

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природоохоронних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

за спеціальністю 101 „Екологія та охорона навколишнього середовища”

Тема роботи: Дослідження експрес-методів аналізу забруднення атмосферного повітря для організації системи моніторингу навколишнього середовища

Завідувач кафедри

Пляук Л. Д.

(підпис)

Керівник роботи

Сидоренко С. В.

(підпис)

Консультант з

охорони праці

Васькіна Р. А.

(підпис)

Виконавець студент

групи ОС.мз-02с

Петривной Д. І.

(підпис)

Суми 2022

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедрою _____
“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Петривному Дмитру Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження експрес-методів аналізу забруднення атмосферного повітря для організації системи моніторингу навколишнього середовища затверджена наказом по університету від «17» листопада 2021 р. № 0858-VI.
2. Термін здачі студентом закінченого проекту (роботи) _____
3. Вихідні дані до проекту (роботи) аналіз існуючих методів дослідження вмісту забруднюючих речовин атмосферного повітря, порівняння експрес-методів дослідження забруднення атмосферного повітря.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити) Розділ 1 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря, Розділ 2 Огляд методів дослідження вмісту забруднюючих речовин у атмосферному повітря, Розділ 3 Розроблення програми моніторингу за станом атмосферного повітря міста Суми із застосуванням експрес-методів, Розділ 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях, Розділ 5 Економічна оцінка природоохоронних заходів.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): карта-схема розміщення постів спостереження, презентація.
6. Консультанти по проекту (роботі), із значенням розділів проект, що їм стосуються:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорона праці	Васькін Р. А.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря	14.11.2021	
2	Огляд методів дослідження вмісту забруднюючих речовин у атмосферному повітря	20.11.2021	
3	Розроблення програми моніторингу за станом атмосферного повітря міста Суми із застосуванням експрес-методів	11.12.2021	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	12.12.2021	
5	Економічна частина	14.12.2021	

Дата видачі завдання _____

Студент _____
(підпис)

Керівник проект _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 24 найменування та обсягом 3 сторінки. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи становить 56 сторінки, у тому числі 4 таблиці та 14 рисунків.

Мета роботи полягає у дослідженні ефективності застосування експрес методів для оцінки забруднення атмосферного повітря.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

1. Дослідити сутність поняття екологічного моніторингу;
2. Розглянути основні методи дослідження атмосферного повітря;
3. Дослідити практичні аспекти функціонування експрес методів у складі екологічного моніторингу.

Об'єкт дослідження – експрес методи дослідження забруднення повітря.

Предмет дослідження – теоретико-методологічні і прикладні проблеми функціонування системи екологічного моніторингу.

Ключові слова: ВИКИДИ, МОНІТОРИНГ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ЛАБОРАТОРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1 Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря.....	7
1.1 Методологія оцінки стану атмосферного повітря. Індекси якості повітря	7
1.2 Нормування викидів забруднюючих речовин	13
1.3 Основні засади моніторингу атмосферного повітря	19
Розділ 2 Методи контролю за вмістом забруднюючих речовин у атмосферному повітря	23
2.1 Загальний огляд методи контроль за вмістом забруднюючих речовин у атмосферному повітрі	23
2.2 Практичне застосування експрес методів у системі моніторингу.....	29
2.2.1 Комплекс SaveEcoSensor	29
2.2.2 Комплекс Outdoor Air Quality Test Kit (Pro)	31
2.2.3 Комплекс PCE-RCM 12.....	32
2.2.4 Комплекс EG EGVOС	34
2.2.5 Комплекс Air Fresh Max Environment	35
Розділ 3 Розроблення програми моніторингу за станом атмосферного повітря міста суми із застосуванням експрес-методів	37
3.1 Загальна характеристика міста Суми, в тому числі забруднення атмосферного повітря	37
3.2 Пропозиції щодо розширення станцій громадського моніторингу атмосферного повітря міста Суми з використанням експрес-методів дослідження.....	41
Розділ 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	44
4.1 Шкідливі та небезпечні фактори при роботі в лабораторії аналізу атмосферного повітря	50

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

ТС 18510265

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Дослідження експрес-методів аналізу забруднення атмосферного повітря для організації системи моніторингу навколишнього середовища	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Петривной					4	56
Перев.		Сидоренко				СумДУ, ф-т ТеСЕТ гр. ОС.мз-02с		
Н.Контр Затв.		Батальцев Пляцук						

4.2 Безпека персоналу лабораторії в надзвичайних ситуаціях	50
4.3 Розрахунок вентиляції лабораторного приміщення	50
Розділ 4 економічна частина	51
Висновок	53
Перелік джерел посилань	54

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

					ОС 20320568	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		5

ВСТУП

Актуальність. Існування людського суспільства незмінно пов'язане з використанням довкілля як середовища проживання та створення засобів життєзабезпечення – продуктів харчування, сировини й матеріалів для побутових потреб і виробничої діяльності, виробництва і використання енергії, забезпечення транспортом та засобами зв'язку, задоволення рекреаційних потреб.

Екологічний моніторинг довкілля є сучасною формою реалізації процесів екологічної діяльності за допомогою засобів інформатизації і забезпечує регулярну оцінку і прогнозування стану середовища життєдіяльності суспільства та умов функціонування екосистем для прийняття управлінських рішень щодо екологічної безпеки, збереження природного середовища та раціонального природокористування.

Мета роботи полягає у дослідженні ефективності застосування експрес методів для оцінки забруднення атмосферного повітря.

