

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет _____ інженерії _____
(повне найменування факультету)

Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту (роботи)

освітнього ступеня _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)

спеціальності _____ 101 Екологія _____
(шифр і назва спеціальності)

на тему: Моніторинг стану атмосферного повітря м. Сєвєродонецьк

Виконав: здобувач вищої освіти групи ПЕО-17д

_____ Коротенко В. Ю. _____
(прізвище, та ініціали)

(підпис)

Керівник _____ Ожередова М.А. _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри _____ Суворін О.В. _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент _____ Кравченко І.В. _____
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Сєвєродонецьк - 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет _____ інженерії _____
Кафедра _____ хімічної інженерії та екології _____
Освітній ступінь _____ бакалавр _____
(бакалавр, магістр)
Спеціальність _____ 101 Екологія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ _____ ” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Коротенко Вікторії Юріївні _____

1. Тема роботи:

Моніторинг стану атмосферного повітря м. Северодонецьк

Керівник роботи _____ Ожередова Марина Анатоліївна, к. т. н., доц. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від 18.03.2021 р. № 53/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 10 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

Вступ. 1. Структура і закономірності існування природних екосистем. 2. Оцінка впливу на навколишнє середовище. 3. Нормування якості навколишнього середовища. 4. Аналітичний огляд. 5. Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу. 6. Розробка системи моніторингу забруднення атмосферного повітря. 7 Розробка та обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища. 8 Еколого-економічні розрахунки. Висновки. Анотація. Література. Додатки.

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

1. Характеристика забруднення повітря (1 лист).
2. Зміна середнього рівня забруднення повітря (1 лист).
3. Карта-схема розміщення постів спостережень за забрудненням повітря м. Северодонецьк (1 лист).

6. Дата видачі завдання - 18 березня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	25.03.2021	
2	Структура і закономірності існування природних екосистем	30.03.2021	
3	Нормування якості навколишнього середовища	05.04.2021	
4	Аналітичний огляд	20.04.2021	
5	Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу	25.04.2021	
6	Розробка системи моніторингу забруднення атмосферного повітря	05.05.2021	
7	Розробка та обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища	11.05.2021	
8	Еколого-економічні розрахунки	21.05.2021	
9	Висновки	28.05.2021	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Коротенко В.Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Ожередова М.А.

(прізвище та ініціали)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ (РОБОТИ)

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Примітка			
Справ. №					<u>Текстові документи</u>					
	A4		1	ПД.03.01.ПЗ	Пояснювальна записка дипломного проєкту	110				
					<u>Графічні документи</u>					
Справ. №	A3		2	ПД.03.02.ТБ	Характеристика забруднення повітря	1				
	A3		3	ПД.03.03.ТБ	Зміна середнього рівня забруднення повітря	1				
Подп. и дата	A3		4	ПД.03.03.КС	Карта-схема розміщення постів спостережень за забрудненням повітря м. Сєверодонецьк	1				
Инов. № дубл.										
Взам. инв. №										
					<i>ПД.03.01.ПЗ</i>					
Инов. № подл.	Зм.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Відомість дипломного проєкту	Літ	Арк	Аркушів	
	Розробив	Коротенко В.Ю								
	Перевірив	Ожередова М.А.							4	110
	Консультант							СНУ ім. В. Даля, гр. ПЕО-17д		
	Н. Контр.									
Затвердив	Суворін О.В.									

РЕФЕРАТ

Дипломний проект на тему «Моніторинг стану атмосферного повітря м. Северодонецьк» складається з пояснювальної записки, що містить 110 сторінку, 8 таблиць, 2 рисунки, використано 42 найменування літературних джерел. Графічна частина – 3 аркуші.

СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ, ЗАБРУДНЕННЯ, АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ, НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ, МОНІТОРИНГ, МЕРЕЖА СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Розглянуто структуру і закономірності існування природних систем, вплив забруднень на стан атмосфери. Надано характеристику фізико-географічному розміщенню міста Северодонецьк. Розглянуто вплив хімічної промисловості, теплових електростанцій та транспорту на навколишнє середовище міста.

Надано рекомендації щодо вдосконалення системи моніторингу стану атмосферного повітря м. Северодонецьк, яка містить карту стаціонарних постів спостереження. Розглянуто нормування якості, його загальні принципи та антропогенне навантаження. Зазначені техніки відбору проб і методи аналітичного контролю.

Наведені рекомендації щодо забезпечення нормативного стану атмосферного повітря. Виконано розрахунок економічного збитку від забруднення атмосферного повітря для виробництва нітратної кислоти, як найбільш близько розташованого до міста, який складає 356351553грн./рік та розрахунок збору за забруднення атмосфери у розмірі 208376,5 грн.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Структура і закономірності існування природних екосистем.....	10
2 Оцінка впливу на навколишнє середовище.....	14
2.1 Фізико-географічна характеристика району розміщення базового об'єкту.....	14
2.2 Характеристика базового об'єкту, склад і властивості відходів.....	19
2.3 Вплив забруднень базового об'єкта на атмосферу.....	23
2.4 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин, пов'язаних з діяльністю базового об'єкта.....	30
3 Нормування якості навколишнього середовища.....	35
3.1 Загальні принципи нормування.....	35
3.2 Нормування якості атмосферного повітря.....	38
4 Аналітичний огляд.....	44
4.1 Будова і склад атмосфери.....	44
4.2 Джерела та види забруднення атмосфери.....	46
4.3 Види, характеристика та параметри викидів в атмосферу.....	53
4.4 Спостереження та оцінювання забруднення атмосферного повітря.....	55
5 Вибір та обґрунтування природоохоронного заходу.....	61
6 Розробка системи моніторингу забруднення атмосферного повітря.....	64
6.1 Загальні положення про моніторинг забруднень атмосферного повітря	64
6.2 Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери.....	67
6.3 Автоматизовані системи спостереження і контролю за атмосферним повітрям.....	73
6.4 Техніка відбору проб атмосферного повітря.....	76
6.5 Методи і методики аналітичного контролю вмісту забруднюючих речовин.....	82
7 Розробка та обґрунтування рекомендацій щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища.....	89

8 Еколого-економічні розрахунки.....	97
8.1 Розрахунок економічного збитку від забруднення атмосферного повітря.....	97
8.2 Розрахунок збору за забруднення атмосферного повітря.....	103
Висновки.....	105
Анотація.....	106
Список літератури.....	107

ВСТУП

У сучасних промислових містах, яким і є місто Северодонецьк, повітряне середовище забруднюється складною сумішшю речовин, склад якої тісно пов'язаний з характером виробництва. Нерідко з різноманіття речовин потрібно виділити найбільш токсичні і визначити їх кількісний вміст. Все це свідчить про специфічні труднощі, що виникають при дослідженні повітряного середовища й обумовлює високі вимоги до якості екологічного контролю. Для цього і існує моніторинг хімічного складу атмосферного повітря промислових міст – система спостережень за станом повітря, його забрудненням, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря.

Проблема контролю якості атмосфери є пріоритетним напрямом сучасного екологічного моніторингу. Збільшення викидів від стаціонарних і пересувних джерел призводить до погіршення якості атмосфери в містах. Виходячи з цього, безперервне спостереження за станом атмосфери є важливим інструментом для управління якістю повітря, своєчасного попередження про несприятливі метеоумови і можливі викиди в атмосферу, що виникли в результаті аварій на підприємствах та своєчасного інформування населення про стан навколишнього природного середовища.

Контроль якості атмосфери в різних країнах здійснюють суб'єкти екологічного моніторингу. В Україні державним суб'єктом екологічного моніторингу є гідрометеорологічна служба. Її пости контролю забруднення повітря утворюють єдину мережу моніторингу по всій території країни. Ця мережа розроблялася з урахуванням єдиних вимог нормативних документів колишнього СРСР на початку 60-х років минулого століття. У середині 90-х років в Україні був прийнятий ряд законодавчих документів, в яких сформульовані основні завдання, що пред'являються до систем моніторингу на державному та регіональному рівнях. Після цього законодавча і нормативна бази документів у галузі екологічного моніторингу істотно не оновлювалися.

Актуальність обраної теми дослідження зумовлена необхідністю теоретичного вивчення поняття моніторингу забруднення атмосферного повітря з метою застосування отриманих знань у практичній діяльності.

Охорона повітряного середовища від забруднення промисловими викидами є найважливішим соціальним та громадським завданням, що входить в комплекс завдань глобальної проблеми охорони природи і поліпшення використання природних ресурсів.

Найбільш ефективним методом захисту атмосфери від забруднення шкідливими речовинами є розробка нових безвідходних ресурсо- і енергозберігаючих технологічних процесів з замкнутими виробничими циклами, що виключають або різко знижують викид шкідливих речовин в атмосферу. Однак не завжди вдається розробити економічно вигідні безвідходні технологічні процеси з повною або комплексною переробкою сировини. Тому на сучасному етапі для більшості промислових підприємств очищення викидів залишається основним заходом щодо захисту повітряного басейну від забруднення.

Мета роботи - аналіз основних факторів при підготовці та проведенню моніторингу забруднення атмосферного повітря.

Обрана мета зумовлена вирішенням наступних поставлених завдань:

- розглянути вплив основних забруднювачів на атмосферне повітря міста;
- вивчити проведення спостережень за забрудненням атмосферного повітря на маршрутних і стаціонарних постах;
- проаналізувати і дати рекомендації щодо забезпечення нормативного стану навколишнього середовища.

1 СТРУКТУРА І ЗАКОНОМІРНОСТІ ІСНУВАННЯ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Екосистема - біологічна система, що складається зі спільноти живих організмів (біоценоз), середовища їх існування (біотоп), системи зв'язків, що здійснює обмін речовиною і енергією між ними.

Кожна екосистема існує як цілісне утворення. У ній спостерігаються зміни, які можуть бути визначені кількісно. Показником служить, наприклад, чисельність видів організмів на кожному рівні ланцюга живлення. Найбільша чисельність організмів припадає на рослинне співтовариство.

В екосистемі можна виділити два компоненти - біотичний і абіотичний. Біотичний ділиться на автотрофний (організми, отримують первинну енергію для існування з фото- і хемосинтезу або продуценти) і гетеротрофних (організми, що одержують енергію з процесів окиснення органічної речовини- консументи і редуценти) компоненти, що формують трофічну структуру екосистеми. Єдиним джерелом енергії для існування екосистеми і підтримки в ній різних процесів є продуценти, що засвоюють енергію сонця, (тепла, хімічних зв'язків) з ефективністю 0,1-1%, рідко 3-4,5% від початкової кількості. Автотрофи представляють перший трофічний рівень екосистеми. Наступні трофічні рівні екосистеми формуються за рахунок консументів (2-й, 3-й, 4-й і наступні рівні) і замикаються редуцентами, які переводять неживу органічну речовину в мінеральну форму (абіотичний компонент), яка може бути засвоєна автотрофним елементом [1].

Видовий склад екосистеми коливається навколо точки рівноваги, однак повна рівновага ніколи не виникає. В окремих ланках екосистеми коливання чисельності видів відбуваються постійно і в окремих випадках можуть бути дуже значними. В цілому будь яка екосистема не залишається незмінною, вона постійно змінюється, розвивається, еволюціонує. Однак до тих пір, поки існує її цілісність, в ній підтримується такий напрямок процесів, яке «прагне» встановити рівновагу синтезу і розпаду речовин, народжуваності і загибелі

живих організмів. Звичайно, повної і остаточної рівноваги в природних системах не буває. Можна говорити лише про більш-менш стійку рівновагу в екосистемі.

З точки зору структури в екосистемі виділяють [2]:

- кліматичний режим, що визначає температуру, вологість, режим освітлення та інші фізичні характеристики середовища;
- неорганічні речовини, що включаються в круговорот;
- органічні сполуки, які пов'язують біотичну і абіотичну частини в круговороті речовини і енергії;
- продуценти - організми, що створюють первинну продукцію;
- макроконсументи, або фаготрофи, - гетеротрофи, що поїдають інші організми або великі частки органічної речовини;
- мікроконсументи (сапротрофи) - гетеротрофи, в основному гриби і бактерії, які руйнують мертву органічну речовину, мінералізують її, тим самим повертаючи в кругообіг.

Останні три компоненти формують біомасу екосистеми.

З точки зору функціонування екосистеми виділяють наступні функціональні блоки організмів (крім автотрофів):

- біофаги - організми, що поїдають інших живих організмів,
- сапрофаги - організми, що поїдають мертву органічну речовину.

Цей поділ показує тимчасово-функціональний зв'язок в екосистемі, фокусуючись на поділі в часі утворення органічної речовини і перерозподілі його всередині екосистеми (біофаги) та переробки сапрофагів [1]. Між відмиранням органічної речовини і повторним включенням його складових в круговорот речовини в екосистемі може пройти суттєвий проміжок часу. Всі ці компоненти взаємопов'язані у просторі та часі і утворюють єдину структурно-функціональну систему.

Екосистема може бути описана комплексною схемою прямих і зворотних зв'язків, що підтримують гомеостаз системи в деяких межах параметрів навколишнього середовища. Таким чином, в деяких межах екосистема здатна

при зовнішніх впливах підтримувати свою структуру і функції відносно незмінними.

В цілому, екосистема функціонує як єдина система, яка розвивається та володіє саморегуляцією. Людина створює штучні екосистеми, до них відносяться сільськогосподарські, так звані агроекосистемами, міські, промислові, курортні та інші. Якщо порівнювати природну і штучну екосистеми, то легко переконатися, що для життя природних екосистем достатньо енергії Сонця, рівновага в них забезпечується шляхом саморегуляції.

Для підтримки, штучних екосистем потрібні додаткові речовини і додаткова енергія.

Господарська діяльність людини змінює величину чистої первинної продукції екосистем.

Біосфера - екосистема вищого порядку, що об'єднує всі інші екосистеми і забезпечує існування життя на Землі.

Живі організми всіх природних екосистем взаємодіють один з одним, із сонячною енергією й з різноманітними хімічними речовинами, що утворюють атмосферу, гідросферу і літосферу. Ця сукупність живих і неживих організмів, які взаємодіють один з одним і зі своїм неживим середовищем перебування (енергією й хімічними речовинами), у планетарному масштабі називається екосферою.

Атмосфера – це складова частина біосфери, яка забезпечує людину і тварин необхідним складом газів для дихання людини. Вона є зовнішньою газовою оболонкою землі, що сягає від її поверхні в космічний простір приблизно на 3000 км і ділиться на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу та екзосферу [3].

Це найбільш легка - оболонка Землі, що граничить із космічним простором, маса якої становить $5,15 \cdot 10^{15}$ т. Через неї здійснюється обмін речовин нашої планети з космосом. Атмосфера пронизується наскрізь випромінюванням Сонця (крім γ - випромінювання, яке затримується озоновим

шаром і забезпечує розвиток живих організмів). Саме Сонце визначає енергетичний режим поверхні планети і живої речовини на Землі.

Більша частина маси атмосфери складається з азоту (78,08%), кисню (20,95%) і інертного газу аргону (0,93%). На частку вуглекислого газу доводиться всього 0,036%. Отже, у цілому атмосфера Землі є аргонно-кислородно-азотною. На частку інших газів доводиться менш 0,01% об'єму. Це інертні гази, метан, диоксид азоту, пари води, водень, гелій, озон.

І все-таки до найважливіших компонентів атмосфери можна віднести і озон - O_3 . Озон має максимум поглинання при довжині хвилі коротше 320 нм - ультрафіолетове випромінювання Сонця, що згубне для живих організмів. Основна маса озону ($3 \cdot 10^{-5}$ %) розташовується на висотах 10-50 км із максимальною його концентрацією на висоті 20 - 25 км. Озоновий шар - «екран» - має винятково важливе значення для збереження життя на Землі. Ще один важливий компонент атмосфери - вода. Її вміст міняється від 0 до 4% залежно від сезону [3].

У порівнянні з іншими геосферами атмосфера має ряд властивих тільки їй особливостей - високу рухливість, мінливість її компонентів, своєрідність фізико-хімічних процесів. Стан атмосфери визначає тепловий режим поверхні Землі. Розподіл тепла й вологи в атмосфері - основна причина існування природних зон на Землі, що визначає особливості гідрологічного режиму гідросфери й стан ґрунтово-рослинного покриву літосфери.

Особливістю повітря є його надзвичайна рухливість, тому забруднюючі речовини в атмосфері можуть швидко розсіюватися і в результаті їх концентрації в повітрі швидко спадають, віддаляючись від джерела забруднення. На ступінь та інтенсивність самоочищення повітря впливають метеорологічні величини і явища: напрямок і швидкість вітру, вологість, кількість, інтенсивність та тривалість опадів, циркуляція повітряних потоків, інверсія (зростання температури з висотою), інтенсивність сонячної радіації (яка визначає фотохімічні перетворення домішок і виникнення вторинних продуктів забруднення повітря) [4].

2 ОЦІНКА ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1 Фізико-географічна характеристика району розміщення

Луганська область розташована на крайньому сході України у басейні середньої течії річки Сіверський Донець. Максимальна відстань з півночі на південь складає 275 км, із заходу на схід - 170 км. Територія області займає площу 26,7 тис. км² (4,4 % території держави).

Територія області представляє собою переважно хвилясту рівнину на лівобережній частині долини Сіверського Донця. На півдні розташований Донецький кряж.

В лівобережній частині області простягається Старобільська рівнина. На крайній півночі в межі області заходять вибалки Середньоруського узгір'я. Абсолютні висоти тут поступово знижуються (від 216 до 50 м) на південь і південний захід до долини Сіверського Донця. Вздовж лівого берега ріки тягнеться порівняно неширока (16-18 км) терасова рівнина, вкрита, головним чином пісками, місцями сформованими в дюни [5].

Найбільш характерною рисою Донецького кряжа є чергування пагорбкуватих водороздільних площин з глибокими крутобережними річковими долинами і сухими балками. Найвища точка – Могила Мечетна – 367 м. В долині рік Міуса й Нагольної висота Донецького кряжа знижується і східні схили переходять в Приазовську берегову рівнину. Північні схили кряжа поступово знижуються в напрямі до Сіверського Донця.

У північній частині поширені чорноземи звичайні середньо- та мало гумусні, в південній – чорноземи звичайні середньо- та малогумусні, дернові щебенюваті ґрунти, в долині Сіверського Дінця – чорноземні, дернові піщані ґрунти.

Щорічне формування надземної та підземної маси рослинного походження та її розкладання в умовах недостатньої вологи обумовлюють значну кількість гумусу, глибина якого варіюється від 50 до 130 см. Для Луганської області характерні два типи ландшафтів – степовий та лісовий. Ліса займають 8,6 %

території області та розповсюджені вкрай нерівномірно. Основні масиви лісу знаходяться у басейнах річок Сіверський Донець та Айдар (Кремінський та Станично-Луганський райони). Більш ніж 250 тис. га складають штучні ліси, представлені полезахисними полосами, захисні ліси та зелені смуги навколо крупних міст. Найбільшу площу займають степи, понад 87 % території області.

Рослинний покрив області має степовий характер. Ліси займають незначну площу, розташовані уздовж річок, на схилах балок та ярів.

Клімат Луганської області помірно континентальний з помітно вираженими посушливо-суховійними явищами. Формується він під впливом порівняно великої кількості сонячної радіації, домінування континентального повітря помірних широт та відстані від океанів та морів та характеризується доволі спекотним літом із посухою та помірно холодною зимою із нестійким сніговим покривом.

Середньорічна температура повітря складає 7- 8 °С. Середня температура найтеплішого місяця (липень) - 21-22 °С, а найхолоднішого (січень) – - 7 °С. Максимальна температура влітку сягає 38-40 °С, а мінімальна в окремі зими – - 35- -40 °С.

Атмосферні опади випадають в основному у вигляді дощу та розділяються у часі дуже нерівномірно. За рік у середньому випадає 418 - 476 мм опадів.

Сніговий покрив дуже малий. Максимальна потужність 15 - 20 см, а в окремі зими відсутній. Середньо багаторічне промерзання ґрунту складає 0,5 - 0,7 м.

Для території характерне частково повторення сильних вітрів східного напрямку. Із східними вітрами влітку пов'язані суховії, а взимку – завірюхи та сніговії.

Северодонецьк є одним з найбільших промислових центрів Луганської області. Місто розташоване в степовій зоні на сході України в західній частині Луганської області, в долині р. Сіверський Донець і її лівої притоки р. Борової в межах заплави. Місто входить до складу однієї з найбільших в Україні міських

агломерацій – Рубіжансько-Лисичансько-Сєвєродонецького промвузла, який займає 7 відсотків території Луганської області [5].

Місто знаходиться на рівнинній території в центрі долини Сіверського Дінця в 3 км на схід від нього — на південній межі лісостепової зони, в районі ковилового степу і соснових лісів. Висота над рівнем моря від 50 до 80 м в межах міста. Центральна частина Сєвєродонецька піднята над іншою частиною в середньому на 5 м. На півночі від міста протікає річка Борова, в межах міста вона подпружена малим водосховищем. Навколо Сєвєродонецька зростають заплавні ліси на алювіальних ґрунтах, порізаних численними старицями Сіверського Дінця (озера Клешня, Свинарне (Кривеньке), Зимовне, Піщане, Туба, Боброво та ін.) [5].

Загальна площа Сєвєродонецька складає 41,551 кв. км, довжина зі сходу на захід 12 км, з півночі на південь 10 км. Населення, яке проживає на території Сєвєродонецької міської ради, становить близько 121 тисяч осіб. Територіальна близькість промислових міст Лисичанська, Сєвєродонецька та Рубіжного чинить взаємний вплив на екологічну ситуацію в регіоні [5].

Клімат в регіоні помірно-континентальний, характеризується малою кількістю опадів – 400-500 мм в рік, формується він під впливом великої притоки сонячної радіації, тому для нього характерний достатньо жарке і посушливе літо і відносно холодна зима з нестійким сніжним покривом. Середньорічна температура повітря складає від 6,9 °С до 7,4 °С. У формуванні клімату беруть участь декілька типів повітряних мас, але домінують континентальні – 70 % (з них: помірні – 54 %; арктичні – 6 %) [6].

Температура повітря:

- середньорічна – + 8,5 °С;
- абсолютна мінімальна – - 42 °С;
- абсолютна максимальна – + 40 °С;
- середня найхолоднішого місяця – - 5,9 °С;
- середня найжаркішого місяця – + 21,7 °С.

Відповідно до районування території України і метеорологічних умов

місто Сєвєродонецьк відноситься до 3-ої зони – зони підвищеного потенціалу забруднення, яка характеризується повторюваністю слабих вітрів і туманів до 20%, приземних інверсій до 40%.

Пануючими є вітри східного, південно-східного і західного напрямів. Середні швидкості 2,7 – 5,3 м/с, часті штилі [6].

