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ, 2.1 Постановка мети, завдань та методів досліджень, 2.2 Прилади, 2.3 Точки спостережень, 2.4 Проведення вимірювань, Висновок до розділу 2, РОЗДІЛ 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ, 3.1 Соціально-економічна характеристика м. Калуша, 3.2 Опис природного середовища м. Калуша, Висновок до розділу 3, РОЗДІЛ 4.РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ, 4.1 Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Калуша, 4.2 Оцінка забруднення атмосферного повітря за результатами експериментального дослідження, 4.3 Рекомендації щодо модернізації мережі спостереження та покращення якості атмосферного повітря в місті, Висновок до розділу 4, ВИСНОВКИ

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) мультимедійна презентація

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Москальчук Н. М., доц.		
2	Москальчук Н. М., доц.		
3	Москальчук Н. М., доц.		
4	Москальчук Н. М., доц.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/П	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Одержання завдання бакалаврської роботи	03.06.2024	
2	Підготовка 1-2 розділів бакалаврської роботи	14.04.2024-20.04.2024	
3	Підготовка 3-4 розділів бакалаврської роботи	05.05.2024-25.05.2024	
4	Аналіз результатів та формування висновків	26.05.2024-30.05.2024	
5	Оформлення тексту та графічних матеріалів	02.06.24-09.06.2024	
6	Здача бакалаврської роботи на перевірку	17.06.2024	
7	Захист бакалаврської роботи	24.06.2024-27.06.2024	

Студент

(підпис)

Мазурова О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Москальчук Н. М.

(прізвище та ініціал)

РЕФЕРАТ

Бакалаврська робота складається з 9 таблиць, 17 рисунків та 28 використаних джерел. Загальний обсяг роботи 66 сторінок, основний зміст викладений на 54 сторінках.

В роботі проведено оцінку рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуша відповідно до вимог чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря.

Проаналізовано дані стосовно джерел викидів забруднюючих речовин. Встановлено кількісну та якісну структуру викидів від стаціонарних джерел забруднення в м. Калуші. Проведено одноразові експериментальні дослідження забруднення атмосферного повітря в місті та виконано їх аналіз на основі порівняння фактичних концентрацій забруднювальних речовин з граничними та максимально разовими ГДК. Виявлено, що концентрації досліджуваних забруднюючих речовин: твердих часток ($ТЧ_{10}$, $ТЧ_{2,5}$), діоксиду азоту, оксиду вуглецю та формальдегіду в жодній із точок не перевищує допустимих рівнів.

Для отримання систематичних даних і більш точної оцінки якості атмосферного повітря запропоновано модернізацію мережі спостереження та покращення якості атмосферного повітря для території м. Калуша.

Ключові слова: АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ, МІСТО КАЛУШ, ГРАНИЧНІ ВЕЛИЧИНИ, МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМІ КОНЦЕНТРАЦІЇ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1.ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	9
1.1 Проблема забруднення атмосферного повітря.....	9
1.2 Державний моніторинг охорони атмосферного повітря.....	13
1.3 Огляд наукових досліджень з якості атмосферного повітря м. Калуша.....	22
Висновок до розділу 1.....	26
РОЗДІЛ 2.ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	27
2.1 Постановка мети, завдань та методів дослідження.....	27
2.2 Прилади.....	28
2.3 Точки спостереження.....	32
2.4 Проведення вимірювань.....	34
Висновок до розділу 2.....	35
РОЗДІЛ 3.ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	36
3.1 Соціально-економічна характеристика м. Калуша.....	36
3.2 Опис природного середовища м. Калуша.....	39
Висновок до розділу 3.....	44
РОЗДІЛ 4.РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	45
4.1 Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Калуша.....	45
4.2.Оцінка забруднення атмосферного повітря за результатами експериментального дослідження.....	49
4.3.Рекомендації щодо модернізації мережі спостереження та покращення якості атмосферного повітря в місті.....	56
Висновок до розділу 4.....	58
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60
ДОДАТКИ.....	62

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я

ТЧ – тверді частки

ТЧ₁₀ – тверді частки, з діаметром 10 мкм і менше

ТЧ_{2,5} – тверді частки, з діаметром 2,5 мкм і менше

СО – оксид вуглецю

NO₂ – діоксид азоту

SO₂ – діоксид сірки

ГДК – гранично допустима концентрація

МТГ – міська територіальна громада

ВСТУП

Атмосферне повітря є одним з тих компонентів довкілля, від якості якого залежать цілі екосистеми. Стан забруднення атмосферного повітря є серйозною екологічною проблемою, яка негативно впливає на умови життя на Землі, здоров'я населення, розвиток сільськогосподарських культур, а також призводить до несприятливих екологічних наслідків. Від забруднення повітря страждають і всі живі істоти, які вимушені мігрувати в пошуках чистішого середовища існування, що викликає розбалансованість природного середовища.

Забруднення атмосферного повітря найболючіше питання сучасності, яке потребує вирішення. Ще століття назад, склад атмосфери фактично, був не змінним на протязі останніх 300-400 років. Однак бурхливий ріст промисловості, стрибкоподібний вибух автомобільного транспорту, авіації, промислового виробництва нафтохімічних продуктів, побутових хімічних засобів, обробка сільськогосподарських угідь з літаків, сміттєзвалища, привели до прогресуючого збільшення забруднення атмосферного повітря, і ця тенденція стрімко продовжується і в 21 сторіччі.

Тому забруднення атмосферного повітря є гострою актуальною проблемою, яка потребує скоординованих зусиль та рішучих дій, як із сторони державного управління, так і з сторони суспільства, яке має усвідомлювати всю важливість даної негативної ситуації. Щоб зменшити викиди в атмосферу у розвинених країнах повсякчас встановлюються системи контролю викидів продуктів згорання. Посилюється контроль над вмістом вихлопних газів, за перевищення норм накладається штраф. Дає результати і встановлення очисних споруд на електростанціях та інших промислових підприємствах.

Оскільки забруднення атмосфери негативно впливає на здоров'я людини і стан довкілля, важливою є оцінка забруднення атмосферного повітря, яка дозволяє приймати правильні природоохоронні вирішення проблеми.

Метою бакалаврської роботи є оцінка рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуша відповідно до вимог чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- 1.Провести аналіз вимог чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря;
2. Охарактеризувати сучасний стан території м. Калуша;
3. Проаналізувати дані щодо джерел викидів забруднюючих речовин;
- 4.Провести експериментальне дослідження та оцінити рівень забруднення атмосферного повітря;
5. Надати рекомендації для покращення якості атмосферного повітря на території м. Калуша.

Об'єктом дослідження є забруднення атмосферного повітря м. Калуша.

Предмет дослідження – оцінка забруднення атмосферного повітря м. Калуша.

Методи дослідження – одноразові експериментальні дослідження проведені за допомогою повірених приладів,аналіз та порівняння їх з нормами чинного законодавства.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1 Проблема забруднення атмосферного повітря

Якість повітря є одним з основних факторів, що впливають на здоров'я населення. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) відносить забруднення повітря до десятка хімічних речовин або груп речовин, що викликають серйозне занепокоєння у сфері охорони здоров'я [1]. ВООЗ також визначає забруднення повітря як другий найзначніший (після куріння) фактор ризику неінфекційних захворювань [2].

Забруднення повітря — це присутність в атмосфері одного або кількох забруднюючих речовин, таких як пил, дим, газ, туман, запах, дим або пара, у таких кількостях і протягом тривалості, які можуть завдати шкоди здоров'ю людини. Актуальність проблеми забруднення атмосферного повітря є дуже високою і має значний вплив на здоров'я людей, екосистеми та клімат.

Основними джерела забруднення повітря є:

- Велика кількість автомобілів, автобусів і вантажівок, які призводять до великих викидів шкідливих речовин, таких як оксиди азоту (NO_x) та тверді частки. Це сприяє забрудненню повітря та формуванню смогу. На автотранспорт припадає близько 90% чадного газу, що викидається в атмосферу. При високих рівнях вмісту у повітрі він викликає сонливість і навіть призводить до смерті.
- Промисловість і електростанції, розташовані у великих містах, також викидають багато забруднюючих речовин, включаючи діоксиди сірки (SO_2) та інші шкідливі речовини. Речовини, що виділяються в атмосферу при виробництві пластмас, є парниковими газами та руйнують озоновий шар. Завдяки своїй стійкості вони можуть накопичуватися і залишатися в атмосфері понад 100 років. Таким чином, навіть якщо ми намагатимемося зменшити викиди, ми ще довго відчуватимемо негативний вплив газів, що вже накопичилися в атмосфері.

– Використання побутових продуктів, таких як газ, фарби та інші хімічні речовини, може також призвести до забруднення повітря в містах. Також спалювання великої кількості побутових відходів, які постійно накопичуються, призводить до утворення диму, що містить діоксини.

Основний шлях впливу забрудненого повітря на людину – через дихальні шляхи. Вдихання цих забруднювачів призводить до запалення, окислювального стресу, імуносупресії та мутагенності в клітинах по всьому тілу, впливаючи на легені, серце, мозок серед інших органів і зрештою призводячи до захворювання. Майже кожен орган тіла може постраждати від забруднення повітря. Завдяки своєму малому розміру деякі забруднювачі повітря здатні проникати в кров через легені та циркулювати по всьому тілу, що призводить до системного запалення та канцерогенності.

Рівень смертності від забруднення повітря в Україні – один із найвищих у світі та становив у 2019 році 163 смертей на 100 тисяч населення [3].

Забруднення атмосферного повітря є ризиком для смертності від усіх причин, а також для окремих захворювань. Конкретні наслідки захворювання, найбільш тісно пов'язані з впливом забрудненого повітря, включають інсульт, ішемічну хворобу серця, хронічну обструктивну хворобу легень, рак легенів, пневмонію та катаракту (тільки забруднення повітря в домашніх умовах).

Існують переконливі докази, які також зв'язують вплив забрудненого повітря з підвищеним ризиком несприятливих наслідків вагітності (тобто низька вага при народженні, малий для гестаційного віку), інших видів раку, діабету, когнітивних розладів і неврологічних захворювань.

Незважаючи на те, що існує багато токсинів, які негативно впливають на здоров'я, забруднювачі з найбільшим доказом занепокоєння для здоров'я включають тверді частинки (ТЧ), чадний газ (СО), озон (O₃), діоксид азоту (NO₂) і діоксид сірки (SO₂). Дрібні тверді частинки є особливо важливим джерелом ризику для здоров'я, оскільки ці дуже дрібні частинки можуть проникати глибоко в легені, потрапляти в кровотік і подорожувати до органів, викликаючи системне пошкодження тканин і клітин.

Проблеми зі здоров'ям у дітей і дорослих можуть виникнути через короткочасний і тривалий вплив забруднювачів повітря. Рівні та тривалість впливу, які можна вважати «безпечними», залежать від забруднювача, а також від пов'язаних з ним результатів захворювання. Для деяких забруднюючих речовин не існує порогових значень, нижче яких негативні наслідки не виникають [4].

Вплив високого рівня твердих частинок, наприклад, може призвести до зниження функції легенів, респіраторних інфекцій і загострення астми внаслідок короткочасного впливу. У той час як тривалий або хронічний вплив дрібних твердих часток підвищує ризик захворювання людини з більш тривалим початком, наприклад деяких неінфекційних захворювань, включаючи інсульт, хвороби серця, хронічну обструктивну хворобу легень і рак.

Діти, люди похилого віку та вагітні жінки більш сприйнятливі до захворювань, пов'язаних із забрудненням повітря. Генетика, супутні захворювання, харчування та соціально-демографічні фактори також впливають на сприйнятливість людини до забруднення повітря.

Оцінки ВООЗ, ймовірно, консервативні, оскільки включено лише ті наслідки для здоров'я, щодо яких є сильна впевненість у епідеміологічних даних.

Забруднювачі атмосфери створюють ряд негативних ефектів також і у природі:

- Викиди сірчистого ангідриду і оксидів азоту можуть утворювати кислотні дощі, які шкодять ґрунтам, водним ресурсам і рослинності.
- Оксиди азоту і ЛОС можуть реагувати під дією сонячного світла, утворюючи фотохімічний смог, який шкодить здоров'ю людей і рослин.
- Парникові гази, такі як вуглекислий газ і метан, сприяють глобальному потеплінню, що має негативні наслідки для клімату і природних систем.

Оскільки забруднення атмосферного повітря має такий значний вплив, важливим є відкритість і доступність інформаційних даних. Наприклад, жителі

Європи можуть користуватися офіційним інформаційним додатком «Європейський індекс якості повітря» та отримати уявлення про якість повітря в окремих країнах, регіонах і містах [5]. Індекс базується на значеннях концентрації до п'яти ключових забруднюючих речовин: ТЧ₁₀, ТЧ_{2,5}, О₃, NO₂ та SO₂. Він відображає потенційний вплив якості повітря на здоров'я, зумовлений забруднювачем, концентрація якого є найнижчою через відповідний вплив на здоров'я. Індекс розраховується щогодини для більш ніж 3500 станцій моніторингу якості повітря по всій Європі, використовуючи комбінацію актуальних даних, наданих країнами-членами ЄС, і прогнозу рівня якості повітря.

Наприклад, European Environment Agency дає такі узагальнені цифри передчасної смертності в країнах Європи у 2021 році [6]:

- 293 000 смертей були пов'язані з впливом концентрацій PM_{2.5}, що перевищували рекомендований ВООЗ рівень 5 мкг/м³.
- 69 000 смертей були пов'язані з впливом концентрацій NO₂, що перевищували рекомендований ВООЗ рівень 10 мкг/м³.
- 27 000 смертей були пов'язані з короткочасним впливом концентрації О₃ вище 70 мкг/м³.

Ще один приклад – звіт ЕТС/НЕ, який узагальнює інформацію із європейських баз даних охорони здоров'я і дає оцінку хворобам, пов'язаним із забрудненням повітря. Серед трьох забруднювачів, за якими відбувається диференціація даних, дослідження визначає ТЧ_{2,5} як найнебезпечніший забруднювач [6].

Моніторинг забруднення повітря є ключовим елементом системи охорони довкілля, здоров'я населення та стійкого розвитку. Він забезпечує необхідну інформацію для прийняття ефективних рішень на локальному, національному та міжнародному рівнях. Тому інвестиції в розвиток систем моніторингу, а також підтримка наукових досліджень у цій галузі є вкрай важливими.

1.2 Державний моніторинг охорони атмосферного повітря

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря», «державний моніторинг атмосферного повітря проводиться з метою отримання, збирання, оброблення, збереження та аналізу інформації про рівень забруднення атмосферного повітря, оцінки та прогнозування його змін і ступеня небезпечності та розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень у галузі охорони атмосферного повітря, а також інформування населення про його якість, вплив забруднення на здоров'я та життєдіяльність суспільства. Моніторинг атмосферного повітря є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля України» [7].

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря; здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення [7].

Основними об'єктами моніторингу атмосферного повітря є атмосферне повітря, атмосферні опади та загальний осад. А от суб'єктами моніторингу повітря є Міндовкілля, МОЗ, ДСНС, орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища, обласні, Київська та Севастопольська міські держадміністрації, виконавчі органи міських рад.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря встановлюють пункти спостережень, ведуть спостереження за рівнями забруднюючих речовин та вмістом складових та/або показників атмосферних опадів, визначених у списку

А пункту 1 додатка 2, проводять аналіз і прогнозують стан атмосферного повітря та оцінюють його якості з дотриманням законодавства про охорону атмосферного повітря та єдиних методичних вимог у сфері державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, а також вимог Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність”.

Суб’єкти моніторингу атмосферного повітря оприлюднюють через автоматизовану інформаційну систему у сфері охорони атмосферного повітря, для якої забезпечується технологічна сумісність та здійснюється інформаційна взаємодія із загальнодержавною екологічною автоматизованою інформаційно-аналітичною системою забезпечення прийняття управлінських рішень та доступу до екологічної інформації та з її мережею:

- інформацію про концентрацію в атмосферному повітрі діоксиду сірки, діоксиду азоту, твердих часток ($\text{TЧ}_{2,5}$ і TЧ_{10}), озону і оксиду вуглецю - щогодини, а у разі обґрунтованої технічної неможливості - щодня;
- аналітичні дані щодо стану та оцінки якості атмосферного повітря, прогнозу стану атмосферного повітря і його змін - щодня;
- у разі перевищення інформаційного або будь-якого з порогів небезпеки, визначених у пункті 4 додатка 2, інформацію про місцевість, в якій зафіксовано перевищення, час початку і тривалість перевищення, найвищу концентрацію за одну годину, найвищу середню концентрацію озону за вісім годин - в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;
- узагальнену інформацію про зафіксовані перевищення граничних величин, цільових показників, довгострокової цілі, інформаційного порогу, критичних рівнів, причини та вплив перевищення рівнів забруднюючих речовин на життя та здоров’я населення - щороку;
- у разі виявлення концентрацій ртуті в атмосферному повітрі відповідну інформацію - в найкоротший строк з моменту виявлення;
- інформацію про рівні в атмосферному повітрі свинцю і бензолу - щомісяця;
- інформацію про рівні в атмосферному повітрі арсену, кадмію, нікелю, бенз(а)пірену, а також загального осаду арсену, кадмію, ртуті, нікелю та

поліциклічних ароматичних вуглеводнів, визначених у підпункті 12 списку А пункту 1 додатка 2, - щороку;

- інформацію про перевищення граничних величин забруднюючих речовин, що виникли внаслідок впливу викидів з природних джерел, - щороку [8].