Поставлена мета обумовила необхідність вирішення ряду взаємопов'язаних завдань:

1. Дослідити сутність поняття екологічного моніторингу;
2. Розглянути основні методи дослідження атмосферного повітря;
3. Дослідити практичні аспекти функціонування експрес методів у складі екологічного моніторингу;

Об'єктом роботи експрес методи дослідження забруднення повітря.

Предметом роботи є теоретико-методологічні і прикладні проблеми функціонування системи екологічного моніторингу.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20320568

Арк

6

РОЗДІЛ 1 ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

1.1 Методологія оцінки стану атмосферного повітря. Індекси якості повітря

Забруднення атмосферного повітря може бути спричинене як антропогенними, так і природними факторами (рисунок 1.1.).

До природних джерел слід віднести природні явища, внаслідок яких відбувається значний за обсягом викид забруднюючих речовин. Як приклад можна привести явище вітрової ерозії гірських порід, внаслідок якої до атмосферного повітря потрапляє мінеральний пил (суспендовані частинки). Іншими джерелами пилу є процеси виверження вулканів. Під час лісових, степових чи торф'яних пожеж до атмосферного повітря надходить в неконтрольованих обсягах сажа, оксиди азоту та вуглецю, метан, сірчаний ангідрид. Особливу небезпеку серед продуктів горіння становлять парникові гази, які негативно впливають на кліматичну ситуацію планети.

До антропогенних джерел відносяться усі викиди забруднюючих речовин, що прямо чи опосередковано спричиненні діяльністю людини (промисловість, транспорт, тощо).

Відповідно до складу, усі забруднюючі речовини можна розділити на механічні та хімічні. До механічних забруднювачів відносяться частинки дрібнодисперсні частинки, що відділяються внаслідок механічного впливу на об'єкт. Як прикладом, можна привести такі явища: відділення дрібнодисперсних часточок гуми з автомобільних шин, що відділяються внаслідок тертя поверхні; пил, що утворюється внаслідок переміщення чи пересипки сипучих матеріалів типу піску, цементу, клінкеру, тощо); відділення частинок пилу абразивного внаслідок шліфування металевої поверхні, тощо. До хімічних забруднювачів відносяться речовини органічного та неорганічного походження, що здатні вступати в хімічні реакції з іншими речовинами. Як приклад, можна навести

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк

7

продукти повного та неповного окислення (оксиди азоту та оксиди вуглецю, метан, неметанові леткі органічні сполуки, ангідрид сірчистий), випаровування паливо-мастильних матеріалів (пари бензину, дизельного палива, масла мінерального, тощо) [1,2].