В ландшафтному відношенні територія відноситься до південно-степової підзони степової зони Лівобережної частини України. Долина р. Сіверський Донець, включаючи заплаву та надзаплавні тераси, представляє собою нижній висотно-ландшафтний рівень єдиної денудаційно-еродованої рівнини, де переважають різнотравно-злакові луки та заплавні ліси на гідроморфних ґрунтах різного ступеня зволоження та солоності. Поза річковими долинами домінуючими ландшафтами є терасові слабопагорбові піщані рівнини з дерново-підзолистими та дерновими піщаними ґрунтами під сосновими та сосноводубовими лісами та піщаними степами.

Значна частина соснових насаджень має штучне походження. У зв'язку з пожежами більшість штучних насаджень у північній та північно-східній частині прилеглої до міста території була знищена.

Рельєф місцевості, на якій розташоване місто с прилеглими селищами, являє собою хвилясту рівнину із загальним ухилом на південний захід убік ріки Сіверський Донець. Абсолютні відмітки території змінюються від +45-+50 метрів на півдні й заході до +80 метрів на півночі й сході. Мілкопагорбовий рельєф обумовлений наявністю невисоких піщаних дюн з терасових, значною мірою замулених, пісків. У місцях, які не покриті лісом, дюни рухаються. При будівництві міста великі площі піщаних дюн були знівельовані.

Наведені дані свідчать про те, що в утворенні сучасного рельєфу території головну роль відіграють антропогенні фактори [4].

Північно-західна частина міста омивається річкою Борова, а південно-західна Сіверським Дінцем.

Основною водною артерією є ріка Сіверський Донець, що протікає з північного заходу на південний схід. Довжина річки в межах розглянутого

району становить 3,5 км. Ширина русла становить від 50 до 80 метрів. Витрата води ріки Сіверський Донець змінюється від 40 м³/сек у літню межень до 1200 м³/сек у весняну повінь.

У басейні річки Сіверський Донець значне поширення мають штучні водойми - водосховища руслового і наливного типів і ставки, які використовуються для водопостачання, гідроенергетики, рибного господарства, зрошення.

На формування хімічного складу і гідрологічного режиму річок крім природних географічних чинників сильний вплив мають техногенні чинники, до числа яких належить зарегулювання стоку річки водосховищами, організовані і неорганізовані скиди стічних вод промислових підприємств, комунального і сільського господарства, шахтних вод, відбір вод для питного та технічного водопостачання.

Ріка Борова - ліва притока ріки Сіверський Донець. Протікає в північній частині району. Площа водоохоронної смуги 80,3 га.

На території міста є два штучних водоймища. Озеро Паркове розташоване в північно-західній частині міста в рекреаційній зоні. Площа дзеркала озера Паркове становить близько 4,255 га при середній глибині 2 метри. Площа прибережної захисної смуги 2,533 га. Озеро Чисте розташоване в південно-східній частині міста в рекреаційній зоні. Площа дзеркала озера становить близько 24,3 га при середній глибині 4 метри. Площа прибережної захисної смуги 7,7 га [7].

Клімат району помірноконтинентальний з помітно вираженими посушливо-суховійними явищами. Температурний режим нестійкий і протягом року характеризується значними коливаннями. Найхолодніший місяць – січень, найтепліший – липень. Середня річна температура за багаторічний період за даними метеостанції Артемовська складає 7,8 °С.

Основний фактор, що визначає кліматичні умови території – радіаційний баланс. Мінімальні значення радіаційного балансу характерні для зимових місяців – грудня і січня, максимальні значення спостерігаються в липні.

Зміна сезонів здійснюється поступово, без різких перепадів. Весняний сезон починається з часу стійкого переходу середньодобової температури повітря через 0°C (друга половина березня). Середня багаторічна температура за три весняні місяці складає 9,2°C. За початок літнього сезону прийнята дата переходу середньодобової температури через 15°C (перша половина травня), коли встановлюється жарка погода з наявністю суховійних вітрів. Середня максимальна температура атмосферного повітря найтеплішого місяця складає 27,5 °C. Початком осіннього періоду вважається дата переходу середньодобової температури через 0°C (друга половина вересня). Середня багаторічна температура за три осінні місяці складає 8,9 °C. Число днів з позитивною температурою повітря за даними метеостанції Артемовська – 251.

Опади випадають у вигляді дощу (80% від річної суми), 20% приходить на тверді опади. Середня багаторічна сума атмосферних опадів складає 431 мм. Максимальна кількість опадів (50 - 64 мм) випадає в червні, мінімальна (28-31 мм) – в лютому. Літні опади носять зливовий характер. Опади, що випадають в осінній період, є головним джерелом живлення ґрунтових вод.

Місто Сєверодонецьк сплановано з урахуванням рози вітрів. Вітровий режим території залежить від сезонного розподілу атмосферного тиску і взаємодії баричних систем. Домінуючі протягом року вітри – східного і південно-східного напрямку. Але в окремі роки домінують вітри північно-західного, південно-західного та західного напрямків, що сприяє формуванню підвищеного потенціалу забруднення атмосферного повітря у селитебних районах міста Сєверодонецьку [8].

2.2 Характеристика базового об'єкту, склад і властивості відходів

На території міста розташовано 7 основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря із 1224 стаціонарними джерелами викидів шкідливих речовин, з яких тільки 139 джерел оснащені газо-пилоочисним обладнанням [9]. Але враховуючи географічне розташування міст Лисичанська та Рубіжного,

розташування промислової і селитебної зони Сєверодонецька та зробивши аналіз рози вітрів можемо зробити висновок, що на якість атмосферного повітря Сєверодонецька суттєво впливають не тільки викиди підприємств, що розташовані на його території, а й викиди підприємств Лисичанська та Рубіжного.

Наведемо характеристику деяких підприємств, які являються забруднювачами повітря міста. Слід відмітити, що СНВО «Імпульс» та ПрАТ «Армопласт» знаходяться у центрі міста, а ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот» в промисловій зоні.

ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот» - найбільший в Україні виробник мінеральних добрив - аміаку, аміачної, калієвої, натрієвої селітри, карбаміду, формальдегіду, метанолу, вінілацетату, вуглеамонійних солей, оцтової кислоти та ін. [10]. Основні потужності виробництва наведено у таблиці 2.1 [11].

Таблиця 2.1 - Основні потужності виробництва ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот»

Продукція	Потужність
Аміак рідкий технічний	1020 тис. тонн на рік
Амонію нітрат (селітра аміачна)	550 тис. тонн на рік
Сечовина (карбамід)	390 тис. тонн на рік
Метанол	190 тис. тонн на рік
Оцтова кислота	150 тис. тонн на рік
Аміак водний технічний	60 тис. тонн на рік

В результаті виробничої діяльності ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот» утворюється більш ніж 200 видів відходів. Підприємство має діючі місця видалення відходів - полігон промислових відходів біля селища Вовчоярівка та 4 шламонакопичувачі на території проммайданчика.

За даними звіту по формі № 1 – відходи (річна) кількість відходів I – IV класів небезпеки утворена у 2019 році ПрАТ «Сєверодонецьке об'єднання Азот» складає 4392,055 т, зберігається (тимчасово розміщені) – 4082,238 т. [9].

В цеху контрольно-вимірювальних приладів та автоматики по журналу обліку на підприємстві знаходиться 44 джерела іонізуючого випромінювання:

- у технічному обладнанні – 28;

- у рентгенівських установках (у т.ч. медичних) – 13;
- у дозиметричних приладах – 3.

ТОВ НВК «Алвіго-КС» засновано в березні 2001 року Акціонерним товариством «Алвіго» (м. Таллінн, Естонія) і Фондом Держмайна України на базі каталізаторного виробництва ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» [12].

Сфера діяльності [12]:

- виробництво понад 40 видів сучасних каталізатори для хімічної, нафтохімічної, машинобудівної і інших галузей промисловості;
- очищення технологічного обладнання від шлаків, що містять дорогоцінні метали, афінат металів платинової групи, золото і срібло;
- очищення газових викидів;
- науково-дослідні роботи по створенню нових марок каталізаторів, удосконалення застосовуваних технологій виробництва;
- сировинне забезпечення виробництва каталізаторів;
- маркетингові дослідження;
- поставка каталізаторів.

Відходи виробництва накопичуються на полігоні промислових відходів (полігон поблизу с. Вовчоярівка),

ПрАТ «Армопласт» - спеціалізується на виробництві продукції органічного синтезу, полімерних композиційних матеріалів. У виробництві будівельних виробів з полімерних матеріалів застосовуються токсичні, високотоксичні і канцерогенні речовини. В процесі виробництва зазначені речовини можуть створювати полімерні відходи. Відходи виробництва накопичуються на полігонах та місцевих сміттєзвалищах.

СНВО «Імпульс» - високотехнологічна компанія України. Основні напрямки діяльності - розробка, виготовлення та впровадження систем контролю і управління (СКУ) для об'єктів атомної і теплової енергетики, нафтогазового комплексу, залізничного транспорту та інших галузей промисловості. Також виконуються роботи з виготовлення полімерних деталей методом лиття під тиском і методом пресування, нанесення маркувальних позначень (УФ-друк,

гравірування, маркування ударним способом), нанесення електрохімічних (цинк, нікель, хром, олово-вісмут) і лакофарбових (порошкове фарбування) покриттів на метали та ін. [13].

Основні відходи, що утворюються - відпрацьовані концентровані технологічні розчини (розчини зняття покриттів, лужні і кислі травильні розчини та ін); промивні води; гальванічні шлами та полімерні відходи. Більша частина цих відходів видаляється на полігон промислових відходів (полігон поблизу с. Вовчоярівка), де розміщуються відходи 2-4 класів небезпеки. За даними інспекторських перевірок, стан полігону промислових відходів не відповідає екологічним вимогам: при захороненні відходів здійснюється змішування відходів, чаша полігону обводнена. В даний час, необхідне проведення робіт по впорядкуванню розміщення відходів на полігоні, проведення його реконструкції.

ДП «Севєродонецька ТЕЦ» - підприємство енергетики в місті Севєродонецьк, одна з найбільших на Україні теплоелектроцентралей. Призначена для тепло- і електропостачання міста і гіганта хімічної промисловості України – «Севєродонецького об'єднання Азот». Димова труба № 4 висотою 240 метрів - одна з найвищих в Україні [14].

До складу першої черги ТЕЦ входили 7 котлів та 6 турбогенераторів загальною потужністю 84000 кВт, паливом було визначено вугілля. На Севєродонецькій ТЕЦ вперше почали застосовувати парові турбіни для приводу відповідальних механізмів теплової схеми - живильних пристроїв і димососів з використанням відпрацьованої пари.

У 1959 році котли Севєродонецької ТЕЦ були реконструйовані для спалювання природного газу. Він міг спалюватися разом з вугіллям і окремо. Використання природного газу значно поліпшило екологічну обстановку в регіоні [14].

Велика частина утворених відходів основного виробництва міста видаляється на полігон промислових відходів біля селища Вовчоярівка. Щорічно на полігон поступають відходи ПрАТ «Севєродонецьке об'єднання Азот», ПрАТ «Армопласт», СНВО «Імпульс», ТОВ НВК «Алвіго-КС» та інші. За 2019 рік на

полігоні було видалено 146,39 т відходів 1-4 класів небезпеки. Така кількість пояснюється майже повною зупинкою основного виробництва у травні 2014 року. Станом на 01.01.2019 на полігоні накопичено 170,222 тис. т відходів [9].

Основний вплив автотранспорту в м. Северодонецьк представлений ВАТ «Северодонецьке АТП-10920», яке обслуговує більшу частину міських, приміських і трохи внутрішньообласних і міжнародних маршрутів. Також до діяльності АТП входить зберігання, обслуговування і ремонт рухомого складу.

Підприємство розташоване в зоні помірного клімату, дорожня мережа представлена асфальтованими і асфальтобетонними дорогами, які пов'язують всі населені пункти, а також виробничі центри району.

В екологічному відношенні підприємство являє серйозну загрозу навколишньому середовищі, так як його діяльність супроводжується утворенням великої кількості промислових відходів.

Відходи, що утворюються при експлуатації автомобіля, в основному, представлені відпрацьованими шинами, які відносяться до IV класу небезпеки і повинні збиратись та передаватись на переробку [5]. До відходів відносяться також відпрацьовані масла та мастила, технічні рідини, стічні води від миття автотранспортних засобів, відходи фарб.

2.3 Вплив забруднень базового об'єкта на атмосферу

Забруднення атмосферного повітря загрожує здоров'ю людини, завдає великих економічних збитків, а також негативно впливає на рослинний і тваринний світ, призводить до появи таких негативних планетарних явищ, як глобальне потепління клімату, руйнування озонового екрану, випадання кислотних опадів, фотохімічний туман тощо.

Серед галузей народного господарства, що мають високий рівень впливу на атмосферне повітря, можна виділити хімічну промисловість, теплові електростанції, транспорт та ін.

Суттєвий вплив на екологічний стан міст мають метеорологічні фактори. Відповідно до районування України за метеорологічними умовами територія міста Северодонецьк відноситься до зони підвищеного потенціалу забруднення, яка характеризується повторюваністю слабких вітрів і туманів до 20%, приземних інверсій до 48%. Аналіз рози вітрів показав, що відбулася зміна переважаючих напрямків вітру. Враховуючи це, а також географічне розташування міст Лисичанська та Рубіжного, розташування промислової і селитебної зони Северодонецька, можна зробити висновок, що на якість атмосферного повітря Северодонецька суттєво впливають не тільки викиди підприємств, що розташовані на його території, а й викиди підприємств Лисичанська та Рубіжного.

За останні роки на багатьох підприємствах м. Северодонецька відбувалась зміна потужностей, здійснювалась реконструкція існуючих, закриття старих та впровадження нових технологічних ліній. Також у місті спостерігається зростання чисельності автотранспорту. Це призводить до зміни кількісного та якісного складу викидів забруднювачів в атмосферу та суттєво впливає на стан повітряного середовища міста [9].

Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря за 2019 р від ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» - 0,17 тис. т, порівняно з 2014 роком викиди зменшилися на 0,73 тис. т, що пов'язано із не стабільною роботою підприємства.

За результатами інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферу у 2019 році на підприємстві ідентифіковано 855 стаціонарних джерел викидів забруднюючих речовин, з них організованих – 697, неорганізованих – 158, діючих установок очистки газу 130. За даними Звіту про охорону атмосферного повітря по формі № 2-ТП (повітря) у 2019 році викинуто в атмосферне повітря 177,479 т [9].

Значної шкоди навколишньому середовищу завдають відходи виробництва фосфорних добрив. При виробництві азотних добрив головною причиною забруднення атмосферного повітря є синтез азотної кислоти. Технологія

виробництва суперфосфату пов'язана з викидами в повітря пилу і сполук фтору. При виробництві сірчаної кислоти у газових викидах містяться сірчаний ангідрид, оксиди азоту, токсичний пил, літій і залишки миш'яку.

В інших галузях хімічної промисловості в атмосферу викидають такі шкідливі речовини: при виробництві азотної кислоти – оксиди азоту, аміак, оксиди вуглецю; при виробництві хлору – хлор і соляну кислоту; при виробництві штучних волокон – сірковуглець, сірководень; при виробництві ацетилену, карбїду кальцію і феросплавів – вапняний пил, пил кремнієвої кислоти, що містять деякі метали і мають неприємний запах тощо.

Як було вже сказано, ПрАТ «Армопласт» спеціалізується на виробництві продукції органічного синтезу та полімерних композиційних матеріалів.

Створення та застосування полімерів безпосередньо чи опосередковано пов'язане із впливом на організм людини, на навколишнє виробниче середовище та середовище проживання людини, а також на навколишнє середовище в цілому. Останнє особливо важливо після використання полімерів та виробів з них, коли відпрацьовані матеріали піддаються захороненню у ґрунті, а шкідливі речовини, що вивільняються при розкладанні полімерного матеріалу, забруднюють ґрунт, стічні води, погіршуючи тим самим стан навколишнього середовища.

Величезна кількість різних домішок потрапляють в атмосферу. У певному сенсі забрудненням можна вважати і вилучення з повітря окремих газових інгредієнтів (зокрема, кисню) великими технологічними об'єктами. І справа не тільки в тому, що потрапляють в атмосферу гази, пил, сірка, свинець та інші речовини небезпечні для людського організму - вони несприятливо впливають на кругообіг багатьох компонентів на Землі. Забруднюючі та отруйні речовини переносяться на великі відстані, потрапляють з опадами у ґрунт, поверхневі і підземні води, океани, отруюють навколишнє середовище, негативно позначаються на отримання рослинної маси.

Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря протягом 2019 року на ДП «Севєродонецька ТЕЦ» склали 122,973 т, що на 2 % менш ніж у 2018 році у зв'язку із зменшенням кількості спаленого газу [9].

Теплові електростанції – одні з найбільших джерел забруднення атмосфери. Основним паливом ДП «Севєродонецька ТЕЦ» є природний газ, а за екологічними критеріями природний газ – найбільш оптимальне паливо. У продуктах згоряння відсутні зола, кіптява і такі канцерогени, як бенз(а)пірен.

При спалюванні газу єдиним істотним забруднювачем атмосфери залишаються оксиди азоту. Однак викид оксидів азоту під час спалювання на ТЕЦ природного газу в середньому на 20 відсотків нижче, ніж при спалюванні вугілля. Це пояснюється не властивістю самого палива, а особливостями процесів їх спалювання. Коефіцієнт надлишку повітря при спалюванні вугілля нижча, ніж при спалюванні природного газу. Таким чином, природний газ – найбільш екологічно чистий вид енергетичного палива і виділення оксидів азоту в процесі горіння [15].

Особливо небезпечні окисли азоту, що володіють властивістю канцерогенності, сірчистий ангідрид, діоксид сірки і оксиди азоту, оскільки вони переносяться на великі відстані і осаджуються, зокрема, з опадами на поверхню землі, забруднюють гідросферу і літосферу. Одним з найбільш яскравих проявів цієї картини є кислотні дощі [5].

ТЕЦ є основною причиною виникнення в промислових містах смогу. Збільшується запиленість атмосфери і хмарність.

З кожним роком зростає відсоток алергетиків різного ступеня тяжкості. Забруднення повітря ТЕЦ вкрай небезпечно для здоров'я і життя мешканців міст. Особливо згубно це для дихальної і серцево-судинної систем організму [6].

Таким чином, основними напрямки нейтралізації негативного впливу енергетики на забруднення атмосферного повітря є:

- вдосконалення технології;
- енергозбереження;
- використання альтернативних джерел енергії;

- озеленення міст, промислових територій, територій санітарно – захисних зон, збільшення територій, зайнятих лісами [2].

З великого обсягу промислових викидів, що потрапляють у навколишнє середовище, на машинобудування припадає лише незначна його частина - 1-2%. Однак на машинобудівних підприємствах є основні і забезпечують технологічні процеси виробництва з досить високим рівнем забруднення навколишнього середовища. До них відносяться: внутрішньозаводське енергетичне виробництво та інші процеси, пов'язані у спалюванням палива; ливарне виробництво; металообробка конструкцій і окремих деталей; зварювальне виробництво; гальванічне виробництво; лакофарбове виробництво.

Один з видів діяльності СНВО «Імпульс» - нанесення електрохімічних (цинк, нікель, хром, олово-вісмут) і лакофарбових (порошкове фарбування) покриттів на метали та ін.

При цьому знежирення здійснюється в гальванічній ванні, куди входять компоненти електроліту. В атмосферне повітря при цьому виділяється: натрію гідроксид, натрію фосфат. Травлення проводиться в гальванічній ванні з соляною кислотою при цьому в атмосферне повітря виділяється хлористий водень. Цинкування проводиться у ванні дзвонового типу, яка є джерелом виділення натрію гідроксиду. Від складу електроліту гальванічної ванни кадміювання в атмосферне повітря виділяються кадмію сульфат, аерозоль сірчаної кислоти, натрію сульфат.

Тому гальваніка відноситься до шкідливих виробництв, де необхідно постійне дотримання заходів безпеки і правил техніки безпеки [16].

Екологічна безпека атмосфери, мінімізація викидів забруднюючих речовин може бути забезпечена застосуванням методів знешкодження забруднювачів або використанням безвідходних технологій, а також розробка очисних споруд.

Величезний негативний вплив на довкілля має транспорт, на який припадає до 70 % хімічного і 90 % шумового забруднення. На автомобільний транспорт припадає 94 % викидів оксиду вуглецю, 44 % оксиду азоту. Майже 60%

забруднення атмосфери у місті залежить від роботи пересувних транспортних засобів. Таке забруднення атмосферного повітря спричиняє гострі хронічні отруєння людей, активізацію деяких хвороб, зокрема алергії, злоякісних пухлин, лейкозів, анемії, серцево-судинних захворювань тощо.

Викиди шкідливих речовин включають відпрацьовані гази автомобільних двигунів, випаровування із системи живлення, підтікання пального і мастил у процесі роботи та обслуговування автомобілів, а також продукти зносу фрикційних накладок зчеплення, накладок гальмівних колодок, шин.

Вплив автомобільного транспорту на флору і фауну є негативним і виражається в руйнуванні місць проживання тварин, розсіченні дорогами сезонних і добових ділянок тварин, їх зіткнення з транспортними засобами [2].

Забруднення навколишнього середовища автотранспортом - одне з найбільш небезпечних для здоров'я людини, тому що вихлопні гази надходять у приземний шар повітря, звідки утруднене їх розсіювання; до того ж будинки жилих кварталів, які знаходяться поряд з автомагістралями, є свого роду екраном для вловлювання забруднювачів [16].

Забруднення повітря обумовлюється викидами, що утворюються при роботі двигунів внутрішнього згорання. При використанні електроенергії, як джерела руху, такі викиди відсутні. Кількість викидів у повітря залежить від режиму роботи двигуна. Викиди містять 7-8% токсичних газів. Основні забруднюючі речовини – CO, CO₂, сажа. У складі відпрацьованих газів автомобілів найбільшу питому вагу за об'ємом мають - карбон монооксиду (0,5-10%), нітроген оксиду (до 0,8%), неспалені вуглеводні (0,2-3,0%), альдегіди (до 0,2%) та сажа [17].

Вплив автомобільних доріг і автотранспорту, що рухається ними, на навколишнє середовище виявляється у складній взаємодії чинників, які можна розділити на дві групи: дорожні та транспортні. До дорожніх чинників належать: відведення під будівництво автомобільної дороги земельних угідь, порушення єдності й цілісності природного комплексу, зміна природних комплексів і рельєфу місцевості протягом будівництва. До транспортних чинників належать:

шум і загазованість повітря, що виникають внаслідок руху автомобільного транспорту, забруднення прилеглої до дороги смуги шкідливими речовинами, що містяться в відпрацьованих газах автомобілів. Автомобільна дорога порушує існуючі в природі основні баланси: біологічний, водний, гравітаційний, радіаційний.

Шкідливі речовини, що містяться у викидах відпрацьованих газів транспортних двигунів вкрай негативно впливають на здоров'я людини, тому проблема зменшення негативного впливу транспорту на довкілля є актуальною для Сєвєродонецька та всієї України [2].