Дане положення встановлює новий вид нормативних значень – граничні величини. Гранична величина - рівень забруднюючої речовини, визначений у пункті 3 додатка 2, встановлений з метою уникнення, попередження чи зменшення шкідливих впливів на здоров'я людини та/або на навколишнє природне середовище в цілому, який повинен бути досягнутий в межах визначеного законодавством строку і не повинен бути перевищений після його досягнення.

Оцінювання якості атмосферного повітря за рівнями діоксиду сірки, діоксиду азоту та оксидів азоту (NO_x), бензолу, оксиду вуглецю, озону, свинцю та твердих часток ($\text{TC}_{2,5}$ і TC_{10}) для фіксованих та індикативних вимірювань для цілей охорони здоров'я населення не проводиться:

- на місцевості, до якої населення не має доступу;
- у виробничих приміщеннях або на територіях промислових підприємств;
- на проїзній частині і центральних розділювальних смугах автомобільних доріг, крім автомобільних доріг, на яких пішоходи мають доступ до розділювальної смуги [8].

В межах територій агломерації виконавчі адміністративні органи міських рад встановлюють пункти спостережень та ведуть спостереження за забруднювальними речовинами, щодо яких здійснюється оцінювання, пороги оцінювання, граничні величини та інші рівні забруднюючих речовин, за якими проводиться оцінка якості атмосферного повітря (список А, пункту 1, додатка 2):

1. Діоксид сірки
2. Діоксид азоту та оксиди азоту (NO_x) (сума об'ємного співвідношення концентрацій оксиду азоту та діоксиду азоту (кількість на 1 млрд. часток за об'ємом), виражена в одиницях масової концентрації діоксиду азоту (мкг/куб. метрів))

3. Бензол

4. Оксид вуглецю

5. Свинець⁻¹

6. Тверді частки (ТЧ_{2,5}) (частки, які проходять через розмірно-селективний пробовідбірник, як визначено у референс-методі для відбору проб і вимірювання таких часток, з ефективністю затримання, що становить 50 відсотків при аеродинамічному діаметрі 2,5 мікрметра)

7. Тверді частки (ТЧ₁₀) (частки, які проходять через розмірно-селективний пробовідбірник, як визначено у референс-методі для відбору проб і вимірювання таких часток, з ефективністю затримання, що становить 50 відсотків при аеродинамічному діаметрі 10 мікрметрів)

8. Арсен⁻¹

9. Кадмій⁻¹

10. Ртуть

11. Нікель⁻¹

12. Бенз(а)пірен⁻¹. Для оцінки концентрації бенз(а)пірену на деяких пунктах спостережень, визначених у програмі державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря для кожної зони та агломерації, проводиться оцінювання щодо інших поліциклічних ароматичних вуглеводнів, перелік яких включає бенз(а)трацен, бензо(б)флуорантен, індено(1,2,3-сd)пірен, дибенз(а,h)антрацен.

13. Озон

14. Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, недиференційованих за складом (TSP)

¹ Загальний вміст хімічних елементів та сполук у фракції твердих часток (ТЧ₁₀).

Поріг небезпеки означає рівень, перевищення якого пов'язане з ризиком для людського здоров'я від короткочасного впливу для населення в цілому, і при перевищенні якого держави-члени мають вживати негайних заходів

Для більшості перелічених речовин застосовується верхній та нижній поріг оцінювання.

Верхній поріг оцінювання - рівень забруднюючої речовини, нижче якого для оцінювання якості атмосферного повітря використовується комбінація фіксованих вимірювань і методів моделювання або індикативних вимірювань.

Нижній поріг оцінювання - рівень забруднюючої речовини, нижче якого для оцінювання якості атмосферного повітря використовуються методи моделювання чи об'єктивної оцінки (табл.. 1.1).

Таблиця 1.1 – Поріг оцінювання деяких забруднюючих речовин атмосферного повітря (за [7],[8])

Поріг оцінювання	Охорона здоров'я	Захист рослинності	
Діоксид сірки			
Верхній поріг оцінювання	60 відсотків 24-годинної граничної величини (75 мкг/куб. метрів не має бути перевищено більш як три рази у будь-який календарний рік)	60 відсотків зимового критичного рівня (12 мкг/куб. метрів)	
Нижній поріг оцінювання	40 відсотків 24-годинної граничної величини (50 мкг/куб. метрів не має бути перевищено більш як три рази у будь-який календарний рік)	40 відсотків зимового критичного рівня (8 мкг/куб. метрів)	
Діоксид азоту та оксиди азоту (NO _x)			
	Щорічна гранична величина для захисту здоров'я людини (NO ₂)	Щорічний критичний рівень для захисту рослинної та природної екосистем (NO ₂)	Щогадинна гранична величина для захисту здоров'я людини (NO ₂)

Продовження таблиці 1.1

Верхній поріг оцінювання	70 відсотків граничної величини (140 мкг/куб. метрів не має бути перевищено більше 18 разів у будь-який календарний рік)	80 відсотків граничної величини (32 мкг/куб. метрів)	80 відсотків критичного рівня (24 мкг/куб. метрів)
Нижній поріг оцінювання	50 відсотків граничної величини (100 мкг/куб. метрів не має перевищено більше 18 разів у календарний рік)	65 відсотків граничної величини (26 мкг/куб. метрів)	65 відсотків критичного рівня (19,5 мкг/куб. метрів)
Тверді частки (ТЧ ₁₀ /ТЧ _{2,5})			
	Середнє значення ТЧ ₁₀ за 24 години	Середнє значення ТЧ ₁₀ на рік	Середнє значення ТЧ _{2,5} на рік
Верхній поріг оцінювання	70 відсотків граничної величини (35 мкг/куб. метрів не має бути перевищено більше 35 разів у будь-який календарний рік)	70 відсотків граничної величини (28 мкг/куб. метрів)	70 відсотків граничної величини (17 мкг/куб. метрів)
Нижній поріг оцінювання	50 відсотків граничної величини (25 мкг/куб. метрів не має бути перевищено більше 35 разів у будь-який календарний рік)	50 відсотків граничної величини (20 мкг/м ³)	50 відсотків граничної величини (12 мкг/куб. метрів)

Індекс якості повітря в Україні - показник, що використовується в рамках проведення моніторингу атмосферного повітря для відображення інформації про комплексний вплив рівнів основних забруднюючих речовин на здоров'я населення в адаптованому для користувача форматі [7]. Якість повітря визначається на порівнянні отриманих даних з нормативно допустимими величинами, які наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Граничні величини та концентрації забруднюючих речовин [9]

№	Забруднююча речовина	Гранична величина, мкг/м ³		ГДК, мкг/м ³	
		Середньодобова	Середньорічна	Максимально разова	Середньодобова
1.	Діоксид азоту	20		0,2	0,04
2.	Оксид вуглецю	10 (максимальне денне 8-год. Середнє значення)		5	3
3.	ТЧ _{2,5}	-	25	0,5(пил)	0,5(пил)
4.	ТЧ ₁₀	50	40		
5.	Формальдегід	-	-	0,035	0,003

Нещодавно в ЄС відбувся перегляд директив щодо якості атмосферного повітря. Порівняно з тим, що було опубліковано 15 років тому, коли було опубліковано попереднє видання цих методичних рекомендацій, зараз є набагато сильніші докази того, як забруднення повітря впливає на різні аспекти здоров'я за навіть нижчих концентрацій, ніж вважалося раніше. Але ось що не змінилося: щороку вплив забрудненого повітря, як і раніше, викликає мільйони смертей і втрату здорових років життя.

За оцінками, тягар хвороб, пов'язаних із забрудненням повітря, такий же, як і інші глобальні ризики для здоров'я, як нездорове харчування та куріння. У 2015 році ВООЗ прийняла знакову резолюцію щодо якості повітря та здоров'я, визнаючи забруднення повітря фактором ризику неінфекційних захворювань, таких як ішемічна хвороба серця, інсульт, хронічна обструктивна хвороба

легень, астма та рак, а також економічні втрати, які вони завдають. .
Глобальний характер виклику вимагає посиленої глобальної відповіді.

Таблиця 1.3 – Рекомендації ВООЗ щодо якості повітря 2021 р., мкг/м³. За стандартами якості Європейського Союзу [10]

Забруднювач	Період усереднення	Проміжний показник				Рекомендований рівень
Діоксид азоту	Календарний рік	40	30	20	-	10
	Доба	120	50	-	-	25
Оксид вуглецю	Доба	7	-	-	-	4
ТЧ _{2,5}	Календарний рік	35	25	15	10	5
	Доба	75	50	37,5	25	15
ТЧ ₁₀	Календарний рік	70	50	30	20	15
	Доба	150	100	75	50	45

Основна мета цих оновлених глобальних рекомендацій полягає в тому, щоб запропонувати орієнтовані на здоров'я рівні якості повітря, виражені як довго- чи короткострокові концентрації, для шести ключових забруднювачів повітря: ТЧ_{2,5}, ТЧ₁₀, озон, діоксид азоту, діоксид сірки та оксид вуглецю. Крім того, рекомендації містять проміжні цілі, які скеровують зусилля щодо зменшення викидів цих забруднювачів, а також положення про ефективну практику поводження з певними типами ТЧ. Мета цих рекомендацій полягає в тому, щоб допомогти зменшити рівні забруднювачів повітря, щоб зменшити величезний тягар для здоров'я в результаті впливу забрудненого повітря в усьому світі.

Порівняно з попередніми настановами ВООЗ, ці настанови:

- використовувати нові методи для синтезу доказів і настанови розвиток;
- підкріпити попередні дані щодо шкідливого впливу забруднення повітря на здоров'я;

- надати докази шкідливого впливу на здоров'я від забруднення повітря на нижчих рівнях, ніж було відомо раніше.

Рекомендації є важливим інструментом для наступних основних груп користувачів:

- політики, законодавці та технічні експерти на місцевому, національному та міжнародному рівнях, які відповідають за розробку та впровадження правил і стандартів щодо якості повітря, контролю забруднення повітря, міського планування та інших сфер політики;
- національні та місцеві органи влади та неурядові організації, організації громадянського суспільства та групи захисту інтересів, такі як пацієнти,
- групи громадян, промислові зацікавлені сторони та екологічні організації;
- вчені, спеціалісти з оцінки впливу на здоров'я та навколишнє середовище та дослідники в широкій галузі забруднення повітря.

Важливо те, що країни та партнери використовують це для вдосконалення якості повітря та здоров'я в усьому світі. Сектор охорони здоров'я має відігравати ключову роль у моніторингу ризику для здоров'я. Але це робота не для однієї галузі поодинці; для цього знадобляться стійкі політичні зобов'язання, сміливі дії та співпраця від багатьох секторів і зацікавлених сторін. Виплата – чистіше повітря та краще здоров'я майбутні покоління.

1.3 Огляд наукових досліджень з якості атмосферного повітря м. Калуша

Забруднення повітря в Калуші відбувається в основному за рахунок антропогенних джерел. Антропогенне забруднення спричинене еволюцією людства – це розвиток промисловості: теплові електростанції, металургійні виробництва, видобуток і використання радіації, хімічна промисловість, всі види транспорту, виробничі і побутові відходи, використання хімічних засобів у сільському господарстві, побутове забруднення – опалювання будинків, приготування їжі. Склад викидів в атмосферне повітря найрізноманітніший, в залежності від джерела.

Основними об'єктами та факторами забруднення атмосферного повітря м. Калуша незмінно залишається автомобільний транспорт та частково підприємства, котельні (особливо на твердому паливі), горіння сміття на звалищах побутових і будівельних відходів. Наприклад, при горінні деревостружкових плит виділяється фенол, формальдегід та інші шкідливі компоненти.

При спалюванні листя в атмосферне повітря виділяються шкідливі речовини, такі як: пил, оксиди азоту, чадний газ, важкі метали і ряд канцерогенних сполук, які викликають захворювання дихальних шляхів, знижують імунітет людини, посилюють негативний перебіг хронічних захворювань.

Висока запиленість в містах часто пов'язана з рівнем благоустрою населених пунктів (якістю та технологією прибирання вулиць від бруду, піску на узбіччі вулиць), організацією системи санітарного очищення, озеленення територій.

12 січня 2019 року до рятувальників надійшло повідомлення про пожежу у корпусі на хімзаводі ТОВ «Карпатнафтохім», поблизу міста Калуш Івано-Франківської області. Пожежу було локалізовано, а ліквідувати займання вдалося лише наступного ранку. До гасіння пожежі залучили 110 рятувальників на 20 одиницях техніки. Місцеві жителі були налякані та з острахом очікував

сильного хімічного забруднення атмосферного повітря. У ДСНС запевнили, що пожежа на хімзаводі в Калуші не несе загрози для людей та для навколишнього середовища.

Відомча лабораторія ТОВ «Карпатнафтохім» проводила відбір та аналіз проб повітря в межах санітарно-захисної зони підприємства. Перевищення граничнодопустимих концентрацій забруднюючих речовин зафіксовано не було. Наразі Калуська міськрайонна філія ДУ «Івано-Франківський обласний лабораторний центр МОЗ України» проводить моніторинг стану повітря в санітарно-захисній зоні підприємства та в житловій зоні на постійній основі [12].

За період 2022 року фахівцями Калуського районного відділу ДУ «Івано-Франківський обласний центр контролю та профілактики хвороб Міністерства Охорони Здоров'я України» при дослідженні стану атмосферного повітря біля автомагістралей міста, було виявлено перевищений вміст формальдегіду по вул. Б.Хмельницького та перевищений вміст вуглецю оксиду по вул. Долинська [13].

Якість атмосферного повітря термін, що використовується для опису хімічних, фізичних та біологічних характеристик повітря з метою визначення його придатності для життя людини в ньому певний період часу без шкоди для її здоров'я або (за іншими критеріями) для нормального росту та розвитку тварин та рослин. Кількісними показниками якості повітря є характер і концентрації забрудників.

У місті Калуш (Івано-Франківська область) на цей час встановлено 2 станції моніторингу стану якості атмосферного повітря, на жаль, жодна з них зараз не працює. Їх встановлено мешканцями, незалежними проектами, організаціями або органами місцевого самоврядування, такими як: Eco City та ЛУН Місто [14]. Останні данні були зафіксовані влітку 2023 року.

Як видно з рисунку 1.1 якість повітря в місті останнім часом почала значно погіршуватись. Таку ситуацію можна пояснити результатом комбінації багатьох факторів, включаючи викиди від транспорту (велика його кількість і затори), промислових підприємств (особливо енергетичні), будівництва (пил і

дрібнодисперсні частинки), побутових джерел(опалення, спалювання рештків рослин та побутового сміття), а також специфічні метеорологічні умови та процеси урбанізації.

