

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра екології та природнозахисних технологій

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
зі спеціальності 101 «Екологія»**

**Тема: «Оцінка якості атмосферного повітря у районі коксохімічного
виробництва м. Дніпро»**

Завідувач кафедри

Пляцук Л.Д. _____
(підпис)

Керівник проекту

Фалько В.В. _____
(підпис)

Консультанти:

з охорони праці

Васькін Р.А. _____
(підпис)

з економічної частини

Павленко О.О. _____
(підпис)

Виконавець
студент групи ЕК.мз-91с

Катриченко А.К. _____
(підпис)

Суми 2020

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної екології
Спеціальність 101«Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

“ _____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРУ
Катриченко Анастасії Костянтинівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту (роботи) **Оцінка якості атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро**

затверджена наказом по університету від «01» _ грудня_ 2020 р. №2318-П

2 Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _14 грудня 2020 р.

3 Вихідні дані до проекту (роботи)дані викидів стаціонарних джерел коксохімічного виробництва ПАТ «Дніпровський металургійний завод», Закон України «Про охорону атмосферного повітря», Директива 2008/50/ЕС, статистичні матеріали.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) аналіз стану атмосферного повітря в Україні та проблеми щодо його забруднення, основні методи дослідження та показники забруднення атмосферного повітря, визначити комплексний індекс забруднення атмосфери досліджуваного виробництва та провести оцінку гарантованої якості атмосферного повітря, надати пропозиції щодо її забезпечення.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) джерела забруднення атмосферного повітря, значення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) в найбільш забруднених містах України, динаміка та обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Дніпропетровської області, комплексний індекс забруднення атмосфери, результати його розрахунку для території, що досліджується, метод оцінки гарантованої якості атмосферного повітря за дослідними даними, оцінка гарантованої якості атмосферного повітря за дослідними даними, пропозиції щодо її забезпечення .

6 Консультанти з проекту (роботи), із значенням розділів проекту, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Економічна частина			

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Номер по порядку	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Розділ 1	1-2 тиждень	
2	Розділ 2	2-3 тиждень	
3	Розділ 3	3-4 тиждень	
4	Розділ 4, 5	4-5 тиждень	
5	Оформлення роботи	6 тиждень	

7 Дата видачі завдання _____ 7 вересня 2020 р. _____

Студент-магістрант _____
(підпис)

Керівник проекту _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 49 найменувань. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 88 стор., у тому числі 10 таблиць, 8 рисунків, 2 додатки, список використаних джерел на 6 сторінках.

Мета роботи. Метою роботи є оцінка забруднення атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро та визначення показника гарантованої якості атмосферного повітря, що з високою імовірністю забезпечує відсутність перевищення концентраціями ЗР своїх ГДК_{мр} і ГДК_{сд}.

Відповідно до поставленої мети було вирішено такі завдання:

- Аналіз стану атмосферного повітря та рівні його забруднення в Україні, Придніпровському регіоні та м. Дніпро;
- Визначення комплексного індексу забруднення атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро;
- Визначення показника гарантованої якості атмосферного повітря та рекомендації щодо її забезпечення.

Предметом дослідження є аналітичні дані про вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро, отримані на стаціонарних постах спостереження; комплексний показник індексу забруднення атмосфери міста та забезпечення гарантованої якості атмосферного повітря, як захід досягнення екологічної безпеки.

Об'єктом дослідження є атмосферне повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро.

Методи дослідження. Методологічною основою роботи є теоретичні основи екології, стохастичний підхід в аеродинаміці приземного шару атмосфери, теорія ймовірностей та математична статистика, теоретичний аналіз статистичних даних з подальшим їх узагальненням та прогнозуванням.

Апробація роботи пройшла на VII Всеукраїнській науково-технічній конференції «Сучасні технології у промисловому виробництві», яка проходила у м. Суми 21-24 квітня 2020 р.

Ключові слова: ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ІНДЕКС ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ, КОКСОХІМІЧНЕ ПІДПРИЄМСТВО, ГАРАНТОВАНА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
Розділ 1 АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ ТА ПРИЧИНИ ЙОГО ЗАБРУДНЕННЯ.....	10
1.1 Забруднення повітря як основний фактор ризику для здоров'я.....	10
1.2 Міжнародна законодавча база з контролю якості атмосферного повітря.....	20
1.3 Екологічна політика України у сфері охорони атмосфери.....	22
1.4 Управління якістю атмосферного повітря.....	23
Розділ 2 ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ ТА ПРИДНІПРОВСЬКОМУ РЕГІОНІ.....	28
2.1 Загальний огляд стану забруднення атмосферного повітря в Україні.....	28
2.2 Стан забруднення атмосферного повітря Придніпровського регіону.....	35
2.3 Основні методи дослідження та показники забруднення атмосферного повітря.....	39
2.4 Метод оцінки гарантованої якості атмосферного повітря за дослідними даними.....	44
Розділ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КОМПЛЕКСНОГО ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ТА ГАРАНТОВАНОЇ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	49
3.1 Обґрунтування вибору коксохімічного підприємства у якості цілі дослідження.....	49
3.2 Визначення комплексного індексу забруднення атмосфери у районі ПАТ «ДМЗ», м. Дніпро.....	52
3.3 Результати оцінки гарантованої якості атмосферного повітря над прилеглою територією до ПАТ «ДМЗ», м. Дніпро.....	60
Розділ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	64
Розділ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	68
5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на коксохімічному виробництві.....	68
5.2 Порядок проведення евакуації співробітників виробництва у разі виникнення надзвичайної ситуації.....	70
ВИСНОВКИ.....	75
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	77
ДОДАТКИ.....	83

Підп. і дата
Інв. № докл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № докл.

ЕК19320046				
Вип.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дат.
Розроб.		Катриченко А.К.		
Перев.		Фалько В.В.		
Н.Конт		Васькін		
Затв.		Пляцук		
Оцінка якості атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро			Літ.	Арквш
				4
			СумДУ, ЦЗДВН гр. ЕК.мз.-91с	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

CO₂ – діоксид вуглецю;
 CO – монооксид вуглецю;
 NO₂ – діоксид азоту;
 SO₂ – діоксид сірки;
 O₃ – озон;
 PM – тверді пилові частинки;
 PM_{2.5} – тверді частинки пилю < 2,5 мкм;
 PM₁₀ – тверді частинки пилю < 10 мкм;
 ГДК – гранично допустима концентрація;
 ГДК_{мр} – гранично допустима концентрація максимально разова;
 ГДК_{сд} – гранично допустима концентрація середньодобова;
 ГДЕН – гранично допустиме екологічне навантаження;
 ГДВ – гранично допустимі викиди;
 ІЗА – індекс забруднення атмосфери;
 ЛОС – леткі органічні сполуки;
 КМУ – Кабінет Міністрів України;
 мкг/м³ – мікрограм на метр кубічний;
 мг/м³ – міліграм на метр кубічний;
 ЄС – Європейський Союз;
 ЗР – забруднюючі речовини;
 ВЗ – високе забруднення;
 ВП – виробниче підприємство;
 АТ – акціонерне товариство;
 ПАТ – публічне акціонерне товариство;
 ПРАТ – приватне акціонерне товариство;
 КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери;
 ∑ – сума;

Підп. і дата	
Інв. № ДУБЛ.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					EK19320046	Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		5

ДМЗ – Дніпровський металургійний завод;

ДКХЗ – Дніпровський коксохімічний завод.

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Підп. і дата	EK19320046	Арк
						6
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

ВСТУП

Проблема забруднення повітря є однією з лідируючих у світі причин захворювання та передчасної смерті людей. За даними «Global burden of disease», Інституту метрики та оцінки здоров'я(ІНМЕ), лише у 2017 році від забрудненого повітря померло близько 4,9 млн. людей. Це складає приблизно 9% смертей в усьому світі щорічно. Також забруднення атмосферного повітря є одним з основних факторів ризику для багатьох захворювань. Показники смертності від забруднення повітря найвищі у країнах з низьким та середнім рівнями економічного розвитку, з відмінностями у декілька порядків. У глобальному плані, відносна статистика смертей від забруднення повітря йде на спад. Така динаміка, передовсім, є результатом прогресу у боротьбі з проблемою, але це далеко не означає, що всі аспекти даної проблеми вже подолано. У більшості країн конкретна кількість смертей, навпаки, збільшується. Причинами цьому є швидкий ріст та демографічне «старіння» населення.

Якість атмосферного повітря – один із найважливіших, життєво необхідних екологічних чинників, від якого залежать колообіги хімічних елементів, життєдіяльність живих організмів, функціонування біосфери[19].

Україна є однією з урбанізованих країн Європи та світу. За даними перепису населення 2001 року, частка міського населення України складала 67,2%, а за даними Держкомстату України на 1 січня 2013 року – вже 68,9%. Отже, екстраполюючи, можна передбачити, що у 2020 році частка міського населення складе приблизно 69,8%. Тож, незважаючи на стрімке скорочення загальної чисельності населення у останні приблизно два десятиліття, процеси урбанізації протікають невинно. Цим забезпечується **актуальність роботи**, адже частка населення, що піддається впливу забрудненого повітря висока та постійно збільшується.

Робота виконується згідно рекомендацій директиви 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

EK19320046

Арк

7

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

Для коректного розуміння та відображення проблеми важливим інструментом є оцінка якості атмосферного повітря. Основними індикаторами при оцінюванні якості атмосферного повітря є концентрації п'яти забрудників:

- Діоксид азоту (NO_x)
- Діоксид сірки (SO₂)
- Озон (O₃)
- Тверді частинки пилу < 2,5 мкм (PM_{2.5})
- Тверді частинки пилу < 10 мкм (PM₁₀)

Також поширеними небезпечними забрудниками є чадний газ (CO), леткі органічні сполуки, такі як бензин та важкі метали, такі як свинець.

Метою роботи є оцінка забруднення атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро та визначення показника гарантованої якості атмосферного повітря, що з високою імовірністю забезпечує відсутність перевищення концентраціями ЗР своїх ГДК_{мр} і ГДК_{сд}.

Для досягнення мети вирішувались такі **завдання**:

- Аналіз стану атмосферного повітря та рівні його забруднення в Україні, Придніпровському регіоні та м. Дніпро;
- Визначення комплексного індексу забруднення атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро;
- Визначення показника гарантованої якості атмосферного повітря та рекомендації щодо її забезпечення.

Об'єкт дослідження – атмосферне повітря у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро.

Предмет дослідження – аналітичні дані про вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі у районі коксохімічного виробництва м. Дніпро, отримані на стаціонарних постах спостереження; комплексний показник індексу забруднення атмосфери міста та забезпечення гарантованої якості атмосферного повітря, як захід досягнення екологічної безпеки.

Підп. і дата
Інв. №Дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв. №подл.

						EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			8

Методи дослідження: теоретичні основи екології, стохастичний підхід в аеродинаміці приземного шару атмосфери, теорія ймовірностей та математична статистика, теоретичний аналіз статистичних даних з подальшим їх узагальненням та прогнозуванням.

Наукова новизна одержаних результатів: Визначено комплексний індекс забруднення атмосфери та показник гарантованої якості атмосферного повітря у районі коксохімічного виробництва, м.Дніпро.

Практичне значення одержаних результатів: Відомості, отримані у результаті досліджень, можуть бути використані при більш широкому аналізі якості повітря м. Дніпро та забезпеченні його гарантованої якості.

Апробація роботи пройшла на VII Всеукраїнській науково-технічній конференції «Сучасні технологіїу промисловому виробництві», яка проходила у м. Суми 21-24 квітня 2020р.

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Підп. і дата	EK19320046				Арк
					Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	9

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ ТА ПРИЧИНИ ЙОГО ЗАБРУДНЕННЯ

1.1 Забруднення повітря як основний фактор ризику для здоров'я

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, забруднення повітря є одним з основних факторів ризику для здоров'я, пов'язаних з навколишнім середовищем. Встановлено, що 91 % світового населення проживає у районах, де рівень забруднення атмосферного повітря перевищує допустимі рівні, а дев'ять з десяти людей дихають повітрям з високими концентраціями забруднюючих речовин [7, 45]. Чим нижче рівні забруднення повітря, тим менше серцево-судинних і респіраторних захворювань як в тривалій, так і в короткостроковій перспективі [23].

Згідно Закону України «Про охорону атмосферного повітря» атмосферне повітря - життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень [19].

Як зазначається в Законі України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», однією з найважливіших проблем охорони природи в Україні є забруднення атмосферного повітря. На сьогодні рівень забруднення атмосферного повітря великих міст і промислових регіонів є високим, незважаючи на спад виробництва в Україні [18].

Зовнішнє забруднення повітря походить з природних та антропогенних джерел (рисунок 1.1). Атмосферні забруднювачі за походженням можуть бути первинними (відходи підприємств, автомобільних двигунів) і вторинними, що утворюються у вільній атмосфері в результаті хімічних, фотохімічних, фізико-хімічних реакцій між забруднюючими речовинами та компонентами атмосфери.

Зважаючи на те, що природні джерела значно сприяють забрудненню повітря у посушливих регіонах більш схильних до лісових пожеж та пилових

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

10

бур, антропогенні чинники становлять набагато більший об'єм забруднення повітря, особливо у густонаселених індустріальних регіонах.

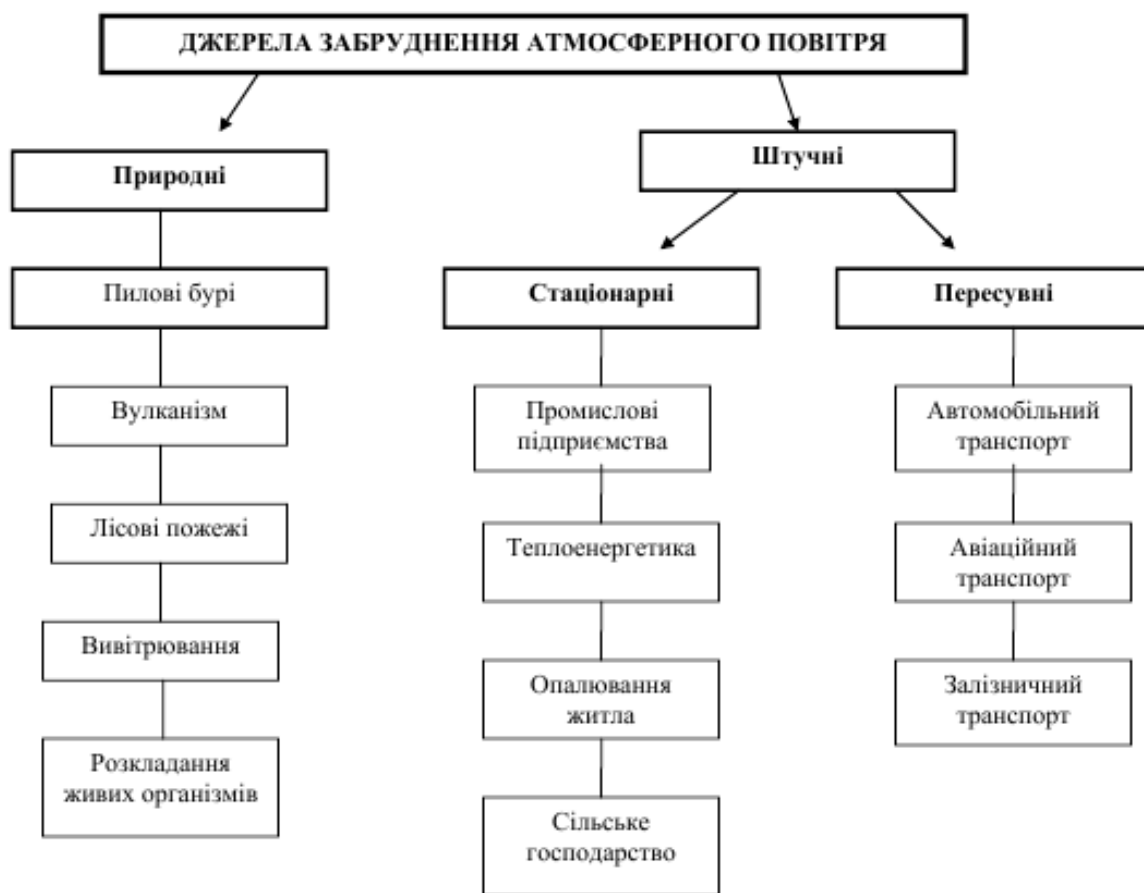


Рисунок 1.1 – Джерела забруднення атмосферного повітря

Основними антропогенними чинниками зовнішнього забруднення атмосферного повітря є:

- згоряння пального для автотранспорту;
- важка промисловість;
- виробництво тепла та електроенергії;
- накопичення та спалення твердих побутових відходів(ТПВ);
- побутові процеси, що споживають забруднююче атмосферу паливо

(обігрів осель, приготування їжі, тощо).

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

У дослідженні чинників забруднення повітря у містах розрізняють джерела стаціонарні та пересувні. Точкове стаціонарне джерело забруднення – це джерело, яке базується на певній території та спричиняє викиди ЗР з відносно невеликої точки. До них відносять - димові труби заводів, котельнь, теплоелектростанцій, технологічних установок, печей і сушарок, аспіраційні системи, дефлектори, витяжки, вентиляційні стволи вугільних і рудних шахт і т.п. Основними речовинами, які викидають стаціонарні джерела - це SO₂, NO₂, РМ (пил, зола), та менше CO, феноли, H₂SO₄(сірчана кислота) та інші забрудники повітря у залежності від об'єкта [3].