Динаміка забруднення атмосферного повітря, в тому числі по найпоширеніших речовинах (пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю) в м. Сєвєродонецьк наведена в таблиці 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 - Характеристика забруднення повітря на постах спостережень (ПСЗ) за 2019 рік по м. Сєвєродонецьк

Домішки	№ постів по місту	n	q _{ср}	q _м
Пил	1	-	-	-
Діоксид сірки	1	1091	0,018	0,035
Діоксид азоту	1	1091	0,02	0,07
Хлористий водень	1	1091	0,05	0,16
Аміак	1	1091	0,02	0,08
Формальдегід	1	572	0,010	0,019
Діоксид сірки + діоксид азоту	1	1091	-	-
Бенз/а/пірен	1	-	-	-
Важкі метали:				
кадмій	1	12	0,00	0,00
залізо	1	12	0,42	1,18
марганець	1	12	0,01	0,04
мідь	1	12	0,01	0,03
нікель	1	12	0,03	0,07
свинець	1	12	0,02	0,05
хром	1	12	0,02	0,04
цинк	1	12	0,01	0,06

q_{ср} - середнє арифметичне значення з разових концентрацій домішок, визначених протягом року, мг/м³;

q_м - максимальне значення з разових концентрацій домішок, визначених протягом року, мг/м³;

n - кількість спостережень.

Таблиця 2.3 - Зміна середнього рівня ($q_{\text{ср}}$) забруднення атмосферного повітря за 5 років (2015-2019 рр.) по м. Северодонецьк

Домішки	Характеристики	Роки /5 років/					Тенденція, Т
		2015	2016	2017	2018	2019	
Пил	$q_{\text{ср}}$ n	0,1 535	0,1 544	0,1 438	-		-
Діоксид сірки	$q_{\text{ср}}$ n	0,019 1019	0,020 1034	0,020 1035	0,018 596	0,018 1091	-0,0004
Діоксид азоту	$q_{\text{ср}}$ n	0,04 1019	0,04 1034	0,03 1035	0,02 596	0,02 1091	-0,0060
Хлористий водень	$q_{\text{ср}}$ n	0,05 1019	0,05 1034	0,05 1035	0,05 596	0,05 1091	0
Аміак	$q_{\text{ср}}$ n	0,04 0,019	0,02 1034	0,02 1035	0,02 596	0,02 1091	-0,0040
Формальдегід	$q_{\text{ср}}$ n	0,014 535	0,012 544	0,011 542	0,010 314	0,010 572	-0,0010
Бенз/а/пірен	$q_{\text{ср}}$ n	0,0 11	0,0 7	0,0 10	- -	- -	-
Важкі метали: кадмій	$q_{\text{ср}}$ n	0,00 12	0,00 12	0,00 12	0,00 6	0,00 12	0
залізо	$q_{\text{ср}}$ n	0,37 12	0,28 12	0,52 12	0,59 6	0,42 12	+0,0410
марганець	$q_{\text{ср}}$ n	0,009 12	0,10 12	0,009 12	0,02 6	0,01 12	-0,0078
мідь	$q_{\text{ср}}$ n	0,07 12	0,023 12	0,01 12	0,01 6	0,01 12	-0,0007
нікель	$q_{\text{ср}}$ n	0,04 12	0,025 12	0,04 12	0,05 6	0,03 12	+0,0005
свинець	$q_{\text{ср}}$ n	0,03 12	0,03 12	0,03 12	0,04 6	0,02 12	-0,0010
хром	$q_{\text{ср}}$ n	0,03 12	0,03 12	0,03 12	0,05 6	0,02 12	0
цинк	$q_{\text{ср}}$ n	0,04 12	0,03 12	0,03 12	0,01 6	0,01 12	-0,0080

$q_{\text{ср}}$ - середнє арифметичне значення з разових концентрацій домішок, визначених протягом року, мг/м³;

n - кількість спостережень.

2.4 Токсикологічна характеристика основних забруднюючих речовин, пов'язаних з діяльністю базового об'єкта

Контроль атмосферного повітря у м. Северодонецьк здійснюється за показниками: аміаку, діоксиду азоту, діоксиду сірки, оксиду вуглецю, хлористому водню, формальдегіду, аніліну [9].

Аміак (NH_3) – безбарвний газ із різким специфічним запахом, токсичний, викликає гостре роздратування і набряк слизових оболонок, задуху. Вибухонебезпечний з повітрям 15-28% об., з киснем – 15-19% об.

У високих концентраціях він збуджує центральну нервову систему і викликає судоми. Найчастіше смерть надходить через кілька годин або діб після отруєння від набряку гортані та легень. При попаданні на шкіру може викликати опіки різного ступеня.

Гранично допустима концентрація (ГДК) аміаку становить: у повітрі населених пунктів: середньодобова $0,4 \text{ мг/м}^3$, максимальна разова $0,2 \text{ мг/м}^3$. В повітрі робочої зони виробничих приміщень 20 мг/м^3 . У воді водойм 2 мг/м^3 . Поріг сприйняття запаху $0,5 \text{ мг/м}^3$. При концентраціях $40-80 \text{ мг/м}^3$ спостерігається різке подразнення очей, верхніх дихальних шляхів, головний біль, при 1200 мг/м^3 – кашель, можливий набряк легенів. Смертельними вважаються концентрації $1500 - 2700 \text{ мг/м}^3$, діючими протягом $0,5-1$ години. Максимально допустима концентрація для фільтруючих промислових і цивільних протигазів становить 15000 мг/м^3 [19].

Діоксид азоту (NO_2)– пари важчі за повітря, мають бурий колір і задушливий запах. З водою утворює азотну кислоту.

Речовина характеризується високою токсичністю. Діоксид азоту в повітрі, навіть перебуваючи у відносно невеликих концентраціях, здатний приводити до істотних змін в організмі людини. Є гострим подразником, а також характеризується загальнотоксичною дією. Впливає в основному на органи дихальної системи. Залежно від концентрацій спостерігаються різні наслідки - від слабкого подразнення слизових оболонок очей і носа до набряку легенів. Також може призводити до змін складу крові, зокрема, сприяє зменшенню вмісту гемоглобіну.

Гранично допустима концентрація (ГДК) оксиду (діоксиду) азоту в повітрі населених пунктів становить $0,085 (0,6) \text{ мг/м}^3$, в повітрі робочої зони $5,0 (2,0) \text{ мг/м}^3$. Поріг нюхового відчуття (для оксиду азоту) 10 мг/м^3 . При концентрації 90 мг/м^3 протягом 15 хвилин спостерігається подразнення глотки, позиви до кашлю,

слиновиділення. Небезпечними при короткочасному впливі вважаються концентрації 200-300 мг/м³, при багатогодинному впливі переносними концентрації не вище 70 мг/м³ [19].

Сірчистий ангідрид (SO₂) - безбарвний газ з різким характерним дратівливим запахом. Надходить в організм інгаляційним шляхом. Дратує слизові оболонки очей і переважно верхні дихальні шляхи. Може вражати і легкі. Сірчистий ангідрид надає і загальну дію, порушуючи обмінні і ферментативні процеси. В організмі його можна виявити в крові. Сірчистий ангідрид, що циркулює в крові, розчиняється в плазмі і перетворюється в сірчисту кислоту. Для хронічних отруень характерні атрофічний риніт, анемія, порушення функції печінки, пригнічення функції щитовидної залози.

Гранично допустима концентрація (ГДК) сірчаного ангідриду в повітрі населених пунктів: максимально-разова складає 0,5 мг/м³, середньодобова 0,05 мг/м³, в повітрі робочої зони 10 мг/м³, в ґрунті 160 мг/кг. При концентрації 0,04-0,5 мг/м³ протягом декількох хвилин створюється загроза для життя. Смертельними вважаються концентрації 1400 мг/м³ протягом 5 хвилин і 7800 мг/м³ протягом 30 хвилин. Пари приводять до судоми, втрату свідомості і смерть від зупинки і паралічу серця [19].

Оксид (II) вуглецю (CO) - безбарвний отруйний газ (при нормальних умовах) без смаку і запаху. Знижує здатність крові переносити кисень до тканин. При гострих отруєннях спостерігається головний біль, запаморочення, нудота, блювання, слабкість, задишка, прискорений пульс; можливі швидка втрата свідомості, судоми, кома (з подальшим руховим збудженням), порушення кровообігу та дихання, ураження зорового нерва і т. д.; на 2-3-ю добу може розвинути токсична пневмонія.

Максимально разова ГДК CO - 5 мг/ м³, а середньодобова – CO - 3 мг/м³. При 14 мг/ м³ зростає вірогідність смерті від інфаркту міокарда.

Водень хлористий (HCl) - безбарвний газ з різким запахом, важчий за повітря.

Гранично допустима концентрація (ГДК) хлористого водню в повітрі населених пунктів: середньодобова - 0,02 мг/м³, максимально разова - 0,05 мг/м³, в повітрі робочої зони виробничих приміщень - 5 мг/м³. Хлористий водень чинить сильну подразнюючу дію на органи дихання. Тривалий вплив малих концентрацій викликає катар верхніх дихальних шляхів, швидке руйнування емалі зубів. Концентрації 50-75 мг/м³ переносяться важко, гостре отруєння супроводжується охриплістю голосу, удушшям, кашлем. Концентрації 75-150 мг/м³ непереносимі, викликають подразнення слизових, кон'юнктивіт, відчуття задухи, втрату свідомості [19].

Формальдегід (CH₂O) - безбарвний газ з різким запахом, загоряється від відкритого полум'я, важче повітря, при взаємодії з повітрям утворює вибухонебезпечні суміші.

Гранично допустима концентрація (ГДК) формальдегіду в повітрі населених пунктів 0,035 мг/м³, в повітрі робочої зони складає 0,5 мг/м³, у воді водойм 0,05 мг/л, в ґрунті 7 мг/кг. Чинить подразнюючу дію на слизові оболонки очей і дихальних шляхів, шкіру, пригнічує нервову систему. Перші ознаки ураження: сльозотеча, різь в очах, нежить, кашель, задишка, задуха, головний біль, порушення координації рухів, судоми. При вдиханні високих концентрацій розвивається гострий кон'юнктивіт, риніт, бронхіт, набряк в області легенів і глотки. Смерть може настати при концентрації 20 мг/м³ протягом 30 хвилин. Середня порогова токсодоза 0,6 мг·хв/л.

Анілін (C₆H₅NH₂) - безбарвна масляниста рідина, робить негативний вплив на центральну нервову систему. Пари аніліну токсичні.

В організм анілін проникає при диханні, у вигляді парів, а також через шкіру і слизові оболонки.

При легкому отруєнні аніліном спостерігаються слабкість, запаморочення, головний біль, посиніння губ, вушних раковин і нігтів. При отруєннях середньої тяжкості також спостерігаються нудота, блювота, іноді, хитка хода, почастищення пульсу. Важкі випадки отруєння вкрай рідкісні.

При хронічному отруєнні аніліном (анілізм) виникають токсичний гепатит, а також нервово-психічні порушення, розлад сну, зниження пам'яті і т. д.

Гранично допустима концентрація (ГДК) аніліну в повітрі робочої зони 3 мг/м³, у водоймах (при їх промисловому забрудненні) - 0,1 мг/л (100 мг/м³). Анілін, проникаючи в організм, перетворює гемоглобін в метгемоглобін. Перетворення великої кількості гемоглобіну в метгемоглобін призводить до розвитку кисневого голодування тканин. Важка метгемоглобінемія може супроводжуватися пошкодженням клітин центральної нервової системи, ураженням печінки [20].

3 НОРМУВАННЯ ЯКОСТІ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

3.1 Загальні принципи нормування

Законодавчою базою стандартизації і нормування в галузі охорони довкілля в Україні є закони і кодекси: Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», введений в дію Постановою Верховної Ради України № 1268-ХІІ від 26 червня 1991 р. зі змінами, «Про природно-заповідний фонд України» (від 16.06.1992 р.); «Про охорону атмосферного повітря» (від 16.10.1992 р.); «Про рослинний світ» (від 09.04.1999 р.); «Про тваринний світ» (від 3.03.1993 р.); «Про відходи» (від 05.03.1998 р.); Лісовий, Водний та Земельний кодекси, кодекс «Про надра» та інші. Вказані нормативно-правові документи регламентують основні питання правового поводження з окремими видами природних ресурсів, право власності і право користування ними, заходи охорони і відповідальність за порушення екологічного законодавства, міжнародне співробітництво тощо [21].

До нормативних актів в системі екологічного законодавства належать також підзаконні нормативно-правові акти (укази Президента України, постанови Кабінету Міністрів України, інструкції міністерств і відомств, рішення органів місцевого самоврядування), керівні нормативні документи (КНД), державні стандарти (ДСТУ), санітарні правила і норми (ДСанПін).

Державні стандарти в галузі охорони навколишнього природного середовища є обов'язковими для виконання і визначають поняття і терміни, режим використання й охорони природних ресурсів, методи контролю за станом навколишнього природного середовища, вимоги щодо запобігання негативного впливу забруднень на здоров'я людей, інші питання, пов'язані з охороною навколишнього природного середовища та використанням природних ресурсів [22].

Класифікація нормативів якості довкілля та антропогенного навантаження надзвичайно складна. Так, Закон України «Про охорону навколишнього

природного середовища» виділяє екологічні нормативи, до яких відносяться гранично допустимі викиди, скиди, нормативи використання природних ресурсів тощо, та нормативи гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин у довкіллі та рівні шкідливих фізичних та біологічних впливів на нього. Очевидно, що класифікація нормативів дещо ширша та має враховувати комплексні екологічні нормативи [21].

Для оцінювання екологічного стану довкілля запроваджено екологічне та санітарно-гігієнічне нормування.

Екологічне нормування передбачає допустиме навантаження на екосистему. Допустимим є таке навантаження на довкілля, при якому відхилення перебігу процесів у довкіллі є в межах норми. Однак для більшості забруднювачів користуються санітарно-гігієнічними нормами. В Законі України «Про охорону навколишнього природного середовища» (25.06.1991 зі змінами) [23] наведено визначення екологічних нормативів як таких, що встановлюють гранично допустимі викиди та скиди у НПС забруднюючих хімічних речовин, рівні допустимого шкідливого впливу на нього фізичних та біологічних факторів. В такому формулюванні екологічні нормативи фактично тотожні виробничо-господарським. Але екологічні нормативи – це нормативи гранично допустимого антропогенного впливу або стану природного середовища, при яких не виникають порушення в екосистемах [21].

Санітарно-гігієнічне нормування базується на принципі, що людина тоді захищена від негативного впливу довкілля, коли захищена і екосистема. В основу нормування шкідливих впливів покладено принцип порогової дії.

Поріг шкідливої дії – це та мінімальна доза речовини, під впливом якої в організмі виникають зміни у межах фізіологічних реакцій та реакцій пристосування.

Екологічні та санітарно-гігієнічні стандарти включають такі показники: гранично допустима норма (ГДН); гранично допустима концентрація (ГДК); гранично допустимий рівень (ГДР) [24].

ГДН (гранично допустимі норми) характеризують антропогенну дію на природне середовище. Вони включають: організаційні заходи; заходи раціонального використання земель, флори; норми для ґрунтів, водойм та водостоків, повітря населених пунктів.

Перевищення норми загрожує здоров'ю.

ГДК (гранично допустима концентрація) – така концентрація хімічної речовини у довкіллі, при дії якої на організм періодично або протягом всього життя (прямо або опосередковано) не виникають фізичні та психічні захворювання або зміни стану здоров'я, що виходять за межі фізіологічних реакцій, виявлених сучасними методами дослідження відразу і у віддалені строки життя сучасного та наступного покоління.

Нормування здійснюють за принципом лімітуючого показника і найбільш чутливого показника, як наприклад неприємний запах, хоча концентрація речовини не викликає шкідливої дії.

Для кожного об'єкту довкілля визначені величини ГДК і обчислюють їх порізно: для ґрунту це ГДК в орному шарі, мг/кг; для води – ГДК в мг/дм³. Для повітря є різні нормативи, обчислені у мг/м³ – для населення, на виробництві. Є нормативи і для продуктів харчування. Це такі показники, як ГДК та ДЗК (допустима залишкова кількість) та інші.

На сьогодні встановлено ГДК для більш ніж 500 шкідливих речовин, що забруднюють повітря, біля 300 для ґрунтів і більше ніж 1500 для вод.

ГДР (гранично допустимий рівень) нормує рівні вібраційного, електромагнітного, шумового забруднення.

Виробничо-господарські стандарти регламентують екологічно безпечний режим роботи виробництва, комунально-побутового об'єкту. До них відносяться технологічні, містобудівні, рекреаційні та інші нормативи господарської діяльності [25].

Технологічні нормативи включають гранично допустимий викид в атмосферу (ГДВ) та гранично допустимий скид, стік у водойму (ГДС).

ГДВ в атмосферу (г/с, т/рік) – така кількість шкідливих речовин, яка викидається у повітря за одиницю часу, і при якій концентрація забруднювача повітря не перевищує ГДК.

Гранично допустимий викид визначає ту кількість хімічної речовини у викиді, яка не перевищує фонові. Його встановлюють після розрахунку розсіювання домішок в атмосферу.

Тимчасові нормативи. Для речовин, дія яких недостатньо досліджена, на певний відрізок часу, переважно 2–3 роки, встановлюють тимчасові нормативи. До таких нормативів належать ОДК (орієнтовно допустимі концентрації) для ґрунтів; ТДК (тимчасово допустимі концентрації) та ОБРВ (орієнтовно безпечні рівні впливу), переважно для викидів у повітря.

Сумарні показники. Нормування стосується вмісту конкретної хімічної речовини. Забруднювачів у довкіллі є декілька, всі вони разом впливають на процеси у довкіллі та на здоров'я людини, причому часто вплив є не сумою окремих впливів, а може бути більшим. Тому у випадку забруднення вод та повітря користуються відносним сумарним показником для речовин з подібною дією у водах та повітрі. Сума відношень концентрацій речовин до їхніх ГДК не повинна перевищувати одиниці.

Комплексні нормативи. Серед них виділяють [26]: гранично допустимі норми навантаження на НПС; нормативи санітарних і захисних зон.

Таким чином, нормативи у галузі охорони атмосферного повітря складають єдину основу для розробки і здійснення відповідних правоохоронних заходів.

3.2 Нормування якості атмосферного повітря

Відповідно до ст. 4, 5 Закону України "Про охорону атмосферного повітря" від 16.10.1992 р. [27] стандартизація і нормування в галузі охорони атмосферного повітря проводяться з метою встановлення комплексу обов'язкових норм,

правил, вимог до охорони атмосферного повітря від забруднення та забезпечення екологічної безпеки.

В галузі охорони атмосферного повітря встановлюються такі нормативи:

- нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарних джерел;
- технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючих речовин;
- нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря;
- нормативи гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел;
- нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувних джерел.

За ступенем токсичності забруднювачі повітря поділяються на 4 класи. Визначають токсичність речовин за їхньою дією при потраплянні в легені, в шлунок та на шкіру. За цими показниками визначають ГДК речовин (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Класифікація небезпеки речовин у повітрі за ступенем дії на організм

Доза/клас	1	2	3	4
ГДК виробничої зони (мг/м ³)	<0,1	0,1-1	1,1-10	>10
Смертельна концентрація в повітрі (г/м ³)	<0,5	0,5-5,0	5-50	>50
Смертельна доза на шкірі (г/г)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2,5	>2,5
Смертельна доза при потраплянні у шлунок (г/г)	<0,015	0,015-0,15	0,151-5,0	>5,0

Нормативи стосуються повітря, у якому перебувають всі жителі, а крім того є окремі нормативи для працюючих на виробництві. Допустимі концентрації на виробництві завжди є більшими за ГДК у повітрі населених пунктів.

Згідно нормативів вміст токсичних речовин у повітрі повинен бути меншим за ГДК, при цьому враховують і фоновий вміст у повітрі:

$$\text{ГДК} > C_{(\text{приземна})} + C_{(\text{фонова})}.$$

Нормативом для населення є середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК_{с.д.}) – вміст речовин, який не чинить шкідливої дії на живі організми та людину при вдиханні повітря протягом тривалого часу.

Для речовин, що викликають рефлекторну реакцію (кашель, чхання, ін.) нормативом є максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК_{м.р.}) – концентрація речовини у повітрі, при якій вдихання повітря протягом 30 хв. не викликає рефлекторних реакцій.

Нормативом для працюючих на виробництві є гранично допустима концентрація робочої зони (ГДК_{р.з.}) – така концентрація речовини у повітрі, яка не викликає шкідливої дії при вдиханні повітря протягом 3 год. в день або 41 год. на тиждень.

Нормативи вмісту токсичних речовин на виробництві переважно завжди більші, ніж для населення, причому встановлені для окремих специфічних виробництв. Також за ефектом разової дії, який спричиняє рефлекторні реакції (кашель, чхання), нормативи більші. Порівняння величин ГДК приведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Величини ГДК речовин у повітрі, мг/м³ для різних категорій людей

Речовина	ГДК _{с.д.} (середньодобова)	ГДК _{м.р.} (максимально разова)	ГДК _{р.з.} (робочої зони)
HCOH	0,003	0,035	0,5
HCl	0,015	0,05	5
NO ₂	0,04	0,085	2
SO ₂	0,05	0,5	10
NH ₃	0,004	0,2	20
C ₆ H ₆	0,1	1,5	5
CO	1	3	20

У випадку викиду пилу в повітря користуються низкою показників.

Пилове навантаження (P_п) – це маса пилу, який випав на одиницю площі твердої поверхні (кг/км²). Загальне навантаження забруднювача на довкілля, обумовлене випаданням його у складі пилу, обчислюють таким чином:

$$P_{заг} = P_n \cdot C \quad (3.1)$$

Інтенсивність навантаження забруднювача у довкіллі вираховують відносно його фонового пилового навантаження ($P_{п.ф.}$), і воно залежить як від кількості, внесеної пилом, так і від природного фонового вмісту:

$$K_p = \frac{P_{заг}}{P_{ф}} = \frac{P_{заг}}{P_{п.ф.} \cdot C_{ф}} = \frac{P_n \cdot C}{P_{п.ф.} \cdot C_{ф}} \quad (3.2)$$

Для поліелементного забруднення вираховують сумарний показник пилового навантаження:

$$Z_n = \sum_{i=1}^n K_p - (n - 1) \quad (3.3)$$

Максимально допустимий викид в атмосферу за одиницю часу (ГДВ), г/с, т/рік, при якому вміст речовини в атмосферному повітрі не перевищує фонового:

$$ГДВ = ГДК \cdot K_{розв.}, \quad (3.4)$$

а з урахуванням фонового вмісту

$$ГДВ = (ГДК - C_{фону}) \cdot K_{розв.}, \quad (3.5)$$

де $K_{розв.}$ ($м^3/с$) – коефіцієнт розбавлення – об'єм чистого повітря, який за 1 с розбавляє викид у повітрі до рівня ГДК.

ГДВ встановлюють з урахуванням клімату, тому в різних районах країни він може відрізнятися. Він залежить від умов осідання забруднення з повітря на землю; висоти труби, через яку відбувся викид; об'єму викиду за 1 сек; температури повітря. Величину ГДВ враховують при проведенні заходів з очищення території від викидів у атмосферу.