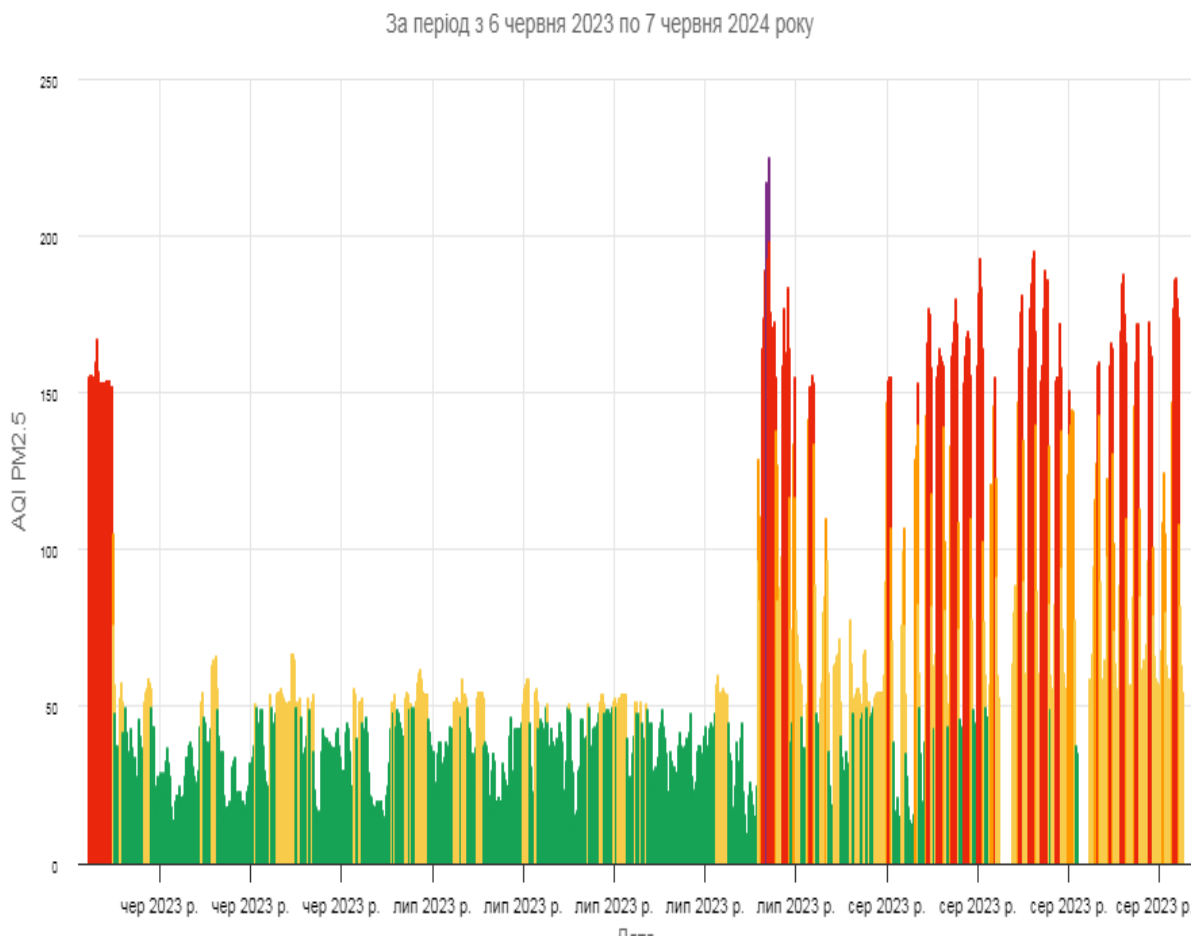


Рисунок 1.1 – Середній індекс якості повітря в місті Калуш за період з 6 червня 2023 по 7 червня 2024 року [22]

Даний показник характеризує стан навколишнього природного середовища з точки зору якості атмосферного повітря на міських територіях, що є найбільш забрудненими і мають найбільшу щільність населення, визначає ступінь ризику для здоров'я населення, надає уявлення про ефективність екологічної політики.

З метою зменшення негативного антропогенного впливу людини на біосферні процеси вже тепер необхідно вживати невідкладні заходи. Повинен бути кардинальний підхід до розв'язання проблеми забруднення навколишнього середовища – прийняття та дотримання природоохоронного законодавства; розроблення та впровадження безвідходних та маловідходних

виробництв також проводити боротьбу з несанкціонованими звалищами, дотримуватися заборони спалювання побутового сміття та опалого листя в межах населених пунктів.

У квітні 2020 року набрав чинності Закон «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з метою збереження довкілля щодо посилення відповідальності за дії, спрямовані на забруднення атмосферного повітря та знищення або пошкодження об'єктів рослинного світу», який удосконалює порядок притягнення до відповідальності за знищення або пошкодження об'єктів рослинного світу, забруднення атмосферного повітря, порушення вимог пожежної безпеки в лісах та самовільне випалювання сухої рослинності або її залишків [13].

Наразі вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки. У рідких випадках дуже невеликої кількості населення, які надзвичайно чутливі до забруднення повітря, можуть виникнути дискомфорт та рефлекторні реакції – кашель, задишка тощо. Надзвичайно чутливим до забруднення повітря людям рекомендуємо зменшити тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі.

Висновок до розділу 1

Отже, забруднення атмосферного повітря є серйозною екологічною проблемою, яка негативно впливає на умови життя на Землі: здоров'я окремих людей та в цілому на урбосистеми, призводить до несприятливих екологічних наслідків таких як закислення ґрунту та води, зміна клімату, виснаження озонового шару тощо. Забруднення повітря міст – гостра проблема, розв'язання якої вимагає спільних зусиль уряду, громадськості та промисловості.

Моніторинг забруднення повітря є критично важливим для забезпечення чистого та здорового довкілля. Він дозволяє своєчасно виявляти та реагувати на підвищені рівні забруднення, забезпечує необхідну інформацію для розробки ефективних політик, підвищує обізнаність населення та сприяє міжнародній співпраці у сфері охорони довкілля. Інвестиції у системи моніторингу, а також підтримка наукових досліджень у цій галузі є вкрай важливими для забезпечення стійкого розвитку та збереження здоров'я майбутніх поколінь. Здійснення державного моніторингу охорони атмосферного повітря відбувається згідно з новим порядком, який розроблено відповідно до Директиви 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи» [14].

Оскільки місто Калуш на даний момент немає працюючих стаціонарних станцій моніторингу забруднення атмосферного повітря, тому важливими є і одноразові експериментальні дослідження, які відображають сучасну картину стану атмосферного повітря та дають змогу вчасно реагувати та приймати ефективні рішення щодо його покращення.

РОЗДІЛ 2 ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ТА РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Постановка мети, завдань та методів дослідження

Територія міста Калуша на даний момент немає повного та ґрунтового аналізу щодо рівня забруднення атмосферного повітря відповідно до нових вимог якості атмосферного повітря. Також через певні причини дві із двох станцій моніторингу стану якості атмосферного повітря, які розташовані в Калуші, вже не працюються, отже постійного оновлення та аналізу даних про рівень забруднення повітря немає.

Тому метою даної бакалаврської роботи є оцінка рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуш, відповідно до вимог діючого національного законодавства щодо якості атмосферного повітря.

Для досягнення мети потрібно виконати наступні завдання:

- Провести характеристику сучасного стану забруднення повітря в місті;
- Проаналізувати дані щодо джерел викидів забруднюючих речовин;
- Описати чинну систему державного моніторингу щодо стану атмосферного повітря;
- Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря в Калуші.;
- Надати рекомендації для зменшення забруднення та покращення якості атмосферного повітря.

Дана робота передбачає власні одноразові експериментальні дослідження забруднення атмосферного повітря території міста Калуша (за допомогою повірених приладів для визначення концентрації забруднюючих речовин у повітрі) з використанням порівняння, синтезу і системного аналізу, а також географічного, статистичного, картографічного опису у роботі з нормативною, науковою, звітною та іншою інформацією.

Джерелами вихідної інформації є отримані результати вимірювання по території міста, а також аналіз досліджень з офіційного сайту міста Калуша.

2.2 Прилади

Вимірювання проводилися за допомогою двох приладів:

1. Аналізатор якості повітря CEM DT-9881

DT-9881 – багатофункціональний прилад для екологічного аналізу довкілля. DT-9881 дозволяє вимірювати концентрацію зважених у повітрі твердих часток, температуру та вологість повітря, а також визначати температуру точки роси та температуру вологого термометра. Крім того, прилад обладнаний газоаналізатором для вимірювання концентрації формальдегіду НСНО і чадного газу СО. DT-9881 може працювати в режимі реєстратора, збираючи дані на карту пам'яті і передаючи їх на комп'ютер за допомогою інтерфейсу USB для подальшого аналізу. У процесі реєстрації даних пристрій може робити фото та відео.



Рисунок 2.1 – Складові CEM DT-9881 та прилад в процесі дослідження

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики аналізатора якості повітря

Масова концентрація	
Канали	PM 2,5/ PM 10
Діапазон значень	0-2000 мкг/м ³
Одиниця виміру	1 мкг/м ³
Лічильник часток	
Канали	0,3; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10 мкм
Продуктивність (швидкість повітряного потоку)	0,1 фут ³ (2,83 л/хв)
Точність вимірювання	50 % при 0,3 мкм; 100 % для часток >0,45 мкм
Випадкова помилка	5 % при 2000000 часток/фут ³
Запис даних	5000 проб (карта MicroSD)
Режими виміру	Сумації, диференційований, концентрація
Вимірювач вмісту формальдегіду (НСНО)	

Продовження таблиці 2.1

Діапазон значень	0,01-5,00 частинок на млн. (PPM)
Базова точність	±5 % (всієї шкали вимірювання)
Одиниця виміру	0,01 ppm
Вимірювач вмісту чадного газу CO	
Діапазон значень	10-1000 часток/млн. (PPM)
Базова точність	±5 % (всієї шкали вимірювання)
Одиниця виміру	1 ppm
Температура експлуатації	від 0 до 50 °C (від 32 до 122 °F)
Психрометр	
Діапазон значень температури повітря	від 0 до 50 °C (от 32 до 122 °F)
Діапазон значень температури точки роси	від 0 до 50 °C (от 32 до 122 °F)
Діапазон значень відносної вологості повітря	от 0 до 100 %
Робоча температура	від 0 до 50 °C (от 32 до 122 °F)
Температура зберігання	від -10 до + 60 °C (від 14 до 140 °F)
Вологість	від 10 до 90 % за відсутності конденсації
Екран	кольоровий РК екран розміром 2,8 дюйма і роздільною здатністю 320×240 з функцією підсвічування
Тривалість роботи	приблизно 4 години в режимі безперервного виміру
Тривалість зарядки батареї	приблизно 2 години при використанні адаптера селевого

Особливості:

- 2.8-дюймовий кольоровий TFT РК-дисплей 320×240 пікселів
- Фото (JPEG) та відеозйомка (3GP) на вбудовану камеру
- Одночасне вимірювання і відображення концентрації частинок в 6 каналах (6 діапазонів розмірів частинок) до 0.3 мкм
- Вимірювання концентрації формальдегіду НСНО і чадного газу CO
- Вимірювання температури і вологості повітря, а також визначення температури точки роси і температури вологого термометра
- Визначення максимальних, мінімальних та середніх значень
- Тривога при виході параметрів за встановлені граничні значення
- Режим моніторингу (блокування автовимкнення)
- Вибір часу відбору проби, підрахунок даних, затримки старту
- Пам'ять 5000 значень

2. Газовий детектор Walcom W-K-600

Walcom W-K-600 (CH₂O) – це інтелектуальний газовий детектор із вбудованим насосом на сучасній елементній базі. Пристрій простий у

використанні й обслуговуванні і вирізняється швидкою реакцією на наявність парів формальдегіду в повітрі та точністю показників. Високоміцний інженерний пластик і нековзкий каучук, з якого виготовлений корпус, забезпечує міцність та ергономічність пристрою. Газовий детектор W-K-600 (CH₂O) може працювати в складних умовах, бо є вибухобезпечним, пилозахисним і водонепроникним. Пристрій застосовують в офісних та житлових приміщеннях, на виробництві, у громадських місцях, в лабораторіях, закладах охорони здоров'я, місцях великого скупчення людей та ін.



Рисунок 2.2 – Газовий детектор W-K-600 під час дослідження

Переваги й особливості детектора на формальдегід Walcom W-K-600. Збільшені можливості управління. Низький рівень енергоспоживання. Можливість контролю і регулювання високого та низького рівнів тривоги. Регульований рівень калібрування. Кольоровий РК-дисплей – 2,4 дюйми. Індикатор низького заряду акумулятора. Наявність змінного модуля датчика. Вбудована функція саморегулювання приладу. Пристрій сигналізує про небезпеку за допомогою світлових, звукових сигналів і вібрацією. Покращена

функція самовідновлення та самоперевірки пристрою. Для уникнення помилки при роботі є функція управління паролями.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики газового детектора Walcom W-K-600

Метод відбору проб газу	за допомогою насосу
Методи сигналізації	звук, світло, вібрація, крива
Робоча температура	-20...+50 °С
Джерело живлення	акумуляторна літієва батарея 3,7 В
Час зарядки пристрою	4-6 годин
Час безперервної роботи пристрою	більше 10 годин
Час відгуку	менше 30 секунд
Дисплей	2,4-дюймовий кольоровий РК-дисплей
Вибухозахищеність	Exib ІІС Т4 Gb
Габарити пристрою	174x68x47 мм

Особливості й переваги газового детектора Walcom W-K-600:

- Низький рівень енергоспоживання.
- Розширене управління мікропроцесором.
- Можливість регулювати низький і високий рівень тривоги.
- Можливість регулювати рівень калібрування детектора.
- Кольоровий РК-дисплей із чітким зображенням показань.
- Наявність індикатора низького заряду акумулятора.
- Наявність функції саморегулювання.
- Методи сигналізації – візуальний і звуковий.
- Функції самоперевірки й самовідновлення роботи приладу.

2.3 Точки спостереження

Для вимірювання концентрацій забруднюючих речовин атмосферного повітря в місті Калуш було вибрано 20 точок спостереження - відбору проб, які були поділені на чотири групи (таблиця 2.3):

- 3 точки в зоні житлової забудови;
- 8 точок біля автомобільних доріг;
- 6 точок біля об'єктів рекреації (скверів, парків, футбольних полів)
- 3 точки біля промислових підприємств.

Таблиця 2.3 – Характеристика точок спостережень

№	Місце розташування точки	Тип території
1.	Вулиця Пушкіна 6, м. Калуш	Житлова забудова
2.	Вулиця Пушкіна 2, м. Калуш	Біля автостанції
3.	Вулиця Січових Стрільців, м. Калуш	Приватна житлова забудова
4.	Перехрестя вулиць Богдана Хмельницького та Пушкіна, м. Калуш	Біля дороги
5.	Вулиця Водоняка, м. Калуш	Сквер
6.	проспект Лесі Українки 12, м. Калуш	Біля дороги
7.	Проспект Лесі Українки, м. Калуш	Сквер
8.	Вулиця Луки Загірські 11, м. Калуш	Футбольне поле
9.	Вулиця Сівецька, 13 м. Калуш	Біля дороги
10.	Вулиця Височанка, м. Калуш	Біля дороги
11.	Перехрестя вулиць Грушевського та Степана Бандери, м. Калуш	Біля дороги
12.	Вулиця Грушевського 3, м. Калуш	Біля дороги
13.	Площа Героїв, м. Калуш	Парк
14.	Вулиця Івана Франка, м. Калуш	Сквер
15.	Парк ім. Франка, м. Калуш	Парк
16.	Вулиця Степана Бандери 28, м. Калуш	Житлова забудова
17.	Вулиця Ковжуна, м. Калуш	Біля дороги
18.	Вулиця Калуська 50, м. Калуш	Біля підприємства
19.	Вулиця Заводська 12, м. Калуш	Біля підприємства
20.	Вулиця Хмельницького 81, м. Калуш	Біля підприємства

Для кращого розуміння та візуалізації отриманих результатів подана карта (рис.2.3) розташування точок відбору проб, яка є ключовим інструментом для ефективного моніторингу якості повітря. Вона забезпечує точність, надійність і репрезентативність даних, що дозволяє краще розуміти умови дослідження та джерела забруднення.



Рисунок 2.3 – Карта розташування точок спостережень

2.4 Проведення вимірювань

Одним з основних елементів аналізу якості атмосферного повітря є правильний механізм вимірювання. Важливість його зумовлюється тим, що за неправильного відбору проб результати аналізу втрачають сенс.

Дані одноразові експериментальні вимірювання проводились повіреними приладами, згідно всіх правил та норм (на висоті 1,5-2 м. та на відстані 1,5-2 м. від дороги). Відбір повітря здійснювався аспіраційним методом, шляхом аспірації певного об'єму повітря через поглинальний прилад через аерозольний фільтр, що затримує частинки, які містяться в повітрі. В результаті аспірації відбувається концентрування речовин у поглинальному розчині.

Дані досліджені були проведені двічі:

Таблиця 2.4 – Характеристика умов дослідження

Перший день	
Дата	19.05.2024
Прилад	Аналізатор якості повітря СЕМ DT-9881
Досліджувані речовини	Концентрації ТЧ _{2,5} , ТЧ ₁₀ , формальдегіду
Метеорологічні умови:	Сонячна ясна погода
Температура	26 °С
Вологість	38,6%
Швидкість вітру	1,2 м/с
Другий день	
Дата	06.06.2024
Прилад	Газовий детектор Walcom W-K-600
Досліджувані речовини	Концентрації вуглецю оксиду CO та діоксиду азоту NO ₂
Метеорологічні умови	Сонячна ясна погода
Температура	27 °С
Вологість	34%
Швидкість вітру	2,3 м/с

Висновок до розділу 2

Метою даної бакалаврської роботи є оцінка рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуш, відповідно до вимог діючого національного законодавства щодо якості атмосферного повітря.

Для досягнення поставленої мети потрібно виконати наступні завдання:

- Провести характеристику сучасного стану забруднення повітря в місті;
- Проаналізувати дані щодо джерел викидів забруднюючих речовин;
- Описати чинну систему державного моніторингу щодо стану атмосферного повітря;
- Оцінити рівень забруднення атмосферного повітря в Калуші.;
- Надати рекомендації для зменшення забруднення та покращення якості атмосферного повітря.