В Україні викиди ЗР в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у розрізі видів економічної діяльності за регіонами розподіляються наступним чином: у Західному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин (73%) в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря; у Північному регіоні половину викидів забруднюючих речовин (54%) в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря. Переробна промисловість є на другому місці (20%). У Східному регіоні крім постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (38%), суттєву роль в забрудненні повітря відіграє – добувна промисловість (23%) і розроблення кар'єрів (23%). У Південному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (41%) та на переробну промисловість (39%). У Центральному регіоні найбільша кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел припадає на переробну промисловість (45%). Друге місце поділяють: постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря (23%) і добувна промисловість і розроблення кар'єрів (23%) [40].

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

					EK19320046	Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		12

Під забрудненням урбанізованих територій розуміють зміни, внесені у навколишнє середовище людською діяльністю, що впливають на органічний світ. Розрізняють прямі, непрямі, позитивні та негативні впливи. Прямий – спрямований на живі організми; непрямий – зміна клімату, фізичного та хімічного стану атмосфери, водойм, будови поверхні землі, рослинного та тваринного світу; негативні – пригнічення або вимирання організмів; позитивні – створюють сприятливі умови для розвитку інших організмів [13, 16].

Урбанізація, яка призводить до перенаселення та критичної залежності від індивідуального автотранспорту також є ключовим чинником у збільшенні викидів забруднюючих речовин в атмосферу. В повітрі урбанізованих регіонів за умов недостатньої природної вентиляції накопичуються значні об'єми шкідливих речовин, що спричиняє значний негативний ефект на здоров'я населення. Кожного дня з цією проблемою стикаються мешканці великих промислових міст. В Україні рівень забруднення атмосферного повітря для більшості великих промислових міст характеризується як високий або дуже високий. Наявність більшості основних забрудників, які за своїми концентраціями значно перевищують ГДК. Також, зважаючи на те, що урбанізовані території можуть мати декілька сотень або тисяч різноманітних джерел викидів ЗР, взаємодія забрудників може посилювати негативний ефект на здоров'я людей, що проживають на даній території.

Викиди ЗР об'єктами промисловості, енергетики, у повітря можуть вступати у реакції зі складовими атмосфери, в результаті яких утворюються нові речовини, що можуть довгий час утримуватися у приземному шарі атмосфери та акумулюватися протягом великих періодів часу. Процеси розповсюдження та накопичення забруднюючих агентів залежать від часу їх знаходження у атмосфері, метеоумов, напряму та швидкості вітру, опадів та інших факторів. Пересувні джерела забруднення, переважно автомобілі, на відміну від стаціонарних джерел, здійснюють викиди здебільшого у приземний шар атмосфери, які розповсюджуються на невеликій території [2, 20].

Інв. №подл.	Підп. і дата								
	Взаєм. інв. №								
	Інв. №Фубл.								
	Підп. і дата								
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	EK19320046				Арк
									13

Порівнюючи якість атмосферного повітря у різних регіонах, якщо припустити, що показник якості повітря над рівнем океану – це одиниця, тоді якість повітря сільської місцевості буде приблизно у 10 разів гірше, у неурбанізованих регіонах(містах) – в 35, урбанізованих регіонах(містах) – в 150, а у великих промислових центрах – у 1000 [41].

Країни Європи обрали одним з головних пріоритетних напрямків саме покращення стану здоров'я та забезпечення належного рівня життя людей, що є неможливим без розвитку екологічних ініціатив. Європейська політика "Здоров'я — 2020: основи Європейської політики в підтримку дій держави та суспільства в інтересах здоров'я і благополуччя", твердить, що здоров'я людини – це одна з найважливіших цінностей в плані соціально-економічного розвитку країни [11].

Негативні наслідки для здоров'я людини від забруднення повітря можуть виникати у результаті короткострокового або довгострокового контакту. Забрудники, які, згідно досліджень, мають найбільш серйозний негативний вплив на здоров'я людини – це тверді пилові частинки, озон, діоксид нітрогену та діоксид сірки. За даними мета-аналізу HRAPIE (Health risks of air pollution in Europe) на базі узагальнення інформації з інших досліджень у Європі та США, було встановлено чіткі зв'язки між короткостроковим, довгостроковим контактом з забрудниками та статистикою смертності від природних причин, серцево-судинних захворювань (окрім інсультів), захворювань дихальних шляхів, звернень до лікаря з проблемами серця та дихальних шляхів [45].

Тема негативного впливу забрудненого повітря на життя та здоров'я людини вивчається вже давно. Багатьма вченими з різних країн, на основі спостережень вдалося встановити пряму кореляцію між рівнем забруднення повітря та загальним станом здоров'я населення, що проживає на прилеглий території, а також розвитком 49 хронічних захворювань, у тому числі серцево-судинні захворювання, атеросклероз, рак легенів та ін. [28].

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № докл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

14

В Україні приблизно 34% усього населення піддається негативному впливу забрудненого повітря, це приблизно 17 млн. осіб [27]. Порівнюючи рівні захворюваності певними хворобами населення забруднених та відносно чистих територій, вроджені проблеми розвитку дітей виявляються у 3 – 4 рази частіше саме у забруднених регіонах, захворювання дихальної системи – у 2 рази частіше, за загальним рівнем захворюваності населення – на 25 – 40% частіше, незначне підвищення рівня захворюваності алергічними, серцево-судинними, раковими, генетичними хворобами, тощо [5].

Також у високо забруднених регіонах спостерігається підвищений рівень захворюваності такими хворобами:

- туберкульоз (на 45 %);
- ендокринні захворювання (на 36%);
- хвороби центральної та периферійної нервової системи (на 29%);
- кровоносних судин та кровообігу (на 37 %);
- органів дихання (на 12 %);
- органів шлунково-кишкового тракту (на 65%);
- сечостатевої системи (на 25%);
- кістковом'язової системи (на 60%).

Люди, що знаходяться у постійному контакті з забрудненим повітрям частіше хворіють на гіпертонічну хворобу (на 67%), ішемічну хворобу серця (на 56%), стенокардію (на 75%), хронічний бронхіт (на 47%) тощо [25].

Формальдегід застосовується у промисловості для виробництва різноманітних полімерів, фарби, синтетичних тканин, також являє собою дезінфікуючий, консервуючий та дубильний засіб. Цей газ небезпечний тим, що подразнює слизові оболонки очей, горла, носа, вражає паренхіматозні органи черевної порожнини та шкіру. У атмосфері формальдегід взаємодіє з певними ферментами в органах і тканинах, є інгібітором синтезу нуклеїнових кислот, негативно впливає на клітинний генез. Порушує структуру генетичного матеріалу, чинить негативну дію на шкірні покриви, репродуктивні органи,

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

						EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			15

дихальні шляхи, очі. Спричиняє ураження центральної нервової системи [8]. Люди, що страждають хронічними захворюваннями дихальних шляхів (емфіземою легенів, астмою) і серцево-судинними хворобами, можуть бути більше чутливі до прямих впливів. У них легше розвиваються ускладнення (наприклад, запалення легенів) при короткочасних респіраторних інфекціях.

Тверді пилові частинки (PM) – це завислі у повітрі частинки сульфатів, нітратів, аміаку, хлориду натрію, чорного вуглецю, мінерального пилу та води[43]. Частинки діаметром не більш ніж 10 мікрон (PM₁₀), включаючи менші частинки діаметром не більш ніж 2,5 мікрон (PM_{2.5}) представляють найбільший ризик здоров'ю, адже вони здатні проникати через легені до кровотоку. Джерелами твердих пилових частинок є двигуни внутрішнього згоряння (дизель та бензин), спалювання твердого палива (вугілля, нафта, біомаса) для вироблення електроенергії для побутових та промислових потреб, а також для інших цілей (будівництво, видобуток корисних копалин, виготовлення цементу, кераміки, цегли та плавлення металів) [47].

Промисловий пил залежно від механізму утворення підрозділяється на такі 4 класи:

- механічний пил – утворюється в результаті подрібнення продукту в ході технологічного процесу;
- перегони – утворюються в результаті об'ємної конденсації пари речовин при охолодженні газу, що пропускається через технологічний апарат, установку або агрегат;
- легка зола – що міститься в димовому газі в зваженому стані залишок палива, що не згорає, утворюється з його мінеральних домішок при горінні;
- промислова сажа – вхідний до складу промислового викиду твердий високодисперсний вуглець, утворюється при неповному згоранні або термічному розкладанні вуглеводнів.

Чорний вуглець є основним компонентом PM_{2.5} та важливим чинником у зміні клімату. Відомий як «короткотривалий забрудник», чорний вуглець

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

						EK19320046	Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			16

знаходиться у атмосфері менший період часу ніж чадний газ. Незважаючи на короткий період знаходження у атмосфері, чорний вуглець є одним з головних чинників глобального потепління одразу після CO₂. Також доведено, що він впливає на зниження врожайності та прискорює танення льодовикових шапок.

Приземний або тропосферний озон (O₃) є одним з основних компонентів фотохімічного смогу та ключовою загрозою здоров'ю. Його пов'язують з проблемами дихання, астмою, пригніченою функцією легень та захворюваннями дихальних шляхів. Це другорядний забрудник, тобто він не викидається напряму, а є результатом хімічних реакцій. Він з'являється, коли монооксид вуглецю (CO), метан або інші леткі органічні сполуки окислюються у присутності діоксиду азоту (NO₂) та сонячного світла. У додаток до виділення озону, CO, леткі органічні сполуки та NO₂ самі є небезпечними забрудниками атмосферного повітря. Основними джерелами летких органічних сполук та NO₂ є вихлопи від автотранспорту, промислові підприємства та хімічні розчинники. Джерелами метану є відходи, спалювання корисних копалин та сільське господарство. Окрім негативного впливу на здоров'я людини, тропосферний озон є короткотривалим забрудником атмосфери та одним з найважливіших парникових газів.

Діоксид азоту (NO₂), в основному виділяється завдяки виробленню електроенергії, промисловості та автотранспорту. Він є важливою складовою РМ та озону. Існують докази, що зокрема діоксид азоту може погіршувати симптоми бронхіту та астми а також призводити до респіраторних інфекцій та пригніченню функції та розвитку легень. Також докази наводять на те, що NO₂ може бути чинником деяких інших захворювань, які пов'язують з передчасною смертністю, серцево-судинними хворобами та захворюваннями дихальних шляхів [43].

Значний негативний вплив на здоров'я також спричиняють такі забрудники як NO та NO₂, які найчастіше знаходяться в атмосфері разом, тому доцільно описати їх комбінований ефект на здоров'я людини. За своїми

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					EK19320046		Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			17

властивостями, NO у високих концентраціях у атмосфері може знаходитися лише у безпосередній близькості до джерела викидів. Переважна більшість оксидів азоту, близько 90%, утворюються як NO, це здебільшого викиди від згоряння палива у автотранспорті та на об'єктах теплоенергетики. NO₂ складає решту 10%. Далі, у результаті хімічних перетворень, вивільнений NO перетворюється на NO₂, що є значно шкідливішою речовиною. NO – це газ без кольору та майже без запаху. Спершу його важко помітити, адже він не викликає подразнення слизових оболонок очей, чи дихальних шляхів, але при потраплянні у організм, NO вступає у реакцію з гемоглобіном крові. Результатом реакції є нестійка сполука, що швидко формує варіант гемоглобіну – метгемоглобін, через що Fe²⁺ перетворюється на Fe³⁺. У результаті транспортувальна функція крові різко знижується, адже трьохвалентне залізо Fe³⁺ не має змоги зв'язуватися з молекулою кисню та переносити її від легенів до тканин та органів. Смертельна концентрація метгемоглобіну в крові – приблизно 60 – 70 %.

Діоксид азоту NO₂ – сполука бурого кольору, газ, з характерним різким запахом, сильно подразнює слизові оболонки носоглотки та легенів, є сильною отруйною речовиною. Викликає різку реакцію організму та має сильний негативний ефект. Поріг виявлення діоксиду азоту - концентрація 0,23 мг/м³, при такій концентрації людина відчуває різкий неприємний запах. Протягом приблизно 10 хвилин здатність відчувати його запах поступово зникає. Отже, при продовженому контакті з подразником, NO₂ притупляє відчуття запахів [49].

Негативний вплив NO₂ на здоров'я характеризується тим, що він чинить сильний руйнівний ефект на дихальні шляхи. Люди, які знаходяться у постійному контакті з забрудником NO₂, частіше хворіють на гострі інфекційні захворювання верхніх дихальних шляхів, а також бронхіти або пневмонії, що особливо небезпечно у період пандемії. Також, при вдиханні двоокису азоту відбувається реакція з утворенням азотної кислоти, яка руйнує стінки альвеол у

Підп. і дата	
Інв. № докл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № докл.	

легенях. Через це у легені можуть потрапляти складові крові, які утворюють піну, що перешкоджає нормальній функції легень. Такий процес найчастіше є смертельним. Продовжений контакт з оксидами азоту спричиняє розширення клітин у корінцях бронхів, зменшення здатності протистояти бактеріальним інфекціям і розширення альвеол. За деякими даними [10], вчені вважають, що можна пов'язати підвищений рівень NO_2 у приземному шарі атмосфери з підвищеними показниками смертності від серцево-судинних ракових захворювань. Особливо вразливими до впливу NO_2 є люди з хронічними хворобами дихання (емфізема, астма) та серцево-судинної системи.

Діоксид сірки (SO_2) здебільшого з'являється у результаті спалювання корисних копалин (вугілля та нафти) та плавлення мінеральних руд, що містять сірку. Контакт з SO_2 впливає на дихальну систему та роботу легень та викликає подразнення слизової оболонки очей. Запалення дихальних шляхів, спричинене SO_2 може погіршити астму та хронічні бронхіти а також підвищує ризик інфекції, що призводить до збільшення госпіталізації. SO_2 також поєднується з водою у повітрі та утворює сірчану кислоту – основний компонент кислотних дощів.

CO – це газ без запаху та кольору, який при високій концентрації може бути шкідливий людині. Він зменшує концентрацію кисню у кровотоці. Хоча висока концентрація CO є більшим ризиком у приміщеннях, рівні зовнішнього забруднення, особливо у країнах, що розвиваються, можуть бути доволі високими. Нові дослідження також свідчать, що довгостроковий контакт з CO навіть у низьких концентраціях може спричиняти широкий діапазон негативних наслідків для здоров'я людини. Головними джерелами CO у атмосфері є вихлопи автомобілів та спалювання корисних копалин [4, 44].

У широкому сенсі для усього людства кроками для покращення стану якості атмосферного повітря можна виділити:

- зменшення викидів забруднюючих речовин промисловими підприємствами через впровадження технологій фільтрації повітря;

Інв. № докл.	Підп. і дата
	Взаєм. інв. №
Підп. і дата	Інв. № докл.
	Підп. і дата

						EK19320046	Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат				19

- поступова відмова від нафтопродуктів;
- покращення системи поводження з ТПВ та іншими видами сміття;
- розвиток зеленої та атомної енергетики;
- продовження розвитку, прийняття та втілення у життя екологічних законодавчих ініціатив;
- розробка та впровадження комплексних екологічних альтернатив для населення (безвідходна оселя, сонячні батареї для побутового споживача, тощо).

1.2 Міжнародна законодавча база з контролю якості атмосферного повітря

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

Основними законодавчими документами, які визначають моніторинг якості атмосферного повітря є:

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

Підп. і дата						EK19320046	Арк 20
	Інв.№Фудл.						
Взаєм.інв.№							
Підп. і дата							
Інв.№Фудл.							
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			

Найголовнішим з цих документів є останній. Директива 2008/50/ЕС[1, 24] визначає загальні вимоги щодо контролю та оцінки якості атмосферного повітря і згідно з якою, Україна має ввести в дію на своїй території окремі її положення.

Серед них, встановлення по всій території країни системи зон та агломерацій диференційованих за станом якості атмосферного повітря. При перевищенні ГДК будь-якої забруднюючої речовини, або при проектованому підвищенні рівня концентрації однієї з речовин до незадовільного, створення плану дій для покращення стану якості повітря.

Раніше така система в Україні не використовувалася, а екологічний менеджмент здійснювався на регіональній основі.

Директива також встановлює основні ГДК забруднюючих речовин для населених пунктів:

- для PM_{10} середньорічне ГДК — 40 мкг/м^3 , 24-годинне — 50 мкг/м^3 , не може перевищуватися більш ніж 35 разів протягом календарного року;
- для $PM_{2,5}$ ГДК для етапу 1 — середньорічне — 25 мкг/м^3 ;
- для $PM_{2,5}$ ГДК для етапу 2 — середньорічне — 20 мкг/м^3 ;
- для SO_2 погодинне ГДК — 350 мкг/м^3 , не може перевищуватися більш ніж 24 рази протягом календарного року; 24-годинне ГДК — 125 мкг/м^3 , не може перевищуватися більш ніж 3 рази протягом календарного року;
- для NO_2 середньорічне — 40 мкг/м^3 , погодинне ГДК — 200 мкг/м^3 , не може перевищуватися більш ніж 18 разів протягом календарного року;
- для свинцю середньорічне — $0,5 \text{ мкг/м}^3$
- для бензолу середньорічне — 5 мкг/м^3 ;
- для СО граничне добове 8-годинне значення — 10 мг/м^3 ;
- для O_3 цільове значення — граничне добове 8-годинне значення — 120 мкг/м^3 , не може перевищуватися більш ніж 25 днів протягом календарного року за 3 роки.