Тимчасові нормативи. Може бути така ситуація, що в одному районі на групі підприємств неможливо досягти нормативів з ГДВ. Тоді керівництво за узгодженістю з урядом встановлює тимчасово погоджені викиди (ТПВ).

Тимчасово погоджені викиди (ТПВ) - гранична кількість забруднювачів, встановлена для підприємств на відповідний термін, протягом якого будуть впроваджені заходи з охорони повітря для досягнення величини викидів на рівні ГДВ.

Величини ГДВ та ТПВ встановлюють окремо для кожного джерела забруднення. При цьому береться до уваги повне навантаження технологічного процесу на підприємстві та повноцінну роботу на ньому газоочисного обладнання. Для населення вважається, що:

$$\frac{C}{ГДК_{м.р.}} \leq 1 \quad (3.6)$$

Якщо для речовин, які проявляють певну рефлекторну реакцію, встановлена лише ГДК_{с.д.}, то поки не встановлена величина ГДК можлива умова:

$$\frac{0,1 \cdot C}{ГДК_{с.д.}} \leq 1 \quad (3.7)$$

Якщо взагалі відсутні нормативи р ГДК, то для визначення величини викиду використовують встановлені Міністерством охорони здоров'я орієнтовно безпечні рівні впливу (ОБРВ).

Середньодобова ГДК повинна опиратись на токсичну дію речовин, так щоб речовини у повітрі не викликали шкідливої дії. Вона повинна бути обов'язково меншою за максимально разову. Фактично для більшості речовин величини ГДК_{с.д.} співпадають з ГДК_{м.р.}

Сумарні показники забруднення повітря. Часто в повітрі важко диференціювати вміст кожного конкретного забруднювача. У цьому випадку використовують дві основні величини:

1) відносну концентрацію, яку використовують і у випадку забруднення вод:

$$q = \frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \quad (3.8)$$

2) приведену концентрацію (до концентрації однієї з речовин, наприклад С₁):

$$\sum \bar{C} = C_1 + C_2 \frac{ГДК_1}{ГДК_2} + C_3 \frac{ГДК_1}{ГДК_3} + \dots + C_n \frac{ГДК_1}{ГДК_n} \quad (3.9)$$

Сумарну концентрацію забруднювачів вираховують, якщо вони мають однонаправлену дію. Якщо декілька забруднювачів у повітрі мають комбіновану дію, то критерієм для визначення ГДВ є те, щоб сумарна приведена концентрація (q) була меншою за коефіцієнт комбінованої шкідливої дії, $K_{к.д.}$, величину якого беруть з довідника: $q \leq K_{к.д.}$

Мінприроди здійснює не рідше одного разу на десять років перегляд нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел. Підставою для такого перегляду є [28]:

- необхідність запобігання або зведення до мінімуму загального впливу на навколишнє природне середовище викидів забруднюючих речовин;

- наявність можливостей для зменшення викидів забруднюючих речовин та розроблення нових технологічних процесів з урахуванням економічної доцільності такого зменшення, технічного стану обладнання, газоочисних установок;

- зміни у національному законодавстві та законодавстві ЄС щодо обмеження викидів забруднюючих речовин зі стаціонарних джерел.

4 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

4.1 Будова і склад атмосфери

Атмосфера – зовнішня, газоподібна оболонка планети, яка безпосередньо прилягає до космічного вакууму і як чохол захищає все живе на Землі від згубного впливу космічного випромінювання. Маса атмосфери – одна мільйонна частина від маси Землі. Вона є складовою сферою географічної оболонки Землі.

У вертикальному напрямку атмосфера не однорідна. температура змінюється у 500 разів швидше, ніж у горизонтальному. Тому Всесвітня метеорологічна організація в 1962 р. виділила п'ять основних сфер і чотири проміжні, які названо «паузами», на основні зміни температури [1].

1. *Тропосфера* – приповерхневий шар атмосфери товщиною в середньому 11 км (над полюсами 8–10 км, над екватором – 16–18 км). На неї припадає 3/4 маси всієї атмосфери. Повітря тут перебуває в молекулярному стані. Склад атмосфери (тропосфери): Нітрогену – 78,1 %, Оксигену – 20,9 %, Аргону – 0,95 %, вуглекислого газу – 0,029 %. Решта – водяна пара, пил, дим, сажа та інші домішки. Це азотно-киснева окиснювальна атмосфера. Тропосфера нагрівається від Землі. Найвища температура біля поверхні Землі становить +14,8 °С. З висотою температура повітря знижується в середньому на 0,6 °С на кожні 100 м. У тропосфері дуже інтенсивний вертикальний і горизонтальний рух повітря. Тут сконцентрована основна маса атмосферної води (у вигляді пари, хмар, мряки, туману, кристалів снігу, льоду). Тропосфера – частина життєвого простору для живих організмів, частина біосфери.

Вище розташована *тропопауза* (товщиною в 1 км) – перехідний шар, в якому немає вертикальних рухів повітря, тут постійна температура – 60-70 °С. Це екран, який захищає біосферу від надмірних витрат тепла в космічний простір.

2. *Стратосфера* – до висоти 50-55 км. У цьому шарі температура повітря з висотою в середньому спочатку не змінюється. Але починаючи з висоти 25 км температура повітря підвищується близько 2,8 °С на кожен кілометр висоти.

Тому на верхній межі стратосфери середня річна температура повітря близько 0 °С із можливими відхиленнями в обидва боки на кілька градусів. В стратосфері спостерігається підвищення вмісту озону і тому її ще називають озоносферою, яка є екраном, що захищає біосферу від довгохвильового (м'якого) ультрафіолетового випромінювання. Максимум озону сконцентровано на висоті 23-25 км. В стратосфері (на висоті приблизно 50 км) розташований ще один озоновий екран, який захищає біосферу від іонізаційного випромінювання. Водяної пари в стратосфері дуже мало. Але на висоті 23-28 км у високих широтах інколи спостерігаються так звані перламутрові хмари, які складаються з переохолоджених крапель води. Перехідний шар між стратосферою і мезосферою називається *стратоспаузою*, який ще вивчений недостатньо.

3. *Мезосфера* – шар атмосфери, що розташований над стратосферою до висоти 85-95 км. Тут температура повітря з висотою знову знижується на 3,5 °С на кожен кілометр висоти. Поблизу верхньої межі мезосфери температура змінюється від -85 до -90 °С. На висоті 82-85 км інколи спостерігаються сріблясті хмари, які складаються з дуже дрібних кристаликів льоду. На висоті 95-100 км у межах мезоспаузи розташований шар динамічного стиснення космічного пилу та випаровування метеоритів з виділенням води.

4. *Термосфера* – це шар атмосфери, який розташований над мезоспаузою, який простягається до висоти близько 800 км. Температура повітря тут підвищується: на висоті 150 км вона досягає 220-240 °К, на висоті 200 км – 500° К, а на верхній межі термосфери – близько 1000 К. Температура підвищується головним чином в результаті засвоєння сонячної радіації киснем, який в результаті цього розкладається на атоми, і характеризує лише кінетичну енергію руху молекул, які рухаються тут з дуже великими швидкостями.

5. *Екзосфера* – це зовнішня частина атмосфери, шар розсіювання, що переходить у так звану земну корону. Швидкість руху частинок газів тут дуже велика, а густина повітря зовсім мала. Частинки газів можуть облітати Землю за еліптичними орбітами і не зустрічатись між собою. У кожному кубічному сантиметрі повітря земної корони є близько тисячі частинок, а в міжпланетному

просторі в десять разів менше. Температура повітря в цьому шарі підвищується до 2000 К.

Атмосфера також не однорідна за ступенем концентрації іонів. Шар, розташований на висоті від 100 до 1000-1200 км називають *іоносферою*. Тут спостерігається висока концентрація електронів і позитивних йонів. Це є екран, який взаємодіє з твердим ультрафіолетовим випромінюванням (атоми Оксигену і Нітрогену), захищає від нього і рентгенівського випромінювання біосферу.

Екзосферу з земною короною іноді називають *протоносферою*.

Атмосферне повітря є середовищем безпосереднього існування людей, а атмосферний кисень – умовою їх життя. Без їжі людина може прожити до 2 місяців, без води – тиждень, а без повітря кілька хвилин. Людина за добу споживає 500 л кисню, пропускаючи через легені 10 тис. л (12 кг) повітря, а їжі і води – лише 1,5-2 кг. Тому не важко уявити значення чистого повітря для нормального життя людини і підтримання її здоров'я.

4.2 Джерела та види забруднення атмосфери

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, котрі зумовлюються природними та антропогенними джерелами. До числа домішок, котрі виділяються природними джерелами, відносяться: пил (рослинного, вулканічного, космічного походження, внаслідок ерозії ґрунту, частинки морської солі тощо): туман, дим, гази від лісових та степових пожеж: гази вулканічного походження: різноманітні продукти рослинного, тваринного та мікробіологічного походження. Природні забруднювачі бувають *розподіленими*, наприклад, випадання космічного пилу, або *короткочасними стихійними*, наприклад, лісові та степові пожежі, виверження вулканів тощо. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і несуттєво змінюється з плином часу.

Ще п'ятдесят років тому природа досить успішно ліквідувала різноманітні забруднення, оскільки атмосфера має могутні властивості самоочищення, але нині вона з цим завданням вже не справляється.

Основними джерелами забруднення атмосфери є *природні, промислові і побутові процеси*, їх об'єднують у такі групи [21]:

- забруднювачі природного походження (мінеральні, рослинні, тваринні, мікробіологічні).

- забруднювачі, які утворюються при згорянні палива для потреб промисловості, опалення житлових будинків, при роботі всіх видів транспорту.

- забруднювачі, які утворюються в результаті промислових викидів.

- забруднювачі, зумовлені згорянням і переробкою побутових і промислових відходів.

Наскільки істотний «внесок» в атмосферу робить кожен з цих джерел - залежить від місцевості. Лідером забруднення атмосфери все ж таки залишається промислове виробництво.

Теплоелектростанції, металургійні підприємства, хімічні і цементні заводи щодня викидають у повітря оксиди азоту, хлор, фтор, аміак і ще половину таблиці Менделєєва. В результаті спалювання та переробки різних відходів, опалення помешкань і роботи транспорту в повітря потрапляють всілякі шкідливі гази.

Всі атмосферні забруднювачі діляться на первинні - ті, які потрапляють прямо в атмосферу, і вторинні - результати перетворення первинних.

Ще одні джерела забруднення повітря в містах - теплові електростанції (ТЕС), які щорічно споживають більше 70% палива. В атмосферу вони скидають пірогеуні домішки - оксид вуглецю, сірчистий ангідрид, сірчаний ангідрид, сірководень і сірковуглець.

Також істотну роль у забрудненні повітря в містах грають автомобілі. Їх відпрацьовані гази і речовини, що утворилися в процесі випаровування палива, щодня потрапляють в атмосферу у величезних кількостях. Кількість шкідливих

газів, які виробляє автомобіль, залежить від особливостей та умов його експлуатації.

Бензиновий двигун машини - джерело забруднення повітря оксидом вуглецю, вуглеводню, сажею і альдегідами. Вихлопні гази автомобіля під впливом сонячної радіації вступають в хімічні реакції, і призводять до утворення смогу [7].

Судити про надходження деяких газоподібних речовин в атмосферне повітря від природних і антропогенних джерел можна за даними відображеними в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Масове виділення в атмосферу деяких газоподібних речовин антропогенними і природними джерелами

Виділення (10^6 т/добу) деяких газоподібних речовин		
Речовина	Джерело	
	природне	антропогенне
Діоксид сірки	-	0,4
Сірководень	0,3	0,01
Оксиди азоту	2	0,2
Аміак	3	0,01
Вуглеводні сполуки	2	0,2
Оксид вуглецю	10	10
Діоксид вуглецю	3000	50

Згідно з приведеною таблицею, природні джерела виділяють більше шкідливих речовин, проте, найнебезпечнішим є антропогенне надходження. Це пов'язано з тим, що шкідливі речовини антропогенного походження накопичуються в зоні проживання людини. Крім того, специфічні шкідливі речовини, що не існували раніше в природних умовах, зараз стають складовою частиною атмосферного повітря, його мікроелементами.

Основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства переробної і добувної промисловості та, підприємства електро- і теплоенергетики (відповідно 31, 21 та 40 % загального обсягу викидів забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення). Викиди забруднюючих речовин пересувними джерелами становлять 39 % загальної кількості викидів в атмосферне повітря. Викиди

автомобільним транспортом становлять 91 % забруднюючих речовин, що викидаються пересувними джерелами.

Збільшується кількість випадків перевищення встановлених нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами. Основними причинами, що зумовлюють незадовільний стан якості атмосферного повітря в населених пунктах, є недотримання підприємствами режиму експлуатації пилогазоочисного обладнання, нездійснення заходів із зниження обсягу викидів забруднюючих речовин до встановлених нормативів, низькі темпи впровадження новітніх технологій та значне збільшення кількості транспортних засобів, зокрема тих, що вичерпали строк придатності.

До основних джерел промислового забруднення атмосферного повітря відносяться підприємства енергетики, металургії, будматеріалів, хімічної і нафтопереробної промисловості, виробництва добрив.

Промислові джерела забруднення атмосферного повітря підрозділяються на джерела виділень і джерела викидів. До перших відносяться технологічні пристрої, в процесі експлуатації яких виділяються домішки. До других – труби, вентиляційні шахти, аераційні ліхтарі та інші пристрої, за допомогою яких домішка поступає в атмосферу.

Забруднення атмосферного повітря містить в собі загрозу не тільки здоров'ю людей, але й завдає великого економічного збитку.

Пил, що міститься в повітрі, спричиняє погіршення клімату міст, зменшує прозорість атмосфери, збільшує кількість днів у місті з туманами.

Наявність у повітрі сполук сірки прискорює процеси корозії металів, руйнування будівель, споруд, пам'ятників культури, погіршує якість промислових виробів та матеріалів. Установлено, наприклад, що в промислових районах сталь іржавіє в 20 разів, а алюміній руйнується в 100 разів швидше, ніж у сільській місцевості.

Однією з глобальних екологічних проблем атмосфери є проблема кислотних опадів. Термін «кислотні дощі» з'явився у другій половині XIX ст. його ввів англійський хімік А. Сміт. Уперше питання кислотних опадів стало

предметом міжнародного обговорення у 1975 р. на 18-й Генеральній асамблеї міжнародної спілки з теоретичної та прикладної хімії. Накопичення в атмосфері оксидів сірки та азоту спричинює утворення сірчаної та азотної кислот, їх солей та випадіння кислотних дощів (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Спрощена схема утворення кислотних опадів

Кислотні дощі спричиняють підвищення кислотності ґрунтів, зменшується їх продуктивність, міняється склад ґрунтових мікроорганізмів. Великої шкоди завдають кислотні дощі й лісам.

Розв'язання цієї проблеми потребує здійснення таких заходів:

- різке зменшення викидів оксидів сірки та азоту, оскільки саме сірчана кислота та її солі на 70 - 80 % зумовлюють кислотність дощів;
- застосування нових технологій, пов'язаних із:
 - а) економією палива;
 - б) вилученням сірки з палива;
 - в) уловлюванням оксиду сірки з димових труб;
 - г) зменшенням викидів азоту;
- широке міжнародне співробітництво, оскільки це питання глобальне; основними міжнародними угодами з такої проблеми є "Конвенція про транскордонне забруднення" 1983 р. і "Протокол про 30-відсоткове зниження викидів оксидів сірки на території 20 держав Європи та Канади" (Гельсінкі, 1985).

Накопичення вуглекислого газу в атмосфері - одна із основних причин парникового ефекту, зростаючого від розігріву Землі промінням Сонця [30].

Парниковим ефектом називають здатність атмосфери вибірково поглинати електромагнітне випромінювання у певних діапазонах хвиль такими компонентами атмосфери, як:

- двоокис вуглецю, що поглинає довгохвильове (інфрачервоне) випромінювання в широкому діапазоні хвиль;
- водяна пара, що має подібну поглинальну здатність;
- вуглеводневі гази, насамперед, метан.

Отже, парниковий ефект це здатність атмосфери, що пропускає короткохвильове електромагнітне випромінювання від Сонця, затримувати (частково або повністю) потік тепла від земної поверхні, повертаючи його до Землі у вигляді «зустрічного випромінювання» (рис. 4.2).

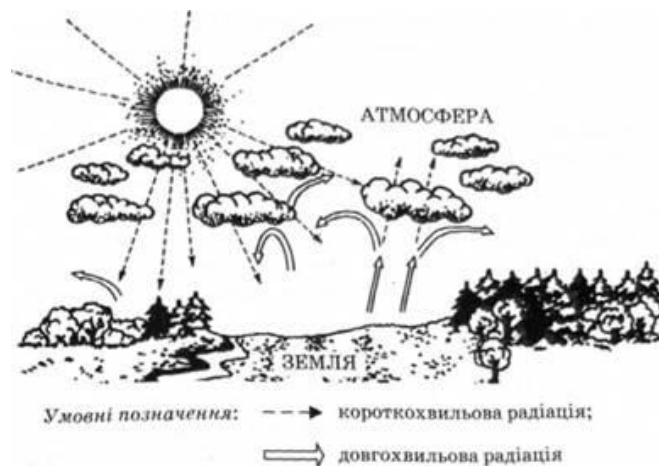


Рис. 4.2. Загальна схема механізму утворення парникового ефекту

За останні кілька років в світі спалюється в середньому по 10 млрд. тонн палива на рік. При цьому викидається 22 млрд. тонн вуглекислого газу, 150 млн. тонн діоксиду сульфуру, близько 300 млн. тонн оксиду карбону, 50 млн. тонн оксиду нітрогену, 200-700 млн. тонн пилу і диму та багато інших речовин, з якими надходять в атмосферу шкідливі, хвороботворні, в тому числі канцерогенні та мутагенні речовини.

Найбільш поширеними токсичними речовинами, які забруднюють атмосферу, є: оксид карбону CO, діоксид сульфуру SO₂, оксиди нітрогену NO_x,

вуглеводні C_nH_m та пил. Високі концентрації домішок та їх міграція в атмосферному повітрі призводять до утворення більш токсичних речовин (смог, кислоти), або до таких явищ, як парниковий ефект та руйнування озонового шару.

Протягом еволюції земна поверхня (її клімат, ландшафти, господарська діяльність і звички людей) пристосовувалася до такого термодинамічного стану, що відповідає багаторічному (віковому) значенню температури та режиму її змін, що визначаються, крім зовнішніх факторів, саме парниковим ефектом атмосфери. Він залежить від балансу в атмосферному повітрі парникових компонентів. На сьогодні відбуваються такі процеси, які порушують цей баланс, що, в свою чергу, спричинює дисбаланс енергетичної системи географічної оболонки. Підраховано, що кожного року на планеті спалюється близько 2 млрд т викопного палива, унаслідок чого в атмосферу потрапляє майже 5,5 млрд т вуглекислого газу, ще 1,7 млрд т його надходить у зв'язку зі знищенням і випалюванням лісів та окисненням органічної речовини ґрунту (гумусу). У результаті концентрація вуглекислого газу в атмосфері, що на початку ХХ ст. становила близько 0,029 %, уже наприкінці ХХ ст. досягла 0,035 %, тобто збільшилася в середньому на 20 %.

Поки що ці зміни мало відчутні, адже загальна температура підвищилася менш ніж на 0,6 °С. Але в географічній оболонці є дуже чутливі системи, що перебувають у невірноваженому стані (насамперед це льодовики, температура яких становить майже 0 °С). Отже, незначні коливання температури спричиняють суттєві зміни стану крижаної системи, що, у свою чергу, впливає на інші системи, оскільки в природі все взаємопов'язано. Тут діє загальне правило: у невірноваженій системі малі флуктуації призводять до істотних перетворень, аж до незворотних.

Глобальне потепління клімату може зумовити підвищення рівня Світового океану, насамперед, унаслідок танення льодовиків в Антарктиді, Арктиці й горах, а також збільшення об'єму води у верхньому шарі океану в результаті так званого термічного розширення, що спричинить затоплення багатьох

прибережних районів і великих міст (Нью-Йорк, Лос-Анджелес, Лондон, Венеція, Шанхай тощо). Це є глобальною катастрофою, адже від 30 до 50 % населення земної кулі проживає на узбережжях океанів, близьких до них територіях чи островах. Тоді почнеться міграція десятків мільйонів людей, затоплення міст і продуктивних земель, розташованих невисоко над рівнем моря.

Отже, якщо йдеться про охорону атмосфери взагалі, розрізняють такі головні групи заходів, спрямовані на:

- зменшення валової кількості забруднювачів, що потрапляють до атмосфери, поліпшення якості палива, удосконалення технологічних процесів тощо;

- захист атмосфери шляхом розсіювання, обробки та нейтралізації шкідливих викидів - спорудження на промислових підприємствах надто високих труб (300 м і більше), очисних споруд (фільтрів), бактеріальне розкладання забруднювачів, їх поглинання рослинами тощо;

- запобігання забрудненню атмосфери за допомогою раціонального, дисперсного розміщення підприємств - джерел шкідливих викидів - з урахуванням природних умов і потенційної можливості забруднення повітря.

4.3 Види, характеристика та параметри викидів в атмосферу

Викиди в атмосферу класифікуються:

- 1) за агрегатним станом шкідливих речовин у викидах на газоподібні і пароподібні (SO_2 , CO, NO^* , вуглеводні й ін.); рідкі (кислоти, луги, розчини солей, розчини рідких металів і солей, органічні сполуки); тверді (канцерогенні речовини, Плюмбум і його сполуки, органічний і неорганічний пил, сажа, смолисті речовини та інші);

- 2) за масовим викидом (т/добу) на шість груп: 1 – менше 0,01 вкл.; 2 – 0,01 до 0,1 вкл.; 3-0,1 до 1,0 вкл.; 4-1,0 до 10 вкл.; 5-10 до 100 вкл.; 6 – більше 100.

У залежності від розміру часток (мкм) рідкі викиди поділяються на підгрупи: супертонкий туман – до 0,5 вкл.; тонкодисперсний туман – 0,5-3;

грубодисперсний туман – 3-10; бризки – більше 10. Тверді викиди поділяються на 4 підгрупи (1 – до 1 вкл.; 2-1 до 10 вкл.; 3-10 до 50 вкл.; 4 – більше 50).

Джерела викидів в атмосферу поділяються на природні і антропогенні [21].

Природні джерела бувають майданними (розподіленими) і діють порівняно короткочасно. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і мало змінюється з часом.

Антропогенні (техногенні) джерела забруднення атмосферного повітря представлені, головним чином, викидами промислових підприємств і автотранспорту, відрізняються численністю і різноманіттям видів.

Кожне з джерел може бути затіненим і незатіненим.

Незатінені чи високі джерела розташовані в недеформованому потоці вітру. Це димарі й інші джерела, що викидають забруднення на висоту, що перевищує 2,5 висоти розташованих поблизу будинків і інших перешкод.