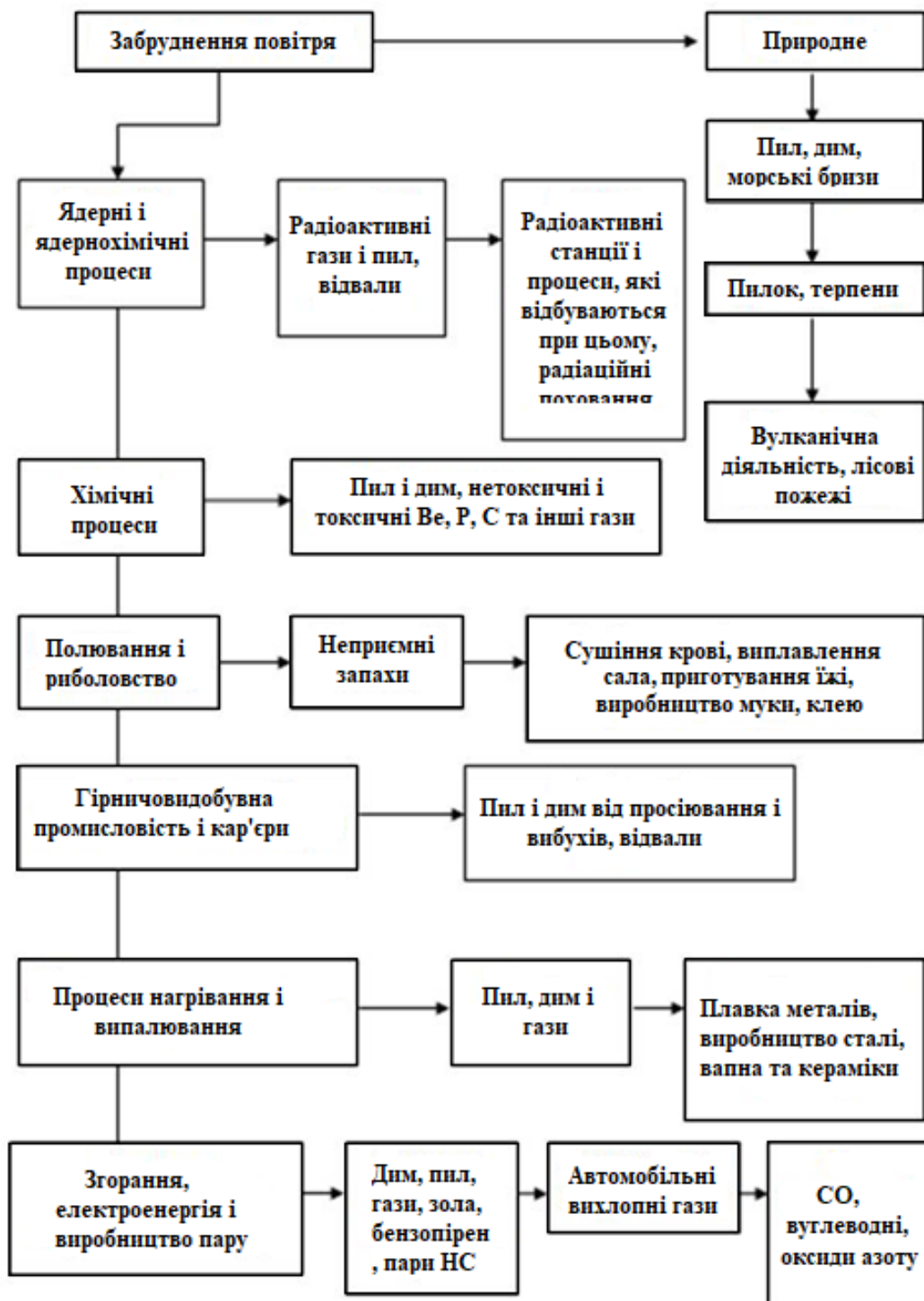


Рисунок 1.1 – Класифікація джерел забруднення атмосферного повітря

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Індекс якості атмосферного повітря використовується для візуалізації та популяризації інформації стосовно рівня забруднення атмосферного повітря. Для зручності населенню, даний індекс розділено на шість рівнів: добрий, задовільний, помірно забруднений, високий, дуже високий і небезпечний. Кожному з рівнів (або діапазонів) присвоєно унікальний колір та певні рекомендації стосовно охорони здоров'я (рисунок 1.2).

Категорії індексу якості повітря								
Категорія AQI (Діапазон)	PM ₁₀ (24год)	PM _{2.5} (24год)	NO ₂ (24год)	O ₃ (8год)	CO (8год)	SO ₂ (24год)	NH ₃ (24год)	Pb (24год)
Хороший (0-50)	0-50	0-30	0-40	0-50	0-1.0	0-40	0-200	0-0.5
Задовільний (51-100)	51-100	31-60	41-80	51-100	1.1-2.0	41-80	201-400	0.5-1.0
Помірно забруднений (101-200)	101-250	61-90	81-180	101-168	2.1-10	81-380	401-800	1.1-2.0
Високий (201-300)	251-350	91-120	181-280	169-208	10-17	381-800	801-1200	2.1-3.0
Дуже високий (301-400)	351-430	121-250	281-400	209-748	17-34	801-1600	1200-1800	3.1-3.5
Небезпечний (401-500)	430+	250+	400+	748+	34+	1600+	1800+	3.5+

Рисунок 1.2 – Критерії індексу якості повітря

Індекс якості повітря визначається за основі вмісту даних про вміст восьми найбільш актуальних забруднюючих речовин (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, SO₂, CO, O₃, NH₃, і Pb).

Значення індексу може змінюватися від існуючою ситуації і залежить від обсягу викидів промисловості, інтенсивності транспортних потоків чи метеорологічних характеристик місцевості. Так, штиль (застій повітря) спричиняє накопичення забруднюючих домішок у певній області, що призводить до

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						9

зростання концентрації забруднюючих речовин, внаслідок порушення процесів самоочищення атмосфери.

Дані ситуації можна попередити заздалегідь. Наприклад, при попередженні про підвищений вміст твердих частинок, можна ужити таких заходів:

- скорочення обсягів викидів, або ж, за можливості, припинення роботи найбільших джерел викидів, наприклад зменшення кількості транспортних засобів, тощо;
- використання засобів індивідуального захисту при перебуванні на відкритій місцевості;
- попередження літніх людей чи людей з групи ризику про несприятливу ситуацію [1,2].

Оцінку фонового забруднення проводять із застосуванням інтегральних показників. Найпоширенішим є середнє значення концентрації речовини, що розраховується за певний період на всій досліджуваній території і нормується за середньосезонною концентрацією (формула 1.1):

$$\tilde{q} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\bar{q}_{ci}}{\bar{q}_{cc}}, \quad (1.1)$$

де q – середньосезонна концентрація забруднюючої речовини;

N – кількість контрольно-вимірвальних постів на досліджуваній території;

q_{ci} – середньодобова концентрації речовини на i -му пості;

q_{cc} – середньосезона концентрація на i^* му пості.

Згідно величини середньої концентрації (q) розрізняють чотири рівні забруднення повітря:

1. $q \geq 1,5$ – високе забруднення
2. $1,0 \leq q < 1,5$ – підвищене забруднення
3. $0,6 \leq q < 1,0$ – знижене забруднення
4. $q < 0,6$ – низьке забруднення

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

Для оцінки забруднення атмосферного повітря на досліджуваній території (населеному пункті, районі, тощо), як узагальнений показник, досить часто застосовують показник Р, що розраховується за формулою 1.2:

$$P = \frac{m}{n}, \quad (1.2)$$

де n – загальна кількість стаціонарних постів спостережень за вмістом забруднюючих речовин на досліджуваній території протягом доби;

m – загальна кількість зафіксованих замірів протягом доби з концентрацією q, що перевищує середньосезонне значення більш ніж у 1,5 рази.

При обчисленні значення Р у якості оцінки фонового забруднення атмосфери необхідно, щоб на досліджуваній території було облаштовано не менше 3 стаціонарних постів, а кількість спостережень за вмістом домішок на всіх пунктах протягом доби не менш 20.