Також, разом з ГДК, Директива встановлює:

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

						EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			21

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

1.3 Екологічна політика України у сфері охорони атмосфери

Основним регулюючим органом у сфері охорони навколишнього середовища в Україні є Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. Було утворене згідно постанови КМУ від 27 травня 2020 р. № 425 [33].

Міністерство займається питаннями у такій сфері:

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

Згідно із законом України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року», метою національної екологічної політики є стабілізація і поліпшення стану навколишнього природного середовища України шляхом інтеграції екологічної політики до соціально-економічного розвитку України для гарантування екологічно безпечного середовища для життя і здоров'я населення, впровадження

Інв.№зодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№Фубл.	Підп. і дата		EK19320046		Арк					
								22					
						Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			

екологічно збалансованої системи природокористування та збереження природних екосистем [26,42].

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

1.4 Управління якістю атмосферного повітря

В Україні у 1992 році було прийнято Закон «Про охорону атмосферного повітря», але він не повністю відповідає вимогам до стану якості повітря, встановлених у Директиві ЄС 2008/50/ЄС «Про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи». Однією з ключових складових забезпечення належної чистоти та якості повітря є система моніторингу стану якості повітря, який би включав у себе дослідження усіх основних забрудників, описаних у директиві ЄС (зокрема, пилю $PM_{2,5}$, PM_{10}) [9].

Норматив якості атмосферного повітря – показник стану якості повітря, що визначає максимально допустимий вміст у повітрі забруднюючих речовин, при якому б не здійснювався негативний ефект на здоров'я населення та оточуюче середовище [19].

Якість атмосферного повітря – характеристика складу повітря, яка визначає рівень позитивного або негативного впливу повітря на людей, флору та фауну, а також на об'єкти, території і довкілля загалом. Для визначення впливу якості повітря на організм, проводиться дослідження рівня забруднення середовища за показниками ГДК.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

23

При довгостроковому контакті з забрудниками повітря може відбуватися їх поступова акумуляція у організмі людини, що може потягнути за собою негативні наслідки для певних органів чи організму взагалі. Другорядним фактором негативного впливу на довкілля у цілому є погіршення умов життя.

У дослідженні стану якості атмосферного повітря розрізняють два показники ГДК – максимально разова (ГДК_{мр}) і середньодобова (ГДК_{сд}).

Максимально разова ГДК (ГДК_{мр}) – показник концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, який є безпечним для людини у загальному розумінні при разовому короткотривалому контакті. ГДК_{мр} використовують при забезпеченні безпеки працівників на робочому місці.

Середньодобова ГДК (ГДК_{сд}) – показник концентрації шкідливих речовин у атмосферному повітрі, який забезпечує недопущення негативного впливу на організм людини при пролонгованому щоденному контакті з забруднюючими речовинами. ГДК_{мр} застосовують для оцінки стану якості повітря на територіях промислових підприємств, а ГДК_{сд} –на селітебній території. Так як за застосуванням показники є різними, то і їх значення також відрізняються. Це обумовлюється тим, що для роботи на підприємстві, яке є джерелом викидів забруднюючих речовин, працівники проходять регулярні медичні огляди, щоб упевнитися, що вони не знаходяться у групах ризику, пов'язаних з якістю повітря. Тому, показники ГДК_{мр} більші, ніж ГДК_{сд}. Також, керуючись ГДК, об'єкти-забрудники розраховують розміри гранично допустимих викидів (ГДВ) ЗР в атмосферу. Зазвичай у різних країнах використовують два показники: ГДК та гранично допустиме екологічне навантаження (ГДЕН) на природні об'єкти.

Гігієнічні дослідження стану якості повітря проводяться з виконанням таких вимог:

- допустимою може бути тільки така концентрація, яка не спричиняє прямої, побічної шкідливої або неприємної дії на людський організм, не

Іnv. № людл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Підп. і дата
Іnv. № будл.	Підп. і дата
	Підп. і дата

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	EK19320046	Арк 24

знижує працездатності, не впливає на настрій, забезпечує фізіологічний оптимум життя;

- звикання до шкідливих речовин є неприйнятним, і концентрація, яка може його викликати, не допускається;

- недопустимі такі концентрації шкідливих речовин, які негативно впливають на рослини, клімат, прозорість атмосфери [39].

Попередження появи запахів, що мають подразливу дію та рефлекторні реакції у населення, а також гострого впливу атмосферного забруднення в період короткострокового підняття концентрацій, забезпечується дотриманням максимально разових гранично допустимих концентрацій (ГДК_{мр}).

Попередження шкідливого впливу на здоров'я населення при тривалому впливі забруднювачів в організм забезпечується дотриманням середньодобових гранично допустимих концентрацій (ГДК_{сд}).

Перевищення цих показників хоча б однієї ЗР не допускаються.

Окрім основних нормативів ГДК для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря в Україні також використовують інші похідні від основних (ГДК_{мр}) та (ГДК_{сд}) показники.

Індекс якості повітря (англ. Air quality index, AQI) – це показник, що використовується в державній системі моніторингу повітря України, щоб визначати рівень забруднення повітря у даний час. Якщо цей індекс збільшиться вище допустимого рівня, то значна частина населення зіткнеться з серйозними наслідками для здоров'я.

Показник IZ_{Aj}, що характеризує забруднення атмосфери однією j-тою речовиною, визначається через одиничний індекс забруднення:

$$IZ_{Aj} = \left(\frac{C_{сdj}}{ГДК_{сdj}} \right)^{\beta_j}, \quad (1.1)$$

де C_{сdj} – середньодобова концентрація j-ої речовини;

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					EK19320046	Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		25

β_j – коефіцієнт приведення рівня шкідливості j -ої речовини до шкідливості забруднюючої речовини. В залежності від величини ІЗА виділяють наступні рівні якості атмосферного повітря:

$ІЗА_j \leq 5$ – низький рівень забруднення,

$5 < ІЗА_j \leq 7$ – підвищений рівень забруднення,

$7 < ІЗА_j \leq 14$ – високий рівень забруднення,

$ІЗА_j > 14$ – дуже високий рівень забруднення.

Комплексний (сумарний) індекс забруднення речовинами кількістю n (КІЗА) має вигляд:

$$KІЗА = ІЗА_1 + ІЗА_2 + \dots + ІЗА_n. \quad (1.2)$$

МОЗ України були введені методичні рекомендації по оцінці показника ризику для здоров'я населення [30]. Вони повинні дозволяти оцінити небезпеку здоров'ю населення і повинні давати об'єктивні підстави для введення профілактичних норм.

Але жоден з цих показників не гарантує з високою імовірністю відсутність перевищення концентраціями ЗР своїх ГДК.

Це стало однією з причин того, що, не дивлячись на використання вказаних показників, для забезпечення відсутності впливу ЗР на людину як на етапах проектування об'єктів, що мають джерела викидів в атмосферу ЗР, так і на етапах експлуатації і реконструкції їх, в Україні екологічна ситуація є досить напруженою, особливо в старопромислових районах.

Відповідно до постанови КМУ в Україні встановлюється новий Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, який дозволить визначити основні вимоги до організації та здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, взаємодії центральних та місцевих органів виконавчої влади і органів місцевого самоврядування у процесі забезпечення їх інформацією щодо стану

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № докл.	Підп. і дата	EK19320046					Арк
										26
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат						

атмосферного повітря та інформування населення під час прийняття відповідних рішень. Порядком визначено зони (відповідають областям) та агломерації (територія з населенням понад 250 тис. осіб) [32].

На сьогодні в Україні розпочався автоматизований процес передачі даних про якість атмосферного повітря з серверів Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України в систему індексу якості повітря Європейського екологічного агентства.

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Підп. і дата					EK19320046	Арк
										27
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат						

Розділ 2 ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ ТА ПРИДНІПРОВСЬКОМУ РЕГІОНІ

2.1 Загальний огляд стану забруднення атмосферного повітря в Україні

Основними джерелами забруднення атмосферного повітря на рівні з автотранспортом є об'єкти важкої промисловості, ТЕЦ та котельні. Вони складають велику частку викидів забруднюючих речовин у атмосфері України. У останній чверті періоду 1990-2012 рр. викиди ЗР з промислових джерел склали 4345,6 тис.т, що є значним зменшенням (46%) відносно показника 1990 р.

У порівнянні за регіонами України, найзабрудненішими є потужні промислові райони Донецького (Донецька обл. та Луганська обл.) і Придніпровського (Дніпропетровська обл. та Зіпорізька обл.) басейнів. Їх комбіновані об'єми викидів становлять приблизно 65-80 % від загальнонаціональних. З цих областей, найбільшим забрудником є промислові об'єкти Донецької обл. (30-40 % від загальних об'ємів викидів по Україні), Дніпропетровської (20-25 %), Луганської (10-12 %) [29].

На об'єктах Причорноморського регіону (Миколаївська обл., Одеська обл., Херсонська обл.) викидається найменше забруднюючих речовин в Україні (3-5%). Найбільш розповсюдженими забрудниками є – РМ, SO₂, СО, NO₂, що викидаються переважно як продукти згоряння палива. Донецька, Дніпропетровська та Луганська області лідирують з викидів твердих пилових частинок, також Донецька та Луганська області є лідерами з викидів чадного газу.

Через особливості промислового сектору України, у атмосферу потрапляє також велика кількість специфічних шкідливих домішок – до 20%. Це такі речовини як аміак, формальдегід, H₂S, фенол, фтористий і хлористий водень,

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		28

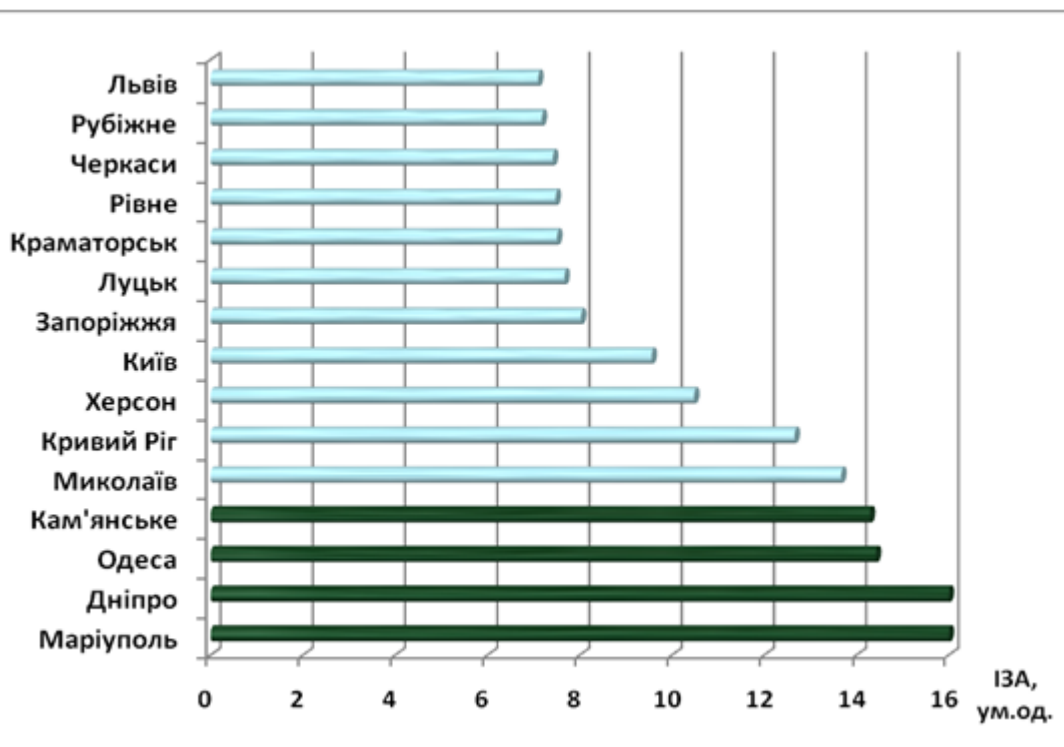


Рисунок 2.1 – Значення індексу забруднення атмосфери (ІЗА) в найбільш забруднених містах України у 2019 році [29].

За кількістю міст з високим та дуже високим рівнем забруднення атмосферного повітря на область на першому місці йде Дніпропетровська обл. з трьома містами, далі Донецька обл. з двома, Луганська обл. – 1. Решта міст – це Київ та інші обласні центри.

За період 2019 року було зафіксовано індивідуальні випадки високого рівня забруднення за ГДК_{мр} у таких містах: Маріуполь (Донецька обл.) – 7 випадків забруднення формальдегідом з максимальною концентрацією 12,2 ГДК_{мр}, м. Українка (Київська обл.) – 5 випадків забруднення СО з максимальною концентрацією 6,4 ГДК_{мр}.

Найбільші рівні середньорічних та максимальних концентрацій ЗР в атмосферному повітрі міст України надаються у таблиці 2.1

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

30

Таблиця 2.1 – Перелік ЗР, вміст яких в атмосферному повітрі міст зумовив найбільше забруднення за середньорічними і максимальними концентраціями (у кратності відповідних ГДК) в 2019 р. [29].

Речовина	За середньорічним вмістом		За максимально разовим	
	Місто	Перевищення	Місто	Перевищення
1	2	3	4	5
Завислі речовини	Кривий Ріг	2,9	Кривий Ріг	4,8
	Кам'янське	2,3	Краматорськ	2,6
	Дніпро	2,2	Кременчук	2,2
	Суми	1,7	Маріуполь	2,2
Діоксид сірки	Київ	1,5	Київ	1,1
Оксид вуглецю	Рубіжне	1,6	Українка	6,4
	Одеса	1,5	Київ	3,7
	Кам'янське	1,1	Одеса	2,8
	Лисичанськ	1,0	Кривий Ріг	2,4
Діоксид азоту	Херсон	3,8	Вінниця	4,1
	Київ	3,0	Київ	3,7
	Вінниця	2,8	Кременчук	3,7
	Дніпро	2,8	Херсон	3,0
	Чернігів	2,5	Кривий Ріг	2,8
	Біла Церква	2,3	Кам'янське	2,4
	Житомир	2,3	Краматорськ	2,1
	Бровари	2,0	Луцьк	2,1
	Запоріжжя	2,0	Маріуполь	2,1
	Луцьк	2,0	Черкаси	1,8
	Обухів	2,0	Ужгород	1,6
	Українка	2,0	Чернівці	1,6

Підп. і дата	
Інв. №Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Оксид азоту	Херсон	1,8	Ужгород	2,5
	Київ	1,2		
Сірководень	Кам'янське	0,007 мг/м ³	Дніпро	4,9
	Одеса	0,004 мг/м ³	Кам'янське	2,3
	Запоріжжя	0,003 мг/м ³	Рівне	2,1
	Київ	0,003 мг/м ³	Маріуполь	1,4
Фенол	Кам'янське	2,7	Краматорськ	4,4
	Запоріжжя	2,0	Херсон	4,4
	Маріуполь	2,0	Слов'янськ	4,3
	Луцьк	1,7	Кам'янське	3,8
	Одеса	1,7	Чернівці	2,6
	Київ	1,3	Кременчук	2,4
	Краматорськ	1,3	Рівне	2,3
	Слов'янськ	1,3	Луцьк	2,1
	Херсон	1,3	Маріуполь	2,1
Сажа	Одеса	1,2	Кременчук	2,1
	Олександрія	1,0	Харків	2,0
Фтористий водень	Рівне	1,6	Краматорськ	3,1
	Вінниця	1,2	Чернівці	2,1
	Одеса	1,2	Рівне	2,1
Хлористий водень	Перевищень ГДК не зафіксовано		Чернівці	3,0
			Рівне	1,5
Аміак	Кам'янське	1,3	Черкаси	2,6
	Черкаси	1,3	Кам'янське	1,1

Підп. і дата	
Інв. № Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

EK19320046

Арк

32

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
Формальдегід	Маріуполь	7,0	Маріуполь	12,2
	Миколаїв	6,3	Кривий Ріг	3,4
	Дніпро	6,0	Ужгород	2,7
	Одеса	5,0	Черкаси	1,9
	Кривий Ріг	4,7	Кременчук	1,9
	Кам'янське	3,7	Миколаїв	1,7
	Кременчук	2,7	Краматорськ	1,7
	Лисичанськ	2,7	Полтава	1,7
	Львів	2,7	Одеса	1,4
	Рівне	2,7	Дніпро	1,4
	Рубіжне	2,7	Чернівці	1,3
	Сєверодонецьк	2,7	Рівне	1,2
	Черкаси	2,7	Кам'янське	1,2

Середній показник ІЗА в Україні за 2019 рік склав 8,2, що відповідає високому рівню забрудненості атмосферного повітря. Для порівняння, у 2018 році він складав 7,6, що свідчить про погіршення стану якості атмосфери. Збільшення середнього загального рівня відбулося через підвищення рівня викидів формальдегіду.