Затінені джерела розташовані в зоні підпору або аеродинамічної тіні чи будинку іншої перешкоди.

Джерела викидів забруднюючих речовин в атмосферу підрозділяють на організовані і неорганізовані.

З *організованого* джерела забруднюючі речовини надходять в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, повітроходи і труби.

Неорганізоване джерело виділення забруднюючих речовин утворюється в результаті порушення герметичності устаткування, відсутності або незадовільної роботи устаткування по видаленні пилу і газів, у місцях завантаження, вивантаження чи збереження продукту. До неорганізованих джерел відносять автостоянки, склади паливно-мастильних чи сипучих матеріалів і інші майданні джерела.

За потужністю джерела класифікуються на *потужні* (металургійні, хімічного виробництва, теплоелектростанцій), *великі* (котельні, підприємств харчової промисловості, труби пічного опалення), *дрібні*, велика кількість яких може привести до значного забруднення атмосферного повітря.

За температурою вихідних газів: *нагріті* (температура газоповітряної суміші вище 50 °С), *холодні* (нижче 50 °С). За висотою: *низькі* (менше 50 м), *високі* (вище 50 м), середні (20-50 м).

Параметри джерел викидів:

1. Вид виробництва.
2. Джерело виділення забруднюючих речовин.
3. Число джерел викидів.
4. Координати розташування джерела.
5. Висота джерела викиду.
6. Діаметр устя труби.
7. Параметри газоповітряної суміші (швидкість, об'єм, температура на виході з джерела).
8. Характеристика газоочисних споруд.

4.4 Спостереження та оцінювання забруднення атмосферного повітря

В даний час в Україні розроблено нормативи для майже 600 хімічних речовин, які забруднюють атмосферне повітря, такі як: пил, диоксид сірки, диоксид азоту, оксид вуглецю, бенз(а)пірен, формальдегід, свинець. Вказані речовини, які характеризують якість атмосферного повітря в Україні, співпадають з основними речовинами, прийнятими в інших країнах, однак перелік основних забруднюючих речовин України дещо ширший [31].

Для кожної речовини встановлено два нормативи: максимальна разова гранично допустима концентрація (усереднена за 20-30 хв.), з метою попередження рефлекторних реакцій у людини; та середньодобова гранично допустима концентрація, з метою попередження загальнотоксичної, мутагенної, канцерогенної та іншої дії при необмежено тривалому диханні [32].

У більшості країн використовується середньорічна концентрація, яка регламентується стандартами міжнародних організацій, але в Україні саме цього нормативу немає [31].

Забруднення повітря в результаті надходження в нього різного роду забруднюючих речовин має ряд несприятливих наслідків [33].

Санітарно-гігієнічні. Оскільки повітря є середовищем, в якому людина перебуває протягом усього життя і від якої залежить його здоров'я, самопочуття і працездатність, наявність в повітряному середовищі часом навіть невеликих концентрацій забруднюючих речовин може несприятливо відбитися на людину, привести до незворотних наслідків і навіть до смерті.

Екологічні. Погіршення якості повітря внаслідок присутності в ньому різних забруднювачів призводить до загибелі лісів, посівів сільськогосподарських культур, трав'яного покриву, тварин, до забруднення водойм, а також до пошкодження будівельних конструкцій, різного роду споруд і т. д.

Економічні. Забруднення повітря викликає значні економічні втрати. Запиленість і загазованість повітря в виробничих приміщеннях призводить до зниження продуктивності праці, втрати робочого часу через збільшення захворюваності. У багатьох виробництвах наявність пилу в повітряному середовищі погіршує якість продукції, прискорює знос устаткування. У процесі виробництва, видобутку, транспортування багатьох видів матеріалів, сировини, готової продукції частина цих речовин переходить в пиловидне стан і втрачається (вугілля, руда, цемент і ін.), забруднюючи в той же час навколишнє середовище. Втрати на ряді виробництв складають до 3 - 5%. Великі втрати через забруднення навколишнього середовища. Заходи щодо зменшення наслідків забруднення обходяться дорого.

Моніторинг атмосферного повітря – це система спостережень за станом атмосфери, його забрудненням і природними явищами, які відбуваються в ньому, а також оцінка і прогноз стану атмосферного повітря (контроль, аналіз, висновки) [34].

В даний час в багатьох містах промислово розвинених країн створюється мережа пунктів спостереження (моніторингу) за забрудненням повітря. За останнє десятиліття дана система отримала значне розширення і розвиток.

Збільшилося число міст, в яких ведеться контроль за забрудненням повітря, число пунктів спостережень в них і спостережуваних інгредієнтів. Розроблені нові методи і технічні засоби вимірів, у тому числі автоматичні прилади і системи контролю. Характерною особливістю розвитку моніторингу є і те, що організацією і вдосконаленням його у ряді країн активно зайнялися метеорологічні відомства. Це дозволило підвищити науково-технічний рівень спостережень, що проводилися, і одночасно з виміром концентрацій шкідливих речовин вивчити метеорологічні, топографічні і інші чинники, що визначають їх розподіл в атмосфері [34].

Моніторинг у галузі охорони 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 (ст. 32 Закону України «Про охорону атмосферного повітря»). Він є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля України [35].

До об'єктів моніторингу атмосферного повітря належить: атмосферне повітря, у тому числі атмосферні опади; викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря.

Суб'єктами, які здійснюють моніторинг атмосферного повітря, є: Міндовкілля, МОЗ, Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС), Державне агентство України з управління зоною відчуження (ДАЗВ), орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища, обласні, Київська міська держадміністрація, виконавчі органи міських рад.

Проведення моніторингу атмосферного повітря має на меті отримання: первинних даних контролю за викидами та спостережень за станом забруднення; узагальнених даних про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу; узагальнених даних про склад та обсяги викидів забруднюючих речовин; оцінки рівня та ступеня небезпечності забруднення для довкілля та

життєдіяльності населення; оцінки складу та обсягів викидів забруднюючих речовин.

Порядок організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 р. № 827 [37].

Згідно зі ст. 29 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» виробничий контроль у галузі охорони атмосферного повітря здійснюють суб'єкти господарювання, які в своїй діяльності використовують джерела шкідливих хімічних, біологічних і фізичних впливів на атмосферне повітря і які призначають осіб, що відповідають за проведення виробничого контролю в галузі охорони атмосферного повітря [35].

Контроль за станом шкідливих або небезпечних для здоров'я людей речовин виконують автоматичні системи контролю забруднення повітря. Системи контролю забезпечують виконання: автоматичного спостереження і реєстрації концентрацій шкідливих речовин з метою визначення фактичного стану повітряного басейну; вживання екстрених заходів з боротьби із забрудненням; прогнозу рівня забруднення; робіт із розробки рекомендацій для поліпшення стану навколишнього середовища.

Служба спостереження і контролю за станом атмосферного повітря складається з двох систем: спостережень (моніторингу) і контролю. Перша система забезпечує спостереження за якістю атмосферного повітря в містах, населених пунктах і територіях, розташованих поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Друга система забезпечує контроль джерел забруднення і регулювання викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Спостереження за станом атмосферного повітря проводяться в районах інтенсивної антропогенної дії (у містах, промислових і агропромислових центрах і т.п.) та в районах, віддалених від джерел забруднення (у фонових районах) [34].

Необхідність організації контролю забруднення атмосферного повітря в зоні інтенсивної антропогенної дії визначається попередніми експериментами (протягом 1-2 років), які передбачають обстеження території за допомогою

пересувних лабораторій, що здійснюють відбір та аналіз проб з метою вивчення розміщення діючих джерел забруднення, і теоретичними дослідженнями з використанням методів математичного і фізичного моделювання.

Після з'ясування наявного та перспективного рівнів забруднення атмосферного повітря оцінюють зміни концентрацій домішок у просторі й часі, розробляють схему розміщення стаціонарних постів спостереження на території міста та програми їх роботи.

Моніторинг забруднення атмосферного повітря також передбачає контролювання транскордонного перенесення глобальних потоків домішок на великі відстані від місця викиду [34].

У результаті проведення моніторингу одержуються: первинні дані контролю за викидами та спостережень за станом забруднення; узагальнені дані про рівень забруднення на певній території за певний проміжок часу; узагальнені дані про склад та обсяги викидів забруднюючих речовин; оцінка рівнів та ступеня небезпечності забруднення для довкілля та життєдіяльності населення; оцінка складу та обсягів викидів забруднюючих речовин.

До числа найбільш важливих забруднюючих атмосферне повітря речовин в Україні віднесено: SO₂, NO, NO₂, CO, свинець, бензол, арсен, кадмій, ртуть, нікель, бенз(а)пірен, озон. Під час проведення моніторингу атмосферного повітря в обов'язковому порядку визначається наявність в атмосферному повітрі загальнопоширених забруднюючих речовин, показників та інгредієнтів атмосферних опадів, зазначених у списку А [36].

За рішенням місцевих органів виконавчої влади або органів місцевого самоврядування, з урахуванням екологічної ситуації в регіоні, населеному пункті може додатково визначатися наявність в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, зазначених у списку Б [36].

Інформацію отриману в результаті моніторингу забруднення повітря за ступенем оперативності поділяють на такі види:

- екстрена інформація (містить відомості про різкі зміни рівнів забруднення атмосферного повітря, негайно передається в контролюючі та господарські організації);

- оперативна інформація (містить узагальнені результати спостережень за місяць);

- режимна інформація (містить дані про середній та найбільший рівні забруднення повітря протягом тривалого часу (як правило, за рік), використовується при плануванні заходів, оцінюванні збитків, завданих народному господарству внаслідок забруднення атмосферного повітря).

Для забезпечення ефективності заходів з охорони повітря інформація повинна бути повною і достовірною. Повноту інформації забезпечують достатня кількість контрольованих інгредієнтів, тривалий термін спостережень, раціональне розміщення мережі; достовірність інформації досягається неухильним дотриманням нормативних вимог.

Спостереження та оцінювання забруднення атмосферного повітря в містах України здійснюють за даними спостережень, які проводять у 25 зонах та 24 агломераціях [37].

5 ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИРОДООХОРОННОГО ЗАХОДУ

Стан повітряного басейну м. Северодонецьк визначається насамперед тим, що це промислово–розвинений регіон України. Тут розташовані підприємства енергетики, металургійної, хімічної і нафтопереробної, машинобудівної промисловості.

Основними джерелами забруднення навколишнього середовища є місця складування промислових відходів, які експлуатуються.

Викиди шкідливих речовин в атмосферу напряму залежать від обсягів виробництва підприємств, в першу чергу галузей важкої промисловості, стану житлово-комунального господарства, діяльності автотранспорту та інших виробництв.

Основними чинниками високого рівня забруднення повітряного басейну міста є:

- значна питома вага в виробничій структурі області підприємств енергетичної, металургійної, вуглевидобувної та хімічної галузей;
- використання у виробництві застарілого енергоємного обладнання та технологій;
- відсутність необхідного обладнання та ефективних технологій уловлювання та знешкодження шкідливих речовин;
- недостатнє фінансування заходів по зменшенню викидів в атмосферу;
- збільшення автомобільного парку та низька якість дорожнього покриття; відсутність прибиральної дорожньої техніки, та як результат висока запиленість в районах проживання населення.

Зростання кількості автотранспорту гостро ставить проблему забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту та впливу його фізичних факторів через несприятливу територіально-планувальну структуру міста, внаслідок сформованого у минулі роки оточення промислових підприємств житловими масивами та проходження транзитного транспорту через місто, що значно збільшує їх загазованість.

Хімічна промисловість застосовує такі ресурси і технологічні процеси, наслідком яких є виробництво не тільки відповідної продукції, але і велике кількість відходів, як правило, шкідливих, а іноді навіть небезпечних для життя. Тому проблеми їх утилізації, подальшого використання або знищення дуже актуальні. Розробка новітніх технологій, які дозволять знешкодити їх або використовувати в народному господарстві, є перспективним напрямком досліджень хіміків-теоретиків і практиків [19].

Стале зростання обсягів виробництва призводить до збільшення антропогенного навантаження на довкілля. На сьогоднішній день воно досягло такого рівня, що може негативно впливати на здоров'я населення. Основним напрямком діяльності із зменшення шкідливого впливу на навколишнє природне середовище повинно стати впровадження комплексу організаційно-технічних заходів, які б забезпечували утримання на одному рівні валових викидів від промислових підприємств та автотранспорту при збільшенні обсягів виробництва [38].

Отже, в Україні проводиться постійний контроль за станом атмосфери, рівнем її забруднення. З метою покращення екологічного стану атмосфери та усунення забруднюючих факторів по всій Україні впроваджуються технологічні, планувальні, санітарно-технічні та законодавчі заходи щодо збереження атмосферного повітря.

Проблемою екологічного моніторингу є існуюча система інформаційного забезпечення, що не пристосована для автоматизованого обміну даними в системі регіонального або державного моніторингу довкілля, тим більше не підходить для міжнародного обміну. В системі інформаційного забезпечення моніторингу відсутнє місце для інформаційного зв'язку з об'єктами підвищеної екологічної небезпеки, що необхідно для процедур управління екологічною безпекою та еколого-безпечним природокористуванням, у більшості суб'єктів відсутні електронні бази даних, зберігання первинних моніторингових даних, отриманих на мережі спостережень, проводиться суб'єктами моніторингу безсистемно, недостатнє технічне забезпечення екологічного моніторингу,

нерозвинені комп'ютерні мережі, відсутність комплексного причинно-наслідкового аналізу при обробці даних моніторингових досліджень, низький урівень екологічної культури громадян. Ці проблеми не дозволяють, зараз, в повному обсязі проводити якісну обробку даних моніторингових досліджень [34].

6 РОЗРОБКА СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

6.1 Загальні положення про моніторинг забруднень атмосферного повітря

Турботу про стан навколишнього середовища стимулювала започаткована в 1972 році міжнародна програма UNEP (United Nation Environment Protection – Охорона навколишнього середовища ООН), яка передбачає глобальний моніторинг навколишнього середовища.

Суть моніторингу докільля зводиться до наступних функцій:

- контролю за станом об'єктів екосистеми;
- контролю за джерелами порушення екологічної рівноваги;
- моделювання та прогноз екологічного стану екосистеми;
- керування екологічними процесами.

Системи моніторингу можуть поділятися за різними ознаками:

- просторового охоплення;
- об'єкту спостереження (абіотична компонента: атмосферне повітря, води суші і морів, ґрунт, геологічне середовище; біотична компонента: рослинний і тваринний світ, жива природа на охоронюваних природних територіях, людина; фізичні фактори впливу: іонізуюче випромінювання, електромагнітне випромінювання, теплове випромінювання, шуми, вібрація);
 - методам (пряме інструментальне вимірювання, дистанційна зйомка, непряма індикація, опитування, щоденникові спостереження);
 - ступенем відносини ефекту і процесу, за якими ведуться спостереження;
 - типом впливу (геофізичне, біологічне, медико-географічне, соціально-економічне, суспільне);
 - цілями (визначення сучасного стану середовища, дослідження явищ, оцінка та градування моделей докільля, короткостроковий прогноз, довгострокові висновки, оптимізація та підвищення економічної ефективності досліджень і прогнозів, контроль за впливом на середу і т.д.) [21, 34].

Відповідно до «Положення про державну систему моніторингу довкілля» [36] державна система моніторингу довкілля України є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн, яка направлена на збирання, оброблення, передавання, збереження та аналіз інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково - обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам стану довкілля та дотримання вимог екологічної безпеки.

Суб'єкти системи моніторингу забезпечують вдосконалення підпорядкованих їм мереж спостережень за станом довкілля, уніфікацію методик спостережень і лабораторних аналізів, приладів і систем контролю та створення банків даних для їх багатоцільового колективного використання.

Державна система моніторингу довкілля, складовими частинами якої є відомчі системи моніторингу довкілля, функціонує на трьох рівнях:

- загальнодержавний (національний) рівень;
- регіональний рівень;
- локальний рівень.

Між суб'єктами системи моніторингу довкілля на державному рівні можуть укладатися угоди про спільну діяльність під час здійснення моніторингу довкілля.

Первинні дані, одержані в результаті спостережень (в межах компетенції кожного із суб'єктів системи моніторингу довкілля), використовуються ними для подальшої обробки з метою отримання таких результатів:

- узагальнених за певний проміжок часу або на певній просторовій одиниці даних;
- узагальнених за множиною параметрів комплексних показників;
- оцінок стану довкілля;
- прогнозів стану довкілля і його змін;
- науково обґрунтованих рекомендацій, необхідних для прийняття рішень [39].

Кожне відомство несе відповідальність за достовірність первинних даних.

Державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

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 забруднювальних речовин в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Моніторинг атмосферного повітря є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища та здійснюється за показниками якості: атмосферного повітря та атмосферних опадів.

Стандартна мережа моніторингу повинна забезпечити надходження режимної інформації про забруднення атмосфери, на основі якої можна вирішувати такі задачі:

- 1) оцінити рівень забруднення атмосфери;
- 2) вивчити вплив забруднення повітряного басейну на захворюваність населення;
- 3) оцінити збиток, що наноситься сільському господарству, лісам, тваринництву, будівлям і спорудам;
- 4) спланувати розміщення промислових підприємств, визначити санітарно-захисні зони (СЗЗ);

- 5) уточнювати і перевіряти розрахункові методи розсіювання домішок від джерел;
- б) оцінити фонове забруднення атмосфери.

Для успішного рішення всіх цих задач необхідно грамотно оцінити період і кількість спостережень, оптимальну кількість постів, методи вимірювань, програму роботи стандартної мережі моніторингу [34].

6.2 Організація спостережень за рівнем забруднення атмосфери

Зростання антропогенного впливу на навколишнє середовище вимагає оволодіння різноплановою і детальною інформацією про нього, яка дає змогу не тільки оцінити реальну ситуацію, а й спрогнозувати стан середовища у перспективі, налагодити раціональну систему природоохоронної діяльності, контролю за станом екосистем.

Організація спостережень передбачає контроль за поширенням шкідливих домішок як в самій атмосфері, так і між елементами системи «атмосфера – гідросфера – літосфера – біосфера». Для цієї діяльності необхідні [40]:

- відомості про наявні та перспективні джерела забруднення атмосфери (з урахуванням розвитку економічних районів);
- характеристика забруднюючих речовин (токсичність, здатність вступати в хімічні реакції з іншими речовинами, здатність до самоочищення);
- гідрометеорологічні дані;
- результати попередніх спостережень за забрудненням атмосфери (експедиційні дослідження);
- дані про рівні забруднення навколишнього природного середовища в сусідніх країнах;
- відомості про транскордонне перенесення шкідливих домішок.

Комплекс завдань, пов'язаних зі збором цієї інформації, виконує спеціальна служба спостережень, яку формують система спостережень і система контролю [41].

Система спостережень забезпечує спостереження за якістю атмосферного повітря в містах, населених пунктах і територіях, розміщених поза зоною впливу конкретних джерел забруднення. Спостереження здійснюють служби Держкомітету гідрометеорології, які надають дані про метеорологічні умови і концентрацію шкідливих речовин. Міністерство охорони здоров'я проводить вибіркові спостереження за рівнем забруднення в місцях проживання населення. Науковий комітет Національної академії наук України організовує авіаційно-космічні спостереження за станом озонового шару і глобальним забрудненням атмосфери. Практикуються екологічні спостереження за окремими підприємствами.

Система контролю здійснює спостереження і контроль за джерелами забруднення, викидами шкідливих речовин в атмосферу. З цією метою Міністерство екології та природних ресурсів організовує спостереження за джерелами промислових викидів в атмосферу та дотриманням норм гранично допустимих викидів, контролює реалізацію заходів з охорони атмосферного повітря, дотримання відповідних вимог при розміщенні, проектуванні, будівництві та введенні в експлуатацію нових підприємств.

При організації спостережень за станом повітря використовують попередні дослідження, які передбачають обстеження території (метеорологічні умови, вміст забруднювачів) за допомогою пересувних лабораторій, що здійснюють відбір та аналіз проб з метою вивчення розміщення діючих джерел забруднення та перспектив розвитку промисловості.

Після з'ясування наявного та перспективного рівнів забруднення атмосферного повітря оцінюють зміни концентрацій домішок у просторі й часі, розробляють схему розміщення постійних (стаціонарних) постів спостереження на території міста, програми їх роботи. Пост спостережень може надавати інформацію про загальний стан повітряного басейну (якщо він знаходиться поза зоною впливу окремих джерел викидів) і контролювати джерела викидів (якщо він перебуває в зоні впливу джерел викидів). При їх розміщенні пріоритетними є

житлові райони з найбільшою щільністю населення, де можливе перевищення встановлених порогових значень гігієнічних показників (ГДК).

Контроль за радіоактивним забрудненням атмосферного повітря здійснюється на фоновому рівні, а також у зонах впливу атомних електростанцій та інших джерел можливих викидів радіоактивних речовин. Під час контролю за радіоактивним забрудненням на фоновому рівні використовують фонові станції або спеціальні станції, встановлені на відстані 50-100 км від можливого джерела радіоактивного забруднення. Для моніторингу в радіусі до 25 км використовують мережу контролю і спеціальні пости спостережень, де встановлюють датчики гамма-випромінювання та пристрої для відбору проб і аналізу повітря. У межах санітарно-захисної зони (СЗЗ) утворюють пости дистанційного контролю радіоактивного забруднення атмосферного повітря.

Моніторинг забруднення території на основі снігомірної зйомки (спостереження за забрудненням снігового покриву) забезпечує контроль за рівнем забруднення атмосферного повітря в чистих (фонових) районах, містах та інших населених пунктах.

Для цілей здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря на території України встановлюються зони та агломерації.

Залежно від рівня забруднювальних речовин для всіх зон і агломерацій встановлюється режим оцінювання для кожної забруднювальної речовини. Режим оцінювання встановлює орган управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації у програмі державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, відповідно до таких критеріїв:

- режим фіксованих вимірювань застосовується, якщо рівень забруднювальної речовини перевищує верхній поріг оцінювання або довгострокові цілі для озону. Фіксовані вимірювання проводяться на фіксованих пунктах спостережень за забрудненням атмосферного повітря на постійній основі або шляхом випадкової вибірки для визначення рівня забруднювальних

речовин. Додатково можуть застосовуватися методи моделювання або індикативні вимірювання;

- режим комбінованого оцінювання застосовується, якщо рівень забруднювальних речовин є нижчим за верхній поріг оцінювання. Комбіноване оцінювання здійснюється шляхом комбінування фіксованих вимірювань та методу моделювання або індикативних вимірювань відповідно до цілей якості даних;

- режим моделювання або об'єктивного оцінювання застосовується, якщо рівень забруднювальних речовин є нижчим нижнього порогу оцінювання.

Порядок проведення оцінювання за кожним режимом встановлюється Міндовкіллям.

Розміщення та кількість пунктів спостережень для проведення оцінювання визначаються у програмі державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря для кожної зони та агломерації відповідно до порядку, що встановлюється МВС за погодженням з Міндовкіллям.