Дана робота передбачає власні одноразові експериментальні дослідження забруднення атмосферного повітря території міста Калуша(за допомогою повірених приладів для визначення концентрації забруднюючих речовин у повітрі) з використанням порівняння, синтезу і системного аналізу, а також географічного, статистичного, картографічного опису у роботі з нормативною, науковою, звітною та іншою інформацією.

Вимірювання проводились повіреними приладами, згідно всіх правил та норм (на висоті 1,5-2 м. та на відстані 1,5-2 м. від дороги) для отримання правдивих результатів дослідження.

РОЗДІЛ 3

ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Соціально-економічна характеристика м. Калуша

Місто Калуш займає вигідне місце на карті України (рис.3.1). Розташоване воно в західній частині Івано-Франківської області в Карпатському передгір'ї та гірській частині Карпат, займає південно-східну частину Карпатських Бескидів, частину Горганів і більшу частину басейну Лімницької долини. Калуш має розвинуту індустрію та інфраструктуру, багатовікову історію та національні традиції. Добре розвинута транспортна мережа (30 автобусних маршрутів загального користування, з них 20 міських та 10) поєднує його з Центральною Європою та Заходом через залізницю та автомобільні дороги. В радіусі 300 км від міста пролягають кордони з Польщею (150 км), Угорщиною (300 км), Словаччиною (300 км), Румунією (240 км). За 30 км від Калуша, в м. Івано-Франківську, розташоване летовище, спроможне регулярно приймати важкі транспортні літаки (Боїнг-767, ІЛ-76, ІЛ-86). Місто відоме не тільки в Україні, а й за її межами, як місто з високорозвиненими хіміко-металургійною, нафтохімічною, машинобудівною та ін. галузями.



Рисунок 3.1 – Географічне розташування м. Калуша

Територія міста входить до складу Калуської міської територіальної громади Івано-Франківської області. Площа Калуша складає 6,5 тис. га.(рис.3.2). Чисельність населення міста - 65,8 тис. осіб. Щільність населення у м. Калуш становить 1019 осіб/км²

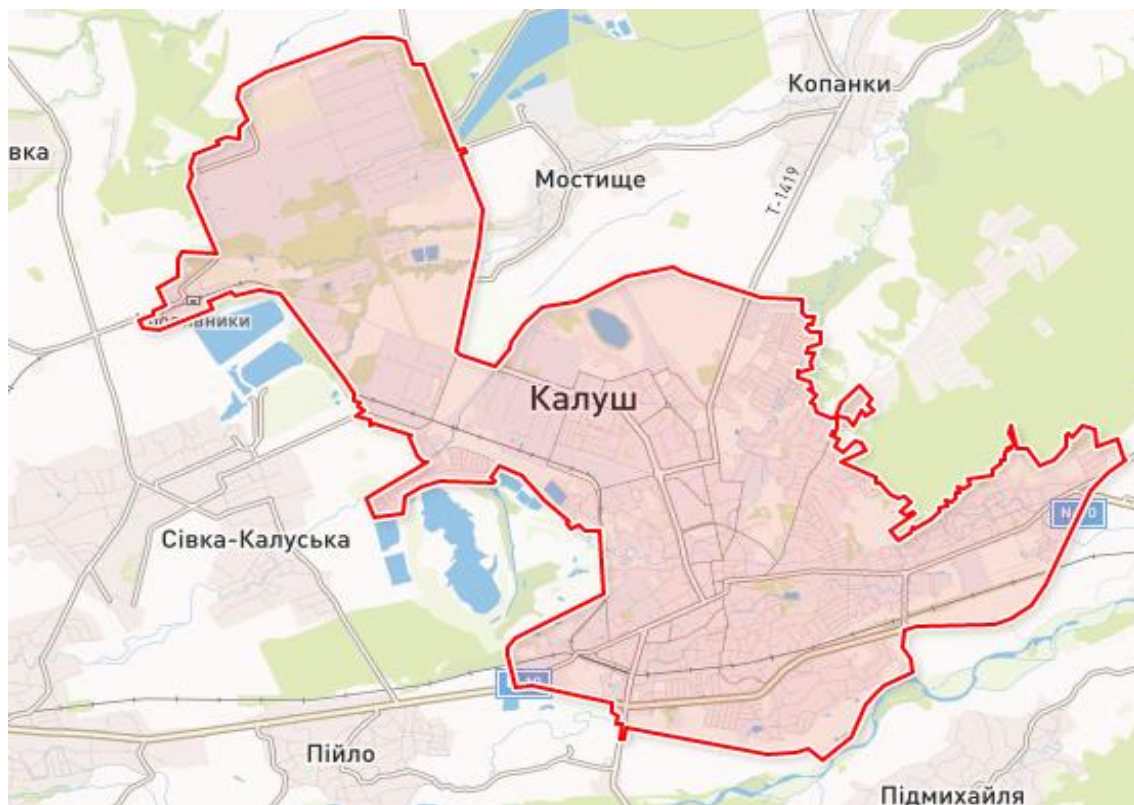


Рисунок 3.2 – Територія м. Калуша

Місто Калуш – одне з великих промислових і культурних центрів Західної України, яке володіє різноплановим виробництвом, обсяги реалізації якого постійно зростають. Тут зареєстровано декілька десятків підприємств з іноземним капіталом, які успішно займаються широким спектром господарської діяльності. Провідною галуззю в економіці залишається хімічна промисловість, продукція якої користується значним попитом. В 2022 році обсяг реалізованої продукції (товарів, послуг) склав 9,3 млрд. грн. На одну особу наявного населення обсяг реалізованої промислової продукції становитиме 106,4 тис. грн. [18].

Повномасштабна війна проти України у 2022 році спричинила негативні тенденції у розвитку промисловості через низку дестабілізаційних факторів. Труднощі із логістикою, звуження можливості експорту та імпорту, падіння

попиту на продукцію, скорочення замовлень через військові дії, несприятлива цінова кон'юнктура на зовнішніх ринках, наявність труднощів з постачанням сировини, висока собівартість виробництва, зростання цін на вантажні залізничні перевезення та високі ціни на енергоносії, значні курсові коливання – всі ці фактори негативно впливають на можливість здійснення виробничої діяльності та експортно-імпортних операцій підприємствами-виробниками промислового комплексу громади.

Ряд підприємств зупинили або частково зупинили виробництво. Зокрема, з 24 лютого 2022 року найбільше промислове підприємство громади - ТОВ «Карпатнафтохім» зупинило виробничу діяльність. Виробництво працює лише в режимі підтримки умов зберігання залишків сировини та продукції. Працюють тільки допоміжні цехи щодо очищення стоків, води і каналізації. Деякі промислові підприємства через введення комендантської години зменшили кількість робочих змін на підприємствах, інші в робочому процесі залучали менше працівників, тобто не працювали на повну потужність. Окремі працівники перебували у відпустці без збереження заробітної плати, частину людей перевели на дистанційну форму роботи.

Однак, попри всі труднощі промисловими підприємствами вживаються заходи з адаптації роботи в умовах воєнного часу. Окремі підприємства за підсумками 2022 року змогли збільшити обсяги реалізованої продукції відносно відповідного періоду минулого року, а саме: ПрАТ «Калуський завод будівельних машин», ДП «Дослідно-експериментальний завод ІХП НАНУ», ТОВ «Калуський комбінат хлібопродуктів», ТОВ «Кахелина».

Окрім промислових та комунальних підприємств в громаді наявні об'єкти соціальної інфраструктури: заклади загальної середньої освіти, дошкільної освіти, позашкільні заклади, діє Калуський політехнічний коледж, є декілька філіалів вищих навчальних закладів, коледж культури і мистецтв та вище професійне училище №7. Активно розвивається фізична культура і спорт

Медична галузь заслуговує на особливу увагу. Сьогодні вона всім відома значним поступом в своєму розвитку.

3.2 Опис природного середовища м. Калуша

Територія досліджень характеризується помірно континентальним кліматом з вологим теплим літом, м'якою зимою і теплою осінню. Певні особливості кліматичного режиму зумовлені близькістю розташування гірського масиву Карпат, де знаходиться основна область живлення ріки Дністер та його правих приток.

Середньорічна температура повітря рівна плюс 7,4°C. Середньорічна температура повітря найбільш теплого місяця липня – плюс 17,9°C, а найхолоднішого – січня складає мінус 5,1°C. Число днів з температурою вище мінус 5°C рівна 339, вище нуля – 261, вище плюс 5°C – 212. Абсолютний мінімум температури мінус 32°C, а абсолютний максимум 36°C.

Весна починається в березні – квітні, перше похолодання настає в жовтні. Дата переходу через нуль весною – 9 березня, осінню – 25 листопада. Тепла погода із середньомісячною температурою плюс 10°C встановлюється в травні і продовжується до жовтня. Перший мороз, в середньому, відноситься до 1 жовтня, останній до 27 квітня. Тривалість без морозного періоду рівна 156 діб. Від'ємна температура найчастіше встановлюється в грудні і продовжується до березня.

У січні та лютому випадає найменша кількість опадів (35-34мм). Починаючи з березня кількість опадів поступово збільшується до липня. У червні-липні випадає найбільша кількість опадів (93-98мм). Літньо-осіння межень продовжується з травня по листопад і переривається частими дощами зливого характеру.

У річному ході відносної вологості по метеостанції Івано-Франківськ мінімальні значення абсолютної вологості повітря спостерігаються в січні місяці в найбільш холодний період року. З лютого місяця починається поступове, а потім інтенсивне збільшення вологості досягаючи своїх максимальних значень в липні. Середня величина відносної вологості повітря на протязі року становить 66%. Вологість повітря в грудні та січні досягає 80%, в червні – липні 67-78%.

Панівний напрям вітрів в грудні – південний і південно-західний, в

лютому і восени – західний. Влітку переважають вітри, які дмуть вдень вгору по долинах, а вночі – вниз. В літній період дощі найчастіше проходять з південно-східним вітром. Максимальні швидкості вітру, які спостерігалися, становлять 25 м/с, середньорічна швидкість вітру – 3,6 м/с.(рис.3.3)

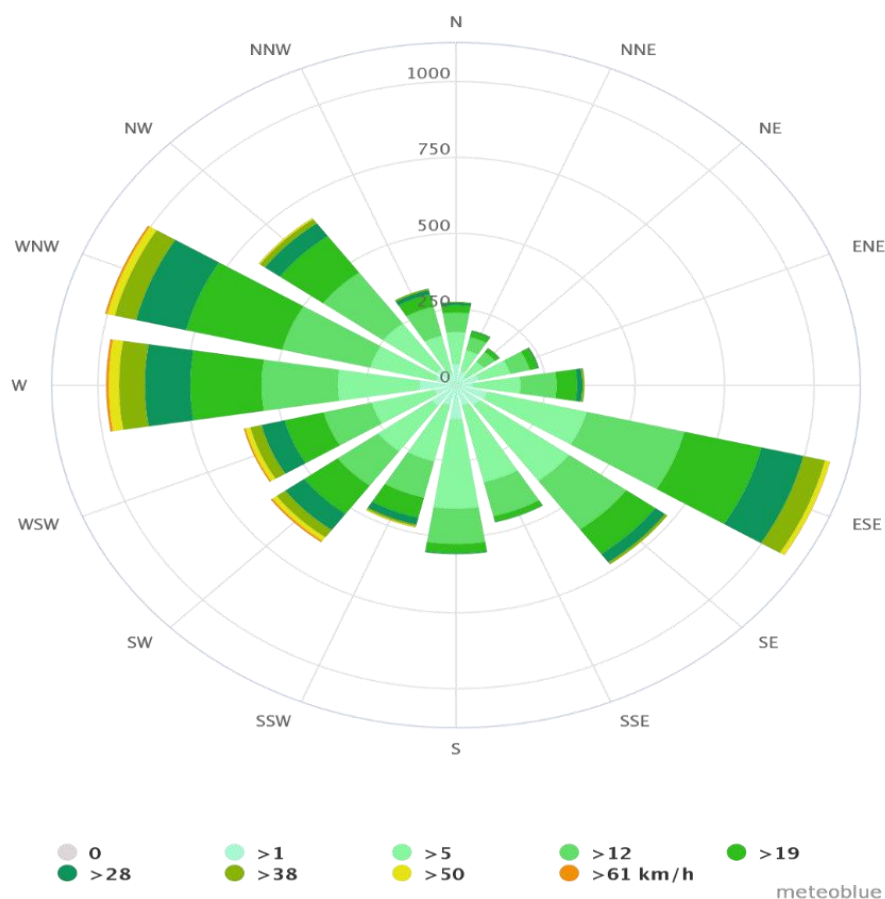


Рисунок 3.3 – Роза вітрів м. Калуш [19]

Водопостачання населення та промислових підприємств забезпечується підземними водами, переважно, з четвертинного водоносного горизонту.

Гідрографічна мережа, що перетинає досліджуваний район, відноситься до басейну р. Дністер і представлена її правими притоками. Дана мережа знаходиться в кліматичних та орографічних умовах, які різко змінюються, що обумовлює, на окремих її ділянках, суттєві відміни водного режиму.

Характер гідрографічної мережі знаходиться тут в прямій залежності від геологічної та геоморфологічної будови, а водний режим річок – від клімату.

Морфологічно досліджуваний район приурочений до долини ріки Сівка.

Водний режим басейну р. Сівка в значній мірі залежить від умов танення

снігового покриву, а також від кількості та характеру опадів.

Рослинний покрив в Калуському районі представлений хвойними і широколистяними лісами з перевагою дуба і бука. Лісів у басейні 58%, боліт 2,5%, озер 0,5% від загальної площі басейну.

Рослинний світ нараховує понад 1500 видів рослин, що складає більш ніж половину списку флори України, з них – 120 лікарських, з яких 60 є загальнопоширеними. Багато рослин мають особливий охоронний статус і занесені до Червоної книги України.

Видова чисельність тваринного світу значно багата. Хребетні представлені 435 видами, ссавці – 74 видами, птахи – 280 видами. Ряд видів перебувають під загрозою зникнення і занесені до Червоної книги України: мідія альпійська, норка європейська, борсук європейський, рись, тритон карпатський, саламандра плямиста, полоз лісовий, мідянка звичайна, вусач альпійський, вирезу, чіп великий.

Ліси населяють цінні мисливські види тварин — ведмідь бурий, олень благородний, сарна європейська, свиня дика, куниця лісова, лисиця руда, заєць сірий, вивірка звичайна.

В області проживають такі представники червонокнижної фауни:

- ссавці: бурозубка альпійська, рясоніжка мала, підковик малий, підковик великий, широковух звичайний, норка європейська, борсук європейський, видра річкова, кіт лісовий, рись;
- земноводні: тритон карпатський, тритон альпійський, жаба прудка, саламандра плямиста;
- плазуни: полоз лісовий, мідянка;
- комахи: вусач альпійський;
- риби: харіус європейський (Лімниця);
- птахи: лелека чорний, зміїд, беркут, глухар, тинівка альпійська.

Слід наголосити на тому, що останніми роками спостерігається позитивна динаміка в зростанні згаданих видів тварин. Чисельність рисі збільшилась на

42 %, кота лісового — майже в 4 рази, видри річкової — на 27 особин (13 %), борсука звичайного — на 49 особин (9 %).

Для збереження флори і фауни створено природоохоронні території:

1. Ботанічний заказник місцевого значення «Вістова» загальною площею 27,5 га. Територіально заказник частково розташований на території Калуського лісництва Філії «Калуське лісове господарство» (квартал 31, виділи - 1,2,3,5). Заказник створено відповідно до рішення Івано-Франківської обласної ради від 15.07.1993 року зі змінами у площі згідно рішення облради від 17.01.2008 року № 490-18/2008. Статус присвоєно з метою збереження частини дубово-букового лісового масиву, який має ознаки пралісу, а також популяцій цінних рослин: цибуля ведмежа, лілія лісова, білоцвіт весняний, хвощ великий.

2. Ботанічна пам'ятка природи місцевого значення «Височанські дуби» площею 1,2 га. знаходиться в місті Калуш на вул. Робітничка (мікрорайон Височанка), оголошено об'єктом природно-заповідного фонду відповідно до рішення Івано-Франківської обласної ради від 22.06.2018 року № 866-22/2018.

3. Ландшафтний заказник місцевого значення «Ріка Лімниця з водоохоронною смугою вздовж берегів шириною 100м» загальна площа заказника – 2064 га. В межах Калуської міської ради (на території м. Калуш та сіл Студінка, Вістова, Пійло Калуського району) площа становить 641,6642 га. Створено відповідно до рішення Івано-Франківської обласної ради від 31.07.2020 року №1510-36/2020.