Індекс якості атмосферного повітря – це інструмент надання інформації про забруднення атмосферного повітря для широкої громадськості. Індекс якості атмосферного повітря розраховується на основі індексів концентрацій п'яти забруднюючих речовин: O₃, зважених часток, CO, SO₂ і NO₂. AQI ділиться на шість категорій, що вказують на рівень екологічної небезпеки атмосферного повітря для здоров'я населення [48].

Підп. і дата	
Інв. №Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

33

У таблиці 2.2 надаються значення індексу забруднення атмосферного повітря у 2019 році для усіх міст України, де проводять спостереження гідрометеорологічні організації.

Таблиця 2.2 – Комплексний індекс забруднення атмосферного повітря міст України у 2019 році [29].

№ з/п	Місто	ІЗА	№ з/п	Місто	ІЗА	№ з/п	Місто	ІЗА
1.	Маріуполь	17,9	14.	Рубіжне	7,2	27.	Чернігів	4,1
2.	Дніпро	17,2	15.	Львів	7,1	28.	Українка	4,0
3.	Одеса	14,4	16.	Вінниця	6,6	29.	Біла Церква	4,0
4.	Кам'янське	14,3	17.	Лисичанськ	6,4	30.	Тернопіль	4,0
5.	Миколаїв	13,7	18.	Ужгород	6,4	31.	Івано-Франківськ	3,9
6.	Кривий Ріг	12,7	19.	Кременчук	6,3	32.	Житомир	3,7
7.	Херсон	10,5	20.	Слов'янськ	6,3	33.	Обухів	3,6
8.	Київ	9,6	21.	Суми	6,1	34.	Бровари	3,5
9.	Запоріжжя	8,0	22.	Сєвєродонецьк	5,7	35.	Олександрія	3,5
10.	Луцьк	7,7	23.	Полтава	5,6	36.	Харків	3,1
11.	Краматорськ	7,5	24.	Хмельницький	4,9	37.	Ізмаїл	2,7
12.	Рівне	7,5	25.	Чернівці	4,4	38.	Світловодськ	2,6
13.	Черкаси	7,4	26.	Кропивницький	4,3	39.	Горішні Плавні	1,2

Рівень низький при ІЗА менше 5,0; підвищений – при ІЗА від 5,0 до 7,0; високий – при ІЗА від 7,0 до 14,0; дуже високий – при ІЗА від 14,0 та вище[29].

Головним забрудником за вкладом у показник КІЗА у м. Дніпро є формальдегід (приблизно 45%), після нього йдуть NO₂(18 – 19 %), РМ (15 – 17 %). Концентрації аміаку та фенолу становлять 19 – 22 %. Комплексний ІЗА у м. Дніпро у 2019 році склав 17,2.

Підп. і дата
 Інв. №Фубл.
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

34

2.2 Стан забруднення атмосферного повітря Придніпровського регіону

Придніпровський регіон – потужний індустріальний центр України, більшість його території займає поєднана мережа підприємств переробної, гірничовидобувної, нафтохімічної та інших промисловостей, які є серйозними забрудниками атмосферного повітря. Тому екологічні проблеми не сконцентровані на певній малій території, а розподілені по багатьох агломераціях та регіонах економічного басейну. Загальні рівні викидів ЗР у регіоні, як і в цілому по Україні у останні приблизно 10 років поступово зменшуються, але рівні забруднення й досі залишаються високими, об’єми викидів перевищують ГДК у кілька разів. Основним джерелом екологічних проблем у регіоні є саме забруднення приземного шару атмосферного повітря.

Динаміку викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Дніпровського регіону у 2010 – 2018 рр. наведено на рисунку 2.2.

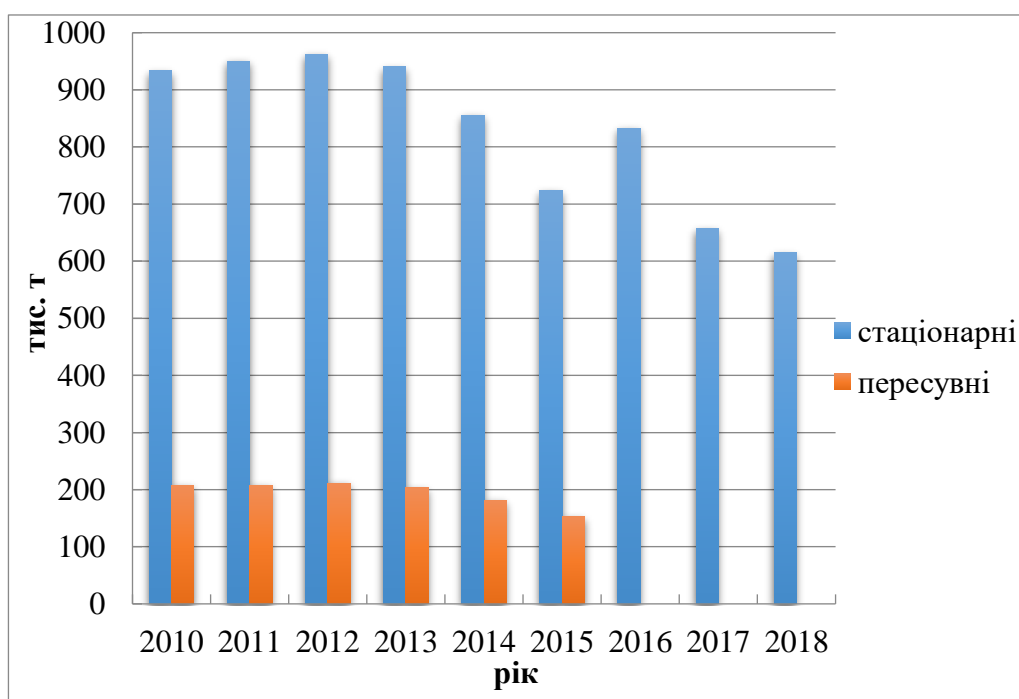


Рисунок 2.2 – Динаміка викидів ЗР в атмосферне повітря Дніпропетровської області [36].

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

35

Аналіз даних вимірів дає змогу зробити висновок, що обсяги викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел майже в 4 рази перевищують викиди від пересувних джерел.

Дані про обсяги викидів забруднюючих речовин за видами економічної діяльності за 2018 рік наведено на рисунку 2.3. Аналіз обсягів викидів за видами економічної діяльності показує, що максимальні значення забруднень належать підприємствам переробної і добувної галузі.

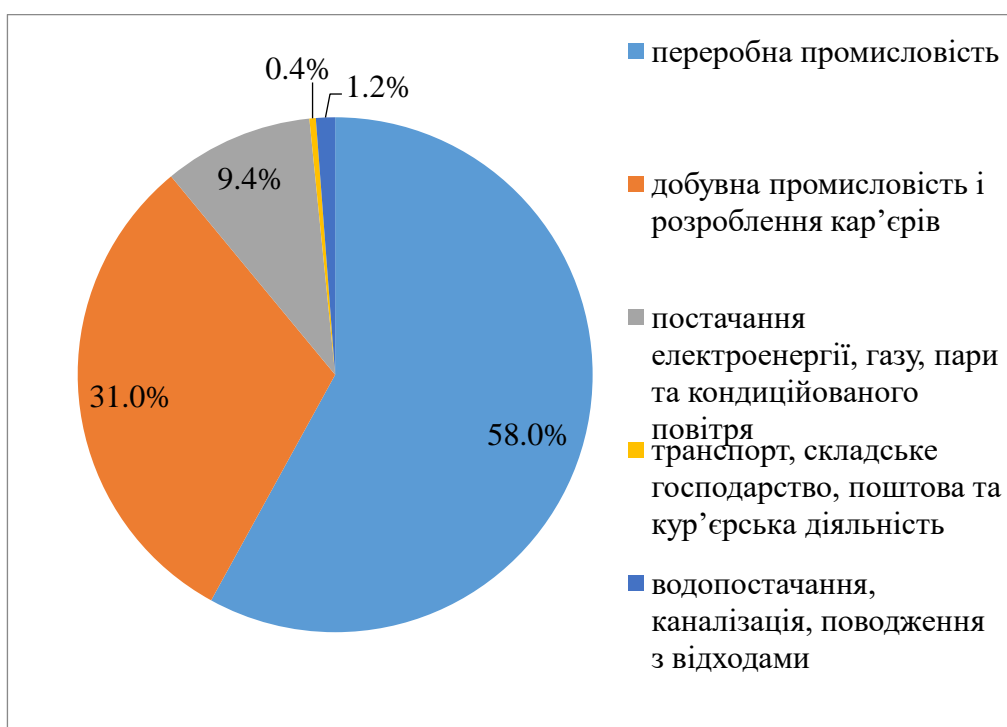


Рисунок 2.3 – Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Дніпропетровської області за видами економічної діяльності у 2018 р. [36].

Викиди шкідливих речовин в атмосферу у 2019 році становили 576,9 тис.т. що на 37,4 тис. т. менше ніж у 2018 році.

У складі викинутих забруднюючих речовин оксиди вуглецю становлять 303,403 тис. т.; діоксиди та інші сполуки сірки – 48,375 тис. т.; речовини у вигляді суспендованих твердих частинок – 62,104 тис. т.; метан – 128,167 тис. т.; сполуки азоту – 32,217 тис. т.; метали та їх сполуки – 0,692 тис. т. тощо.

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №Фудл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

36

Крім того, за звітний період в атмосферу надійшло 23,5 млн. т діоксиду вуглецю – основного парникового газу, який впливає на зміну клімату [29].

Дані про динаміку викидів ЗР від стаціонарних та пересувних джерел у період з 2011р. до 2019р. наведені у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Динаміка викидів в атмосферне повітря [29].

Роки	Викиди в атмосферне повітря, тис. т			Щільність викидів у розрахунк у на 1 км ² , кг	Обсяги викидів у розрахунк у на 1 особу, кг	Обсяг викидів на одиницю ВРП, т/млн грн
	Всього	у тому числі				
		стаціонарним и джерелами	пересувним и джерелами			
2011	1157,883	950,373	207,51	36275	345,957	*
2012	1173,077	961,947	211,13	36747	354,008	*
2013	1143,848	940,5	203,348	35831,45	346,608	*
2014	1037,075	855,775	181,3	26807,47	260,547	*
2015	876,6	723,9	152,6	22677,5	221,7	*
2016	833,0**	833,0	*	26093,0	256,9	*
2017	657,3**	657,3	*	20600,0	203,5	*
2018	614,3**	614,3	*	19200,0	191,6	*
2019	576,9**	576,9	*	18100,0	180,8	*

* - без урахування викидів від пересувних джерел

** - дані в органах Держкомстату відсутні

Підп. і дата
 Підп. і дата
 Підп. і дата
 Інв. № докл.
 Інв. № докл.
 Інв. № докл.
 Взаєм. інв. №
 Взаєм. інв. №

EK19320046

Арк

37

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

Дані про динаміку викидів ЗР від стаціонарних джерел за деякими містами Дніпропетровської обл. наведені на рис. 2.4.

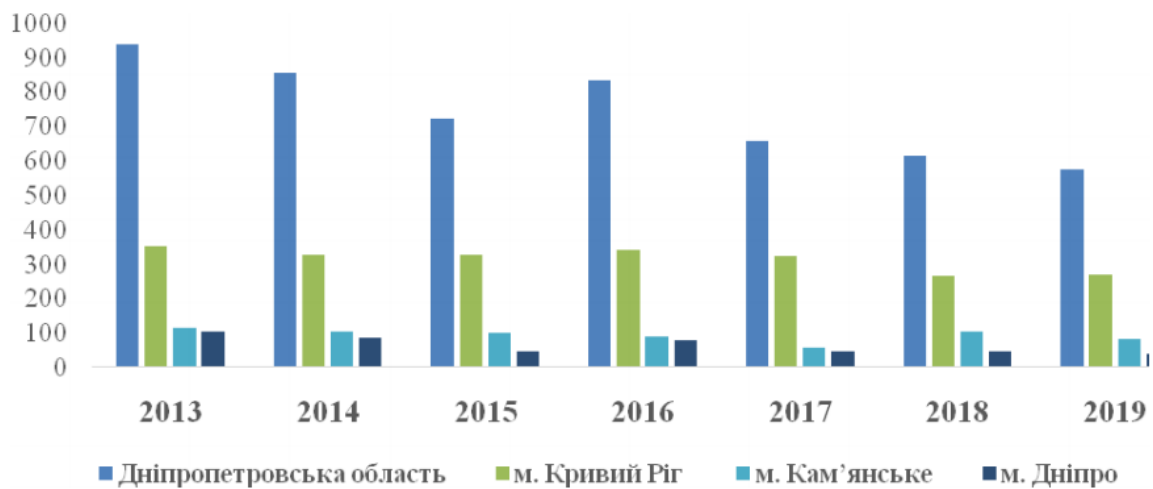


Рисунок 2.4 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел по Дніпропетровській області та основним містам тис. т. [36].

У 2019 році підприємства добувної промисловості і розроблення кар'єрів викинули в атмосферу 161,184 тис. т (27,9 %) шкідливих речовин від загального обсягу викидів по області. Частина викидів від підприємств постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря у загальному обсязі викидів становить 8,2 % від переробної промисловості – 61,7 % від транспорту, складського господарства, поштової та кур'єрської діяльності – 0,45 % підприємств, які спеціалізуються на водопостачанні, каналізації, поводженні з відходами – 1,07 %. Основними забруднювачами довкілля у 2019 році залишаються підприємства металургійної, добувної промисловості та виробники електроенергії. Найбільш екологічно небезпечними видами економічної діяльності є видобування металевих руд, виробництво електроенергії, чавуну, сталі та феросплавів. Основні підприємства-забруднювачі Дніпровського регіону наведено у Додатку Б [36].

Інв. №	№ докл.	Взаєм. інв. №	Інв. №	№ докл.	Дата	Підп. і дата	Підп. і дата	Арк	ЕК19320046	Арк
										38
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат						

2.3 Основні методи дослідження та показники забруднення повітря

При дослідженні якості атмосферного повітря застосовують принципи моделювання за двома типами :

- моделі атмосферної дисперсії;
- моделі забруднення атмосферного повітря.

Моделі атмосферної дисперсії можуть використовуватися для таких цілей:

- визначення взаємозв'язків між джерелами викидів та населенням, яке знаходиться у контакті з ЗР;
- визначення комплексних концентрацій ЗР та доль різних джерел у них;
- оцінювання розповсюдження ЗР у приземному шарі атмосфери та покритої території;
- прийняття рішень при розробці планів дій з покращення екологічної ситуації у досліджуваному регіоні;
- проектування майбутніх можливих макетів розповсюдження ЗР по досліджуваній території;
- аналіз розміщення постів моніторингу та їх доцільності;
- застосування дисперсних моделей у наукових дослідженнях.

Для дослідження з допомогою моделювання потрібно мати інформацію про напрями та швидкість вітру, опади, турбулентність повітря та температуру, загальні дані про джерела забруднення та обсяги викидів ЗР.

Дисперсні моделі розрізняють за такою класифікацією:

1. Моделі Ейлера, що дозволяють чисельно вирішувати рівняння атмосферної дифузії.
2. Моделі Гауса, відповідно до яких, зміни концентрацій у просторі характеризується як гаусові розподіли в горизонтальному й вертикальному напрямках.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

39

3. Моделі Лагранжа, у яких або відслідковуються процеси що рухають повітряні маси, або використовуються умовні частки для імітації процесів розсіювання [20].

Окрім основних дисперсних моделей використовуються ще й емпіричні моделі, які засновані на емпіричній параметризації, стохастичні та рецепторні моделі.

Так як дисперсні моделі занадто складні для ручного обчислення, бо передбачають велику кількість розрахунків за площами та точками розповсюдження ЗР, найчастіше вони реалізуються за допомогою комп'ютерного програмного забезпечення. Таке забезпечення проводить моделювання за великою кількістю факторів, таких, як : турбулентність, конвекція, повітряні потоки, сонячне та інше випромінювання, фізичні, хімічні та фотохімічні реакції, кругообіг води, поглинання та вивільнення газів у атмосфері, тощо. Варто зазначити, що також через складність даних систем моделювання, вони розробляються для індивідуальних випадків на конкретних територіях.

Для формування моделей рівнів забруднення атмосферного повітря враховують ряд природніх та техногенних факторів та їх взаємозв'язок. Їх можна виразити у вигляді схеми (рис. 2.5).