Значення показника Р може варіюватися від 1 (за умови, що виміряні концентрації перевищують $1,5q_{cc}$) до 0 (за умови, що жодна з концентрацій не перевищує $1,5q_{cc}$).

За результатами обрахунку показника Р виділяють три рівня забруднення повітря:

1. $P \geq 0,35$ – високий рівень забруднення;
2. $0,20 \leq P < 0,35$ – підвищений рівень забруднення;
3. $P < 0,20$ – низький рівень забруднення.

Значення показника Р є відносною характеристикою і не корелюється із усередненим показником рівня забруднення повітря. З цього можна зробити висновок, що показник Р, переважно, залежить від метеорологічних умов. Це дає змогу для дослідження метеорологічних умов забруднення атмосфери із застосуванням значення Р.

Оцінка якості атмосферного повітря може здійснюватися за допомогою показника гранично допустимого забруднення (ГДЗ). Значення ГДЗ атмосферного повітря – відносна інтегральна характеристика оцінки забруднення

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

повітря населених пунктів, який описує інтенсивність та характер сумісної дії усіх забруднюючих домішок місцевості. ГДЗ визначається для кожного випадку на основі визначених дослідним методом та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії (Ккд). Ккд характеризує спільну біологічної дії одночасно присутніх в повітрі домішок (сумація, посилення, послаблення або незалежна дія). Цифрове значення показника визначається експериментальним (або розрахунковим) методом та описується в частинах від індивідуальних ГДК забруднюючих речовин. ГДЗ розраховується за формулою 1.3:

$$ГДЗ = Ккд \cdot 100\%. \quad (1.3)$$

У ситуаціях, коли наявні в атмосферному повітрі речовини є складною сумішшю з встановленими і не встановленими коефіцієнтами комбінованої дії, для розрахунку ГДЗ значення Ккд цієї суміші визначається наступним чином (формула 1.4):

$$Ккд_{cc} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Ккд_{i2} + Ккд_{22} + \dots + Ккд_{n2}) + n + Кт}, \quad (1.4)$$

де $Ккд_{cc}$ – коефіцієнт комбінованої дії складної суміші;

$Ккд$ – коефіцієнт комбінованої дії сумісно присутніх речовин;

$Кт$ – числове значення коефіцієнта для речовин з незалежним характером комбінованої дії.

У випадку наявності у повітрі однієї домішки показник ГДЗ = 100%.

Оцінка якості повітря здійснюється на основі кратності перевищення показників забруднення їх нормативного значення (ГДЗ) і містить у собі визначення ступеню забруднення (допустимий, недопустимий) та міри його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) (таблиця 1.1) [1-4, 5].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 12
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

Таблиця 1.1 – Параметри оцінки забруднення атмосферного повітря

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ	Відсоток випадків перевищення ГДЗ
Допустимий	Безпечний	< 1	0
Недопустимий	Слабко небезпечний	> 1 – 2	> 0 – 4
Недопустимий	Помірно небезпечний	> 2 – 4,4	> 4 – 10
Недопустимий	Небезпечний	> 4,4 – 8	> 10 – 25
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

1.2 Нормування викидів забруднюючих речовин

У широкому баченні, нормуванням параметрів складових природного середовища є інструментом правового регулювання, який покликаний на визначення меж дозволеного втручання людини в оточуюче середовище. Найголовніші екологічні нормативи нашої держави, покликані на виконання наступних функцій:

- управлінська, або ж контролююча функція;
- зберігаюча функція, яка направлена на недопущення погіршення.

У галузі охорони атмосферного повітря застосовуються технічні нормативи викидів, які направлені на збереження його поточного стану й попередження наднормового забруднення. До інших діючих нормативів, які направлені на захист повітря відносяться:

- гігієнічні нормативи вмісту забруднюючих речовин у атмосферному повітрі (ГДК, ОБРВ);
- гранично допустимі викиди забруднюючих речовин стаціонарних джерел;
- нормативи вмісту забруднюючих речовин у відпрацьованих газах пересувних джерел.
- технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючих речовин.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк

13

Нормативними актами передбачено можливість встановлення деяких інших нормативів у даній галузі, що визначено статтею 5 Закону України «Про охорону атмосферного повітря».

Законом України «Про охорону атмосферного повітря» також визначено, що порядок, за яким здійснюється розробка та затвердження вище перелічених нормативів визначає Кабінет Міністрів України. Так, порядок визначення та встановлення нормативів гранично допустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел встановлено постановою Кабінет Міністрів України від 28.12.2001 р. №1780. Метою встановлення даних нормативів є контроль за вмістом забруднюючих речовин у викидах стаціонарних джерел суб'єктів господарювання на відповідність обсягів, встановлених у дозвільних документах та чинному екологічному законодавству, що б попередити наднормативне забруднення повітря [6].

З метою оцінки поточного рівня забруднення приземних шарів атмосферного повітря визначаються нормативи граничнодопустимих викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин. Вказані нормативи мають на меті збереження поточного рівня забруднення атмосферного повітря з перспективою його покращення та гарантування екологічної безпеки навколишнього середовища і встановлюються з урахуванням економічних та технологічних аспектів.

Законом України «Про охорону атмосферного повітря» (стаття 7) передбачено для усіх стаціонарних джерел викиду встановлення нормативів гранично допустимого викиду забруднюючих речовина або ж технологічні нормативи допустимих викидів забруднюючих речовин.