На території міста переважають безкарбонатні делювіальні відклади, які підстилаються щільним флішом, а також алювіальні наноси. З цими породами пов'язане поширення окремих типів і підтипів ґрунтів. Зокрема, на слабодренованих суглинках в умовах глибокого залягання або відсутності галечника під широколистяними і мішаними лісами утворилися дерново-підзолисті або буро- й буровато-підзолисті ґрунти.

Калуш характеризується наступними типами ґрунтів:

- Чорноземи - це ґрунти, що мають високий вміст родючості, які зазвичай розташовані на південних схилах, Чорноземи мають темний колір та

- високий вміст органічної речовини, що робить їх дуже родючими для сільськогосподарського виробництва;
- Підзолисті ґрунти – це ґрунти, які мають нижній шар з високим вмістом заліза та алюмінію, які забарвлюють його у червону або коричневу барву;
 - Ґрунти болотного типу характерні для боліт та річкових долин, мають високий вміст органічної речовини, Ці ґрунти можуть бути менш родючими через високу вологість та кислотність;
 - Лучні ґрунти характерні для рівнинних ділянок та річкових долин, мають високий вміст органічної речовини та дрібної фракції. Лучні ґрунти можуть бути дуже родючими та використовуватись для вирощування різних сільськогосподарських культур.

Ґрунти можуть мати різний вміст органічної речовини, такої як гумус, рослинні залишки та інші речовини, Вміст органічних речовин може варіюватись від низького до високого рівня, залежно від типу ґрунту та рівня антропогенного впливу. Ґрунти можуть містити різні мінеральні речовини, такі як пісок, глина, суглинок, органогенні та деякі мінеральні солі. Склад мінеральних речовин в ґрунтах може варіюватись в залежності від типу ґрунту та геологічної формації. Також ґрунти містять різні макроелементи (азот, фосфор, калій, кальцій, магній) та мікроелементи (залізо, мідь, марганець, цинк, бор та ін.)

Агрохімічна паспортизація земель сільськогосподарського призначення здійснюється відповідно до Указу Президента «Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення», законів України «Про охорону земель».

Як і весь Карпатський регіон, Калуш, який входить до нього, багатий на мінерально-сировинні ресурси. На території району є поклади таких корисних копалин, як нафта, природний газ, калійно-магнієві солі, торф, будівельні матеріали (гравій, камінь), глина, гідромінеральні, лісові та рекреаційні ресурси. Розвідані наявні поклади горючих сланців, залізної та мінеральних руд, які в даний час не розробляються.

Висновок до розділу 3

Місто Калуш займає достойне місце на карті України. Розташоване воно в західній частині Івано-Франківської області в Карпатському передгір'ї та гірській частині Карпат, займає південно-східну частину Карпатських Бескидів, частину Горганів і більшу частину басейну Лімницької долини. Калуш має розвинуту індустрію та інфраструктуру, багатовікову історію та національні традиції. Добре розвинута транспортна мережа поєднує його з Центральною Європою та Заходом через залізницю та автомобільні дороги.

Калуш лежить в Атлантично-континентальній кліматичній ОТГ. Клімат у місті формується під переважаючим впливом вологих повітряних мас Атлантичного океану та Середземного моря. Це зумовлює різке зниження температури повітря взимку до -20°C і підвищення температури влітку до $+20^{\circ}$, $+30^{\circ}\text{C}$. Зима, як правило, м'яка, літо — тепле. Пересічна температура січня -4° , -10°C , липня $+18^{\circ}$, $+25^{\circ}\text{C}$. Період з температурою понад $+10^{\circ}\text{C}$ становить 160-170 днів. Безморозний період 150-155 днів. Кількість опадів у середньому складає до 750 мм, а в гірській частині опади випадають до 1350-1500 мм на рік. Основна кількість опадів припадає на теплий період. Це пов'язано з тим, що місто належить до вологої помірно-теплої агрокліматичної зони і на клімат міста суттєво впливає близькість гір Карпат.

Лісистість території становить понад 40%. У рівнинній частині переважають листяні, в передгірській – хвойні ліси. Серед хвойних порід переважає ялина (смерека). На висотах понад 1500 м починаються субальпійські луки – полонини.

Різноманітність природних факторів обумовлює наявність тваринного світу, чи не найбагатшого в Україні. На певні види звірів і птахів в мисливський сезон дозволено полювання. На диких кабанів та козуль полювання можливе за наявності ліцензії на відстріл.

Для збереження флори і фауни створено природоохоронні території – ботанічні заказники місцевого значення.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

4.1 Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста Калуш

Місто Калуш розташоване на території з підвищеним природним потенціалом забруднення атмосферного повітря, що характеризується несприятливими умовами розсіювання промислових викидів в атмосфері. У місті Калуш Івано-Франківської області відсутня система стаціонарних постів моніторингу якості повітря.

В межах Калуського промислового вузла знаходяться підприємства хімічної, енергетичної, гірничо-добувної, машинобудівної, лісопереробної, легкої та харчової промисловості. Серед найбільших є такі підприємства як ТОВ «Карпатнафтохім», ТзОВ «Таркетт Вінісін», ТзОВ «Калушський трубний завод». Енергетична промисловість представлена Калуською ТЕЦ, яка забезпечує потреби підприємств та населення в електроенергії.

Аналіз тенденцій обсягів викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами проводиться згідно статистичних даних, наявних на час проведення оцінки. Також враховуючи дані автоматичного екологічного чат-боту «SaveEcoBot» стан атмосферного повітря в межах норми.

У 2021 році викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря в області становили 210,3 тис. т, в тому числі 172,4 тис. т від стаціонарних джерел забруднення та 37,9 тис. т від пересувних джерел (автомобільного транспорту). В порівнянні з 2020 роком викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря збільшилися на 15,3 %. Від стаціонарних джерел забруднення у повітряний басейн надійшло 12,0 млн. т. діоксиду вуглецю (на 15 % більше порівняно з 2020 роком) – основного парникового газу, який впливає на зміну клімату.

Основними джерелами викидів забруднення повітря залишаються підприємства з постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого

повітря, на які припадає 89,1 % від загальнообласних обсягів викидів забруднюючих речовин.

Підприємства, які найбільше впливають на забруднення атмосферного повітря в місті:

1. ТОВ «Карпатнафтохім»;
2. ТЗОВ «Таркетт Вінісін»;
3. ТЗОВ «Калуський трубний завод»;
4. завод ДК Орісіл
5. Калуська ТЕЦ
6. ПП Завод Пінопласт
7. КП «Екосервіс»
8. КП «Калуська енергетична компанія» Калуської міської ради
9. ТОВ «ПОЛІРУТ»
10. ТОВ «ЕНЕРГО ТРЕЙД ІНВЕСТ»

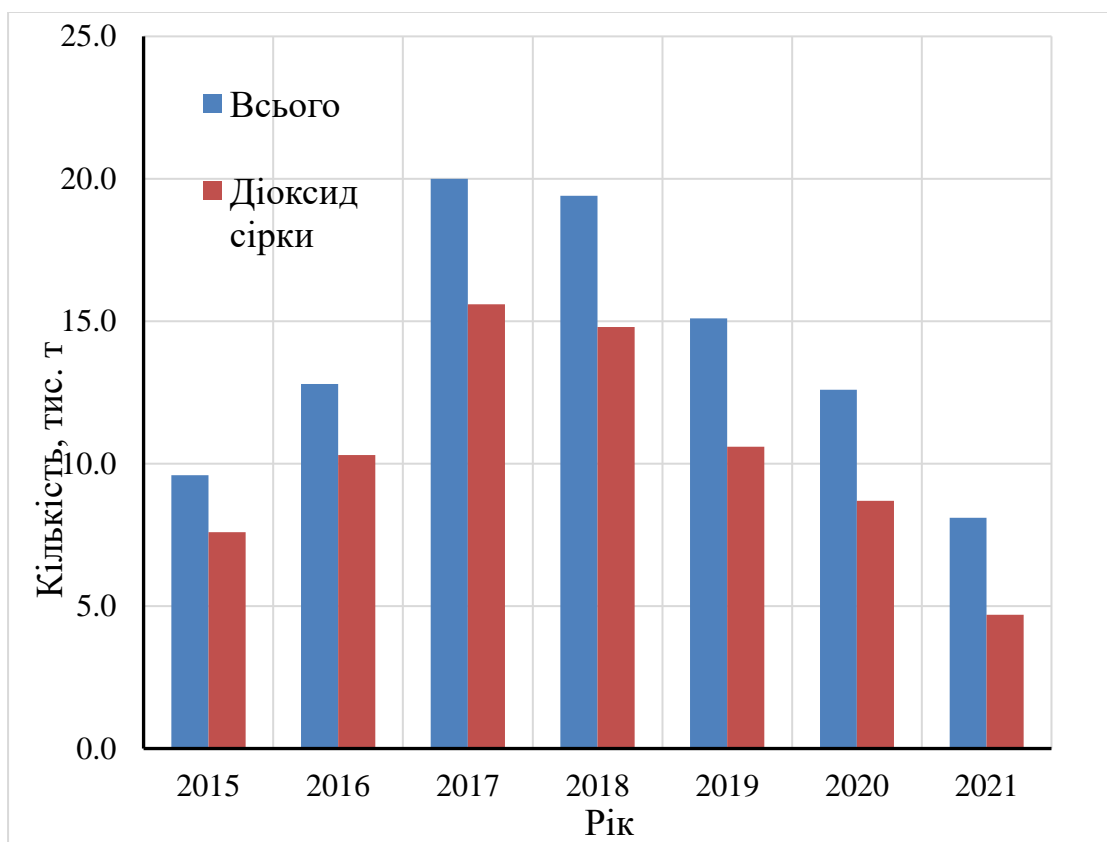


Рисунок 4.1 – Динаміка зміни об'єму викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Калуш [19]

На рис. 4.1 та 4.2 зображена динаміка зміни об'єму викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Калуш. Можемо побачити, що і абсолютна кількість викидів, і кількість викидів окремих шкідливих речовин, зменшується в останні роки. Більшою мірою це свідчить про те, що відбувається поступовий спад виробництва в регіоні, але має позитивний екологічний ефект.

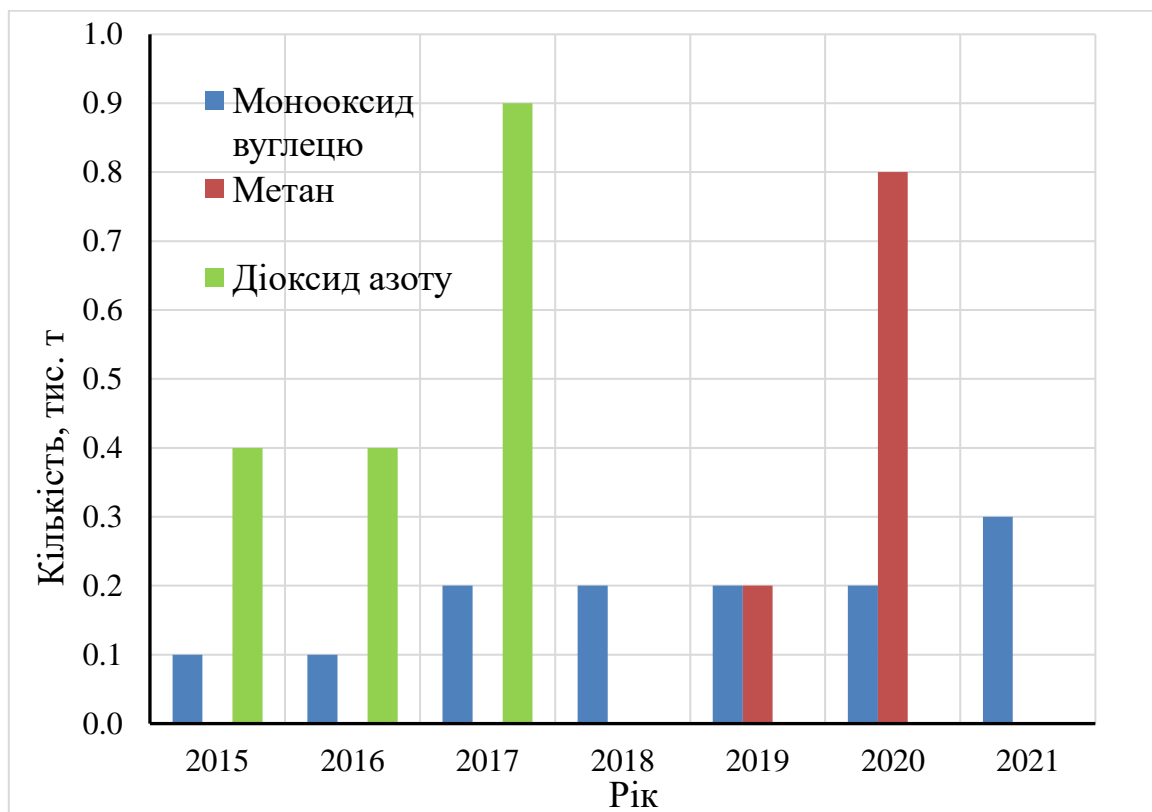


Рисунок 4.2 – Динаміка зміни об'єму викидів метану, монооксиду вуглецю та діоксиду азоту в атмосферне повітря м. Калуша [19]

Невелике зростання спостерігається для викидів метану, що може свідчити про значний розвиток фермерських господарств. Також є певне зростання монооксиду вуглецю і діоксиду азоту (статистичні дані для цієї речовини доступні лише до 2017 року включно).

У структурі викидів забруднюючих речовин у 2021 р., як і за останні п'ять років, переважав діоксид та інші сполуки сірки. Іншими основними речовинами, що забруднюють атмосферне повітря області, є речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, сполуки азоту, метан, неметанові леткі органічні сполуки та оксид вуглецю.

Таблиця 4.1 – Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення в Калуському районі у 2021 році

Обсяги викидів забруднюючих речовин Усього	Діоксид та інші сполуки сірки	Сполуки азоту	Метан	Оксид вуглецю	Речовини у вигляді суспензованих твердих частинок	Неметано-ві леткі органічні сполуки	Діоксид вуглецю (тис.т.)
15526,6	4746,8	2252,7	2776,8	1506,2	1968,8	2208,8	1030,1

За офіційними даними, серед основних стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря на Калущині — Калуська ТЕЦ (10580,881 тонни на рік), ТзОВ "КАРПАТНАФТОХІМ" (1058,200 тонни на рік), КП "Екосервіс" (776,060 тонни на рік).[24]

Як бачимо з рисунка 4.3, найбільшу кількість забруднюючих речовин у атмосферу викидає Калуська ТЕЦ. В той же час ТОВ "КАРПАТНАФТОХІМ" відповідально підходить до екологічних питань. На сайті Калуської ТГ[24] розміщені актуальні звіти про стан атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони ТОВ «Карпатнафтохім». Всі викиди є в межах припустимих для здоров'я людини і не створюють надмірного навантаження на довкілля.

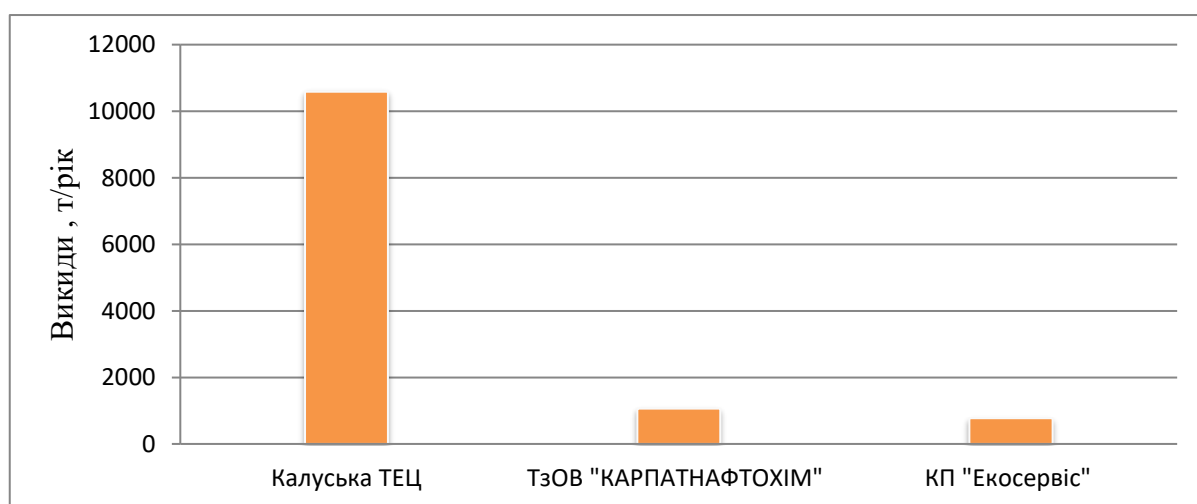


Рисунок 4.3 – Кількість викидів основних стаціонарних джерел забруднення повітря у 2021 році.