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № докл.	Підп. і дата
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

40

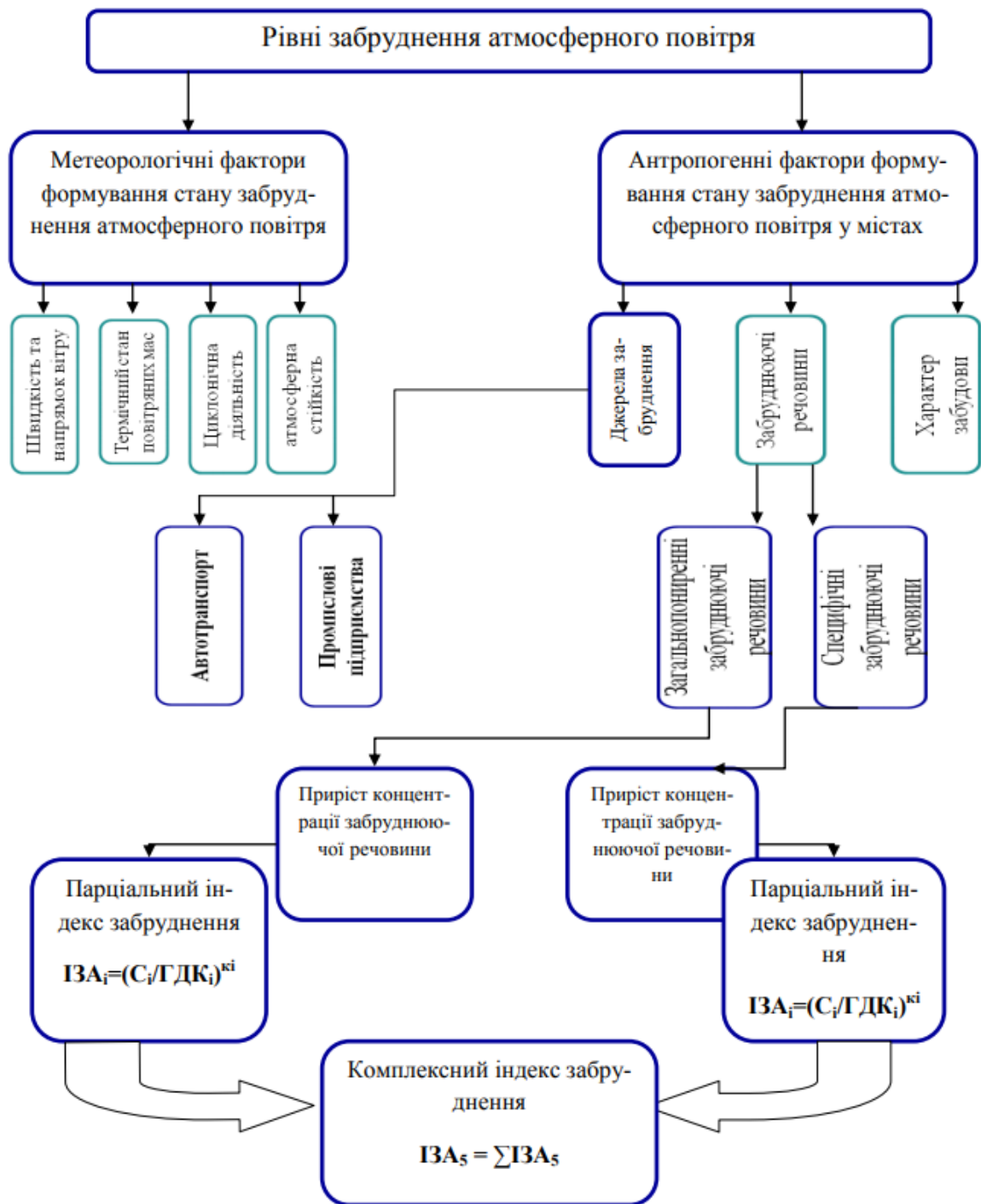


Рисунок 2.5 – Схема формування рівнів забруднення атмосферного повітря урбанізованих регіонів[38].

Основним показником у дослідженні якості атмосферного повітря у населених пунктах та на об'єктах егієнічні нормативи – гранично допустимі концентрації викидів забруднюючих хімічних та біологічних речовин, при

дотриманні яких мінімізується прямий або непрямий вплив на здоров'я населення й умовийого проживання. При плануванні та виборі території для забудови населених пунктів обов'язково виконується оцінка якості атмосферного повітря задля запобігання можливому несприятливому впливу на здоров'я людей. Також, кожен об'єкт, який викидає забруднюючі речовини в атмосферу, повинен впровадити систему контролю та спостереження за забрудненням атмосферного повітря території в зоні впливу викидів цього об'єкту. Система контролю та спостереження повинна відповідати державним стандартам [14, 15].

Встановлення постів спостереження, перелік контрольованих речовин-забрудників, методи їх визначення, періодичність забору проб атмосферного повітря узгоджуються з органами й установами державного санітарного нагляду. Результати замірів викидів представляються в органи та установи державного санітарного нагляду за погодженою формою.

Коли в атмосфері присутні декілька забруднюючих речовин, що володіють сумацийною дією, сума їхніх концентрацій повинна бути менше 1 (одиниці) при розрахунку за формулою 2.1:

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1 \quad (2.1)$$

де C_1, C_2, \dots, C_n – фактичні концентрації речовин в атмосферному повітрі, $ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – гранично допустимі концентрації речовин.

У роботах [31, 37] показано, що для коректного розуміння стану якості повітря із різноманітними забруднюючими речовинами, що одночасно присутні у повітрі, їх взаємодією та впливом на людину, при оцінці сумарного забруднення атмосферного повітря слід урахувувати клас небезпеки забруднюючих речовин, кратність перевищення ГДК домішки, характер комбінованої дії речовин, які спільно присутні в повітрі.

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв. №подл.

В гігієнічних дослідженнях одержав поширення більш інформативний показник –ІЗА, формула 2.2:

$$ІЗА = a_i \left(\frac{b_i C_i}{ГДК_i - P_i} \right), i = \overline{1, N} \quad (2.2)$$

де a_i – коефіцієнт, що враховує клас небезпеки i -ої речовини; b_i – коефіцієнт, що враховує ефект дії i -ої речовини; P_i – величина, що враховує поріг дії i -ої речовини, N - сукупність забруднюючих речовин.

Базисною одиницею виміру служить величина лінійного відхилення концентрації речовин від їхніх порогів дії. У формулі 2.2 різниця між концентрацією речовини та порогом її дії характеризує величину лінійного відхилення рівня забруднення від санітарної норми незалежно від напрямку відхилення. Розрахункове вираження 2.2 за своїм математичним змістом допускає можливість негативного результату (або нульового). Перше можливо в тому випадку, коли концентрації всіх домішок нижче їх порогів. Такий результат може служити ознакою відсутності небезпеки забруднення, але для збереження коректності обчислювальних операцій потрібно введення додаткової умови, яка дозволяє відсівати домішки. При такому записі нульовий результат можливий у випадку взаємної компенсації позитивних і негативних значень відхилень, які суперечать принципу критерію оцінки забруднення. Слід указати, що в розглянутому показнику врахована лише частина видів ефекту загальної дії речовин – сумація, синергізм. Крім того, формула 2.2 побудована так, що значення порога обмежені тільки величинами нуль або ГДК, що штучно звужує область її застосування.

Застосування формули ІЗА має сенс тільки при виконанні умови – концентрації всіх домішок повинні бути вище їх ГДК. У дійсності найбільш типовим є випадок, коли із сукупності (N) забруднюючих речовин, рівень забруднення для частини з них (N_1) перевищує норматив $k > 1$, $k = C/ГДК$, а для інших ($N_2 = N - N_1$) він нижче ($k < 1$). Крім того, при загальній присутності

Інв. № докл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Інв. № докл.
Підп. і дата	Підп. і дата

Вун	Арк	№ докum.	Підп.	Дат	ЕК19320046	Арк
						43

шкідливих речовин в атмосферному повітрі їх комбінована дія виявляється в ефектах сумачії, потенціювання, антагоністичної або незалежної дії [35].

Практична необхідність у порівняльній оцінці динаміки змін якості атмосфери обумовили розробку показників її фізичного стану, які характеризують наявність, склад і кількісний вміст шкідливих домішок у повітрі. Одна з моделей ІЗА широко застосовується в загальнодержавній системі спостереження й контролю над забрудненням атмосфери, формула 2.3:

$$ІЗА = \sum \left(\frac{c_i}{ГДК_i} \right)^{m_i} \quad (2.3)$$

де m_i – показник ступеня, який враховує клас небезпеки домішки [6].

Основна область застосування ІЗА – порівняння показників міст і їх диференціація за рівнем забруднення атмосферного повітря. У той же час цей індекс складно використовувати в системі оперативного контролю стану повітряного середовища. Деякі країни використовують системи інтегральних показників якості повітря, які також базуються на концентраціях викидів основних забруднюючих речовин. У той же час принципи їх розрахунку істотно відрізняються від розрахунку ІЗА [22, 46]. Також дані системи ранжують показники за інтервалами, що вказують на загальний стан якості повітря (задовільний, помірний, поганий, небезпечний) та надають рекомендації щодо перебування на вулиці різним групам населення з різними рівнями ризику для здоров'я, залежними від забруднення повітря [44].

2.4 Метод оцінки гарантованої якості атмосферного повітря за дослідними даними

Виходячи з стохастичного підходу у аеродинаміці приземного шару атмосферного повітря будемо розглядати концентрації ЗР як випадкові величини – чисельні характеристики випадкових подій у досліді [34]. Введемо поняття імовірності якості приземного шару атмосферного повітря в населених

Підп. і дата	
Інв. №Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

					EK19320046	Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		44

місцях, в якому буде відсутнє з імовірністю P перевищення максимальною або середньодобовою концентрацією хоча б однієї ЗР своєї ГДК_{мр} або ГДК_{сд}. Якщо імовірність P близька до 1, то таку якість будемо називати гарантованою. Виходячи з цього, рівень гарантованої якості буде визначатися величиною імовірності P .

Для характеристики і аналізу гарантованої якості введемо її складові:

а) гарантована якість по окремим j -тим речовинам $P_{мрj}$ з максимальними концентраціями в повітрі, що по величині мають імовірність не перевищення, $P_{сдj}$ з середньодобовими концентраціями в повітрі, що по величині мають імовірність не перевищення;

б) гарантована якість по системі $j=1,2,\dots,n$ ЗР $P_{мрj}$ з максимальними концентраціями ($C_{мрj1}, C_{мрj2}, \dots$) у повітрі, що по величинам мають імовірність не перевищення концентрацією хоча б однієї ЗР своєї ГДК_{мрj}, $P_{сдj}$ з середньодобовими концентраціями ($C_{сд1}, C_{сд2}, \dots$) у повітрі, що по величинам мають імовірність не перевищення концентрацією хоча б однієї ЗР своєї ГДК_{сдj}.

Низькі імовірності дозволяють виявити відповідно високі максимальні концентрації окремих j -тих ЗР, що найбільше погіршують гарантовану якість атмосферного повітря. Низькі імовірності дозволяють виявити високі середньодобові концентрації і відповідні їм j -ті речовини, що також погіршують гарантовану якість повітря.

Враховуючи, що концентрації є випадковими величинами у дослідженні введено поняття, гарантованої якості атмосферного повітря і показник забезпечення такої якості – близька до одиниці ймовірність P відсутності перевищення концентраціями хоча б однієї забруднюючої речовини ГДК_{мр} і ГДК_{сд}.

Позначимо через $C_{мрjt}$ максимальні концентрації j -тої ЗР ($j=1, 2, \dots, n$), що були отриманні в результаті чотирьох ($t= 1, 2, 3, 4$) вимірів за k -ту добу ($k=1, 2, \dots, m$).

Підп. і дата	
Інв. № Дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					ЕК19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		45

Результати вимірів максимальних концентрацій за k-ту добу дозволяють визначити їх середньодобові значення $C_{сдj}$:

$$C_{сдj} = \frac{C_{мрj1} + C_{мрj2} + C_{мрj3} + C_{мрj4}}{4} \quad (2.4)$$

Отриманні за k-ту добу максимальні разові та середньодобові концентрації і їх ГДК доцільно представити у вигляді наступної таблиці 2.4 у якості вихідних даних для подальшого рішення задачі.

Таблиця 2.4 Максимальні та середньодобові концентрації k-ої доби та їх ГДК

Позначення величин	Значення величин концентрацій, мг/м ³			
$C_{мрj1}$	$C_{мр11}$	$C_{мр21}$	...	$C_{мрn1}$
$C_{мрj2}$	$C_{мр12}$	$C_{мр22}$	...	$C_{мрn2}$
$C_{мрj3}$	$C_{мр13}$	$C_{мр23}$	...	$C_{мрn3}$
$C_{мрj4}$	$C_{мр14}$	$C_{мр24}$	...	$C_{мрn4}$
$ГДК_{мрj}$	$ГДК_{мр1}$	$ГДК_{мр2}$	...	$ГДК_{мрn}$
$C_{сдj}$	$C_{сд1}$	$C_{сд2}$	...	$C_{сдn}$
$ГДК_{сдj}$	$ГДК_{сд1}$	$ГДК_{сд2}$	...	$ГДК_{сдn}$

Для рішення задачі та визначення ймовірностей P , $P_{мрj}$, $P_{сдj}$, $P_{мр}$, $P_{сд}$, використаємо визначення статистичної ймовірності [17]. Тут ймовірність P деякої події оцінюється по частоті появи цієї події, а точність оцінки підвищується з ростом числа випробувань

$$P = \frac{m}{n} \quad (2.5)$$

де m – число появи події, n – число випробувань.

Підп. і дата
 Інв. № докл.
 Підп. і дата
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. № докл.

У нашій задачі подія – це не перевищення концентрацією своєї ГДК, а величина n – число вимірів концентрацій.

Згідно з цим будемо оцінювати шукані ймовірності, виходячи з наступного:

$$P = \frac{m_{\Sigma}}{4m} \quad (2.6)$$

де m_{Σ} – число не перевищень максимальною або середньодобовою концентрацією хоча б однієї ЗР своєї ГДК_{мр} або ГДК_{сд}, m – число днів, за які проводиться дослідження, 4 – число вимірів за добу.

Решта ймовірностей буде мати вигляд:

$$P_{мрj} = \frac{m_{mj}}{4m}, \quad (2.7)$$

де m_{mj} – число не перевищень j -тою максимальною концентрацією своєї ГДК_{мрj};

$$P_{сdj} = \frac{m_{cj}}{m}, \quad (2.8)$$

де m_{cj} – число не перевищень j -тою середньодобовою концентрацією своєї ГДК_{сdj};

$$P_{мр} = \frac{m_{м}}{4m}, \quad (2.9)$$

де $m_{м}$ – число не перевищень максимальною концентрацією хоча б однією ЗР своєї ГДК_{мрj};

$$P_{сд} = \frac{m_{с}}{m}, \quad (2.10)$$

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

де m_c – число не перевищень середньодобовою концентрацією хоча б однією ЗР своєї ГДК_{сдj}.

Якщо ймовірність P близька до 1 (дорівнює не менше 0,993-0,997), то така якість повітря буде гарантованою в протилежному випадку - ймовірною якістю.

Число m_Σ , m_{mj} , m_{cj} , m_m , m_c та m , що визначаються на основі статистичної обробки даних вимірів, представлених у табл. 2.4, та визначення величин P , $P_{mрj}$, $P_{сdj}$, $P_{mр}$, $P_{сd}$ по рівнянням (2.4) - (2.10) складають методику рішення задачі.

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № ФУБЛ.	Підп. і дата	EK19320046	Арк
						48
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		

Розділ 3 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ КОМПЛЕКСНОГО ІНДЕКСУ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ТА ГАРАНТОВАНОЇ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

3.1 Обґрунтування вибору коксохімічного підприємства у якості цілі дослідження

Місто Дніпро – багатофункціональний обласний та промисловий центр, важливий транспортний вузол міжобласного значення, центр міської агломерації. Місто знаходиться у степовій зоні в середній течії Дніпра на північному боці великого Дніпровського закруту. Площа міста – 396,8 км², забудована частина складає 55%, 30% припадає на ландшафтно-рекреаційні території, водні та інші поверхні складають 15% від загальної площі міста.

Це одне з найбільш індустріальних міст України. У зв'язку зі стабільною роботою більшості великих підприємств, місто Дніпро постійно стикається з екологічними проблемами. На екологічну обстановку в місті впливає значна кількість стаціонарних джерел викидів ЗР. Це підприємства чорної металургії, хімічної промисловості, машинобудування, виробництва будівельних матеріалів тощо, виробнича діяльність яких є головним чинником негативного впливу на навколишнє середовище, особливо на стан атмосферного повітря.

Загальний обсяг викидів в атмосферне повітря здійснює понад 7000 стаціонарних джерел забруднення. Основними забруднювачами в місті є понад 300 підприємств.

Інтенсивним джерелом викиду ЗР є ПАТ «Дніпровський металургійний завод» групи ДСН Олександра Ярославського, до складу якого від 2010 року включено ВАТ «Дніпрококс». Це - одне з найбільших металургійних підприємств в Україні. Починаючи з 2016 року інвестиції в екологічні програми склали 350 млн грн. За цей час підприємство знизило викиди в атмосферу на 25%. ДМЗ має найнижчий показник викидів на тонну сталі серед усіх

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		49

металургійних підприємств України. Коксохімічний майданчик цього підприємства виготовляє кокс доменний, горішок коксовий, дріб'язок коксовий, смолу кам'яновугільну, бензол сирий, сульфат амонію, смолу важку з кислотої смолки, концентрат германію, сірку технічну.

Технологічний процес виробництва коксу та вловлювання хімічних продуктів коксування включає наступні стадії:

- підготовчу;
- термічну;
- уловлювальну і переробну.

Кожна стадія має як спільні з іншими, так і характерні тільки для неї забруднюючі речовини(табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Забруднюючі елементи за стадіями технологічного процесу [6].