Значення гранично допустимих викидів для деяких забруднюючих речовин визначенні Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 27.06.2006р. № 309. Дані нормативи направленні на контроль масової концентрації небезпечних домішок у організованих викидах стаціонарних джерел.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						14

Технологічні нормативи встановлюються для окремих типів обладнання і також направлені на обмеження масової концентрації деяких видів забруднюючих речовин у викидах стаціонарних організованих джерел. Технологічні нормативи встановлюються для наступних забруднюючих речовин: тверді суспендовані частинки недиференційовані за складом та диференційовані (мікрочастинки та волокна), канцерогенні речовини, пароподібні та газоподібні неорганічні сполуки та органічні сполуки [6, 7].

Для нових, у тому числі й проєктованих, стаціонарних джерел усі екологічні нормативи в галузі охорони атмосферного повітря встановлюються із урахуванням передових українських та світових технологій та досягнень направлених на зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря. У разі, коли законодавством Європейського Союзу для нових стаціонарних джерел і таких, що проєктуються, встановлено нормативи граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин, в Україні застосовуються норми цього законодавства (пункт 5 Постанови Кабінету Міністрів України від 28.12.2001 р. № 1780), іншими словами, дана постанова закріплює перевагу європейських нормативів перед державними.

Перелік затверджених нормативів здійснюється щонайменше раз на 10 років, або за наявності хоча б однієї з таких підстав:

- потреба у мінімізації сукупного негативного впливу на довкілля, що здійснюється унаслідок викидів забруднюючих речовин;
- поява нових можливостей та шляхів зменшення обсягу викидів до атмосферного повітря та розроблення на основі цих можливостей нових технологічних процесів, беручи до уваги економічну складову;
- зміни у державному чи європейському законодавстві у галузі охорони атмосферного повітря, що безпосередньо стосуються цих нормативів.

Починаючи із 2008 року, профільне міністерство розробляє технологічні нормативи гранично допустимих викидів забруднюючих речовин для певних галузей промисловості, зокрема це енергетика, переробна промисловість, хімічна

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						15

промисловість, обробка деревини, відходів та інші види діяльності. Дані нормативи засновані за передовому європейському досвіді та є обов'язковими для застосування.

Також законодавством передбачено перелік видів обладнання, для яких встановлені гранично допустимі норми викидів забруднюючих речовин стаціонарними джерелами (наказ Мінприроди від 16.08.2004 р. № 317). Тобто нормативи ліміту викидів встановлюються для стаціонарних джерел викидів, пов'язаних із промисловими процесами (енергетика, переробна, хімічна промисловість, деревообробка, відходи та інші види діяльності). З 2008 року Мінприроди активно розробляє та затверджує технічні стандарти на деякі з перерахованих видів обладнання: коксові печі, котли, теплоелектростанції тощо, які є обов'язковими та засновані на передовому світовому досвіді.

Технічні нормативи допустимих скидів забруднюючих речовин включають діючі технічні норми на рівні підприємства з найкращою технологією виробництва існуючого однотипного обладнання та споруд з однаковою виробничою потужністю; перспективні технічні нормативи - з урахуванням досягнень вітчизняного та світового прогресу. технології та рівні обладнання (ст. 7 Закону України «Про охорону атмосферного повітря») для нового проектування, будівництва або модернізації окремих видів обладнання, установок. Такі технічні нормативи визначаються за місцем їх видачі. Вони відносяться до типу стандартів, які обмежують масову концентрацію забруднюючих речовин у викидах.

Гранично допустимий рівень впливу на атмосферу встановлюється для кожного стаціонарного джерела за всіма видами фізичних та біологічних факторів, які воно створює (ст. 8 Закону України «Про охорону атмосфери»).

Загалом, за деякими джерелами інформації, існує кілька способів встановлення нормативів гранично допустимих викидів 22 забруднюючих речовин від стаціонарних джерел. По-перше, за принципом «йти до кінця», тобто для кожного стаціонарного джерела та для кожної забруднюючої речовини

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 16
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

встановлюється гранично допустимий норматив викидів забруднюючих речовин з фіксованого джерела. Таким чином, стандарти встановлюються на рівні фактичних викидів, незважаючи на впровадження найкращих доступних технологій у бізнесі. Крім того, цей підхід не передбачає адаптації максимально допустимих норм викидів забруднюючих речовин до європейського законодавства. Другий шлях — сформулювати на основі технічних підходів технічні нормативи допустимих скидів забруднюючих речовин для окремих видів обладнання, споруд і споруд, тобто запровадити найкращі технічні методи з найменшим впливом на навколишнє середовище. Встановлено технічні нормативи для 8 найбільш поширених забруднюючих речовин або їх сумішей, оскільки на них припадає понад 87% загальних викидів України.

З метою забезпечення екологічної безпеки, створення гарного середовища проживання та запобігання шкідливому впливу атмосферного повітря на здоров'я людей та навколишнє середовище регулюється скидання найбільш поширених та небезпечних забруднюючих речовин (ст. 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря»). Перелік таких речовин затверджено постановою КМУ від 29 листопада 2001 р. № 1598. Відповідно до постанови речовини поділяються на найбільш поширені (наприклад, оксиди азоту, озон, свинець, формальдегід) та шкідливі забруднювачі (метали, ціаніди, хлор і фтор та їх сполуки тощо), всього 17 забруднюючих речовин та їх сполук. підпадають під дію правил викидів. Перелік забруднюючих речовин згідно ст. Згідно з рекомендаціями Мінприроди та МОЗ, Кабінет Міністрів України має вносити зміни до статті 11 Закону України «Про охорону атмосфери» не рідше ніж кожні п'ять років. Важливо зазначити, що після 23 ратифікації (2001 р.) перелік жодним чином не змінювався, що свідчить про порушення ст.11 цього Закону [6].