4.2.Оцінка забруднення атмосферного повітря за результатами дослідження

Моніторинг забруднення повітря є надзвичайно важливим для розуміння, контролю та зменшення негативного впливу забруднення на здоров'я людей, навколишнє середовище та економіку.

Як вже було зазначено вище, на даний момент на території міста Калуш відсутні автоматизовані пости спостережень системи державного моніторингу за станом атмосферного повітря. Раніше було встановлено 2 станції моніторингу мешканцями, незалежними проектами, організаціями, органами місцевого самоврядування, такими як: Eco City, ЛУН Місто., але на жаль, з сукупності різних причин жодна з них зараз не працює. Тому постійного спостереження та аналізу даних щодо забруднення повітря немає.

В такому випадку важливого значення набувають одноразові експериментальні дослідження концентрації забруднюючих речовин атмосферного повітря. Результати вимірювання подані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Концентрації забруднюючих речовин в точках спостереження

№	Місце розташування точки	Формальдегід (НСНО), ррт (мг/м ³)	Вуглецю оксид (СО), ррт (мг/м ³)	ТЧ _{2,5} , мкг/м ³	ТЧ ₁₀ , мкг/м ³	Діоксид азоту (NO ₂), ррт
1.	Вул. Пушкіна 6, м. Калуш (житлова забудова)	0,01 (0,0125)	0,0	3	10	0,0
2.	Вул. Пушкіна 2, м. Калуш (автостанція)	0,00	0,0	2	5	0,0
3.	Вул. Січових Стрільців, м. Калуш (приватна житлова забудова)	0,02 (0,025)	0,0	3	8	0,0
4.	Перехрестя вулиць Богдана Хмельницького та Пушкіна, м. Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	0,0	3	8	0,0
5.	Вул. Водоняка, м. Калуш (сквер)	0,00	0,0	2	4	0,0

Продовження таблиці 4.2

6.	проспект Лесі Українки 12, м.Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	1,7 (1,97)	3	12	0,0
7.	Проспект Лесі Українки, м.Калуш (сквер біля церкви)	0,00	0,0	3	9	0,0
8.	Вул. Луки Загірські 11, м.Калуш (футбольне поле)	0,00	0,0	3	7	0,0
9.	Вул. Сівецька, 13 м.Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	1,5 (1,74)	2	7	0,0
10.	Вул. Височанка, м.Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	0,0	3	9	0,0
11.	Перехрестя вулиць Грушевського та Степана Бандери, м.Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	0	3	6	0,0
12.	Вул. Грушевського 3, м.Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	0,0	2	13	0,0
13.	Площа Героїв, м.Калуш (паркова зона)	0,01 (0,0125)	0,0	2	8	0,0
14.	Вулиця Івана Франка, м.Калуш (сквер)	0,00	0,0	2	3	0,0
15.	Парк ім. Франка, м.Калуш (паркова зона)	0,00	0,0	1	5	0,0
16.	Вул. Степана Бандери 28, м.Калуш (житлова забудова)	0,01 (0,0125)	0,0	1	5	0,0
17.	Вул. Ковжуна, м.Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	0,0	3	4	0,0
18.	Вул. Калуська 50, м.Калуш (КАРПАТНАФТОХІМ)	0,01 (0,0125)	4,1 (4,76)	10	28	0,0
19.	Вул. Заводська 12, м.Калуш (завод ДК Орсіл)	0,02 (0,025)	2,4 (2,78)	14	33	0,0
20.	Вул. Хмельницького 81, м.Калуш (ПП Завод Пінопласт)	0,01 (0,0125)	2,9 (3,36)	11	21	0,0

Примітка. Прилад подає концентрацію газів в частках на мільйон (ppm). Коефіцієнти переведення мг/м³ врахуванням молекулярної маси речовин: формальдегід -1,25, оксид вуглецю -1,16, діоксид азоту – 1,91.

Оскільки вимірювання в точках проводилися одноразово, то отримані значення можна порівняти тільки з граничними значеннями для коротких періодів – максимально разовою ГДК та/або граничними середньодобовими величинами (для СО – максимальне денне 8-год. середнє значення), які наведені в табл.1.2. В результаті виявлено перевищення рівня ГДК м.р. не спостерігається за жодним з показників забруднення повітря (низькі значення в рекреаційних зонах та трохи вищі, але без перевищень біля підприємств). Узагальнення цих даних подано на рис.4.4-4.8.

Як видно з рис.4.4 перевищення концентрації формальдегіду відносно ГДК м.р. зафіксовані не були (граничних величин немає). Найбільші значення 0,02 зафіксовані біля заводу ДК Орсіл та в житловій зоні біля автомагістралі. Формальдегід є речовиною 2-го класу небезпеки, що має дуже низька ГДК – лише 0,035 мг/м³. Він зазвичай виділяється в атмосферу при виробництві пластмас та формальдегідних смол. Формальдегід має подразнювальну дію, сильно впливає на центральну нервову систему, може викликати важкі захворювання шкіри. Подразнює оболонку очей вже при концентрації 1 мг/м³.

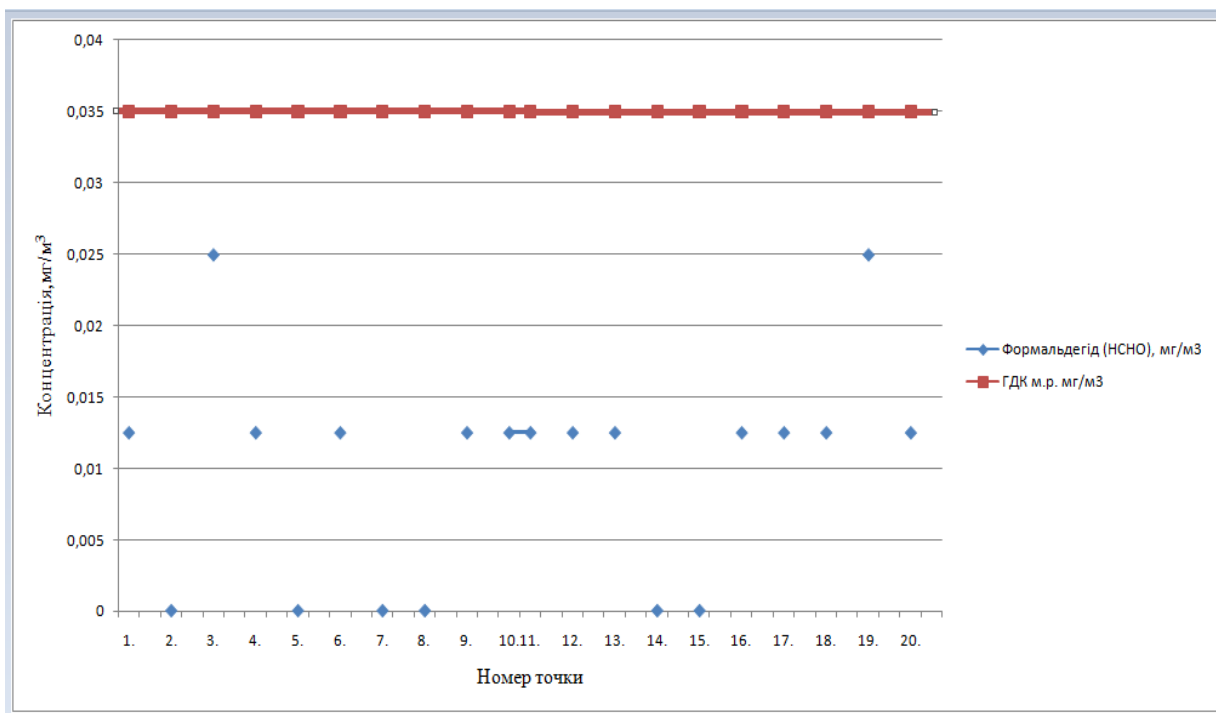


Рисунок 4.4 – Концентрації формальдегіду в точках спостереження, мг/м³

Як бачимо з рис.4.5 перевищення концентрації оксиду вуглецю відносно ГДК м.р. зафіксовані не були. Найбільші показники зафіксовані біля промислових підприємств, а також біля працюючих генераторів при вимкненнях світла. Оксид вуглецю II (чадний газ, CO) зазвичай утворюються при неоптимальних технологічних режимах спалювання вугілля, природного газу, мазуту в енергоагрегатах.

Згідно чинного законодавства, він відноситься до речовин 4-го класу небезпеки, а його ГДК становить 10 мг/м^3 . Отруйна дія CO обумовлюється тим, що він утворює з гемоглобіном крові стійку сполуку – карбоксигемоглобін, внаслідок чого кров втрачає здатність передавати кисень тканинам організму. Отруєння цим газом настає в результаті критичної нестачі кисню в організмі. При концентрації чадного газу на рівні 230 мг/м^3 є стійка перша ознака отруєння – головний біль, а кров за 6 годин втрачала 20% спроможності переносити кисень. При дії чадного газу концентрацією 3400 мг/м^3 протягом декількох годин настає смерть.

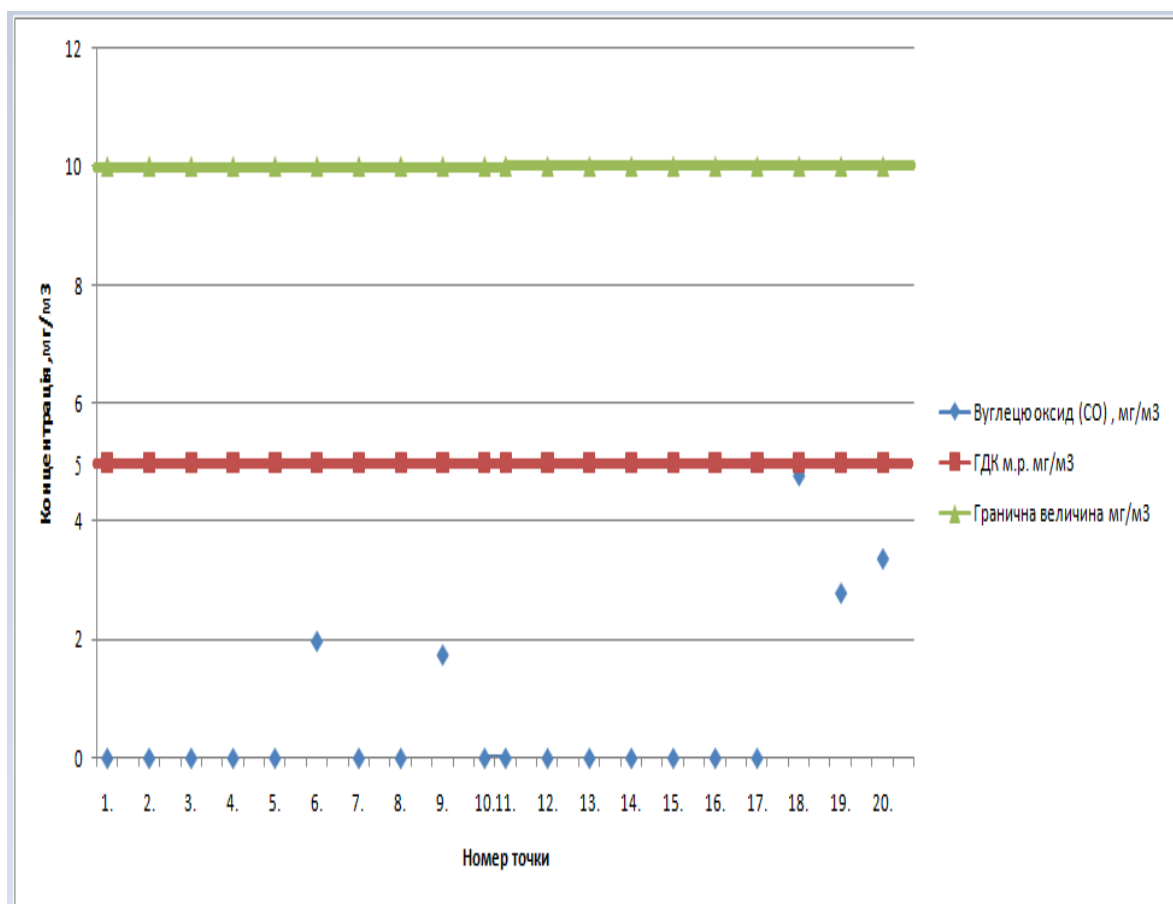


Рисунок 4.5 – Концентрації CO в точках спостереження, мг/м^3

Як видно з рис.4.6, перевищення концентрації ТЧ₁₀ відносно граничних величин зафіксовані не були. Найбільші значення спостерігаються біля промислових підприємств та біля магістральних доріг, а найменші в паркових зонах. При вдиханні тверді частинки осідають в альвеолах. Там наша імунна система намагається боротися з твердими частинками. Клітини-поглиначі можуть їх поглинати, але це часто сильно до сильної реакції, після чого вони борються з твердими частинками, як бактерії. Це може пошкодити легені.

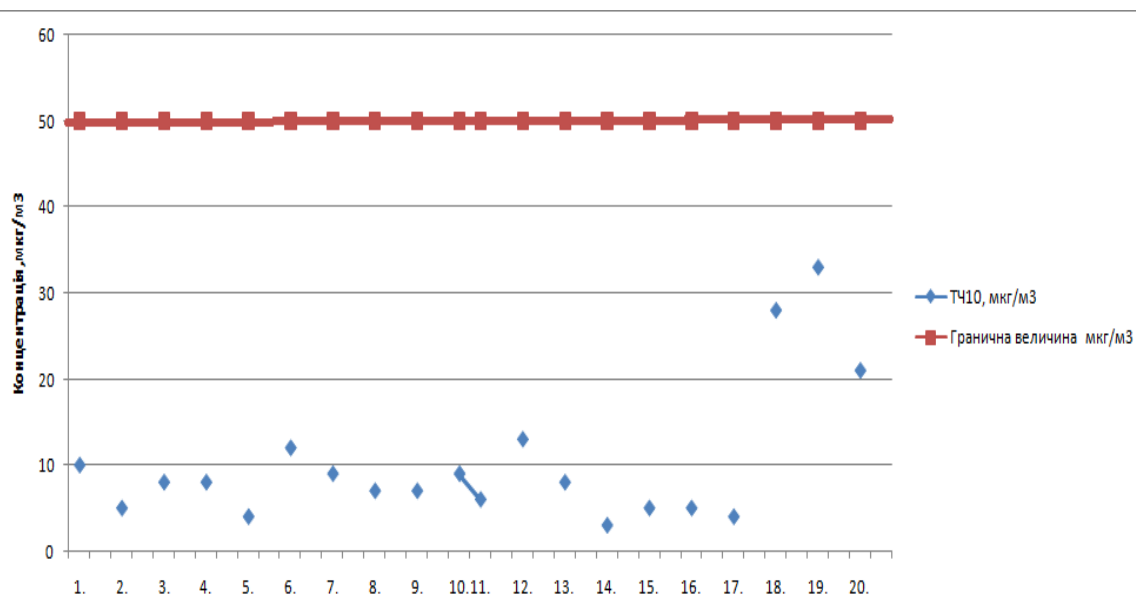


Рисунок 4.6 – Концентрації ТЧ₁₀ в точках спостереження, мкг/м³

Бачимо з рис.4.7, що перевищення концентрації ТЧ_{2,5} відносно граничних величин зафіксовані не були. Найбільші значення спостерігаються біля промислових підприємств, а найменші в паркових зонах. Частинки, які можна вдихати, діаметр яких зазвичай становить 2,5 мікрметра і менше. Деякі з них викидаються безпосередньо з джерел, таких як будівельні майданчики, ґрунтові дороги, поля, димові труби або пожежі. Багато епідеміологічних досліджень підтверджують шкідливий вплив твердих частинок. Експерти Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та Агентства з охорони навколишнього середовища США (ЕРА) встановили, що частинки розміром 2,5 мікрметра і менше негативно впливають на рівень смертності, навіть якщо люди піддаються їхньому впливу лише протягом короткого часу. Крім того,

збільшується кількість скарг на серцево-судинні та респіраторні захворювання [26].