Стадії	Забруднюючі речовини	
	Загальні	Спеціалізовані
Підготовча	SO ₂ NO CO	PM
Термічна		Бенз(а)пірен, PM, HCN, феноли, аміак
Уловлювальна та переробна		Піридин, аміак, бензол, феноли, пари нафталіну, HCN, H ₂ S

Коксохімічна промисловість є однією з основних підгалузей гірничометалургійного комплексу України і призначена забезпечувати доменне виробництво необхідною кількістю коксу, а також широким спектром продукції для хімічної галузі, кольорової металургії та ін. Основні фонди коксохімічного виробництва у більшості своїй виробили експлуатаційний потенціал, фізично і морально застаріле основне і допоміжне устаткування не

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

відповідає сучасним вимогам і досягненням світової науки і практики в області охорони довкілля, праці і техніки безпеки.

Екологічні проблеми посилюються ще й тим, що ці підприємства розташовані в регіонах зі значною концентрацією промислового виробництва і високою щільністю населення. Вкрай несприятлива екологічна ситуація, що склалася останніми роками у великих металургійних центрах, певною мірою обумовлена низькими темпами технічного переоснащення коксохімічної підгалузі, повільним впровадженням в практику нових технологічних процесів, сучасних агрегатів і устаткування [21].

Стан атмосферного повітря на межі санітарно-захисної зони підприємства ПАТ«ДМЗ» контролює державний лабораторний центр і автоматизована система екологічного моніторингу. Крім цього, роботу підприємства контролює Державна екологічна інспекція, яка в 2020 році провела вже дві позапланових перевірки.



Рисунок 3.1 – Схема розміщення постів спостереження на території коксохімічного виробництва ПАТ «ДМЗ»

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

51

3.2 Визначення комплексного індексу забруднення атмосфери у районі ПАТ «ДМЗ», м.Дніпро

КІЗА застосовується для порівняльної оцінки забрудненості окремих районів, окремо узятих міст зі встановленням їх пріоритетності по рівню забруднення і тенденцій забрудненості. Він є відносним показником, величина якого залежить від концентрації речовини в аналізованій точці, його ГДК і кількість речовин, що забруднюють атмосферу. Комплексний індекс забруднення атмосфери розраховується на основі даних стаціонарних спостережень з урахуванням всієї номенклатури шкідливих речовин [12]. В основу розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери прийняті наступні положення:

- небезпека дії на здоров'я людини, що залежить від окремих шкідливих речовин, від класу небезпеки конкретної речовини;
- по мірі перевищення ГДК речовин, зростає небезпека дії на здоров'я людини.

Ступінь забрудненості атмосфери однією речовиною виражається в загальному вигляді через парціальний індекс забрудненості, який розраховується за формулою:

$$ІЗАі = (Сі/ГДКі)^{Кі} \quad (3.1)$$

де: C_i - середня концентрація речовини $ГДК_i$ - середньодобова гранично допустима концентрація речовини K_i - безрозмірна константа приведення ступеня шкідливості речовини до шкідливості сірчистого газу. Середнє значення константи в залежності від класу небезпеки речовини подано в табл. 3.2.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

				ЕК19320046		Арк
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		52

Таблиця 3.2- Середнє значення константи

Клас небезпеки	Характеристика класу	Константа
1	надзвичайно небезпечні	1,5
2	високо небезпечні	1,3
3	помірно небезпечні	1,0
4	мало безпечні	0,85

Для розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери ($ІЗА_5$) використовують значення парціальних індексів $ІЗА$ п'яти речовин, у яких ці значення найбільші. Формула комплексного індексу забруднення атмосфери:

$$ІЗА_5 = \sum_1^5 ІЗА_i \quad (3.2)$$

Оцінка якості атмосферного повітря проводилася згідно даних вимірів середньодобових концентрацій п'яти ЗР в районі коксохімічного виробництва м. Дніпро. Величини концентрації отримані у Лабораторії Гідрометцентру, м. Дніпро(додаток А).

Визначаємо парціальний індекс забрудненості для кожного забрудника на кожен день(табл. 3.3).

Таблиця 3.3 - парціальний індекс забрудненості

Дата вимірів	$ІЗА_{пил}$	$ІЗА_{SO_2}$	$ІЗА_{CO}$	$ІЗА_{NO_2}$	$ІЗА_{фор}$
1	2	3	4	5	6
02.02.2018	1,67	0,16	0,55	1,34	1,45
03.02.2018	1,00	0,14	0,39	1,48	1,45
05.02.2018	1,33	0,14	0,71	1,10	1,45
06.02.2018	2,00	0,14	0,71	1,34	0,24
08.02.2018	1,33	0,16	0,39	1,17	0,59

EK19320046

Арк

53

Підп. і дата

Інв. № Дубл.

Взаєм. інв. №

Підп. і дата

Інв. № годл.

Вин Арк № докум. Підп. Дат

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
09.02.2018	1,33	0,14	0,55	1,00	0,59
10.02.2018	1,67	0,10	0,39	1,69	1,00
12.02.2018	1,67	0,10	0,71	1,96	0,24
13.02.2018	1,33	0,14	0,86	1,69	0,24
14.02.2018	1,67	0,14	0,71	2,19	0,59
15.02.2018	1,33	0,12	0,39	2,07	0,59
16.02.2018	1,00	0,08	0,39	1,44	1,00
17.02.2018	2,00	0,12	0,71	1,00	1,00
19.02.2018	2,00	0,12	0,71	1,69	1,00
20.02.2018	2,00	0,14	0,39	1,44	1,45
21.02.2018	2,00	0,20	0,55	1,99	0,59
22.02.2018	2,33	0,24	0,71	3,42	0,59
23.02.2018	2,00	0,18	0,86	2,46	1,00
24.02.2018	1,67	0,18	0,71	2,19	1,00
26.02.2018	1,67	0,32	0,55	2,19	2,46
27.02.2018	1,33	0,20	0,55	1,62	1,45
28.02.2018	1,67	0,22	0,71	2,26	1,00
04.03.2018	1,00	0,16	0,39	1,88	2,46
05.03.2018	2,33	0,20	0,55	1,62	2,46
06.03.2018	1,00	0,16	0,55	1,80	2,46
07.03.2018	2,33	0,18	0,55	1,58	1,94
09.03.2018	2,00	0,22	1,00	1,44	1,94
10.03.2018	2,33	0,38	0,55	1,80	1,94
11.03.2018	3,00	0,24	0,39	1,62	2,46
12.03.2018	3,00	0,26	0,71	1,88	2,46
13.03.2018	1,67	0,18	0,39	1,17	1,45

Інв. № угодл.	Підп. і дата
	Взаєм. інв. №
Інв. № угодл.	Підп. і дата
	Підп. і дата

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

54

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
14.03.2018	2,33	0,20	0,55	1,62	1,94
16.03.2018	2,67	0,14	0,39	1,10	1,45
17.03.2018	1,67	0,02	0,39	1,27	1,94
18.03.2018	2,00	0,10	0,39	0,84	1,45
19.03.2018	2,00	0,14	0,39	1,00	2,46
20.03.2018	3,00	0,16	0,55	1,27	3,01
21.03.2018	2,33	0,18	0,55	1,88	3,01
23.03.2018	1,67	0,20	0,55	2,07	1,94
24.03.2018	2,33	0,48	0,71	1,62	1,94
25.03.2018	1,67	0,28	0,71	1,69	1,94
26.03.2018	2,33	0,26	0,55	2,38	1,45
27.03.2018	3,00	0,14	0,86	2,66	2,46
28.03.2018	3,67	0,30	0,39	1,80	2,46
30.03.2018	2,00	0,20	0,55	1,58	2,46
31.03.2018	2,33	0,26	0,39	1,80	1,94
02.04.2018	1,67	0,18	0,86	2,19	3,01
03.04.2018	2,00	0,18	0,71	1,80	1,94
04.04.2018	1,67	0,18	0,55	2,07	2,46
05.04.2018	2,00	0,20	0,86	2,58	3,01
06.04.2018	1,67	0,12	0,39	1,34	1,00
07.04.2018	1,67	0,14	0,55	1,44	0,59
09.04.2018	1,67	0,12	0,71	2,07	1,45
10.04.2018	2,33	0,10	0,55	1,51	1,00
11.04.2018	2,00	0,24	0,55	1,51	1,94
12.04.2018	2,00	0,28	0,71	1,62	1,94
13.04.2018	1,33	0,12	0,39	1,88	1,45

Інв. № у обл.	Підп. і дата
	Взаєм. інв. №
Інв. № у обл.	Підп. і дата
	Підп. і дата

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

55

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6
14.04.2018	2,00	0,16	0,55	1,34	1,00
16.04.2018	1,67	0,14	0,55	1,69	1,45
17.04.2018	1,33	0,18	0,55	1,34	1,94
18.04.2018	2,33	0,24	0,55	2,19	1,94
19.04.2018	2,33	0,40	0,71	2,66	1,94
20.04.2018	2,67	0,32	0,86	2,07	1,94
21.04.2018	2,33	0,18	0,71	1,69	1,45
23.04.2018	2,00	0,30	0,55	2,46	2,46
24.04.2018	2,00	0,14	0,86	3,51	2,46
25.04.2018	2,33	0,16	0,86	2,26	1,00
26.04.2018	2,00	0,24	0,71	1,69	1,45
27.04.2018	2,00	0,16	0,55	1,88	1,45
28.04.2018	1,67	0,18	0,55	2,07	1,94
29.04.2018	2,67	0,34	0,39	1,44	4,17
30.04.2018	2,33	0,20	0,86	1,80	2,46

Так як маємо дані лише про 5 забрудників, додаємо їх для виведення комплексного індексу забруднення (табл 3.4).

Таблиця 3.4 - комплексний індекс забруднення атмосфери

Дата вимірів	ІЗА5	Дата вимірів	ІЗА5
1	2	1	2
02.02.2018	5,17	20.03.2018	7,99
03.02.2018	4,46	21.03.2018	7,96
05.02.2018	4,73	23.03.2018	6,43

ЕК19320046

Арк

56

Інв. № 1904дл. Підп. і дата. Взаєм. інв. № Інв. № 1904дл. Підп. і дата.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

Продовження таблиці 3.4

1	2	1	2
06.02.2018	4,42	24.03.2018	7,09
08.02.2018	3,64	25.03.2018	6,29
09.02.2018	3,62	26.03.2018	6,98
10.02.2018	4,85	27.03.2018	9,12
12.02.2018	4,67	28.03.2018	8,63
13.02.2018	4,26	30.03.2018	6,80
14.02.2018	5,29	31.03.2018	6,73
15.02.2018	4,51	02.04.2018	7,90
16.02.2018	3,91	03.04.2018	6,64
17.02.2018	4,83	04.04.2018	6,93
19.02.2018	5,52	05.04.2018	8,65
20.02.2018	5,43	06.04.2018	4,52
21.02.2018	5,34	07.04.2018	4,39
22.02.2018	7,29	09.04.2018	6,02
23.02.2018	6,50	10.04.2018	5,50
24.02.2018	5,74	11.04.2018	6,25
26.02.2018	7,19	12.04.2018	6,55
27.02.2018	5,16	13.04.2018	5,18
28.02.2018	5,86	14.04.2018	5,05
04.03.2018	5,90	16.04.2018	5,51
05.03.2018	7,17	17.04.2018	5,35
06.03.2018	5,98	18.04.2018	7,26
07.03.2018	6,60	19.04.2018	8,05
09.03.2018	6,60	20.04.2018	7,86
10.03.2018	7,02	21.04.2018	6,37
11.03.2018	7,72	23.04.2018	7,78

Інв. № у обл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № у обл.	Підп. і дата

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

57

Продовження таблиці 3.4

1	2	1	2
12.03.2018	8,31	24.04.2018	8,97
13.03.2018	4,86	25.04.2018	6,61
14.03.2018	6,65	26.04.2018	6,10
16.03.2018	5,75	27.04.2018	6,05
17.03.2018	5,29	28.04.2018	6,41
18.03.2018	4,79	29.04.2018	9,01
19.03.2018	6,00	30.04.2018	7,66

Також для візуалізації можемо побудувати графік ІЗА₅(рис. 3.2).

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Підп. і дата

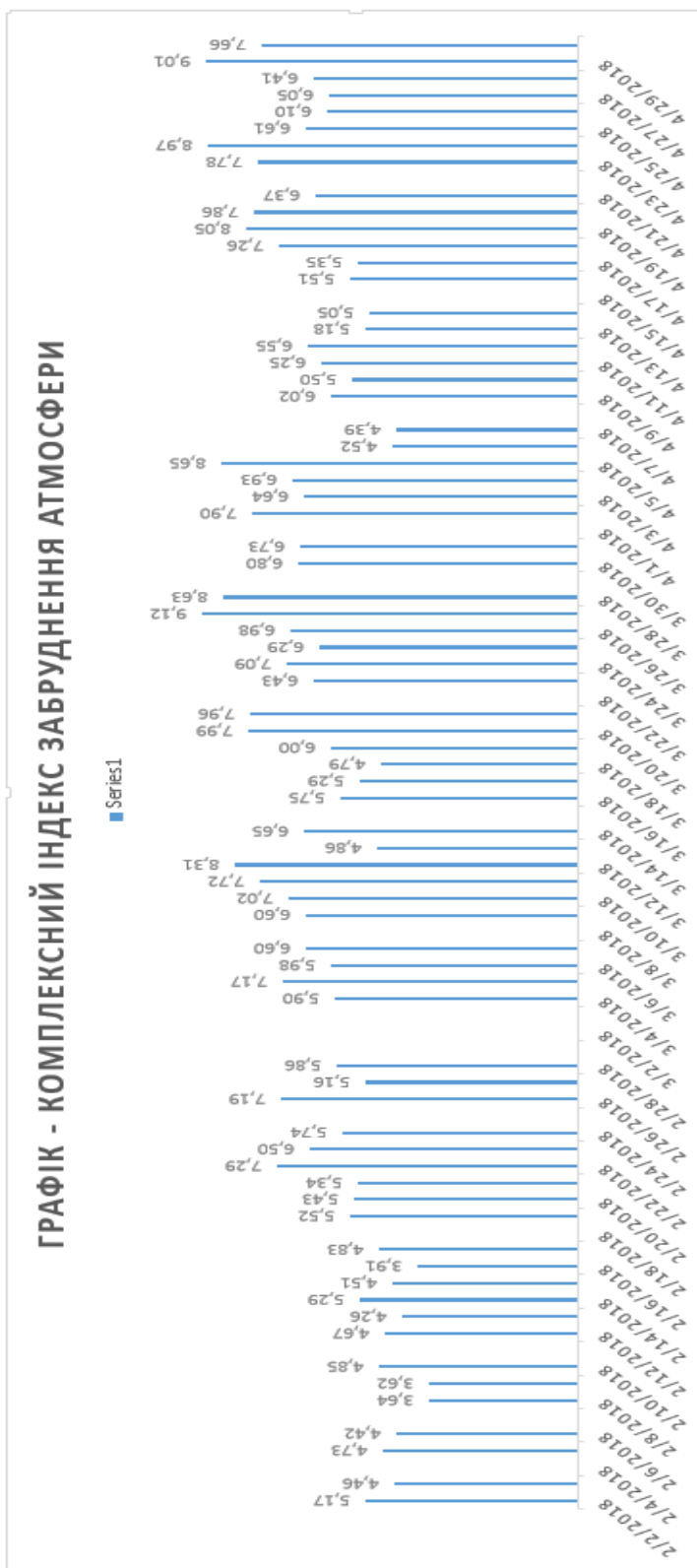
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

58

Рис. 3.2 – Графік динаміки коливань КІЗА у досліджуваний періоду районі коксохімічного виробництва ПАТ «ДМЗ», м.Дніпро



Інв. № угодл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № угодл.	Підп. і дата

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

На графіку можемо бачити, що комплексний індекс забруднення атмосфери впродовж досліджуваного періоду коливається між підвищеним та високим рівнем забрудненості, що свідчить про загрозу здоров'ю людей, які проживають у даному районі. Чіткої тенденції до збільшення або зменшення не прослідковується, хоча середній рівень забрудненості у квітні 2018 є дещо більшим, ніж у лютому. Це може свідчити про збільшення об'ємів робіт на підприємстві ПАТ «ДМЗ».

3.3 Результати оцінки гарантованої якості атмосферного повітря над прилеглою територією до ПАТ «ДМЗ», м. Дніпро

Оцінка гарантованої якості атмосферного повітря проведена з використанням середньодобових концентрацій ЗР, узятих з постів спостереження на території коксохімічного виробництва ПАТ «ДМЗ», м. Дніпро. Величини концентрації отримані у Лабораторії Гідрометцентру, м. Дніпро. Вони були розраховані з використанням спостережень на стаціонарному посту №10 міста.

Розглядався період вимірів за перший квартал 2017 р. Дослід проведено за середньодобовими концентраціями $C_{сдj}$ мг/м³, виміри яких проводилися для п'яти ЗР:

- пил, $C_{сдj1}$,
- Сульфур (IV) оксид, $C_{сдj2}$,
- Карбон (II) оксид, $C_{сдj3}$,
- Нітроген (IV) оксид, $C_{сдj4}$,
- формальдегід, $C_{сдj5}$.

Величини середньодобових гранично допустимих концентрацій для цих забруднюючих речовин ГДК_{сдj} відповідно складають: ГДК_{сд1} = 0,15 мг/м³, ГДК_{сд2} = 0,05 мг/м³, ГДК_{сд3} = 3 мг/м³, ГДК_{сд4} = 0,04 мг/м³, ГДК_{сд6} = 0,04 мг/м³ та наведені у таблиці 3.5.