За запитом Мінприроди та територіальних органів МОЗ органи місцевого самоврядування можуть відповідно до особливостей екологічних умов регіону чи населених пунктів сформулювати додаткові переліки забруднюючих речовин для регулювання їх викидів на території. За аналогічним порядком у разі перевищення

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						17

норм екологічної безпеки орган місцевого самоврядування відповідної території законодавчо затверджує (ст. 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря») плани відновлення атмосферного повітря для вжиття заходів щодо зменшення забруднення повітря.

Загалом стандартизація та стандартизація у сфері охорони атмосферного повітря здійснюється з метою встановлення комплексу обов'язкових норм, правил та вимог щодо охорони атмосферного повітря від забруднення та екологічної безпеки (ст. 4 цього Закону). Тому норми охорони атмосферного повітря базуються на рівні науково-технічного прогресу і формують єдині вимоги, правила, загальні принципи чи характеристики країни щодо якості повітря, а також охорони якості повітря для персоналу, який займається господарською діяльністю. Забезпечити сприятливі умови. Екологічні стандарти визначають поняття і терміни, режими охорони атмосферного повітря, методи контролю за їх станом, вимоги щодо запобігання шкідливому впливу на атмосферне повітря та встановлюють інші вимоги до охорони атмосферного повітря. Ці елементи утворюють зміст національних стандартів з урахуванням того, які стандарти розроблено в галузі охорони атмосферного повітря.

Юридичні особи, які здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, зобов'язані дотримуватися вимог, передбачених стандартами та нормативами екологічної безпеки у галузі атмосферного повітря (ст.10 Закону України «Про охорону атмосферного повітря»). На сьогодні в Україні діють водночас і стандарти ще Радянського Союзу (ГОСТи) в сфері охорони довкілля 24 та атмосфери, і нові стандарти (ДСТУ), затверджені Держстандартом. Наприклад, ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями», який визначає правила встановлення допустимих викидів шкідливих речовин в атмосферу діючими підприємствами та такими, що проектуються і застосовуються в Україні. З 1 січня 2011 року вступили в силу нові ДСТУ ISO 4225:2008 (Якість повітря. Загальні положення. Словник термінів),

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 18
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

ДСТУ ISO 14956:2008 (Якість повітря. Оцінювання придатності процедури вимірювання на основі порівняння з указаною невизначеністю вимірювання), ДСТУ ISO 4226:2008 (Якість повітря. Загальні положення. Одиниці вимірювання), затверджені Наказом Державного комітету України з питань технічного регулювання та споживчої політики від 30.12.2008 р. № 519 (в редакції від 29.01.2009 р.) [6 – 10].

1.3 Основні засади моніторингу атмосферного повітря

Моніторинг атмосферного повітря – це інформаційні та технологічні системи, які використовуються для моніторингу, оцінки та прогнозування рівнів забруднення повітря та вироблення рекомендацій щодо заходів захисту повітря на основі цього. Моніторинг повітря та рівнів забруднюючих речовин, у тому числі радіонуклідів, контролюють 3 органи національної системи екологічного моніторингу: МНС (зокрема Національне гідрометеорологічне управління), Мінприроди (Національна епідеміологічна служба).

Під забрудненням повітря розуміється наявність у повітрі частинок різних газоподібних, твердих або рідких речовин, які можуть негативно впливати на живі організми, погіршувати умови їх життєдіяльності або спричиняти матеріальні збитки. За статистикою, близько 80% всіх ЛЕП, що потрапляють в атмосферу, є результатом різних енергетичних процесів – від виробництва енергії до її переробки та використання. При цьому майже 90% світових потреб в енергії задовольняється за рахунок використання викопного палива, як викопного (нафта, вугілля, природний газ), так і відновлюваного (дрова, солома). Щорічне спалювання понад 1 млрд. т палива призводить до викидів близько 220 млн. т двоокису сірки, 450 млн. т чадного газу, 7,5 млн. т оксидів азоту та 150 млн. т інших речовин. Моніторинг парникових газів займає особливе місце в національній системі моніторингу атмосфери та викидів. Викиди парникових газів встановлюються Кіотським протоколом до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату зі спеціальними квотами для кожної країни, яка підписала та

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 19
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

ратифікувала цей протокол. включає: Україна: вуглекислий газ метан (CH₄), закис азоту (N₂O), гідрофторуглеводні, перфторуглероди, гексафторид сірки (SF₆).

Природа тимчасової та просторової мінливості концентрацій шкідливих домішок є результатом різноманітних умов, які необхідно зрозуміти, щоб забезпечити бажану чистоту навколишнього повітря (AP). Основою для виявлення всіх факторів і закономірностей є моніторинг умов забруднення повітря. Ефективність усіх заходів захисту повітря залежить від можливостей та якості спостережень.

Необхідність організації систем моніторингу забруднення повітря в містах та інших промислово розвинених населених пунктах пояснюється тим, що на місцевому та регіональному рівнях рівень забруднення повітря може перевищувати гігієнічні норми.