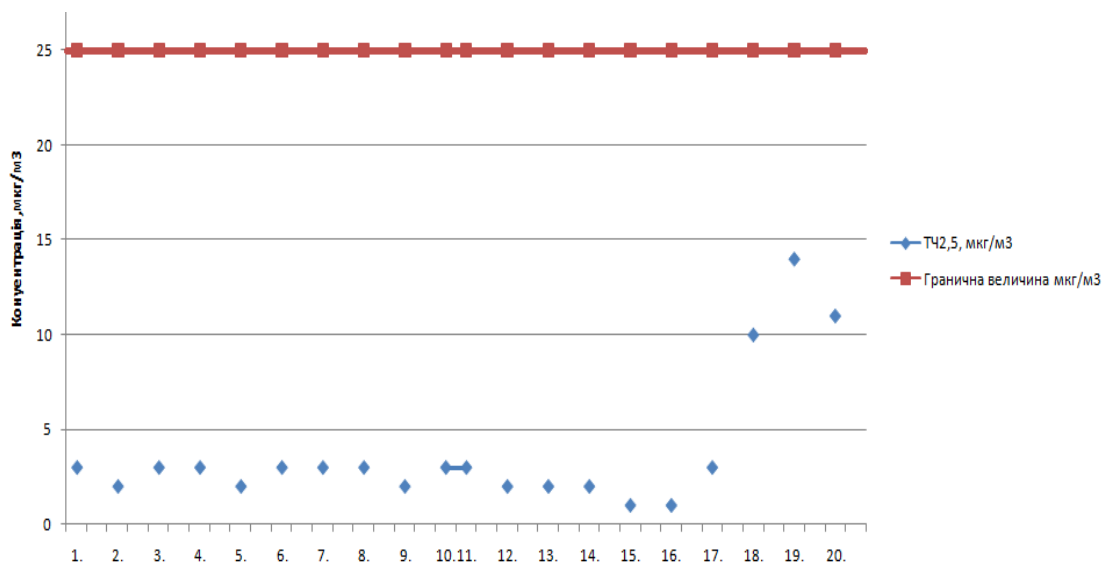


Рисунок 4.7 – Концентрації ТЧ_{2,5} в точках спостереження, мкг/м³

Ще однією шкідливою речовиною, що утворюється в процесах згоряння палив різних типів, а також є відходом в процесах нітрування органічних сполук, є діоксид азоту. Діоксид азоту може визивати набряк легень, знижує кров'яний тиск, дегенерує серцевий м'яз. Концентрації діоксиду азоту на рівні 300 мкг/м³ є небезпечними для життя при вдиханні навіть короткий проміжок часу. Концентрацію діоксиду азоту NO₂ даними приладами не було зафіксовано взагалі.

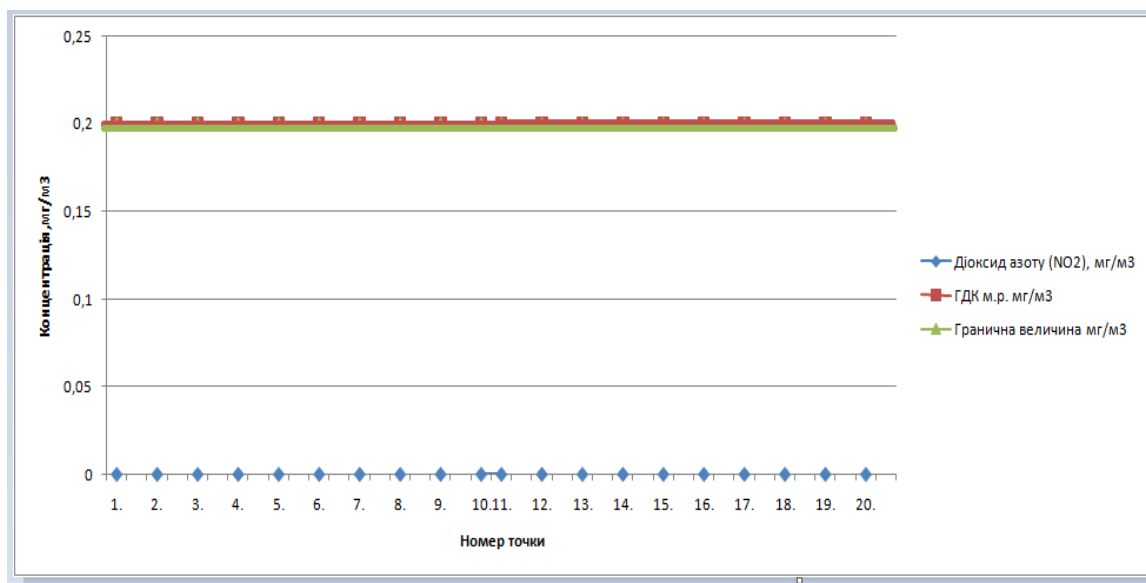


Рисунок 4.8 – Концентрації NO₂ в точках спостереження, мг/м³

Отже, за результатами вимірювання бачимо, що перевищень нормативних значень не було зафіксовано за жодними із досліджуваних забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, але і назвати повітряне середовище Калуша ідеально чистим, звісно ж не можемо.

Загалом якість повітря є задовільна: Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки. Плануйте діяльність, відпочинок або інші активності на відкритому повітрі без додаткових обмежень, застережень або рекомендацій. У рідких випадках дуже невеликої кількості населення, які надзвичайно чутливі до забруднення повітря, можуть виникнути дискомфорт та рефлекторні реакції – кашель, задишка тощо. Надзвичайно чутливим до забруднення повітря людям рекомендуємо зменшити тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі [23].

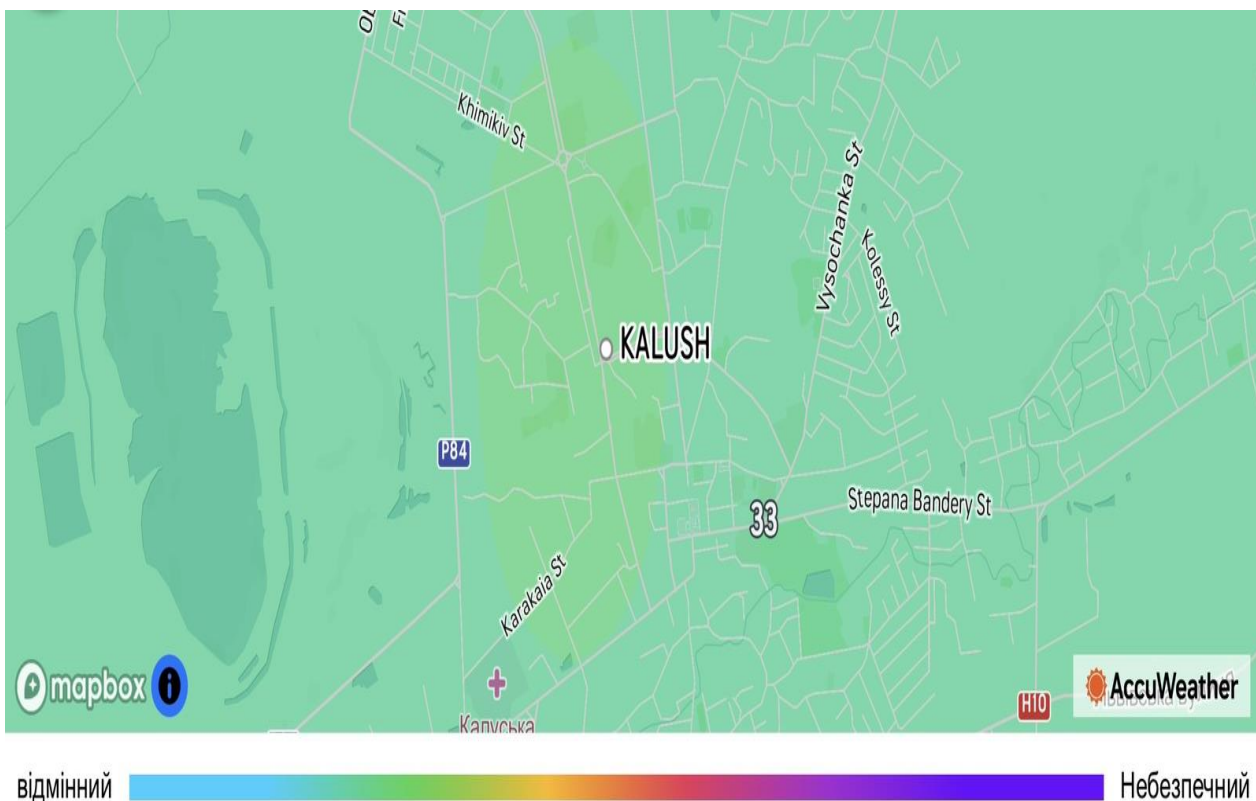


Рисунок 4.9 – Карта якості атмосферного повітря в місті Калуш за даними AccuWeather в день дослідження

4.3.Рекомендації щодо модернізації мережі спостереження та покращення якості атмосферного повітря в місті

Модернізація мережі спостережень за якістю атмосферного повітря потребує впровадження передових технологій, удосконалення методів моніторингу та розробки комплексних стратегій:

- Розширення мережі спостереження
- Додаткові станції моніторингу
- Мобільні станції
- Покращення якості даних
- Стандартизація даних
- Розширення доступу до даних
- Публічні платформи

Для покращення якості повітря потрібно вжити такі заходи:

1)Збільшення громадського транспорту і сприяння його використанню, запровадження альтернативних джерел енергії, що може зменшити викиди від автомобільного транспорту.

2) Введення нових стандартів для промисловості, модернізування застарілого обладнання і повний перехід на нові екологічні енергозберігаючі технології.

3)Встановлення фільтрів і очисних споруд на промислових підприємствах та електростанціях,а також підтримання їхнього функціонального стану.

4)Впровадження жорсткого контролю за якістю пального, що постачається і реалізовується в Україні, а також заборонити розповсюджувати етилований бензин.

5)Зменшення витрат енергії в побуті та промисловості, що допоможе зменшити викиди та покращити якість повітря.

6)Заходи для підвищення свідомості громадськості щодо проблеми забруднення повітря можуть сприяти зменшенню викидів

Також важливими є зелені насадження, які відіграють надзвичайно вагому роль у підтримці екологічного балансу, покращенні якості життя населення та збереженні біорізноманіття. Таким чином через доволі значну кількість зелених насаджень у Калуші великого забруднення повітря немає.



Рисунок 4.10 – Зелені насадження в Калуші

Крім того, озеленені території безпосередньо в межах міста представлені:

- зеленими насадженнями загального користування - насадження, які розташовані на території парків, садів, житлових районів, між квартальних або при групі житлових будинків, скверів, бульварів;
- зеленими насадженнями обмеженого користування – насадження на територіях громадських і житлових будинків, шкіл, дитячих установ, навчальних закладів, закладів охорони здоров'я, промислових підприємств;
- зеленими насадженнями спеціального користування - насадження транспортних магістралей і вулиць; на ділянках санітарно-захисних зон довкола промислових підприємств; кладовищ, ліній електропередач;

Рослинний покрив населеного пункту, зокрема деревні насадження, потребують впорядкування та підтримання їх в належному санітарному стані.

Висновок до розділу 4

Місто Калуш розташоване на території з підвищеним природним потенціалом забруднення атмосферного повітря, що характеризується несприятливими умовами розсіювання промислових викидів в атмосфері. У місті Калуш Івано-Франківської області відсутня система стаціонарних постів моніторингу якості повітря.

У 2021 році викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря в області становили 210,3 тис. т, в тому числі 172,4 тис. т від стаціонарних джерел забруднення та 37,9 тис. т від пересувних джерел (автомобільного транспорту). В порівнянні з 2020 роком викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря збільшилися на 15,3 %. Від стаціонарних джерел забруднення у повітряний басейн надійшло 12,0 млн. т. діоксиду вуглецю (на 15 % більше порівняно з 2020 роком) – основного парникового газу, який впливає на зміну клімату.

Основними джерелами викидів забруднення повітря залишаються підприємства з постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає 89,1 % від загальнообласних обсягів викидів забруднюючих речовин.

Оскільки вимірювання в точках проводилися одноразово, то отримані значення можна порівняти тільки з граничними значеннями для коротких періодів – максимально разовою ГДК та граничними величинами для короткого періоду усереднення (див. табл.1.2).

В результаті виявлено перевищення граничних рівнів не спостерігається за жодним з показників забруднення повітря(низькі значення в паркових зона та трохи вищі,але без перевищень біля підприємств).

Мережа спостережень за якістю атмосферного повітря потребує впровадження передових технологій, удосконалення методів моніторингу та розробки комплексних стратегій. Для поліпшення якості атмосферного повітря на території громади запропоновані природоохоронні заходи.

ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі було проведено оцінку рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуш відповідно до чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря.

1. Охарактеризовано соціально-економічний стан та природні ресурси території міста Калуш, яка входить до складу Калуської міської територіальної громади Івано-Франківської області. Площа складає 6,5 тис. га. Чисельність населення міста - 65,8 тис. чол. Щільність населення у м. Калуш становить 1019 осіб на км квадратний.

2. Проаналізовано дані щодо джерел викидів забруднюючих речовин. У структурі викидів забруднюючих речовин переважав діоксид та інші сполуки сірки. Іншими основними речовинами, що забруднюють атмосферне повітря області, є речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, сполуки азоту, метан, неметанові леткі органічні сполуки та оксид вуглецю. Основними джерелами викидів забруднення повітря залишаються підприємства з постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає 89,1 % від загальнообласних обсягів викидів забруднюючих речовин.

3. Проведено порівняння концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Для візуалізації аналізу побудовано графіки. Значення вимірювань в маршрутних точках порівняно з граничними для коротких періодів – максимально разовою ГДК. В результаті перевищення граничних рівнів не спостерігається за жодним з показників забруднення повітря (низькі значення в паркових зона та трохи вищі, але без перевищень біля підприємств).

4. Необхідною є модернізація мережі спостереження для постійного моніторингу та аналізу даних забруднення повітря. Для поліпшення якості атмосферного повітря на території громади запропоновані природоохоронні заходи: збільшення використання громадського транспорту, введення нових стандартів для промисловості, впровадження зелених технологій, впровадження контролю за якістю пального, інформування та освіти.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1.Забруднення повітря
<https://www.who.int/ukraine/uk/publications/9789241516822>
2. Поширеність факторів ризику неінфекційних захворювань
<https://www.who.int/ukraine/uk/publications/WHO-EURO-2020-1468-41218-56060>
- 3.Стан атмосферного повітря http://cgz.vn.ua/problematika-gromadskogo-zdorovya/problematika-gromadskogo-zdorovya_455.html
- 4.Якість повітря,енергія та здоров'я,ВООЗ
<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-energy-and-health/health-impacts>
- 5.European Air Quality Index: <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-qualityindex>
- 6.База знань https://www.savednipro.org/gbd_about/
7. Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text>
- 8.Зміни,що вносяться до постанов Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827 і від 25 червня 2020 р. № 614
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/513-2024-%D0%BF#n72>
- 9.Основні забруднювачі атмосферного повітря
<https://eco.aep.kiev.ua/novini/osnovni-zabrudnyuvachi-atmosfernogo-povitrya-harakteritstiki-vpliv-na-organizm-lyudini/>
- 10.Глобальні рекомендації ВООЗ щодо якості повітря
<https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228>
11. Комплексний моніторинг довкілля
<https://mepr.gov.ua/diyalnist/reformy/kompleksnyj-monitoryng-dovkillya/>
- 12.Пожежа на хімзаводі у Калуші <https://ecolog-ua.com/news/pozhezha-na-himzavodi-u-kalushi-zabrudnennya-povitrya-ne-zafiksovano>
- 13.Калуська Міська Рада <https://kalushcity.gov.ua/news/de-povitrya-tam-i-zhittya>

14. Директива 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи». https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950#Text

15. Аналізатор якості повітря СЕМ DT-9881 <https://simvolt.ua/analizator-kachestva-vozduha-cem-dt-9881-ua.html/>

16. Газовий детектор Walcom W-K-600
<https://thermolab.net.ua/ua/p1457520925-gazovyj-detektor-walcom.html>

17. Моніторинг атмосферного повітря
<https://de.khnu.km.ua/labrun.aspx?a=257&b=2&c=65>

18. Про місто <https://kalushcity.gov.ua/city/about-the-city>

19. Довідка про екологічну ситуацію на території Калуської міської територіальної громади <https://kalushcity.gov.ua/publicinfo/ekologichna-situaciya>

20. Моніторингові дослідження
<https://kalushcity.gov.ua/publicinfo/monitoringovi-doslidzhennya>

21. SaveEcoBot <https://www.saveecobot.com/maps/kalush>

22. Поточна якість повітря
<https://www.accuweather.com/uk/ua/kalush/323630/air-quality-index/323630>

23. Eco City <https://www.accuweather.com/uk/ua/kalush/323630/air-quality-index/323630>

24. Спостереження за атмосферним повітрям
<https://vikna.if.ua/news/category/kl/2021/11/13/127887/view>

25. Калуська ОТГ <https://kalushcity.gov.ua/publicinfo/stan-atmosfernogo-povitrya-na-mezhi-szz-tov-karpatnaftohim>

26. Тверді частинки у повітрі <https://www.pogodairadar.com.ua/pohodni-novyny/tverdi-chastynky-u-povitri-nebezpeka-dlya-nashoho-zdorovya--e6e1bca1-5f14-42a4-ab7e-49cf25146c93>

27. Покращення атмосферного повітря <https://cleanair.org.ua/8265/better-air-31-05-23/>

28. Індекс якості повітря
<https://www.accuweather.com/uk/ua/kalush/323630/air-quality-index/323630>

ДОДАТКИ

Додаток А – Мультимедійна презентація

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Факультет природничих наук
Кафедра екології

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА
«Оцінка забруднення атмосферного повітря в м. Калуші»

Виконала:
ст.гр.ЕКО-20-1
Мазурова О.М.
Керівник:
к.т.н.доц.
Москальчук Н.М.