Підп. і дата	
Інв. №Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

						EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			60

Таблиця 3.5 - Величини ГДК_{сдj} для забруднюючих речовин

ГДК _{сдj}	ГДК _{сд1}	ГДК _{сд2}	ГДК _{сд3}	ГДК _{сд4}	ГДК _{сд5}
мг/м ³	0,15	0,05	3	0,04	0,04

Величини отриманих середньодобових концентрацій наведені у додатку А. Кількість розглянутих діб $m = 76$.

В результаті обробки цих даних і розрахунків за формулами (2.5), (2,7) ймовірностей $P_{сдj}$, $P_{сд}$ отримаємо: $P_{сд1} = 0,053$ (при $m_{с1} = 4$); $P_{сд2} = 1$ (при $m_{с2} = 76$); $P_{сд3} = 1$ (при $m_{с3} = 76$); $P_{сд4} = 0,053$ (при $m_{с4} = 4$); $P_{сд5} = 0,276$ (при $m_{с5} = 21$). Результати наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Результати оцінки величин $P_{сдj}$

$P_{сд1}$	$P_{сд2}$	$P_{сд3}$	$P_{сд4}$	$P_{сд5}$
0,053	1	1	0,053	0,276
$m_{с1}$	$m_{с2}$	$m_{с3}$	$m_{с4}$	$m_{с5}$
4	76	76	4	21

Ймовірність від сумарної дії від усіх ЗР дорівнює $P=0$, так як не за одну добу не спостерігалась відсутність перевищення концентраціями хоча б однієї ЗР своєї ГДК_{сдj}.

Із цих даних можемо виявити, що локальну гарантовану якість атмосферного повітря досягнуто тільки для забруднення Сульфур (IV) оксид, SO₂ і Карбон (II) оксид, CO.

Досить низькі ймовірності не перевищення своїх ГДК_{сдj} пилом, діоксидом азоту і формальдегідом привели до того, що сумарна для середньодобових концентрацій гарантована якість атмосферного повітря не досягається.

Підп. і дата
 Інв. №Фубл.
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. №подл.

Максимальні перевищення своїх ГДК_{сдї} для розглянутих ЗР складають: пил у 3,67 рази, Нітроген (IV) оксид у 2,62 рази, формальдегід у 5,33 рази. Це не гарантує відсутності можливості впливу забруднення атмосфери на людей і ймовірності їх захворювання при довготривалому знаходженні людей на території навколо підприємства ПАТ «ДМЗ».

Високі концентрації пилу призводять до підвищеного ризику виникнення респіраторних захворювань (бронхіт, астма). Нітроген (IV) оксид є отруйним газом і також викликає респіраторні захворювання. Формальдегід є шкідливим для здоров'я. Хронічне отруєння його парами викликає гострий кон'юнктивіт, риніт, бронхіт, набряк в області легень і глотки.

Основним напрямом у вирішенні проблеми захисту довкілля є вдосконалення технологічних процесів з доведенням їх до безвідходного або маловідходного виробництва. Проте, враховуючи, що існуюча технологія коксування збережеться найближчим часом, основним завданням захисту довкілля в коксохімічному виробництві є виведення із експлуатації застарілих агрегатів і устаткування, і заміна їх сучасними, оснащеними ефективними установками знешкодження викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. Спосіб термокatalітичного знешкодження токсичних органічних сполук найбільш перспективний через відносно низькі енерговитрати. Шляхом підбору кatalізаторів, за допомогою яких можливо досягти знешкодження органічних речовин при температурі 350 - 450° С (у порівнянні з термічним допаленням, яке відбувається при температурі не менше 1000° С), забезпечується висока ефективність знешкодження ЗР при більш низьких витратах. Саме з цієї причини знайшли застосування і перспективу подальшого розвитку термокatalітичні способи окислення органічних сполук.

Ще одну унікальну технологію можна запропонувати для поліпшення якості атмосферного повітря при роботі коксових батарей. Йдеться про керамічну наплавку простінків коксових батарей. Технологія дозволяє

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

62

проводити більш якісну герметизацію швів камер коксування, що підвищує ефективність роботи печей і знижує навантаження на навколишнє середовище.

Капітальний ремонт камер коксових батарей, при якому в кожній камері з машинної і коксової сторони батареї проводять перекладку чотирьох крайніх вертикалей. Для герметизації стику між старою і новою вогнетривкою кладкою кращий метод - керамічна наплавка.

Місця стиків вогнетривкої цегли спочатку проплавляють, а потім через завантажувальні люки в камеру під високим тиском вдувають термічну суміш. Шви і тріщини ущільнюються, завдяки чому сирий газ з камери потрапляє в опалювальну систему і повністю повертається для обігріву простінків.

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	EK19320046				Арк
									63
Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат					

Розділ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінка вартості витрат на проведення природоохоронних заходів

Витрати на проведення природоохоронних заходів (В) розраховуються за формулою:

$$B = K + C, \quad (4.1)$$

де К – капітальні витрати на проведення природоохоронного заходу (наприклад, у відповідності до теми дипломної роботи це може бути вартість купівлі та встановлення природоохоронного обладнання або вартість робіт по модернізації існуючого на підприємстві обладнання), грн.

С – поточні річні витрати на проведення природоохоронних заходів,

Підприємство планує інвестувати **К = 3 500 000 грн.** у модернізацію системи вловлювання дрібних частинок для зменшення викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря. Основними забруднюючими речовинами є CO, CO₂, сполуки азоту, SO₂. Проектоване зменшення викидів забруднюючих речовин на наступний рік – 50%.

Система фільтрації повітря передбачає витрати на поточне обслуговування, ремонт, та обслуговуючий персонал, а саме: робота інженера з обслуговування фільтраційної установки, закупка фільтраційних пластин, амортизація – **С = 200 000 грн.**

Тоді, **$B = 3\,500\,000 + 200\,000 = 3\,700\,000$ грн.**

2. Оцінка річного еколого-економічного ефекту від проведення природоохоронних заходів (Е).

Еколого-економічний ефект від проведення природоохоронних заходів (Е) розраховується за формулою:

$$E = E_{\text{п}} + E_{\text{з}}, \quad (4.2)$$

Підп. і дата
Інв. №Фубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

64

де E_p – еколого-економічний ефект за рахунок економії на сплаті економічного податку в результаті зменшення викидів в навколишнє середовище після проведення природоохоронних заходів. E_p розраховується як різниця між розміром екологічного податку до проведення природоохоронного заходу (E_{p1}) та розміром екологічного податку після проведення природоохоронного заходу (E_{p2}), тобто $E_p = E_{p1} - E_{p2}$, грн.

Розмір сплати екологічного податку підприємством за викидами забруднюючих речовин E_{p1} :

Оксид вуглецю – 273 т, ставка податку – 46 грн/т, сума – 12 558 грн.

Сполуки азоту – 352 т, ставка податку – 1221 грн/т, сума – 429 792 грн.

Діоксид сірки – 547 т, ставка податку – 1221 грн/т, сума - 667 887 грн.

Інші сполуки малого об'єму викидів – 100 000 грн.

Усього $E_{p1} = 1\,210\,237$ грн.

Проектований об'єм викидів на наступний рік складає 50% від теперішнього. тому розмір сплати податку після проведення природоохоронного заходу $E_{p2} = 605\,119$ грн.

Отже, $E_p = 605\,119$ грн.

E_z – еколого-економічний ефект за рахунок зменшення еколого-економічного збитку. E_z розраховується як різниця між розміром збитку до проведення природоохоронного заходу (E_{z1}) та розміром збитку після проведення природоохоронного заходу (E_{z2}), тобто $E_z = E_{z1} - E_{z2}$, грн.

Розмір збитків розраховується за формулою

$$Z = m_i \cdot 1,1P \cdot A_i \cdot K_m \cdot K_{zi}, \quad (4.3)$$

де Z - розмір збитків, грн;

Інв. № у обл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № у обл.	Підп. і дата	EK19320046					Арк				
										65				
										Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

m_i - маса i -тої забруднюючої речовини, що викинута в атмосферне повітря наднормативно, т;

$1,1\Pi$ – розмір мінімальної заробітної плати (Π) на момент виявлення порушення за одну тону умовної забруднюючої речовини, помноженої на коефіцієнт (1,1), грн/т;

A_i - безрозмірний показник відносної небезпечності i -тої забруднюючої речовини;

K_T - коефіцієнт, що враховує територіальні соціально-екологічні особливості;

K_{z_i} – коефіцієнт, що залежить від рівня забруднення атмосферного повітря населеного пункту i -тою забруднюючою речовиною.

Загальний розмір відшкодування збитків розраховується як сума розмірів збитків за наднормативний викид в атмосферне повітря кожної забруднюючої речовини.

Маса наднормативних викидів забруднюючих речовин $m_1 = 3$ т, $m_2 = 6$ т, $m_3 = 5$ т.

Мінімальна зарплата згідно Закону України про Державний бюджет = 5000 грн.

Показники відносної небезпечності забруднюючих речовин $A_1 = 3$, $A_2 = 16,6$, $A_3 = 20$.

Коефіцієнт $K_T = 1,8 \times 1,25 = 2,25$.

Коефіцієнт забруднення $K_{z1} = 2/3 = 0,66$, $K_{z2} = 0,05/0,06 = 0,83$, $K_{z3} = 0,01/0,05 = 0,2$.

Отже, розміри збитків від викидів забруднюючих речовин складають

$Z_1 = 3 \cdot 5500 \cdot 3 \cdot 2,25 \cdot 0,66 = 73\ 507$ грн,

$Z_2 = 6 \cdot 5500 \cdot 16,6 \cdot 2,25 \cdot 0,83 = 1\ 023\ 016$ грн,

$Z_3 = 5 \cdot 5500 \cdot 20 \cdot 2,25 \cdot 0,2 = 247\ 500$ грн.

Загальний розмір збитків до проведення природоохоронного заходу $E_{z1} = 1\ 344\ 023$ грн.

Підп. і дата
Інв. № Дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

66

Проектований розмір еколого-економічних збитків після проведення природоохоронного заходу = 50% від розміру минулого року, $E_2 = 672\ 011$ грн.

Усього $E_3 = 672\ 011$ грн,

Тоді, загальний $E = 1\ 210\ 237 + 672\ 011 = 1\ 882\ 248$ грн.

3. Оцінка терміну окупності витрат на проведення природоохоронного заходу:

$$T = V/E \quad (4.4)$$

$$T = 3\ 700\ 000 / 1\ 882\ 248 = 1,97 \text{ приблизно } 2 \text{ роки.}$$

Підп. і дата	
Інв. №Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

67

Розділ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ПРИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів на коксохімічному виробництві

В Україні є понад 1500 великих вибухо- та пожежонебезпечних об'єктів, на яких знаходиться понад 13,6 млн. т твердих і рідких вибухо- та пожежонебезпечних речовин. Ці об'єкти розташовані в центральних, східних і південних областях країни, де сконцентровані хімічні, нафто- і газопереробні, коксохімічні, металургійні та машинобудівні підприємства, розгалужена мережа нафто-, газо-, аміакопроводів, експлуатуються нафтогазопромисли і вугільні шахти. За певних умов, у процесі виробництва стають небезпечними і легко спалахують деревний, вугільний, борошняний, зерновий, амонієвий, торф'яний, льняний та пил бавовни. Вибухи і пожежі трапляються на об'єктах, які виробляють або зберігають вибухонебезпечні та хімічні речовини в системах і агрегатах під великим тиском (до 100 атм), а також на газо- і нафтопроводах. Найбільше надзвичайних ситуацій пов'язаних з пожежами (вибухами) було на підприємствах вугледобувної — 42, хімічної, нафтохімічної і нафтопереробної галузей промисловості — 12, транспорті — 16.

Підприємства коксохімічного і металургійного виробництв є складними комплексами технологічних процесів, які є екологічно небезпечними, через значні викиди у атмосферу шкідливих речовин та скидів їх у водоймища. До того ж, за чинною нормативно технічною документацією, підприємства коксохімічного і металургійного виробництв належать до категорії – пожежо- та вибухонебезпечних виробництв.

Основними джерелами технологічних викидів в повітря робочих зон і атмосферне повітря при коксохімічному виробництві є системи цеху вуглепідготовки, опалювальна система коксових печей, системи завантаження

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

					EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		68

вугілля і видачі коксу, системи гасіння коксу, коксові рампи, коксосортировка. Окремо при кожному технологічному процесі утворюються характерні забруднюючі речовини. Проте на сьогодні не вирішено питання нейтралізації всього складу забруднюючих речовин, що виділяються в повітря при коксохімічному виробництві.

На умови праці у виробництві металургійного і пекового коксування впливає високотемпературний процес, що супроводжується утворенням летких хімічних речовин, у тому числі – канцерогенних, які сорбуються на вугільному й коксовому пилу. Раніш проведеними гігієнічними дослідженнями було показано, що у виробничих приміщеннях, під час виробництва коксу, значно збільшена кількість поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ацетафтален, флуорен-аценафтен, фенантрен, антрацен, флорантен ,пірен, бенз(а)антрацен, бенз(а)флуорантен, перилен, бенз(а)пірен, дибензантрацен, бенз(g)перілен), кам’яновугільних смол, пеків та їхніх субліматів, фенолу, берилію, кадмію, арсену, нікелю та їх сполук, тетрахлордібензо-р-діоксинів, сажі, 2-нафталаміну, радону-222, а також аміаку, сірководню тощо. Найбільша канцерогенна небезпека спостерігається при наступних технологічних процесах коксохімічного виробництва: підготовка пеку, транспортування пекового коксу на устаткування його гасіння та прожарювання, охолодження його водою холодильного циклу; у цехах переробки смол (відділення й кристалізація нафталіну та антрацену), у сховищах пеку та дьогтю. Серед осіб, зайнятих у коксохімічному виробництві підвищена захворюваність на злоякісні новоутворення шкіри, сечового міхура, органів дихання (бронхів та легень), нирок та передміхурової залози, кровотворних органів та лімфатичної системи (лейкози та неходжкінська лімфома), що дозалежно пов’язані із тривалістю й інтенсивністю експозиції працюючих аерозолями, газами та пилом коксових печей, які містять поліциклічні ароматичні вуглеводні, нафтові смоли й масла тощо.

Інв. № докл.	Підп. і дата
	Інв. № докл.
Взаєм. інв. №	Підп. і дата
	Інв. № докл.

						EK19320046		Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат				69

5.2 Порядок проведення евакуації співробітників виробництва у разі виникнення надзвичайної ситуації

Надзвичайна ситуація – це природна або техногенна подія, внаслідок якої з’являється серйозна загроза життю чи здоров’ю людей на певній території. Це можуть бути аварії на виробництвах, стихійні лиха, катастрофи певних масштабів з подальшими викидами забруднюючих або радіоактивних фізичних чи хімічних речовин. Одним з головних організаційних заходів для забезпечення безпеки населення у разі виникнення надзвичайних ситуацій є евакуація людей з певної території.

За сьогоденних норм евакууванням вважається вивід (вивіз) населення із найімовірніших зон зруйнування, стихійних лих, трагедій, аварій. Для збереження життя і здоров’я мешканців усього району, проводять евакуацію, що значно знижує густоту населення в кілька разів, а інколи його зовсім ліквідує. Залишаються на місці події лише формування цивільного захисту і частина жителів, яка починає ліквідацію аварій, трагедій, стихійних лих.

За останні роки, що засвідчує аналіз надзвичайних ситуацій, велика кількість екстрених ситуацій відбувається на об’єктовому рівні. До нього відносяться малі підприємства, організації, заклади та установи.

Від якості реалізації та упровадження в життєдіяльність заходів щодо запобігання та ліквідації надзвичайної ситуації в разі її виникнення буде залежати життя та здоров’я працівників та відвідувачів цих підприємств.

Підготовка та навчання працівників на підприємствах про дії у надзвичайних ситуаціях відбувається за попередньо розробленою схемою заходів захисту населення, згідно Кодексу цивільного захисту України.

Для підприємств план заходів здійснення захисту від надзвичайних ситуацій включає:

планування та здійснення необхідних заходів для захисту своїх працівників, об’єктів господарювання;

Підп. і дата
Інв. №/убл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. №/подл.

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

EK19320046

Арк

70

розроблення планів локалізації та ліквідації аварій з подальшим погодженням з Державною службою України з надзвичайних ситуацій;

підтримання у готовності до застосування сил і засобів із запобігання виникненню та ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

створення та підтримання матеріальних резервів для попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій;

забезпечення своєчасного оповіщення своїх працівників про загрозу виникнення або при виникненні надзвичайної ситуації.

Такі міри мають всезагальний вигляд, вони не беруть до уваги специфіку роботи конкретної установи або підприємства, кількість співробітників, типи підприємства, тощо.

У малих підприємствах є головна особливість, при наявності небезпеки або появи надзвичайних ситуацій першочерговим є захист персоналу та відвідувачів.

Відштовхуючись від цього, стаття 130 Кодексу цивільного захисту України враховує, що на підприємствах з кількістю штату 50 чоловік і менше розробляються, а також ратифікуються вказівки щодо дій при небезпеці або появі проблем чи надзвичайних ситуацій.