Для забезпечення точності вимірювальних приладів усі суб'єкти моніторингу атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями забруднювальних речовин, здійснюють оцінювання якості атмосферного повітря, забезпечують здійснення регулярного калібрування та технічного обслуговування засобів вимірювальної техніки, що використовуються ними для здійснення моніторингу атмосферного повітря.

Результатом здійснення моніторингу атмосферного повітря є:

- дані спостережень, які одержують суб'єкти моніторингу атмосферного повітря;

- узагальнені дані про якість атмосферного повітря, що стосуються певного проміжку часу та/або певної території;

- оцінка стану атмосферного повітря та атмосферних опадів;

- прогнози стану атмосферного повітря і його змін;

- інформація про вплив рівнів забруднювальних речовин в атмосферному повітрі на життя та здоров'я населення.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря зобов'язані безстроково зберігати дані спостережень, отримані у результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря.

Рационально організована система спостережень та контролю за станом атмосферного повітря дає змогу отримати необхідну інформацію про якісний склад повітря в населених пунктах і зонах впливу джерел викидів, про транскордонні перенесення забруднюючих речовин, виявити території, для яких характерні перевищення ГДК забруднюючих речовин. Наявність достовірних і комплексних даних спостережень є необхідною передумовою для розроблення рекомендацій щодо поліпшення стану атмосфери.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями забруднювальних речовин, здійснюють оцінювання якості атмосферного повітря, забезпечують доступ органів управління якістю атмосферного повітря та Міндовкілля до результатів здійснення моніторингу атмосферного повітря, обмін результатами здійснення моніторингу атмосферного повітря на безоплатній основі, а також надання ретроспективних даних за результатами проведення моніторингу атмосферного повітря.

Інформація, отримана та оброблена суб'єктами моніторингу атмосферного повітря, є офіційною.

Для забезпечення інформаційної взаємодії між суб'єктами моніторингу атмосферного повітря та оперативного оприлюднення результатів моніторингу атмосферного повітря створюється інформаційно-аналітична система даних про якість атмосферного повітря у порядку, що встановлюється Міндовкіллям. Створення та функціонування інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря забезпечують: Міндовкілля - на загальнодержавному рівні, органи управління якістю атмосферного повітря - на рівні зон та агломерацій.

Органи управління якістю атмосферного повітря та Міндовкілля забезпечують доступ до результатів моніторингу атмосферного повітря органам виконавчої влади, що здійснюють державний контроль у галузі охорони

атмосферного повітря та контроль за дотриманням гігієнічних вимог до атмосферного повітря; координацію суб'єктів моніторингу атмосферного повітря та управління його якістю на рівні зони або агломерації, затверджують плани поліпшення якості атмосферного повітря та короткострокові плани дій для відповідної зони або агломерації, а також вживають заходів для поліпшення стану атмосферного повітря.

Для розгляду поточних питань, пов'язаних із проведенням моніторингу атмосферного повітря та управлінням якістю атмосферного повітря, органами управління якістю атмосферного повітря утворюються комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управлінням якістю атмосферного повітря в кожній зоні та агломерації.

Комісія з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управлінням якістю атмосферного повітря - консультативно-дорадчий орган у межах території зони або агломерації, утворений органом управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації з метою забезпечення взаємодії суб'єктів моніторингу атмосферного повітря.

Для здійснення моніторингу атмосферного повітря для кожної зони та агломерації затверджується програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря за формою, що встановлює Міндовкілля.

Загальна координація та організація моніторингу атмосферного повітря здійснюється Міндовкіллям.

Мета Програми та впровадження системи моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря:

- створення мережі постів/станцій автоматичного контролю якості атмосферного повітря на території області;
- виявлення районів/місць забруднення атмосферного повітря;
- розроблення та впровадження місцевих планів поліпшення якості атмосферного повітря

- інформування населення про якість атмосферного повітря в реальному часі в онлайн режимі.

З метою правильного розташування постів для найбільш повної характеристики стану повітряного середовища в різних районах міста, необхідно попередньо провести такі роботи:

1) провести облік джерел забруднення атмосферного повітря в населеному пункті;

2) вивчити технологію виробництва по регламенту і виявити джерела забруднення атмосфери;

3) ознайомитися з планом міста, розміщенням на його території промислових підприємств, жилих кварталів, магістралей, найбільш інтенсивного руху транспорту, місцеположення зелених насаджень і водних басейнів;

4) територію міста умовно розділити на зони, які враховують віддаленість житлових кварталів від джерел забруднення;

5) в кожній зоні провести опитування населення про те, в якій мірі розташовані поблизу підприємства або їх група впливає на санітарно-побутові умови життя і самопочуття населення;

6) намітити перелік речовин, які підлягають визначенню в атмосферному повітрі, вибрати методи їх аналізу, підібрати апаратуру;

7) ознайомитися з розою вітрів і метеорологічними особливостями населеного пункту.

В першу чергу пости потрібно встановлювати в тих житлових районах, де можливі найбільші середні рівні забруднення; в адміністративних районах; в житлових районах з різним типом забудови, а також у парках і зонах відпочинку.

6.3 Автоматизовані системи спостереження і контролю за атмосферним повітрям

Автоматизовані системи спостереження і контролю атмосферного повітря (АСКНС-АГ) або (АНКОС-АГ) призначені для автоматизованого збору, обробки

і передачі інформації про рівень забруднення атмосферного повітря. Система дозволяє безупинно одержувати інформацію про концентрацію домішок і метеорологічних параметрів у населених пунктах біля великих промислових підприємств. Технічні можливості реєстрації, передачі, зберігання й обробки даних про забруднення атмосферного повітря дозволили розробити основні принципи функціонування автоматизованих систем спостереження за станом атмосферного повітря.

Залежно від характеру та об'єму робіт автоматизованих систем їх поділяють на такі типи [34]:

1. *Промислові системи.* Вони контролюють викиди промислових підприємств, ступінь забруднення промислових майданчиків і прилеглих до них територій. Оснащені датчиками для фіксування характерних інгредієнтів викидів підприємств, а також метеодатчиками, які розміщують з урахуванням шкідливості викидів, рози вітрів, особливостей розміщення житлових масивів. За звичай, такі системи функціонують у структурі підприємств.

2. *Міські системи.* Їх призначено для контролювання рівня забруднення повітря міста викидами підприємств, транспорту, для вимірювання метеопараметрів. Завдяки їх функціонуванню встановлюють розмір забруднення територій з урахуванням сезону року і кліматичних факторів, параметри і частку кожного джерела забруднення, прогнозують небезпечність ситуації. Системи формуються з двох рівнів. На I рівні здійснюють вимірювання концентрацій забруднюючих речовин і деяких метеопараметрів, перетворення вимірних значень фізичних величин, реєстрацію цих значень на машинних носіях, формування повідомлень і збереження інформації. На цьому рівні типові автоматичні станції визначають основні забруднювачі: CO – Карбон (II) оксид (0–160 мг/м³); SO₂ – Сульфур(IV) оксид (0–5 мг/м³); NO₂, NO та суму оксидів Нітрогену (0–7,5 мг/м³); суму вуглеводнів за винятком метану (0–45 мг/м³); O₃ – Озон (0–0,15 мг/м³); метеопараметри: швидкість, напрямок вітру, температуру повітря. Завершується перший рівень передачею даних в центр обробки інформації. На II рівень інформація надходить від пересувних постів,

стаціонарних газоаналітичних лабораторій. На цьому рівні обробляють результати, прогнозують небезпечні ситуації, розраховують необхідні результати і передають споживачам.

Міська система автоматичного спостереження і центр оброблення даних забезпечують систематичне вимірювання заданих параметрів, автоматичний збір інформації з автоматизованих станцій, збирання інформації від неавтоматизованих ланок спостереження, оперативне оцінювання ситуації, короткостроковий прогноз.

Аналіз даних про концентрацію домішок триває не менше 20-30 хв., що відповідає терміну відбору проб в поглинальні прилади. Видавання автоматизованою системою інформації може тривати від кількох хвилин до кількох годин.

У міську систему включені промислові автоматизовані підсистеми.

3. *Регіональні системи.* Переважно вони не мають своїх контрольно-змірювальних станцій, а отримують інформацію з міських і промислових систем. Призначені для статистичної обробки і аналізу даних про забруднення навколишнього природного середовища на значних територіях, на базі яких проводять дослідження та прогнозування, розробляють науково обґрунтовані рекомендації щодо його охорони;

4. *Загальнодержавні системи.* Вони отримують відомості про забруднення та стан атмосферного повітря від регіональних систем, супутників Землі та космічних орбітальних станцій;

5. *Глобальні системи.* Їх використовують для досліджень атмосферних змін на основі міжнародних спостережень.

Автоматизовані системи спостереження і контролювання атмосферного повітря різних типів обов'язково оснащені автоматичними системами відбору проб та приладами автоматичного визначення забруднюючих речовин (газоаналізаторами).

Час усереднення даних про концентрації домішок складає не менш 20-30 хв., що відповідає часу відбору проб у поглинальні прилади. Частота видачі

інформації автоматизованої системи може складати від декількох хвилин до декількох годин.

6.4 Техніка відбору проб атмосферного повітря

Відбір проб ("пробовідбір") є дуже істотним етапом у технологічному циклі екоаналітичного контролю, тому що результати навіть самого точного (і дорогого) аналізу втрачають усяке значення при неправильно проведеному пробовідборі. Помилки, що виникають унаслідок неправильного відбору проб, надалі виправити, як правило, не вдається. Тому, вірогідність і точність наступного аналізу в значній мірі залежать від правильності вибору способу і старанності проведення відбору проб.

Для одержання достовірної і надійної інформації про вміст забруднюючих речовин пробовідбір повинен здійснюватися так, щоб аналізовані зразки були "репрезентативними" (представницькими) для природних об'єктів. Представницькими прийнято вважати такі проби, в яких вміст обумовлених інгредієнтів не змінюється при відборі проб, їхньому зберіганні і транспортуванні до місця аналізу. Іншими словами, відношення матриці до аналізованих компонентів (інгредієнтів) повинне залишатися постійним як у загальній масі вихідного матеріалу, так і в узятій пробі. Хоча в реальних умовах зміна складу матриці в часі дуже імовірна, наприклад, через перемінний склад води в річці чи флуктуацій складу димових газів промислових підприємств чи автотранспорту.

Відповідно до мети аналізу застосовують разовий або серійний пробовідбір. При разовому відборі пробу беруть один раз у визначеному місці і розглядають результат одного аналізу. Цей спосіб застосовується рідко, коли результатів одного аналізу досить для висновку про якість досліджуваного середовища (при сталості його властивостей, наприклад, в глибинних ґрунтових водах чи у випадку первинних польових оцінок). В більшості випадків, коли цього недостатньо, застосовують серійний пробовідбір проб, при якому кожна

проба береться в зв'язку з іншими. При аналізі серії проб визначається зміна вмісту компонентів, що досліджуються, з урахуванням їх місця перебування, часу відбору чи обох цих факторів. Таким чином, одержують відповідну кількість результатів, що статистично обробляють і оцінюють. Отримані дані є більш правильними в порівнянні з результатами разового відбору, а їхня точність залежить від числа проб у серії.

Проби підрозділяються на *прості* і *змішані*. Просту пробу одержують шляхом однократного відбору всієї необхідної кількості зразка аналізованого середовища. Аналіз простої проби дає відомості про склад середовища в даний момент в одному місці. Змішану пробу одержують, поєднуючи прості проби, узяті в тому самому місці через визначені проміжки часу чи відібрані в різних місцях обстежуваного об'єкта. Така проба повинна характеризувати середній склад середовища чи усереднений за часом чи, нарешті, "перехресний" середній склад з урахуванням як місця, так і часу, її одержують змішуванням рівних частин простих проб, узятих через рівні проміжки часу в такій кількості, щоб остаточний об'єм змішаної проби відповідав вимогам аналізу. Однак, цей простий спосіб придатний тільки в тому випадку, якщо всі точки досліджуваного об'єкта рівноцінні, а його динаміка рівномірна.

Якщо ж це не так, то готують середню пропорційну пробу з різних об'ємів (кількостей) проб, узятих через рівні проміжки часу, чи ж з рівних об'ємів проб, узятих через різні інтервали часу, але таким чином, щоб їхній об'єм чи число відповідали місцевим коливанням (змінам) досліджуваних властивостей. Середня проба тим точніше, чим менші інтервали між окремо узятими складовими її пробами. Найкращий результат усереднення можна одержати, автоматизуючи безупинний відбір проб.

Відбір проб повітря вважається найбільш важким, так у цьому випадку дуже часто приходиться використовувати спеціальні (причому іноді дуже складної конструкції) поглинальні прилади (багато хто з них названі іменами їхніх винахідників, наприклад, Зайцева, Яворовського, Полежаєва, Ріхтера й ін.), а також різного роду технічні пристрої – збудники і вимірювачі витрати повітря

для активної дозиметрії (аспірації) і ін. Існує спеціальний ГОСТ 17.2.6.01-86 «Охрана природа. Атмосфера. Приборы для отбора проб воздуха населенных пунктов. Общие технические требования», що встановлює загальні технічні вимоги до приладів для відбору проб повітря населених пунктів.

Користуються наступними режимами відбору проб повітря:

1. Разовий відбір проби повітря – триває 20-30 хв.
2. Дискретний відбір – в поглинальний прилад або на фільтр в однакові проміжки часу протягом доби відбирають проби 3-8 раз.

Добовий відбір – відбір про повітря в поглинальний розчин або на фільтр постійно.

При відборі проб повітря обов'язково необхідно знати:

- 1) в якому агрегатному стані знаходиться ЗР в повітрі;
- 2) які речовини супутні тій речовині, яка досліджується;
- 3) короткочасно чи постійно надходить ЗР в повітря.

Проби повітря відбирають аспіраційним способом (пропускаючи повітря через поглинальний прилад з визначеною швидкістю) і способом заповнення посудин обмеженого об'єму. Для дослідження газоподібних домішок придатні обидва способи, а для дослідження аерозольних домішок і пилу – лише аспіраційний.

Відбір проб повітря є найбільш важкою операцією, адже це вимагає застосування спеціальних приладів (іноді досить складної конструкції), поглинального розчину, а також різного призначення технічних засобів (насоси, витратоміри повітря, інше).

Використовують два методи відбору проб повітря: аспіраційний і відбір проб у різні ємності [21].

Для відбору проб повітря найчастіше застосовують аспіраційний метод, що являє собою протягування забрудненого повітря на місці визначення через спеціальний поглинальний розчин або тверду речовину. Ці речовини здатні поглинати забруднення, зокрема, протягування через рідину називається барботуванням. Ці поглиначі завжди знаходяться, в так званому, поглинальному

посуді різної форми, конструкції, зокрема рідинні поглинальні склянки мають U-подібну форму. Через системи трубок цей посуд під'єднується спочатку до приладу, що вимірює витрату повітря (л/с або м³/с), а потім до збуджувача повітря (насоса), який протягує це повітря. Останнім часом застосовують так звані аспіратори, які працюючи від джерела живлення, одночасно являють собою і насос та витратомір повітря [21].

Аспірація через рідину найбільш поширений спосіб. Швидкість такого пробовідбору до 30-50 л/хв.. Цей метод відрізняється відносною простотою і економічністю, а також можливістю послідуєного дослідження невідомого компоненту в лабораторних умовах. Але є і недоліки:

- низький коефіцієнт концентрування забруднень в поглинальному розчині;
- неможливість отримання представницької проби при наявності в повітрі одночасно кількох забруднюючих речовин.

Крім того, при відборі проб великих об'ємів повітря для аналізу слідів супертоксикантів суттєво зростає систематична похибка, яка пов'язана із випаровуванням поглинального розчину або в результаті втрати забруднюючих речовин внаслідок великих швидкостей аспірації. Для зниження цих похибок застосовують спеціальні розчинники.

Оскільки в повітрі промислових районів міститься кілька сотень різних сполук та ще й у різних агрегатних станах, то універсального пробовідбору не існує. Найбільшу складність викликає відбір проб органічних супертоксикантів, так як вони можуть знаходитися одночасно і в газоподібній і в аерозольній формах. Крім того, вони містяться в дуже малих «слідових» концентраціях. У зв'язку з цим, як правило, застосовують одночасно сорбенти для газової і аерозольної форми. Аерозольна форма потребує застосування фільтрів.

Параметри відбору проб, такі як витрата повітря і тривалість його аспірації через поглинальний прилад, тип поглинального приладу чи фільтра встановлюються в залежності від обумовленої забруднюючої речовини. Для достовірного визначення концентрації забруднюючих речовин витрата повітря повинна складати десятки і сотні літрів у хвилину.

Другий метод добору проб, метод заповнення судин обмеженої ємності, можна підрозділити на:

- вакуумний спосіб (з герметично закритої судини відкачують повітря, а потім у місці відбору проби судину відкривають);
- метод примусового продування судини 10-кратним обсягом повітря в місці добору проби, після чого судину герметизують;
- спосіб витиснення попередньо залитої в судину інертної рідини повітрям на місці відбору проби, після чого судину герметизують.

В якості судин використовують звичайні скляні ємності (чи з іншого хімічно інертного матеріалу), застосовані як поглинальні прилади.

Найчастіше, ці методи використовують для визначення оксиду вуглецю чи газоподібних домішок невідомої природи.

Для зважених домішок застосують тільки аспіраційний метод відбору проб, а для газоподібних домішок підходять обидва способи [34].

Відбір проб повітря здійснюється на стаціонарних чи пересувних постах, укомплектованих пристроями для відбору проб або автоматичними газоаналізаторами для безперервного визначення концентрації ЗР, а також приладами для метеорологічних спостережень.

Для відбору проб повітря використовуються електроаспіратори, пилососи та інші прилади і пристрої, які пропускають повітря, а також пристрої, що реєструють обсяг повітря, що пропускається (реометри, ротаметри та інші витратоміри).

При визначенні приземної концентрації домішки в атмосферному повітрі відбір проб проводиться на висоті 1,5-3,5 м від поверхні землі. Проби підрозділяються, в залежності від режиму відбору, на:

- разові, при тривалості відбору 20-30 хвилин;
- середні добові, коли відбір здійснюється безперервно протягом 24 годин або дискретно через рівні інтервали часу протягом доби (відбирають не менше разових проб) [34].

При відборі разових проб повітря необхідно забезпечувати умови ізокінетичності – швидкість повітря, що пропускається через фільтр, повинна дорівнювати швидкості потоку, що набігає. Вирівнювання швидкостей здійснюється за рахунок застосування конусних насадок, вибір яких залежить від швидкості вітру. Фільтроутримувач повинен бути орієнтований назустріч вітровому потоку. При добовому відборі проб повітря в умовах високої запиленості маса пилу на фільтрі може перевищити його пилоємність (5 мг/см^2). Під час відбору проб при мінусових температурах повітря підігрівається до 20°C . Один раз на місяць повітряні комунікації очищають від пилу, промивають теплою мильною водою, потім чистою водою зі спиртом і просушують.

Сорбційні трубки встановлюють строго вертикально, шаром сорбенту вниз, щоб повітря проходило через шар сорбенту знизу вгору. При відборі проб повітря на фторид водню як провідник повітря використовують лише фторопласт. Проби повітря на SO_2 , H_2S і SC повинні бути захищені від світла [34].

Методи дискретного відбору проб повітря для наступного аналізу в хімлабораторії безсумнівно важливі і необхідні в загальній системі спостережень за забрудненням атмосфери. Однак, використовуючи трьох- чи чотирьохсрочні спостереження, не можна бути упевненим, що розраховані по них середні добові концентрації є достовірними. Не виключено, що в проміжний термін спостерігалися значно більш високі чи більш низькі концентрації. За даними дискретних спостережень важко встановити зв'язок забруднення з метеорологічними характеристиками і не можна установити добовий хід концентрації домішки. Тому на постах моніторингу установлюють газоаналізатори, що подають інформацію про добовий хід концентрації за записом на діаграмній стрічці. Крім того, дані газоаналізаторів необхідні для глибоких наукових пророблень, наприклад, для проведення спектрального аналізу [34].

6.5 Методи і методики аналітичного контролю вмісту забруднюючих речовин

Загальні вимоги до методів визначення забруднюючих компонентів регламентовані ГОСТ 17.2.4.02-81. Згідно з цим стандартом, методи контролю вмісту в атмосферному повітрі шкідливих домішок повинні забезпечувати вибірковість визначення в присутності постійних та найчастіше присутніх в атмосфері речовин (SO₂, NH₃, CO, H₂S, SO₂, NO_x, завислих часток). Похибка визначення не повинна перевищувати ± 25%. [34]. Метод повинен забезпечувати вимірювання з вказаною похибкою концентрації забруднюючої речовини в межах величин від 0,8 до 10 ГДК.

Для оцінювання забруднення повітря використовують лабораторні (характеризуються високою точністю і є незамінними для поглиблених досліджень); експресні (передбачають використання універсальних газоаналізаторів); автоматичні (забезпечують безперервний контроль забруднення атмосферного повітря) методи.

Лабораторні дослідження проводять з використанням хроматографічних, мас-спектрального, спектрального, електрохімічного методів аналізу забруднення атмосферного повітря.

Сутність хроматографічних методів аналізу забруднення атмосферного повітря полягає в розподілі, якісному виявленні та кількісному визначенні компонентів повітряної суміші за допомогою спеціальних пристроїв - хроматографів. Найефективніші вони за необхідності визначення складних домішок у повітряних пробах. Цю групу методів (залежно від мети визначення певних домішок) утворюють:

- газова хроматографія (метод дослідження мікро- домішок летких органічних сполук). Реалізують його за допомогою газового хроматографа.

Схема газового хроматографа наведена на рис. 6.1.

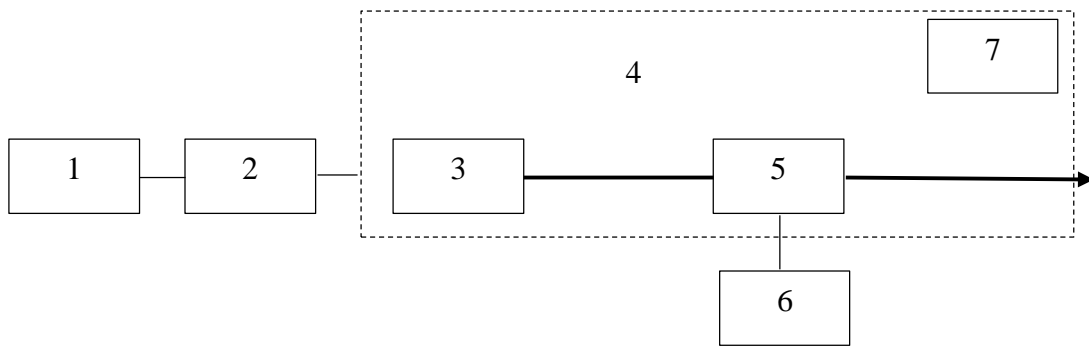


Рис. 6.1 - Схема газового хроматографа

1 - газ-носії (інертний газ), 2 - регулятор витрат, 3 - прилад для введення проби, 4 - колонка, 5 - детектор, 6 - самописець, 7 - термостат.