Країни СНД проводять спостереження за забрудненням повітря з початку 1960-х років. З метою отримання об'єктивної інформації про рівень забруднення повітря на базі мережі гідрометеорологічних спостережень у 1972 р. підрозділи МОЗ СРСР та інших установ під керівництвом Головного управління гідрометеорологічної служби (ГУГМС, далі – як ГУГМС), також були залучені до забруднення навколишнього середовища Організація системи моніторингу. Пізніше Державний гідрометеорологічний комітет було реорганізовано в Державну гідрометеорологічну службу МНС України.

Основну функцію організації мережі станцій моніторингу забруднення атмосферного повітря було передано Національному гідрометеорологічному управлінню, оскільки мережа станцій моніторингу та гідрометеорологічна мережа формувалась за схожими принципами. Крім того, характеристики забруднення повітря часто визначаються одночасно з необхідними для інтерпретації метеорологічними показниками [3, 12].

Протягом 2007 року Національна гідрометеорологічна служба здійснювала моніторинг забруднення атмосферного повітря на 162 стаціонарних станціях,

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						20

двох станціях маршрутних спостережень та двох транскордонних пересадочних станціях у 53 містах України. Крім того, на 50 метеостанціях проводилися спостереження за кислотністю опадів. Спостереження за хімічним складом опадів проводилися на 33 метеостанціях. Програма обов'язкового моніторингу якості повітря включає вісім забруднюючих речовин: пил, діоксид азоту (NO₂), діоксид сірки (SO₂), чадний газ, формальдегід (H₂CO), свинець та бенз(а)пірен, радіоактивні речовини. Деякі станції контролюють виявлення додаткових забруднюючих речовин (Державна доповідь про стан довкілля України за 2007 рік, Мінприроди).

Крім того, у 2007 році фахівцями Національної епідеміологічної служби України було відібрано для лабораторного дослідження 296 739 проб атмосфери з міських населених пунктів та 43 030 проб із сільської місцевості. За результатами дослідження проб атмосфери 66 506 селищ міського типу та 619 сільських населених пунктів перевищено гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин (Державна доповідь про стан довкілля України за 2007 рік Мінприроди).

Важливу роль у системах моніторингу атмосферного повітря відіграє інформація про транскордонний транспорт забруднюючих речовин, і ці спостереження здійснюються в мережі Національної гідрометеорологічної служби. Для виконання своїх зобов'язань згідно з Протоколом до Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані Мінприроди розпочало проект створення міжнародної станції ЕМЕР у Дунайському біосферному заповіднику в українській частині дельти Дунаю. В Україні науково-методичну основу організації мереж спостережень здійснюють УкрНДГМІ та управління Мінприроди.

Основною метою моніторингу атмосферного повітря є надання зацікавленим країнам і державним установам, підприємствам, установам та іншим організаціям систематичної інформації про рівні забруднення

Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інкв.№дубл.					Арк
Підп. і дата	Вид	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Арк	
Інкв.№подл.						Арк	
						21	
ОС 20320568							

атмосферного повітря та прогнозування його змін під впливом господарської діяльності та метеорологічних умов [13 – 15].

Стандартні мережі моніторингу повинні надавати інформацію про стан повітря, на основі якої можна вирішувати такі завдання:

- оцінювати рівень забруднення атмосфери (РЗА);
- вивчати вплив забруднення повітря на захворюваність населення;
- оцінювати збитки, завданні сільському господарству, лісам, тваринництву, будівлям і спорудам;
- планувати розміщення промислових підприємств та визначати санітарно-захисні зони (СЗЗ);
- уточнювати і перевіряти розрахункові методи розсіювання домішок від джерел забруднення АП;
- оцінювати фонове забруднення атмосфери.

Для успішного вирішення всіх цих питань необхідно правильно визначити метод вимірювання, оптимальні значення частоти спостережень і кількості постів, а також робочу схему, яка формує стандартну мережу моніторингу [12, 14].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568					Арк
										22

РОЗДІЛ 2 МЕТОДИ КОНТРОЛЮ ЗА ВМІСТОМ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН У АТОМСФЕРНОМУ ПОВІТРЯ

2.1 Загальний огляд методи контроль за вмістом забруднюючих речовин у атмосферному повітрі

Контроль забруднення атмосферного повітря здійснюється з допомогою лабораторних та позалабораторних (експрес) методів.

Визначення вмісту більшості забруднюючих речовин здійснюється з допомогою лабораторних методів. Умовно, усі лабораторні методи контролю, незалежно від кінцевої мети, можна розділити на два етапи: відбір проб та лабораторний аналіз. Здійснення відповідних вимірювань проводиться у відповідності до затверджених методик виконання вимірювань (МВВ). Найбільш поширеними методами лабораторного аналізу є спектральні та хроматографічні методи, за допомогою яких можна дослідити близько 80 % усіх компонентів повітря.. У таблиці 2.1 наведені найбільш поширені методики вимірювань забруднюючих речовин.