Крім цього, у галузі промислового виробництва до невеликих підприємств відносяться такі ж, де кількість робітників перевищує 50 чоловік. Відповідно до рішення призначеного територіального органу Держслужби України з надзвичайних ситуацій розробляються певні інструкції для даних підприємств.

Інструкція має відповідати вимогам, викладеним у Кодексі цивільного захисту України.

Інструкція має бути розроблена і підписана посадовою особою компанії з питань цивільного захисту, та затверджена керівником підприємства, вже потім під підпис доведена під всіх працівників.

Підп. і дата	
Інв. № ДУБЛ.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № Подл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

71

Окрім самої інструкції, на малому підприємстві має бути розроблений План евакуації на випадок пожежі та загрози вибуху. Це має важливе значення для таких об'єктів, на території яких знаходиться велика кількість відвідувачів.

Також певні заходи, не відображаються в документах підприємства, і мають бути внесені до посадових інструкцій працівників. На випадок виникнення надзвичайної ситуації на малому підприємстві повинен бути передбачений і доведений до усіх співробітників Порядок цілодобового оповіщення керівництва та працівників.

Всі без винятку працівники мають бути ознайомлені, навчені діям, чітко знати правила та неодмінно їх виконувати. В свою чергу це має відношення і до адміністрації малого підприємства, яка при екстремальній ситуації не може вчиняти не виважених рішень чи надавати маловажливі розпорядження.

Евакуація з даних приміщень проводиться шляхом, організованого виведення конкретної групи людей через усі можливі виходи пішим ходом по раніше запровадженим шляхам.

Відповідно до ситуації, яка є на об'єкті наразі або очікується, об'єктова ланка функціональної або територіальної підсистеми ЄДСЦЗ може працювати у одному з таких режимів:

- повсякденного функціонування;
- підвищеної готовності;
- надзвичайної ситуації.

Здебільшого режими формуються органами виконавчої влади, або, в деяких випадках керівником підприємства.

Усі працюючі в установі, незалежно яку займають посаду, мають знати та чітко дотримуватися вимоги Типової інструкції, про те як діяти працівникам на об'єкті у випадку загрози або при виникненні надзвичайних ситуацій. За порушення виконання таких вимог працівники підприємства можуть бути залучені до адміністративної відповідальності.

Підп. і дата	
Інв. №Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. №подл.	

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

72

За попередньо розробленою схемою у разі виникнення надзвичайної ситуації оповіщаються усі працівники підприємства та адміністрація.

Керівництво підприємства у неробочий час сповіщають у телефонному режимі (вказується відповідальна особа). У зв'язку з ситуацією попереджається й інший персонал.

У робочий час працівники на об'єкті оповіщаються про надзвичайну ситуацію (вказується спосіб).

Після повідомлення про подію потрібно ввімкнути сирени, що означає подавання попереджувального сигналу «Увага всім», далі потрібно невідкладно підготувати теле- та радіоприймачі для трансляції повідомлення.

Без винятку кожен робітник організації мусить знати сигнали сповіщення цивільного захисту та зуміти вчасно вжити потрібні заходи при появі надзвичайної ситуації.

Всі працюючі на об'єкті підлягають укриттю в захисних спорудах цивільного захисту (вказати адресу), у разі виникнення надзвичайної ситуації, у зв'язку з забрудненням повітря хімічними або радіоактивними шкідливими речовинами.

У випадку забруднення хімічними загрозливими для життя речовинами, для швидкого укриття людей застосовуються загерметизовані приміщення (вказується адреса розташування), забезпечується знаходження у них без доступу повітря протягом визначеної кількості годин.

Після повідомлення про небезпечне радіоактивне забруднення атмосферного повітря всі працівники повинні укриватися в спеціальному приміщенні (вказується адреса розташування), що захищає людей від ураження іонізуючого випромінювання при загрозі радіоактивного зараження.

При отриманні дійсного наказу або за рішенням адміністрації виробництва (вказується місце), видаються засоби індивідуального захисту (вказуються які саме).

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

73

7. З використанням методів теорії ймовірностей, математичної статистики і дослідних даних розроблена математична модель і метод рішення задачі визначення критерія Р гарантованої якості і її часткових критеріїв $P_{мрj}$, $P_{сдj}$, $P_{мр}$, $P_{сд}$.

8. Наведено і проаналізовано рішення задачі для прилеглої території коксохімічного виробництва м. Дніпро.

9. Зменшення рівня забрудненості повинно досягатися впровадженням екологічних технологій.

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Підп. і дата

Вун	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

76

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ:

1. Баштаннік М. П. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України / М. П.Баштаннік, Н. С. Жемера, Є. М. Кіптенко, Т. В. Козленко. // Наукові праці УкрНДГМІ. – 2014. – №266. – С. 70–93.
2. Беляєв Н.Н. Методы экспресс расчета уровня загрязнения атмосферы. / Н.Н.Беляєв, Е.Д.Коренюк, В.К.Хрущ – Д. : Наука и образование, 2002. – 192 с.
3. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / М.Е. Берлянд– Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
4. Бойчук Ю.Д., Екологія і охорона навколишнього середовища. / Ю.Д. Бойчук, Е.М. Солошенко - К.: Видавничий дім «Княгиня Ольга», 2005.
5. Борисенко А. В. Проблематика громадського здоров'я [Електронний ресурс] / А. В. Борисенко // ДУ «Вінницький ОЛЦ МОЗ України». – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://cgz.vn.ua/problematika-gromadskogo-zdorovya/problematika-gromadskogo-zdorovya_455.html.
6. Волкова Т.П. Экологические проблемы коксохимии / Т. П. Волкова, Ю. С. Зуева // Наукові праці ДонНТУ. Серія «Гірничо-геологічна». – Вип. 13(178). – 2011 р. С. 74–77.
7. Вплив забруднення повітря на здоров'я людини [Електронний ресурс] // Національна академія медичних наук України – Режим доступу до ресурсу: <http://amnu.gov.ua/vplyv-zabrudnennya-atmosfernogo-povitrya-na-zdorovya-lyudyny/>
8. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. / [Под. ред. Лазарев Н. В. и Левиной Э. Н.] – Л. : Химия, 1996. – Т. 1. – С. 505–509.
9. В Україні стартувала реформа моніторингу та управління якістю повітря [Електронний ресурс] // Міністерство енергетики та захисту довкілля. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://menr.gov.ua/news/33543.html>

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № годл.

					EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат		77

34. Поняття гарантованої якості атмосферного повітря та її оцінка Білик Є.Ю., Поліщук С.С., Полторацька В. М. та інш.// Енергетика, екологія, безпека життєдіяльності та комп'ютерні технології у будівництві колективна монографія/ ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва і архітектури»; під загальною редакцією Н.В. Савицького – Дніпро, 2018 – с. 23 -29.

35. Підвищення екологічної безпеки міст з урахуванням екологічних ризиків [Електронний ресурс] / Д. В. Гулевець // Український НДІ екологічних проблем – Харків. – 2016. – 181. – Режим доступу до ресурсу: http://www.nieep.kharkov.ua/sites/default/files/dis_Gulevets.pdf.

36. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2019 рік. Дніпро, 2020. - 321 с.

37. Рибалова О.В. Визначення екологічного ризику погіршення стану атмосферного повітря з урахуванням хімічної небезпеки регіонів України [Електронний ресурс] / О. В. Рибалова, С. В. Белан, С. Р. Артем'єв // Проблеми надзвичайних ситуацій. – 2013. – Вип. 18. – С. 196-209. - Режим доступу до ресурсу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Pns_2013_18_25

38. Ричак Н. Л. Тенденції формування рівня забруднення атмосферного повітря урбанізованого середовища / Н. Л. Ричак, І. М. Табачна // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2012р. – № 3-4. – С.120-127

39. Северин Л.І. Природоохоронні технології : навч. посібник / Л .І. Северин, В. Г. Петрук , І.І. Безвозюк, І. В. Васильківський. – Ч.1 – Вінниця: ВНТУ. – 2010. Швиденько А. Н. Екологічні основи природокористування / А. Н. Швиденько, В. П. Руденко, В. К. Евдокименко. – Київ, 1999. С.130-135

40. Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік» [Електронний ресурс]/ За ред. О. М. Прокопенко. // Державна служба статистики України. – К. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_du2017.pdf.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № годл.	

						EK19320046	Арк
Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат			81

ДОДАТКИ
ДОДАТОК А

Таблиця А.1 - Середньодобові концентрації викидів ЗР у районі ПАТ
«ДМЗ», мг/м³

Дата вимірів	Забруднююча речовина				
	пил	SO ₂	CO	NO ₂	формальдегід
1	2	3	4	5	6
02.02.2018	0,25	0,008	1,50	0,050	0,004
03.02.2018	0,15	0,007	1,00	0,054	0,004
05.02.2018	0,20	0,007	2,00	0,043	0,004
06.02.2018	0,30	0,007	2,00	0,050	0,001
08.02.2018	0,20	0,008	1,00	0,045	0,002
09.02.2018	0,20	0,007	1,50	0,040	0,002
10.02.2018	0,25	0,005	1,00	0,060	0,003
12.02.2018	0,25	0,005	2,00	0,067	0,001
13.02.2018	0,20	0,007	2,50	0,060	0,001
14.02.2018	0,25	0,007	2,00	0,073	0,002
15.02.2018	0,20	0,006	1,00	0,070	0,002
16.02.2018	0,15	0,004	1,00	0,053	0,003
17.02.2018	0,30	0,006	2,00	0,040	0,003
19.02.2018	0,30	0,006	2,00	0,060	0,003
20.02.2018	0,30	0,007	1,00	0,053	0,004
21.02.2018	0,30	0,010	1,50	0,068	0,002
22.02.2018	0,35	0,012	2,00	0,103	0,002
23.02.2018	0,30	0,009	2,50	0,080	0,003
24.02.2018	0,25	0,009	2,00	0,073	0,003
26.02.2018	0,25	0,016	1,50	0,073	0,006
27.02.2018	0,20	0,010	1,50	0,058	0,004
28.02.2018	0,25	0,011	2,00	0,075	0,003
04.03.2018	0,15	0,008	1,00	0,065	0,006
05.03.2018	0,35	0,010	1,50	0,058	0,006
06.03.2018	0,15	0,008	1,50	0,063	0,006
07.03.2018	0,35	0,009	1,50	0,057	0,005
09.03.2018	0,30	0,011	3,00	0,053	0,005
10.03.2018	0,35	0,019	1,50	0,063	0,005

Підп. і дата
 Інв. №9046
 Взаєм. інв. №
 Підп. і дата
 Інв. №9046

EK19320046

Арк

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6
11.03.2018	0,45	0,012	1,00	0,058	0,006
12.03.2018	0,45	0,013	2,00	0,065	0,006
13.03.2018	0,25	0,009	1,00	0,045	0,004
14.03.2018	0,35	0,010	1,50	0,058	0,005
16.03.2018	0,40	0,007	1,00	0,043	0,004
17.03.2018	0,25	0,001	1,00	0,048	0,005
18.03.2018	0,30	0,005	1,00	0,035	0,004
19.03.2018	0,30	0,007	1,00	0,040	0,006
20.03.2018	0,45	0,008	1,50	0,048	0,007
21.03.2018	0,35	0,009	1,50	0,065	0,007
23.03.2018	0,25	0,010	1,50	0,070	0,005
24.03.2018	0,35	0,024	2,00	0,058	0,005
25.03.2018	0,25	0,014	2,00	0,060	0,005
26.03.2018	0,35	0,013	1,50	0,078	0,004
27.03.2018	0,45	0,007	2,50	0,085	0,006
28.03.2018	0,55	0,015	1,00	0,063	0,006
30.03.2018	0,30	0,010	1,50	0,057	0,006
31.03.2018	0,35	0,013	1,00	0,063	0,005
02.04.2018	0,25	0,009	2,50	0,073	0,007
03.04.2018	0,30	0,009	2,00	0,063	0,005
04.04.2018	0,25	0,009	1,50	0,070	0,006
05.04.2018	0,30	0,010	2,50	0,083	0,007
06.04.2018	0,25	0,006	1,00	0,050	0,003
07.04.2018	0,25	0,007	1,50	0,053	0,002
09.04.2018	0,25	0,006	2,00	0,070	0,004
10.04.2018	0,35	0,005	1,50	0,055	0,003
11.04.2018	0,30	0,012	1,50	0,055	0,005
12.04.2018	0,30	0,014	2,00	0,058	0,005
13.04.2018	0,20	0,006	1,00	0,065	0,004
14.04.2018	0,30	0,008	1,50	0,050	0,003
16.04.2018	0,25	0,007	1,50	0,060	0,004
17.04.2018	0,20	0,009	1,50	0,050	0,005
18.04.2018	0,35	0,012	1,50	0,073	0,005
19.04.2018	0,35	0,020	2,00	0,085	0,005
20.04.2018	0,40	0,016	2,50	0,070	0,005
21.04.2018	0,35	0,009	2,00	0,060	0,004
23.04.2018	0,30	0,015	1,50	0,080	0,006

Інв. № докл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № докл.	Підп. і дата

EK19320046

Арк

84

Вин Арк № докум. Підп. Дат

Продовження таблиці А.1

24.04.2018	0,30	0,007	2,50	0,105	0,006
25.04.2018	0,35	0,008	2,50	0,075	0,003
26.04.2018	0,30	0,012	2,00	0,060	0,004
27.04.2018	0,30	0,008	1,50	0,065	0,004
28.04.2018	0,25	0,009	1,50	0,070	0,005
29.04.2018	0,40	0,017	1,00	0,053	0,009
30.04.2018	0,35	0,010	2,50	0,063	0,006

Інв. № годл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Підп. і дата

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат

EK19320046

Арк

85

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Основні підприємства-забруднювачі Дніпровського регіону

N з/ п	Підприємство- забруднювач	Валовий викид, тис. т 2018 р./2019р		Зменш. /- Збільш . /+ (%)	Причина зменшення/збільшення
1	ВП «Придніпровська ТЕС» АТ « ДТЕК Дніпроенерго»	26,6	24,4	-8,27	Зменшення відбулося за рахунок впровадження заходів: 1. Будівництво нового електрофільтру на енергоблоці № 10 з метою заміни застарілого очисного обладнання 2. Технічне переоснащення енергоблоків № 7,8,9,10 для спалювання вугілля газової групи
2	ВП «Криворізька ТЕС» АТ « ДТЕК Дніпроенерго»	28,5	20,4	-28,64	Зменшення виробітки електроенергії на 39% збільшення сірчистості вугілля на 31% збільшення зольності вугілля на 3%
3	ПАТ «Дніпровський меткомбонат»	78,09	99,0	-21,12	Зменшення виробництва: агломерату– 25,74 %, чавуну– 19,78 %, сталі– 7,96 %, прокату– 14,52 %
4	АТ «Нікопольський завод феросплавів»	25,4	24,2	-4,82	Зменшення викидів унаслідок зменшення обсягів виробництва феросплавів
5	ПАТ «Арселор Міттал Кривий Ріг»	208,2	230,8	+10,85	Збільшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на 10, 9 % пов'язано зі збільшенням об'ємів виробництва основних видів продукції: агломерату на 14,3% чавуну на 14,9 %,

EK19320046

Арк

86

Підп. і дата	
Інв. № Фубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № Фудл.	

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат
-----	-----	----------	-------	-----

					твердої сталі на 11,7 % коксуна 3 %. При цьому експлуатація основних технологічних агрегатів і ГОУ зв'язаних з ними, на яких проведена реконструкція (агломашина №4,5 АЦ №2, хвостові частин и/м 3-6, КБ-5 КХВ) дозволила знизити викиди на 2,7 %.
6	ПАТ «Південний гірничозбагачувальни й комбінат»	42,17 2	23,27 6	-44,81	Зменшення виробництва агломерату
7	ПрАТ «Північний ГЗК»	6,798	9,099	-25,29	Зниження обсягів виробництва обкотишів
8	ПрАТ «Дніпровський металургійний завод»	6,963	4,508	-35,26	Скорочення за рахунок зменшення виробництва у порівнянні з 2018 р. у зв'язку з проведенням капітального ремонту доменної печі № 2 та зупинкою підприємства у 4 кварталі. Збільшення об'єму відходів тимчасового зберігання у зв'язку з затримкою передачі користувачам на підставі діючих договорів
9	ПАТ «ІНТЕРПАЙП Нижньодніпровський трубопрокатний завод»	0,97	0,875	-9,79	-
10	ПрАТ «ЮЖКОКС»	1,495	1,627	8,83	Збільшення обсягів виробництва коксу 6 % вологості, а також за рахунок введення до експлуатації коксової батареї № 7
11	ПрАТ «Дніпровський коксохімічний завод»	1,322	1,232	-6,81	Зниження темпів виробництва
12	АТ «Покровський	8,153	4,842	-40,61	Зменшення валових

Інв. № у обл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № у обл.	Підп. і дата

ЕК19320046

Арк

87

Вин Арк № докум. Підп. Дат

	гірничозбагачувальний комбінат»				викидів обумовлено зменшенням роботи основного технологічного обладнання Богданівської АЗФ у 3-4 кварталах
--	---------------------------------	--	--	--	--

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № Фубл.	Інв. № Фубл.
--------------	--------------	---------------	--------------	--------------

Вин	Арк	№ докум.	Підп.	Дат	

EK19320046

Арк

88