Розподіл летючих речовин у газовому хроматографі відбувається в певній послідовності. За допомогою невеликого скляного шприца вводять пробу з одного кінця довгої вузької хроматографічної колонки (трубка довжиною 0,9 - 3,0 м і діаметром 0,25 - 50 мм), через яку йде газ-носії, тобто інертний газ, який проходить через колонку з постійною швидкістю і виносить компоненти проби, що з'являються на виході залежно від часу перебування їх в колонці. Розподіл компонентів газу відбувається за рахунок твердого або рідкого адсорбенту (нерухомої фази), який знаходиться в колонці. Завдяки абсорбції окремих компонентів на активних центрах адсорбенту або їх розчиненню в нерухомій фазі (залежно від фізичних властивостей компонентів суміші) одні з них просуваються швидше, а інші - повільніше, що дає змогу розрізнити їх на виході, використовуючи відповідний детектор. Внаслідок цього отримують хроматограму - зональний розподіл компонентів. На її основі виокремлюють та аналізують окремі речовини проби;

- рідинна хроматографія (метод, ефективний при аналізуванні проб повітря, забрудненого домішками токсичних органічних сполук (поліциклічних ароматичних вуглеводів, пестицидів та ін.) різних концентрацій). Принцип роботи установок рідинної хроматографії аналогічний газовим;

- іонно-рідинна хроматографія (метод визначення мікродомішок, здатних до вступу в реакції органічних і неорганічних сполук). Суть методу, принцип роботи установок тотожні двом попереднім;

- полуменево-іонізаційний метод (за його допомогою визначають сумарну кількість вуглеводнів). Детектування з його застосуванням здійснюють введенням газоподібної проби в полум'я водню, яке знаходиться між електродами з напругою в кілька сотень вольт. За відсутності домішок виникає дуже мала напруга іонізації. Унаслідок потрапляння у водневе полум'я газоподібної домішки, яка містить вуглеводні, в полум'ї виникають іони, які прямують до додатного електрода. Напруга іонізації, яка виникає, посилюється електрометричним підсилювачем постійного струму і реєструється самопишучим приладом.

Використання полуменево-іонізаційного методу для детектування компонентів проби після їх розподілу з використанням газової хроматографії допомагає розрізнити наявні в пробах повітря вуглеводні і визначити їх кількість. Завдяки полуменево-іонізаційному методу встановлюють тільки сумарну кількість наявних вуглеводнів, однак він не дає змоги розрізнити речовини.

Мас-спектральний метод аналізу забруднення атмосферного повітря. Послугуючись ним, здійснюють кількісний та якісний аналізи усіх сполук, які є в пробі. Цей метод полягає в іонізації газоподібної проби шляхом електронного бомбардування, після чого іони піддають дії магнітного поля. Залежно від маси і заряду іона відхилення проходить з різною швидкістю і за різними траєкторіями, що дає змогу визначити всі наявні сполуки та їх концентрації в пробі.

Спектральні методи аналізу забруднення атмосферного повітря. Ці методи найефективніші при дослідженні якісного і кількісного складу забруднення повітря. Їх сутність полягає у визначенні складу та будови речовини за її спектром, який впорядкований за довжиною хвилі електромагнітним випромінюванням. Спектральний аналіз дає змогу встановити елементний, нуклідний і молекулярний склад речовини, її будову (атомно-емісійний спектральний аналіз), визначити концентрації речовини за поглинанням шаром атомної пари елемента монохроматичного резонансного випромінювання (атомно-абсорбційний спектральний аналіз).

Одним з найдоступніших спектральних методів аналізу повітря є колориметрія, яка полягає у вимірюванні послаблення світлового потоку внаслідок вибіркового поглинання світла речовиною у видимій ділянці спектра. Інгредиент, що визначається, переводять у зафарбовану сполуку за допомогою специфічної хімічної реакції, потім визначають інтенсивність кольору розчину. Якщо речовина поглинає у видимій ділянці спектра, термін аналізу зменшується, оскільки зникає необхідність отримання зафарбованого розчину.

Активно використовуються і стрічкові фотоколориметричні газоаналізатори, в яких взаємодія речовини, що визначається, і реагенту відбувається на паперових, тканинних або полімерних стрічках. Стрічкові аналізатори, порівняно з рідинними, чутливіші, простіші в роботі, не вимагають часу на попереднє приготування розчину.

До спектральних методів відноситься також ультрафіолетова (УФ) та інфрачервона спектроскопія. В УФ-ділянці найчастіше аналізують ароматичні сполуки, неорганічні речовини (SO_2 , NO_2 , Hg). Порівняно з колориметрією цей метод чутливіший, але недостатньо селективний, оскільки багато органічних з'єднань мають в УФ-ділянці спектра широкі смуги поглинання, які можуть перериватися. Це знижує точність вимірювань, а іноді унеможлиблює аналіз багатокомпонентних сумішей. Метод ІЧ-спектроскопії забезпечує ідентифікацію і кількісне визначення промислових забруднень органічного та неорганічного походження.

Особливо чутливим щодо визначення невеликих слідів органічних і неорганічних домішок у повітрі є люмінесцентний метод аналізу, який ґрунтується на принципі збудження молекул SO_2 , NO_2 , C^{12} випромінюванням з довжиною хвилі, характерною для поглинання цих сполук у видимій та УФ-ділянках спектра. Збуджують флюоресценцію лазерами та високоінтенсивними газорозрядними лампами, а довжину хвилі вимірюють світлофільтрами.

З появою ядерних джерел випромінювання, наділених монохроматичністю, високою спектральною потужністю та напрямком випромінювання, поширилися активні методи зондування атмосфери у

горизонтальному напрямку — до декількох десятків кілометрів у видимому, УФ- та ІЧ-діапазоні електромагнітного спектра.

Електрохімічні методи аналізу забруднення атмосферного повітря. Широко застосовують ці методи при систематичному контролюванні стану забруднення атмосферного повітря і повітря робочих зон, в лабораторіях АЕС та лабораторіях мережі спостережень Держкомгідромету України.

Найпоширеніші в аналізі атмосферних забруднень кондуктометричні та кулонометричні методи. Сутність кондуктометричного методу полягає у вимірюванні електропровідності аналізованого розчину. Електропровідність розчину забезпечується іонами речовин, здатними дисоціювати в певних умовах, і залежить від концентрації іонів у розчині та їх рухомості. Кондуктометричний метод не вимагає використання складної апаратури, є високочутливим, швидкодіючим, виконується компактною апаратурою.

Кулонометрія є безеталонним електрохімічним методом порівняно високої точності та чутливості. Вона полягає у визначенні електричного заряду, необхідного для здійснення електрохімічного процесу виділення на електроді або створення в електроліті речовини, за якою аналізують досліджувану пробу.

Широкий спектр методів оцінювання забруднень атмосфери є запорукою того, що можна з високою точністю з'ясувати якісні та кількісні характеристики речовин і сумішей, наявних у повітрі [34].

Мета обробки та узагальнення даних спостережень полягає в отриманні достовірної та об'єктивної інформації про рівні забруднення атмосфери і причини забруднення атмосфери, визначення тенденції зміни рівня забруднення атмосфери, розробці рекомендацій щодо його зниження та доведення інформації до органів, які приймають рішення, та широкій громадськості [27].

Дані про результати спостережень забруднення атмосферного повітря, про метеорологічні параметри, про результати підфакельних та інших спостережень надходять із стаціонарних і маршрутних постів в один із підрозділів місцевих органів Держкомгідромету (найчастіше у відділі забезпечення інформацією народногосподарських організацій управління з гідрометеорології). Там вони

проходять контроль і зводяться в спеціальні таблиці (таблиці спостережень за забрудненням атмосфери (ТЗА)). ТЗА - первинна форма збору результатів спостережень за концентрацією домішок і необхідними метеорологічними й аерологічними характеристиками.

Ці таблиці поділяються на чотири види [27]:

- ТЗА-1, в яких містяться результати разових спостережень за забрудненням атмосфери, одержаних мережею постійнодіючих стаціонарних та маршрутних постів у місті чи промцентрі, а також дані метеорологічних і аерологічних спостережень;
- ТЗА-2 фіксують результати підфакельних спостережень;
- ТЗА-3 дають дані середньодобових спостережень за випаданням і концентрацією пилу та газоподібних домішок;
- ТЗА-4 містять дані про добові спостереження за допомогою газоаналізаторів чи інших приладів і пристроїв безперервної дії.

ТЗА-1 складається з основної і додаткової, котра називається ТЗА-1Д. Таблиця ТЗА-1 містить 8 сторінок (100-120 спостережень на місяць). До неї записують дані спостережень за концентрацією домішок і метеопараметрів, які відповідають термінам добору проб на метеостанції. Якщо спостереження за забрудненням не проводяться, то записуються тільки дані метеорологічних і аерологічних спостережень у відповідний термін, а метеостанції привласнюється номер посади спостережень.

У ТЗА-1Д заносять дані спостережень за концентраціями шкідливих речовин і метеорологічні дані на постах СЕС і інших відомств міста, а також результати спектрального визначення в пробах змісту металів. Після заповнення таблиць і перенесення даних на машинний носій вони зшиваються разом так, щоб дані спостережень за всі терміни були розташовані в порядку зростання номерів постів [27].

Графи (результати аерологічних спостережень) заповнюються за даними, отриманими в місті або на відстані 50 - 60 км від нього. Різниця в термінах аерологічних спостережень та спостережень за забрудненням атмосфери не

повинна перевищувати 3 години. Якщо спостереження за забрудненням повітря припадає на середину інтервалу аерологічних спостережень, тобто записуються дані попереднього терміну.

ТЗА-2 складається у відповідності з методиками Держгідромету.

У титульний аркуш таблиці ТЗА-3 записується дата закінчення доби, а при спостереженнях за концентрацією пилу - дата зняття фільтра або марлі з планшета.

Після заповнення таблиці ТЗА-3 роблять розрахунки і вибірки: середніх і максимальних концентрацій (чи опадів) за всі дні, а також за дні з опадами і без опадів (у тому числі з опадами до 5 мм і більш), за дні зі швидкістю вітру менш 2 м/с, від 2 до 5 і більше м/с, число випадків, коли концентрації забруднювачів перевищують ГДК.

ТЗА-4 містить результати безперервних спостережень (газоаналізаторів та інших приладів) за місяць [27].

У таблиці для кожного години записуються середні за перші 20 хв. значення концентрацій домішок, які переносяться з стрічок газоаналізаторів. ТЗА-4 складається після обробки стрічок газоаналізатора [26].

Титульний аркуш таблиці спостережень за забрудненням атмосферного повітря (газоаналізатори) ТЗА-4 оформляється так само, як титульний ТЗА-1.

Слідом за титульним аркушем йдуть розгорнуті листи для запису фактичних даних безперервних спостережень за концентраціями однієї домішки по одному приладу. Кількість аркушів у ТЗА-4 має відповідати числу приладів в місті. Дані розташовуються в порядку зростання номерів постів [27].

7 РОЗРОБКА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НОРМАТИВНОГО СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Динамічний баланс хімічного складу атмосферних газів, циклічність погодних умов створюють сприятливі умови на Землі для її мешканців. Екстенсивний розвиток промисловості і варварське використання природних ресурсів за 20-е століття призвели до істотного забруднення атмосфери, яке загрожує знищенням комфортних умов тваринному, рослинному світу і людині.

Основні фактори забруднення атмосфери:

- викиди тепличних газів, які загрожують зміною клімату;
- викиди хімічних речовин, що руйнують озоновий шар;
- викиди твердих речовин, що створюють запиленість;
- викиди отруйних і канцерогенних газів, аерозольних речовин;
- викиди газів, підкислюючих опадів;
- радіоактивні забруднення.

Головне джерело викидів в атмосферу - енергетичні, промислові та побутові процеси. Таким чином, успіх боротьби з забрудненням атмосфери залежить від підвищення ефективності виробництва і споживання енергії.

Законом України "Про охорону атмосферного повітря" передбачено цілий ряд заходів, спрямованих на попередження його забруднення, забезпечення екологічної безпеки та відновлення. Зокрема, до них належать:

- дозвільно-регуляторні заходи (регулювання викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарних та пересувних джерел, регулювання рівнів впливу фізичних та біологічних факторів на стан атмосферного повітря);
- попереджувальні заходи (заходи щодо охорони атмосферного повітря у разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; заходи із забезпечення виконання вимог при здійсненні окремих видів діяльності;

- організаційно-технічні заходи (заходи із запобігання і зниження шуму; особливості проектування, будівництва та реконструкції підприємств та інших об'єктів, які впливають або можуть впливати на стан атмосферного повітря, порядок встановлення та функціонування санітарно-захисних зон, дотримання вимог щодо охорони атмосферного повітря під час впровадження відкриттів, винаходів, корисних моделей, промислових зразків, раціоналізаторських пропозицій, застосування нової техніки, імпортного устаткування, технологій і систем тощо);

- організаційно-економічні заходи (екологічний податок; відшкодування збитків, заподіяних внаслідок порушення законодавства про охорону атмосферного повітря; надання підприємствам, установам, організаціям та громадянам - суб'єктам підприємницької діяльності, податкових, кредитних та інших пільг у разі впровадження ними маловідхідних, енерго- і ресурсозберігаючих технологій, застосування заходів щодо регулювання діяльності, що впливає на клімат, здійснення інших природоохоронних заходів з метою скорочення викидів забруднюючих речовин та зменшення рівнів впливу фізичних і біологічних факторів на атмосферне повітря; участь держави у фінансуванні екологічних заходів і будівництві об'єктів екологічного призначення).

Одним з основних важелів вирішення завдань захисту атмосферного повітря, в плані наближення до міжнародних стандартів якості повітря та усунення суперечностей між економічним зростанням і підвищенням техногенного навантаження, є впровадження нової системи регулювання промислових викидів. Вирішальне значення на цьому шляху має виконання природоохоронних заходів, оновлення зношеного устаткування, заміна застарілих технологій сучасними, впровадження ресурсо- та енергозберігаючих технологій, що в свою чергу призведе до скорочення викидів в атмосферне повітря, зменшення собівартості продукції, а як результат, її конкурентоспроможність.

Необхідно всебічно запроваджувати світовий досвід використання альтернативних джерел енергії в усіх сферах виробництва.

Основні заходи щодо вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту та впливу його фізичних факторів:

- забезпечення розвитку у великих містах області пасажирського електротранспорту, модернізація автопарку, збільшення кількості автомобілів і автобусів, які працюють на газоподібному паливі;

- своєчасне технічне обслуговування транспортних засобів, точне регулювання системи запалювання та живлення двигунів внутрішнього згорання;

- будівництво об'їзних доріг у великих містах;

- раціональна організація перевезень і руху (вдосконалення доріг, оптимальна маршрутизація автомобільних перевезень, організація і регулювання дорожнього руху);

- раціональна забудова магістральних вулиць;

- максимальне озеленення територій мікрорайонів і розділових смуг (тополі, каштан);

- вживання глушників шуму;

- впровадження систем очищення відпрацьованих газів;

- використання альтернативних видів палива для автомобілів;

- введення стандартів викидів автотранспорту та їх контроль.

Розвиток транспорту – один з пріоритетних напрямків для досягнення стійкого розвитку. Необхідно проводити роботу в цілях подальшого розвитку транспорту, який би відповідав вимогам охорони навколишнього природного середовища (екологічно чистого транспорту). Одним з шляхів до цього є використання альтернативних видів палива таких як:

- водневе паливо, яке при спалюванні утворює пари води;

- електрохімічні паливні елементи, в яких електроенергія виробляється в результаті хімічної реакції і які не виділяють забруднюючих речовин та працюють безшумно;

- розвиток автотранспорту, який використовує енергію сонця.

Впровадження всіх цих технологій в автобудівництво потребує кардинального підвищення рівня науки і виробництва, а також значних інвестицій.

Для підвищення якості природоохоронної роботи в цілому та, зокрема, роботи в сфері охорони атмосферного повітря, необхідно постійно вдосконалювати законодавчу та нормативну базу; розвивати наукову базу; посилити контроль за дотриманням стандартів якості повітря. Важливе значення набувають також практичні заходи з охорони атмосферного повітря: планування території населеного пункту та промислового майданчика; поліпшення благоустрою населених пунктів; удосконалення технологічних процесів і газоочисних установок на виробництві.

Рішенням проблем екологічного моніторингу є:

- створення єдиного нормативно-методичного забезпечення контролю якості елементів довкілля;
- створення узгодженої взаємодії між суб'єктами моніторингу;
- підвищення оперативності та якості інформаційного обслуговування суб'єктів моніторингу та державних органів влади;
- створення умов для управління екологічними даними єдиної інформаційно-аналітичної системи;
- створення екологізації діяльності суб'єктів господарювання;
- забезпечення доступу населення до екологічної інформації.

Важливою умовою сталого регіонального розвитку є екологізація процесів виробництва, перехід системи господарського відтворення людства на принципи, які відповідають завданню збереження навколишнього середовища.

Екологізація виробництва – це поступове розширення дії екологічних пріоритетів у виробничій діяльності, підвищення екологічної освіченості й свідомості управлінського персоналу, проникнення екологічних нововведень у виробництво, екологічна модернізація виробництва.

Атрибутами екологічного підприємництва є:

- домінування частки екологічної корисності в загальній корисності товару;
- задоволення екологічних потреб (з позиції споживачів);
- отримання доходу від «реалізації» екологічної корисності (з позиції підприємців);
- ресурси екологічної системи розглядаються як фактори, що впливають на потреби споживачів.

Екологічно орієнтоване управління виробництвом являє собою систему планування та контролю на різних етапах:

1) складання виробничої програми. Якщо це нове підприємство, то програма передбачає послідовність дотримання стадій проектування, експертизи, отримання дозвільної документації і т.д. Якщо модернізується старе підприємство, мова йде про зняття з виробництва екологічно шкідливої продукції, заміни застарілого обладнання і старої технології на нову;

2) календарне планування підготовки та перевірки стану роботи обладнання;

3) виробничий контроль;

4) планування та контроль якості.

Екологізація виробництва може здійснюватися різними шляхами:

- впровадженням раціонального природокористування (заощадження природних ресурсів, економія витрат сировини, палива та енергії тощо) та

- проникненням екологічних нововведень у промисловість (виробництво продукції тривалого і багаторазового використання, споживання відновних природних ресурсів взамін невідновних, комплексне перероблення сировини та утилізація відходів виробництва і споживання, мінімізація розсіюваних і невідновних відходів, використання нетрадиційних джерел енергії тощо).

- вдосконалення і модернізація технології виробництва, у тому числі уловлювання викидів, комплексна переробка відходів та використання продуктів переробки як вторинної сировини;

- очищення викидів і скидів від забруднення;

- виробництво обладнання та устаткування для здійснення екологічно безпечних (“зелених”) технологій.

Також одним з елементів вирішення проблеми забезпечення нормативного стану навколишнього середовища є впровадження елементів «більш чистого виробництва».

Під екологічно чистими технологіями розуміють технології - що забезпечують захист навколишнього середовища, мінімальний рівень забруднення, раціональне використання природних ресурсів, вторинну переробку значної частини відходів.

Для того, щоб визначити можливість виробництва товарів і послуг із мінімальним впливом на навколишнє середовище, підприємству необхідно мати такі ознаки:

- використання меншої кількості сировини;
- використання матеріалів, що утилізуються;
- скорочення кількості типів матеріалів для спрощення утилізації відходів;
- скорочення використання пакувальних матеріалів;
- використання джерел енергії, що оновлюються;
- відмова від пластиків і розчинів, що містять хлор;
- скорочення споживання енергії та природних ресурсів;
- скорочення кількості відходів;
- застосування компонентів, які можна використовувати повторно;
- зниження рівня шуму та розповсюдження запахів.

Найбільш характерними ознаками екологічно чистого виробництва є:

- інноваційний підхід до розв'язання екологічних проблем протягом життєвого циклу продукції, а також усіх параметрів, що входять до системи виробництва;

- покращення екологічних параметрів, які інтегруються в базових показниках продукції, технології та послуг;

- оптимізація виробництва з метою зменшення обсягів споживання сировини, матеріалів та енергоносіїв, рециркуляції та повнішого використання матеріалів;

- зменшення обсягів утворення відходів, їх переробки та використання;

- використання відходів одного виробництва як сировини для іншого.

Стратегія екологічно чистих виробництв (ЕЧВ) є однією з найоптимальніших в умовах ринкової економіки, оскільки забезпечує подвійних вигравш: з одного боку, відбувається покращення стану довкілля шляхом удосконалення технологій, підвищення якості продукції, з іншого – зменшення рівня забруднення.

Екологічні інновації стратегії ЕЧВ за напрямками застосування розділяють на два типи:

- спрямовані на раціональне залучення в суспільне виробництво нових природних сил та ресурсів, більш ефективно їх використання для задоволення потреб суспільства, іншими словами, такі, що оптимізують використання природного капіталу – екологічні інновації першого типу;

- спрямовані на ліквідацію шкідливих наслідків виробництва і життєдіяльності, а також інших інновацій – військових, технологічних, соціально-політичних і т. ін., які поліпшують умови життя людей та існування екосистем, зберігають природний капітал – екологічні інновації другого типу.

Стратегія ЕЧВ, як і інші інноваційні стратегії, спрямована на створення ефективних механізмів збереження, ефективного використання науково-технічного потенціалу; ефективне впровадження та використання нових технологій, товарів та послуг, а також на трансферт знань, інформації та наукомісткого продукту, підвищенні енергоефективності економіки.

Успішна реалізація стратегії ЕЧВ на вітчизняних підприємствах сприятиме:

- впровадженню системного удосконалення технологічної, економічної та екологічної діяльності з метою екологізації виробництв;

- інтеграції Концепції ЕЧВ у програми структурної перебудови підприємств;

- удосконаленню організаційних заходів та створенню систем екологічного менеджменту;

- створенню та розвитку сучасних систем управління навколишнім середовищем з наступною сертифікацією по вітчизняним та міжнародним стандартам;

- реалізації принципів сталого розвитку та «зеленої» економіки.

Таким чином, впровадження стратегії ЕЧВ забезпечить оптимізацію економічних та екологічних інтересів підприємств, які повністю відповідають принципам економіко-екологічного підходу до управління, здатні прискорити інноваційний розвиток і підвищити конкурентоспроможність підприємств на внутрішніх та зовнішніх ринках.

На сьогодні для впровадження програм ЕЧВ необхідна ініціатива з боку регіональних та місцевих виконавчих органів, зокрема, поширення інформації про ефективність реалізації програм ЕЧВ; ініціатива по залученню передових підприємств для організації пілотних програм ЕЧВ; стимулювання підприємств, що впроваджують ЕЧВ; організація навчальних семінарів на підприємствах які мають програми ЕЧВ; розробка регіональної цільової програми з впровадження та реалізації програм ЕЧВ.