2024

Якість повітря - один з основних факторів, що впливають на здоров'я населення. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) відносить забруднення повітря до десятка хімічних речовин або груп речовин, що викликають серйозне занепокоєння у сфері охорони здоров'я. ВООЗ також визначає забруднення повітря як другий найзначніший (після куріння) фактор ризику неінфекційних захворювань .

Актуальність проблеми забруднення атмосферного повітря є дуже високою і має значний вплив на здоров'я людей, екосистеми та клімат.

Основними джерела забруднення повітря є:

- Велика кількість автомобілів
- Промисловість
- Електростанції
- Спалювання побутових відходів
- Опалювання житла

Основні забруднювачі найбільш небезпечні для здоров'я:

- Тверді частинки (ТЧ),
- Оксид вуглецю (СО),
- Озон (О₃),
- Діоксид азоту (NO₂)
- Діоксид сірки (SO₂)



Таблиця 1 – Граничні величини та концентрації забруднюючих речовин

№	Забруднююча речовина	Гранична величина, мкг/м ³		ГДК, мг/м ³	
		Середньодобова	Середньорічна	Максимально разова	Середньодобова
1.	Діоксид азоту	20		0,2	0,04
2.	Оксид вуглецю	10 (максимальне денне 8-год. Середнє значення)		5	3
3.	ТЧ _{2,5}	-	25	0,5(пил)	0,5(пил)
4.	ТЧ ₁₀	50	40		
5.	Формальдегід	-	-	0,035	0,003

Оскільки дані забруднюючі речовини мають значний вплив на організм людини для них встановлені гранично допустимі концентрації та новий вид нормативних значень – граничні величини.



Мета: оцінка рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуша відповідно до вимог чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря.

Завдання:

- 1.Провести аналіз вимог чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря;
2. Охарактеризувати сучасний стан території м. Калуша;
3. Проаналізувати дані щодо джерел викидів забруднюючих речовин;
- 4.Провести експериментальне дослідження та оцінити рівень забруднення атмосферного повітря;
5. Надати рекомендації для покращення якості атмосферного повітря на території м. Калуша.

Місто Калуш – одне з великих промислових центрів Західної України, яке володіє різноплановим виробництвом, обсяги реалізації якого постійно зростають.Провідною галуззю в економіці є хімічна промисловість.

Територія міста входить до складу Калуської міської територіальної громади Івано-Франківської області. Площа Калуша складає 6,5 тис. га.(рис.3.2). Чисельність населення міста - 65,8 тис. осіб. Щільність населення у м. Калуш становить 1019 осіб/км²

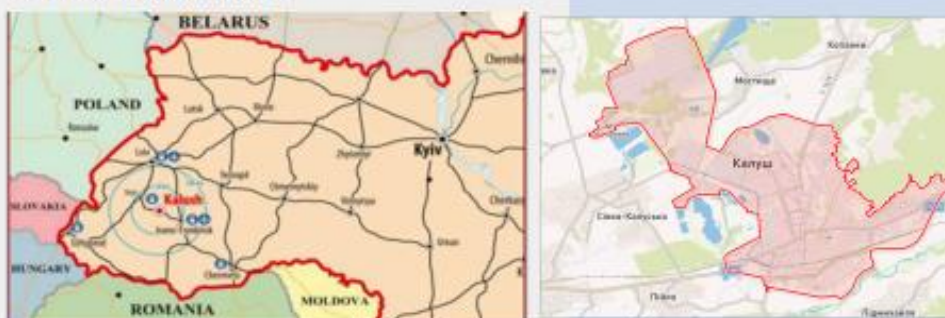


Рисунок 1 – Розташування м. Калуша

Основними джерелами викидів забруднення повітря в місті залишаються : підприємства електроенергії,постачання газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає 89,1 % від загальнообласних обсягів викидів забруднюючих речовин.

За офіційними даними, серед основних стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря на Калущині — Калуська ТЕЦ, ТзОВ "КАРПАТНАФТОХІМ", КП "Екосервіс"



Рисунок 2 - Кількість викидів основних стаціонарних джерел забруднення повітря у 2021 році.

РОЗРОБЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Власні одноразові експериментальні дослідження забруднення атмосферного повітря території м. Калуща за допомогою двох приладів:



Рисунок 3 - Аналізатор якості повітря SEM DT-9881, яким виміряли концентрації ТЧ2,5, ТЧ10, формальдегіду



Рисунок 4 - Газовий детектор Walcom W-K-600, яким виміряли концентрації вуглецю оксиду CO та діоксиду азоту NO2

Вимірювання проводилися в теплу сонячну погоду, без опадів, згідно всіх правил та норм

Таблиця 2 – Характеристика точок спостережень

№	Місце розташування точки	Тип території
1.	Вулиця Пушкіна 6 м. Калущ	Житлова забудова
2.	Вулиця Пушкіна 2 м. Калущ	Біля автостанції
3.	Вулиця Січових Стрільців, м. Калущ	Приватна житлова забудова
4.	Перехрестя вулиць Богдана Хмельницького та Пушкіна, м. Калущ	Біля дороги
5.	Вулиця Водонька, м. Калущ	Сквер
6.	проспект Лесі Українки 12, м. Калущ	Біля дороги
7.	Проспект Лесі Українки, м. Калущ	Сквер
8.	Вулиця Луки Загірські 11, м. Калущ	Футбольне поле
9.	Вулиця Сівецька 13 м. Калущ	Біля дороги
10.	Вулиця Височанка, м. Калущ	Біля дороги
11.	Перехрестя вулиць Грушевського та Степана Бандери, м. Калущ	Біля дороги
12.	Вулиця Грушевського 3 м. Калущ	Біля дороги
13.	Площа Героїв, м. Калущ	Парк
14.	Вулиця Івана Франка, м. Калущ	Сквер
15.	Парк ім. Франка, м. Калущ	Парк
16.	Вулиця Степана Бандери 28 м. Калущ	Житлова забудова
17.	Вулиця Ковжуна, м. Калущ	Біля дороги
18.	Вулиця Калуська 50, м. Калущ	Біля підприємства
19.	Вулиця Заводська 12, м. Калущ	Біля підприємства
20.	Вулиця Хмельницького 81 м. Калущ	Біля підприємства

20 точок спостереження, чотири групи:

- 3 точки в зоні житлової забудови;
- 8 точок біля автомобільних доріг;
- 6 точок біля об'єктів рекреації (скверів, парків, футбольних полів)
- 3 точки біля промислових підприємств.

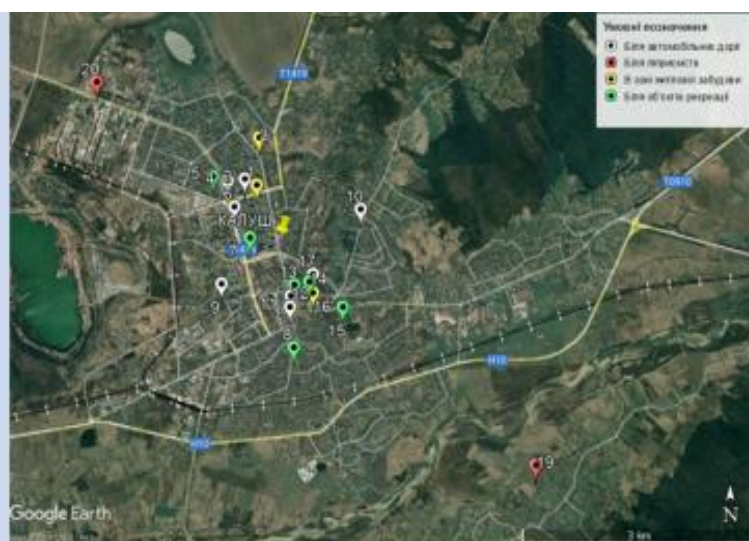


Рисунок 5 – Карта розташування точок спостережень

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

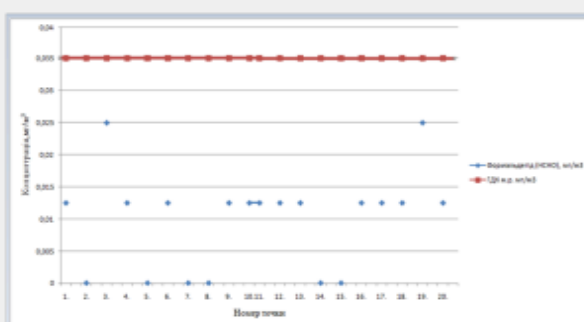
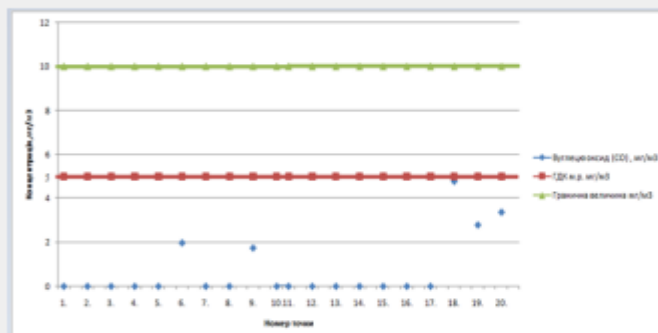
Фрагмент таблиці 3 – Концентрації забруднюючих речовин в точках спостереження

№	Місце розташування точки	Формальдегід (НСНО), ррт (мг/м ³)	Вуглецю оксид (СО), ррт (мг/м ³)	ТЧ _{2,5} , мкг/м ³	ТЧ ₁₀ , мкг/м ³	Діоксид азоту (NO ₂), ррт
1.	Вул. Пушкіна 6, м. Калуш (житлова забудова)	0,01 (0,0125)	0,0	3	10	0,0
2.	Вул. Пушкіна 2, м. Калуш (автостанція)	0,00	0,0	2	5	0,0
3.	Вул. Січових Стрільців, м. Калуш (приватна житлова забудова)	0,02 (0,025)	0,0	3	8	0,0
4.	Перехрестя вулиць Богдана Хмельницького та Пушкіна, м. Калуш (біля дороги)	0,01 (0,0125)	0,0	3	8	0,0
5.	Вул. Водоякам, Калуш (сквер)	0,00	0,0	2	4	0,0

Оскільки вимірювання в точках проводилися одноразово, то отримані значення можна порівняти тільки з граничними значеннями для коротких періодів – максимально разовою ГДК та/або граничними середньодобовими величинами (для СО – максимальне денне 8-год. середнє значення).

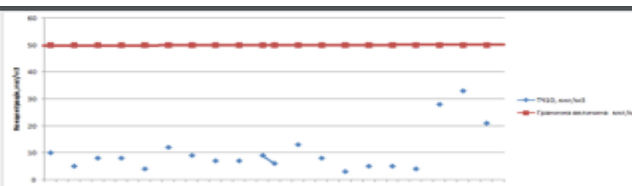
Концентрації формальдегіду:

- Перевищення відносно ГДК_{м.р} зафіксовані не були (граничних величин немає).
- Найбільші значення 0,02 зафіксовані біля заводу ДК Орсіл та в житловій зоні біля автомагістралі.
- Формальдегід є речовиною 2-го класу небезпеки, що має ГДК – лише 0,035 мг/м³

Рисунок 6 – Концентрації формальдегіду в точках спостереження, мг/м³Рисунок 7 – Концентрації СО в точках спостереження, мг/м³

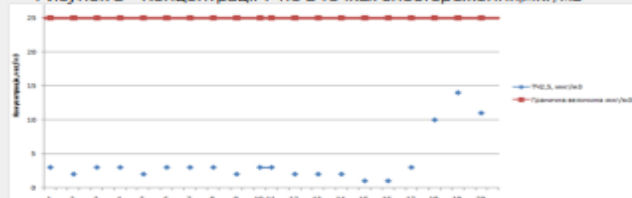
Концентрації оксиду вуглецю:

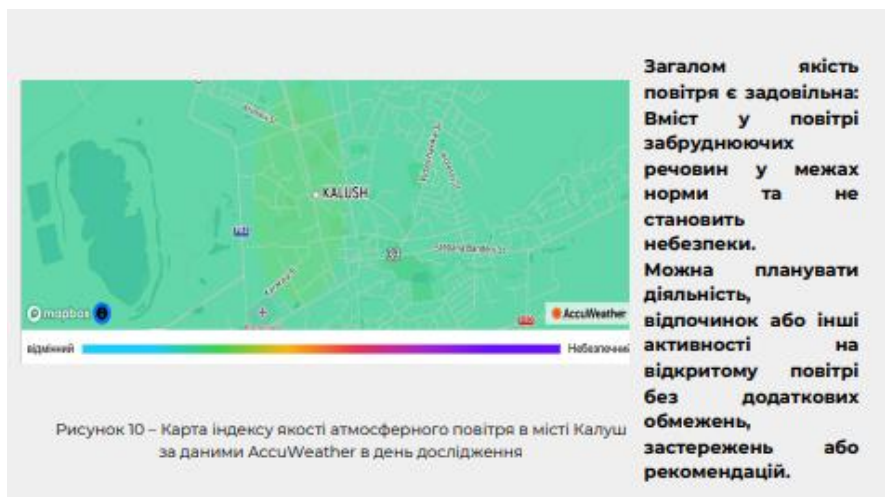
- Перевищення зафіксовані не були.
- Найбільші показники біля промислових підприємств, а також біля працюючих генераторів при вимкненні світла.
- Згідно чинного законодавства, він відноситься до речовин 4-го класу небезпеки, а його ГДК становить 10 мг/м³.

Рисунок 8 – Концентрації ТЧ10 в точках спостереження, мкг/м³

Як видно з рисунків, перевищення концентрації ТЧ10 відносно граничних величин зафіксовані не були.

Найбільші значення спостерігаються біля промислових підприємств та біля магістральних доріг, а найменші в паркових зонах.

Рисунок 9 – Концентрації ТЧ25 в точках спостереження, мкг/м³



Рекомендації

Щодо модернізації мережі спостереження:

- Створення державної мережі моніторингу (згідно з Програмою моніторингу атмосферного повітря зон Івано-Франківська)
- Мобільні станції
- Покращення якості даних
- Стандартизація даних
- Розширення доступу до даних
- Публічні платформи

Щодо покращення якості атмосферного повітря:

- Збільшення громадського транспорту
- Збільшення площі велодоріжок
- Введення нових стандартів для промисловості
- Встановлення фільтрів і очисних споруд
- Впровадження жорсткого контролю за якістю пального
- Заходи для підвищення свідомості громадськості щодо проблеми забруднення повітря можуть сприяти зменшенню викидів
- Збільшення зелених насаджень та підтримання їх в належному санітарному стані



ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі було проведено оцінку рівня забруднення атмосферного повітря території міста Калуш відповідно до чинного національного законодавства щодо якості атмосферного повітря.

1. Охарактеризовано соціально-економічний стан та природні ресурси території міста Калуш, яка входить до складу Калузької міської територіальної громади Івано-Франківської області. Площа складає 6,5 тис. га. Чисельність населення міста - 65,8 тис. чол. Щільність населення у м. Калуш становить 1019 осіб на км квадратний.

2. Проаналізовано дані щодо джерел викидів забруднюючих речовин. У структурі викидів забруднюючих речовин переважає діоксид та інші сполуки сірки. Іншими основними речовинами, що забруднюють атмосферне повітря області, є речовини у вигляді твердих суспендованих частинок, сполуки азоту, метан, неметанові леткі органічні сполуки та оксид вуглецю. Основними джерелами викидів забруднення повітря залишаються підприємства з постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, на які припадає 89,1% від загальнообласних обсягів викидів забруднюючих речовин.

3. Проведено порівняння концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі. Для візуалізації аналізу побудовано графіки. Значення вимірювань в маршрутних точках порівняно з граничними для коротких періодів – максимально разовою ГДК. В результаті перевищення рівня ГДК м.р. не спостерігається за жодним з показників забруднення повітря (низькі значення в паркових зонах та трохи вищі, але без перевищень біля підприємств).

4. Необхідною є модернізація мережі спостереження для постійного моніторингу та аналізу даних забруднення повітря. Для поліпшення якості атмосферного повітря на території громади запропоновані природоохоронні заходи: збільшення використання громадського транспорту, введення нових стандартів для промисловості, впровадження зелених технологій, впровадження контролю за якістю пального, інформування та освіта.

Дякую за увагу!