8 ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

8.1 Розрахунок економічного збитку від забруднення атмосферного повітря

Розрахунок проводимо для виробництва нітратної кислоти, як найбільш близько розташованого до міста.

Вихідні дані для розрахунку економічного збитку від забруднення атмосферного повітря:

1. Район розташування підприємства – південніше 48,95° с.ш.
2. Площа підприємства – 15000 м².
3. Кількість опадів у рік – менш 472 мм.
4. Середньорічний модуль швидкості вітру – 2,4 м/сек.
5. Середньорічна температура повітря +10 °С.
6. Роза вітрів – відносно близька до кругової.
7. Середньорічні дані з напрямку вітру:
 - 33 % південно-східне – убік міста,
 - 33% південне – убік дачних ділянок,
 - 34% – північно-західне – убік лісів 1-ої категорії.
8. Підприємство розташоване в межах міста.
9. Щільність населення 28,5 осіб/га
10. Кількість джерел викидів - 1.
11. Висота джерела викиду 155 м.
12. Середньорічна температура в усті приведенного джерела викидів +185°С

Перелік речовин, що викидаються в атмосферне повітря підприємством наведено в табл. 8.1.

Таблиця 8.1 – Перелік речовин, що викидаються підприємством та їх склад.

Найменування шкідливих речовин, що викидаються підприємством	Склад викидів до впровадження заходу, т/рік
Оксиди азоту	56,5
Аміак	20,9
Оксид вуглецю	68,6

Економічна оцінка збитку, що спричиняється річними викидами забруднень в атмосферне повітря, для окремого джерела визначається за формулою:

$$Y_a = \gamma \cdot \sigma \cdot f \cdot M, \quad (8.1)$$

де Y_a - збиток від забруднення атмосферного повітря, грн./рік;

γ - константа, що показує розмір шкоди, яка завдається при надходженні в природне середовище 1т умовної забруднюючої речовини, грн./ум. т;

σ - безрозмірна величина, показник відносної небезпеки забруднення атмосфери промисловими викидами в межах окремих територій, що називають зонами активного забруднення (ЗАЗ);

f - коефіцієнт розсіювання домішок в атмосфері, який залежить від фракційного складу;

M - маса домішок, що викидаються джерелом в атмосферне повітря.

Зона активного забруднення (ЗАЗ) неоднорідна, тому для визначення σ використовуємо наступну формулу:

$$\sigma = \frac{S_n}{S_o} \cdot \sigma_n + \frac{S_m}{S_o} \cdot \sigma_m + \frac{S_d}{S_o} \cdot \sigma_d + \frac{S_l}{S_o} \cdot \sigma_l, \quad (8.2)$$

де S_o - площа загальної зони забруднення, м²;

S_n - площа промислової зони забруднення, м²;

S_m - площа забруднення міста, м²;

S_l - площа лісів 1-ої категорії, м²;

S_d - площа дачних ділянок, м².

Оскільки висота h приведеного джерела викидів в атмосферу дорівнює 155 м, то для визначення площі ЗАЗ (S_o) знаходимо наступні параметри:

- внутрішній діаметр ЗАЗ, який розраховується за формулою:

-

$$r_{\text{внутр.}} = 2 \cdot \varphi \cdot h, \quad (8.3)$$

- зовнішній діаметр ЗАЗ, який розраховується за формулою:

$$r_{\text{зовн.}} = 20 \cdot \varphi \cdot h, \quad (8.4)$$

де φ – безрозмірний температурний коефіцієнт;

h - висота джерела викиду, м.

Безрозмірний коефіцієнт φ визначається за формулою:

$$\varphi = 1 + \frac{\Delta T}{75^0}, \quad (8.5)$$

де ΔT - середньорічне значення різниці температур в усті приведенного джерела викидів, $\Delta T = 185^\circ\text{C}$.

$$\varphi = 1 + \frac{185}{75} = 3,47.$$

Тоді згідно формул (8.3) та (8.4):

$$r_{\text{внутр.}} = 2 \cdot 3,47 \cdot 155 = 1075,7 \text{ м};$$

$$r_{\text{зовн.}} = 20 \cdot 3,47 \cdot 155 = 10757 \text{ м}.$$

Площа зони (кільця) ЗАЗ розраховується за наступною формулою:

$$S_o = \pi \cdot (R^2 - r^2), \quad (8.6)$$

де R - зовніш діаметр ЗАЗ, м;

r - внутрішній діаметр ЗАЗ, м.

$$S_o = 3,14 \cdot (10757^2 - 1075,7^2) = 359705584,12 \text{ м}^2.$$

Згідно вихідних даних $S_n = 15000 \text{ м}^2$.

На підставі середньорічних даних по напрямку вітру знаходимо площі забруднення міста (S_m), дачних ділянок (S_d), лісів 1-шої категорії (S_l):

$$S_m = (359705584,12 - 15000) \cdot 0,33 = 11869789276 \text{ м}^2;$$

$$S_d = (359705584,12 - 15000) \cdot 0,33 = 11869789276 \text{ м}^2;$$

$$S_l = (359705584,12 - 15000) \cdot 0,34 = 1222947986 \text{ м}^2.$$

Тоді згідно формули (8.2) зона активного забруднення буде дорівнювати:

$$\sigma = \frac{15000}{3597055842} \cdot 4 + \frac{11869789276}{3597055842} \cdot 0,1 \cdot 28,5 + \frac{11869789276}{3597055842} \cdot 8 + \frac{11222947986}{3597055842} \cdot 0,2 = 3,6485.$$

Безрозмірний коефіцієнт f , що враховує характер розсіювання домішок в атмосфері, знаходимо за наступною формулою, приймаючи в увагу, що шкідливі викиди, що розглядаються, складаються в основному з газоподібних і дрібнодисперсних домішок з дуже малою швидкістю осідання (менш 1 м/с):

$$f = \frac{100}{100 + \varphi \cdot h} + \frac{4}{1 + U}, \quad (8.7)$$

де φ - безрозмірний температурний коефіцієнт;

h - висота джерела викиду, м;

U - середньорічний модуль швидкості вітру, м/с.

Приведену масу річного викиду забруднень від джерела визначаємо за наступним виразом:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (8.8)$$

де i - вид домішки, що викидається;

n - число домішок, що викидаються джерелом забруднення;

A_i - показник відносної агресивності домішки кожного виду, ум. т/рік;

m_i - маса домішки кожного виду, що викидається продуктом забруднення в атмосферне повітря, т/рік.

Показник агресивності середовища знаходимо за формулою:

$$A_i = a_i \cdot \alpha_i \cdot \delta_i \cdot \lambda_i \cdot \beta_i \quad (8.9)$$

де a_i - показник відносної небезпеки присутності домішки в повітрі, що вдихає людина;

α_i - виправлення, що враховує імовірність накопичення вихідної домішки чи домішки вторинних забруднень у компонентах навколишнього середовища, а також надходження в організм людини не інгаляційним шляхом і за рахунок харчування;

δ_i - виправлення, що враховує дію на різні реципієнти (крім людини);

λ_i - виправлення на імовірність вторинного закиду домішок в атмосферу після їхнього осідання на поверхні;

β_i - виправлення на імовірність утворення з вихідних домішок, викинутих в атмосферу, інших (вторинних) забруднень, більш небезпечних, чим вихідні.

Показник α_i визначається за формулою:

$$\alpha_i = \sqrt{\frac{60 \text{ мг/м}^3}{ГДК_{с.д.i} \cdot ГДК_{р.з.i}}}, \quad (8.10)$$

де $ГДК_{с.д.i}$ - середньодобова гранично допустима концентрація і-тої домішки в атмосферному повітрі населеного пункту, мг/м³;

$ГДК_{р.з.i}$ - гранично допустима концентрація і-тих домішок в повітрі робочої зони, мг/м³.

Значення поправочних коефіцієнтів приймаються згідно таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 - Довідкова таблиця для визначення поправочних коефіцієнтів

№ п/п	Група хімічних сполук	Характерні представники груп	Значення коефіцієнтів
α_i - поправочний коефіцієнт обліку імовірності нагромадження вихідної речовини в компонентах навколишнього середовища й за рахунок харчування, а також надходження в організм людини неінгаляційним шляхом			
1	Токсичні метали, їхні сполуки, реактивні речовини	Марганець, кобальт, нікель, хром, цинк, миш'як, срібло, кадмій, олово, свинець, сурма, ртуть, уран тощо	5
2	Інші метали, їхні сполуки, органічні сполуки, здатні накопичуватися в харчових ланцюгах, а також проникати через відкриті ділянки шкіри	Поліциклічні ароматичні сполуки (3,4-бензпірен, антрацен, нафталін, флуорен, піран, дифеніл і т.п. і їхні похідні), розчинники, а також сполуки натрію, калію, кальцію, магнію, барію, вольфраму, вісмуту, молібдену, кремнію, берилію, стронцію і т.п.	2
3	Для всіх інших речовин (що мають високу реакційну здатність)	Гази, кислоти, луги, альдегіди, кетони, сульфокислоти	1
δ_i – виправлення, що враховує активний вплив на різні реципієнти (будинки, спорудження, комунікації та інше), крім людини			
1	Легко дисоційовані кислоти, луги, галогени	Пари соляної, сірчаної, азотної, фосфорної, борної кислот; хлористий, фтористий водень; хлор, фтор, їдкий калій і натрій і т.п.	2
2	Інші газоподібні сполуки сірки, азоту, фтору	Оксиди сірки, азоту, сірковуглець, озон, добре розчинні сполуки фтору, фтороцтова, оцтова кислоти і т.п.	1,5
4	Інші з'єднання і домішки	Оксид вуглецю, поліциклічні вуглеводні, токсичні метали і їхні сполуки, легкі вуглеводні і т.п.	1

№ п/п	Група хімічних сполук	Характерні представники груп	Значення коефіцієнтів
λі – виправлення, що враховує імовірність вторинного закиду домішок в атмосферу (пил після осідання на поверхню ґрунту, устаткування, спорудження, листи дерев, траву і т.п.) з низькою реактивною здатністю			
1	В районах, що мають 400 мм опадів у рік	Тверді аерозолі, пил	1,2
2	В районах, що мають 400 мм і більш опадів у рік	Тверді аерозолі, пил	1
βі – виправлення, що враховує імовірність утворення чи надзвичайно високо небезпечного вторинного забруднення з поміркованого мало небезпечного з'єднання під дією визначених кліматичних умов при надходженні в атмосферу:			
1	Нафтопродуктів (бензину) і летких вуглеводнів на широті 45 ⁰ пш. і південніше		5
2	Низькомолекулярних граничних і неграничних вуглеводнів у тих же районах (п.1)		3
3	Нафтопродуктів і летких вуглеводнів північніше 45 ⁰ пш.		2
4	Для інших речовин		1

Отже, згідно формули (8.9) показник агресивності середовища буде дорівнювати:

- для оксидів азоту:

$$A_{o.a} = \sqrt{\frac{60}{0,06 \cdot 5}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 21,21;$$

- для аміаку:

$$A_a = \sqrt{\frac{60}{0,04 \cdot 20}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 10,39;$$

- для оксидів вуглецю:

$$A_m = \sqrt{\frac{60}{3 \cdot 20}} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

Отримані значення підставляємо в формулу (8.8):

$$M = (21,21 \cdot 56,5 + 10,39 \cdot 20,9 + 1 \cdot 68,6) = 148412 \text{ умов. т/рік.}$$

Еколого-економічний збиток від забруднення атмосферного повітря згідно формулі (8.1) буде дорівнювати:

$$Y_a = 2,4 \cdot 63,6485 \cdot 1,3332 \cdot 148412 = 1732567 \text{ грн./рік.}$$

Таким чином, збиток від забруднення атмосферного повітря м. Северодонецьк виробництвом нітратної кислоти становить 17325,67 грн.

8.2 Розрахунок збору за забруднення атмосферного повітря

Збір за забруднення довкілля - форма економічного платежу, що підлягає сплаті юридичними та фізичними особами на території України.

Суми збору за забруднення (Π_3) обчислюються платниками збору самостійно на підставі затверджених лімітів, виходячи з фактичних обсягів викидів, нормативів збору та коригуючих коефіцієнтів

Коригуючий коефіцієнт визначається чисельністю міста Северодонецьк та його народногосподарським значенням і дорівнює:

$$K_{кор}^{в.см} = K_{нас} \cdot K_{\phi}, \quad (8.11)$$

де $K_{нас}$ – коефіцієнт, який встановлюється в залежності від чисельності жителів населеного пункту; в даному випадку він дорівнює 1,2, так як чисельність населення м. Северодонецьк складає 150 тис. осіб;

K_{ϕ} - коефіцієнт, який встановлюється в залежності від народногосподарського значення населеного пункту; м. Северодонецьк відноситься до багатофункціонального центру, центру з перевагою промислових і транспортних функцій (обласного значення), $K_{\phi} = 1,25$.

$$K_{кор}^{в.см} = 1,2 \cdot 1,25 = 1,5.$$

Величина збору розраховується за формулою:

$$\Pi_3 = \left[\sum_{i=1}^n (H_i \cdot M_i) \right] \cdot K_{кор}, \quad (8.12)$$

де H_i – норматив збору, який сплачується за викиди, скиди та розміщення відходів однієї тони i -тої забруднюючої речовини, грн/т;

M_i – маса річного викиду в межах ліміту, т;

$K_{кор}$ – коригуючий коефіцієнт.

Згідно Податкового кодексу України нормативи збору за викиди забруднюючих речовин складають (грн/т): для оксидів азоту – $H_{о.а}=22,04$ грн; для аміаку $H_a=413,53$; для оксидів вуглецю $H_{о.в}=83,07$.

Маса річного викиду наведено у таблиці 8.1.

$$П_3 = [56,5 \cdot 22,04 + 20,9 \cdot 413,53 + 68,6 \cdot 83,07] \cdot 1,5 = 208376,5 \text{ грн.}$$

Збір за забруднення атмосферного повітря виробництвом нітратної кислоти дорівнює 208376,5 грн.

ВИСНОВКИ

Зростання антропогенного впливу на навколишнє середовище вимагає оволодіння різноплановою і детальною інформацією про нього, яка дає змогу не тільки оцінити реальну ситуацію, а й спрогнозувати стан середовища у перспективі, налагодити раціональну систему природоохоронної діяльності, контролю за станом екосистем.

Мережа спостережень і контролю забруднення атмосферного повітря є в сьогоденні і майбутньому єдиним експериментальним засобом оцінки стану забруднення атмосферного повітря і застосовності математичних моделей розсіювання домішок в атмосфері.

Необхідно проводити роботу з розробки Програми державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, метою якої є:

- створення мережі постів/станцій автоматичного контролю якості атмосферного повітря на території області;
- виявлення районів/місць забруднення атмосферного повітря;
- розроблення та впровадження місцевих планів поліпшення якості атмосферного повітря;
- інформування населення про якість атмосферного повітря в реальному часі в онлайн режимі.

З врахуванням даних комплексного обстеження стану забруднення атмосферного повітря на території міста повинна розроблятися програма оптимізації мережі спостережень. Важливими є вибірка та статистична обробка даних експериментальних спостережень.

Для удосконалення організації спостережень стану атмосферного повітря і контролю викидів повинні використовуватися методи математичного моделювання, оцінки забруднення снігового покриву, аерокосмічні та лазерні дистанційні методи.

АНОТАЦІЯ

Проблема забруднення навколишнього середовища, особливо повітряного басейну не стає менш актуальною з плином часу. Основою для її рішення є розвиток і вдосконалення систем екологічного моніторингу, здійснюваного на сучасній організаційно-технологічній базі. Основними напрямками методичного забезпечення є аналіз наявності забруднюючих речовин у повітрі. Для вирішення цих завдань необхідна адекватна сучасна приладно-апаратна база.

АННОТАЦИЯ

Проблема загрязнения окружающей среды, в особенности воздушного бассейна не становится менее актуальной с течением времени. Основой для ее решения служит развитие и совершенствование систем экологического мониторинга, осуществляемого на современной организационно-технологической базе. Основными направлениями методического обеспечения являются анализ наличия загрязняющих веществ в воздухе. Для решения этих задач необходима адекватная современная приборно-аппаратная база.

ABSTRACT

The problem of environmental pollution, particularly air pollution does not become less relevant with the passage of time. The basis for its decision serves as a development and perfection of systems of ecological monitoring, carried out on modern organisational and technological basis. The main directions of methodological support are the analysis of dust pollution and the availability of polluting substances in the air. To solve these tasks, we need adequate to the modern instrument-hardware base.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дорогунцов С.І. Екологія: Підручник / С.І. Дорогунцов, К.Ф. Коценко, М.А. Хвесик та ін. - К.: КНЕУ, 2005. - 371 с.
2. Екологія: підручник для студентів вищих навчальних закладів / кол. авторів; за загальною ред. О. Є. Пахомова; худож.-оформлювач Г. В. Кісель. - Харків: Фоліо, 2014. - 666 с.
3. Екологія : навч.-метод. посіб. / Володимир Худоба, Юлія Чикайло. – Львів : ЛДУФК, 2016. – 92 с.
4. Промислова екологія: навчальний посібник / С.О. Апоталюк, В.С. Джигірей та ін. – К.: Знання, 2012. – 430 с.
5. Звіт про стратегічну екологічну оцінку регіональної програми «Питна вода Луганщини» на 2021-2024 роки», 2020 – 29 с.
6. Мохонько В.І. Фізико-географічна і кліматична характеристика Северодонецька [Електронний ресурс] / В.І. Мохонько. – 2015. – URL: <http://svsever.lg.ua>
7. Мохонько В.І. Аналіз стану повітряного середовища міста Северодонецька за даними моніторингу [Електронний ресурс] / Мохонько В.І., Блінова Н.К., Суворін О.В. – URL: <http://www.rusnauka.com>
8. Северодонецк [Електронний ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org>
9. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Луганській області у 2019 році. // Департамент екології та природних ресурсів Луганської обласної державної адміністрації. – 2020. – 208 с.
10. ЧАО «Северодонецкое объединение Азот» [Електронний ресурс] – URL: <http://www.azot.lg.ua>
11. ПрАТ «Северодонецьке об'єднання Азот» – найбільше хімічне виробництво України та Європи [Електронний ресурс] – URL: <http://www.ostchem.com>
12. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственная компания Алвиго-КС» [Електронний ресурс] – URL: <http://nastart.com.ua>

13. ЧАО «СНПО «Импульс» [Електронний ресурс] – URL: <https://sd.ua/impuls>
14. Северодонецкая ТЭЦ [Електронний ресурс] – URL: <https://ru.wikipedia.org>
15. Влияние вредных выбросов ТЭЦ на атмосферу [Електронний ресурс] – URL: <http://www.newecologist.ru>
16. Влияние гальванических производств на окружающую среду [Електронний ресурс] – URL: <http://mirznanii.com>
17. Чернишов О. Вплив транспорту на екологію міста. Аналіз та стратегії для України. – Харків. – 24 с.
18. Гутаревич Ю.Ф. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник 2-ге вид., перероблене та доповнене / Ю.Ф. Гутаревич. – К.: Арістей, 2008. – 296 с.
19. Джерела забруднення повітря в містах [Електронний ресурс] – URL: <http://myhelper.com.ua>
20. Перечень веществ подлежащих контролю [Електронний ресурс] – URL: <http://lektsii.org>
21. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : підруч. / Г. І. Гринь, В. І. Мохонько, О. В. Суворін та ін. – Северодонецьк : в-во СНУ ім. В. Даля, 2019. – 420 с.
22. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище: навч. посібник / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., МАСІКЕВИЧ Ю.Г., ГРИНЬ С.О. та ін. За ред. проф. Ю.Г. Масікевича та проф. В.Ф. Моїсеєва – Чернівці: Зелена Буковина, 2005. – 284 с.
23. Шмандій В. М., Клименко М.О., Голік Ю.С., Прищепа А.М., Бахарев В.С., Харламова О. В. Екологічна безпека: Підручник / В. М. Шмандій, М.О. Клименко, Ю.С. Голік, А.М. Прищепа, В.С. Бахарев, О.В. Харламова. – Кременчук: КНУ, 2011. – 337 с.
24. Техноекотолія: навч. посібник / Масікевич Ю.Г., Гринь Г.І., Солодкий В.Д. та ін. – Чернівці: Зелена Буковина, 2006. – 192 с.

25. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс: Навчальний посібник у 2 ч. Частина 1. Урбоекосистеми. – Чернівці: Книги–ХХІ, 2008. – 342 с.
26. Экология города: Учебник / Под ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464с.
27. Клименко М.О. Моніторинг довкілля : підручник / М. О. Клименко, А. М. Прищеп, Н. М. Вознюк. - Київ : Академія, 2006. - 360 с.
28. Положення «Про державну систему моніторингу довкілля», затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998 р. N 391.
29. Електронний ресурс <http://myhelper.com.ua/index.php?newsid=28661>
30. Електронний ресурс <http://buklib.net/books/23920/>
31. Електронний ресурс http://manyava.ucoz.ua/publ/monitoring_atmosfernogo_povitrja/14-1-0-443
32. Фурдичко О.І. Нормування антропогенного навантаження на навколишнє природне середовище / О.І. Фурдичко, В.П. Славов, А.П. Войцицький. – К: Основа, 2008. – 356 с.
33. Електронний ресурс http://om.net.ua/9/9_8/9_86078_posledstviya-zagryazneniya-vozdushnoy-sredi.html
34. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О., Мокін В. Б. та ін.]; за ред. проф. В.М. Боголюбова. Вид. 2-ге, переробл. і доповн. – Київ: НУБіПУ, 2018. – 435 с.
35. Закон України «Про охорону атмосферного повітря». – К., 1992.
36. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text>
37. Постанова КМУ «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#n18>
38. Кононенко О.Ю. Актуальні проблеми сталого розвитку: навчально-методичний посібник / О.Ю. Кононенко. – К.: ДП «Прінт сервіс», 2016. – 109 с.

39. Керівні нормативні документи (КНД 211.0.1.101-02) «Положення про порядок інформаційної взаємодії органів Мінекоресурсів України та інших суб'єктів системи моніторингу довкілля при здійсненні режимних спостережень за станом довкілля» / Варламов Є. М., Єрмоленко Ю. В., Юрченко Л. Л., Шпаківський Р. В – К. : Мінекоресурсів, 2002. - 11 с.
40. Руденко С.С. Костишин С.С., Морозова Т.В. Загальна екологія. Практичний курс: Навчальний посібник у 2 ч. Частина 1. Урбоекосистеми. – Чернівці: Книги–ХХІ, 2008. – 342 с.
41. Экология города: Учебник / Под ред. Ф.В. Стольберга. – К.: Либра, 2000. – 464с.
42. Методичні вказівки до виконання і оформлення дипломних проектів (робіт) (для здобувачів вищої освіти спеціальності 101 Екологія освітнього ступеня бакалавр) / Укладачі Мохонько В.І., Блінова Н.К., Ожередова М.А. – Сєверодонецьк: Вид-во СНУ ім. В. Даля, 2020. – 67 с.