Таблиця 2.1 – Інструментальні методи контролю забруднення атмосферного повітря

Методика визначення	Забруднююча речовина
Газова хроматографія	Сірководень, метиламін, анілін, диметил (диетил)-, триметил (триетил)амін, акролеїн, метанол, циклогексан (-ол), (-нон), 3,4-бензпірен, хлоропрен, бензол, етилбензол, толуол, ксилол, хлороформ.
Турбідиметрія	Сульфатна кислота, сульфати
Фотометрія	Фосфатна кислота, метимеркаптан, фенол, метанол, формальдегід, карбонові кислоти C ₄ -C ₉ , оксиди нітрогену, аміак, хлориди, цинід водню, фторид водню, піридин, діоксид сірки, сірководень, ванадій, свинець, селен.
Атомно-абсорбційна спектрометрія	Залізо, кадмій, кобальт,магній, манган, мідь, нікель, свинець, хром, цинк ртуть
Потенціометрія	Борна кислота, фторид водню

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк
23

До аналітичних (лабораторних) методів аналізу висувають наступні вимоги:

- ступінь поглинання повітропроводом досліджуваного компонента має бути не нижче 95 %;
- похибка вимірного об'єму газової проби має складати не вище 10 %;
- максимальна похибка методики дослідження не повинна перевищувати 25 %;
- нижня межа ідентифікації досліджуваної речовини має знаходитися в діапазоні 0,5-0,8 ГДК;
- вибірковість методу аналізу повинна гарантувати достовірне визначення домішки повітря у присутності інших забруднювачів;
- усі засоби вимірювальної техніки, що застосовуються під час лабораторних досліджень мають проходити перевірку у спеціалізованих установах відповідно до графіку.

Експрес методи включають дослідження, які можна проводити безпосередньо на досліджуваній території, але вони мають меншу точність у порівнянні з лабораторними методами [15].

Експрес методи дослідження забруднення атмосферного повітря застосовують для:

- моніторингу атмосферного повітря;
- контролю за забрудненням повітря робочої зони;
- контролю викидів в атмосферне повітря, тощо.

Оскільки, головними перевагами експрес методів є мобільність, швидкість аналізу і безперервність, то до них висувають наступні вимоги:

- якомога простіший спосіб відбору проб;
- можливість повної автоматизації процесу;
- компактність установки;
- автономне електроживлення;
- стабільність калібрувальної характеристики;
- доступна вартість.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк
24

Усі експрес-прилади можна розділити на три групи: стаціонарні, портативні та мікроапаратура (рисунок 2.1).



Рисунок 2.1 – Прилади для аналізу забруднення повітря

В Україні найбільш популярними є автоматичні газоаналізатори, індикаторні трубки та напівкількісні експрес-тести. Найчастіше такі прилади застосовуються у системах громадського екологічного моніторингу.

За даними Державного реєстру засобів вимірювальної техніки, серед усіх засобів дослідження забруднення атмосферного повітря 35 % належить вітчизняними виробникам і близько 65% - імпортують з закордону [16-18].

Ручні газоаналізатори з індикаторними трубками являється найбільш доступними приладами контролю, вони швидкі і мобільні, протей, найбільшим їх недоліком є не висока точність результату дослідження, що робить їх ефективними лише на початковому етапі моніторингу. Одним з таких приладів є лінійно-колористичні індикаторні трубки з аспіратором (рисунок 2.2)

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

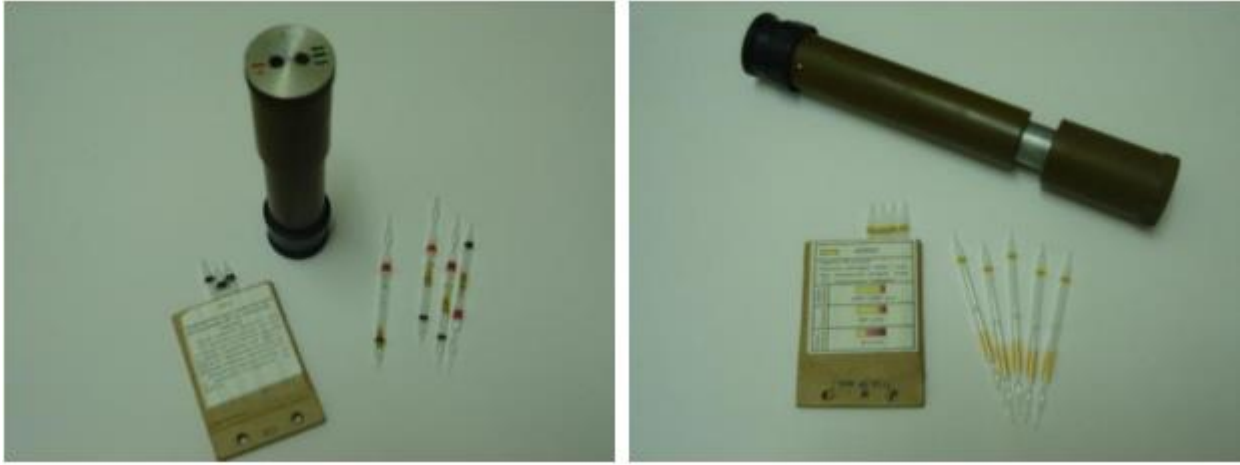


Рисунок 2.2 – Насос і трубки для визначення синильної кислоти та іприту

Індикаторні та фільтрувальні трубки являють собою герметичні скляні посудина невеликого діаметру. Такі трубки наповнені індикаторною сумішшю (найчастіше – це хемосорбенти), яка змінює своє забарвлення, як реакцію на певний компонент досліджуваного повітря. Довжина хемосорбенту, що вступив у реакцію буде кількісним відображенням масової концентрації досліджуваної забруднюючої речовини (рисунок 2.3).

Фільтрувальні трубки наповнюються, так само, як і індикаторні, хемосорбентом, відмінність полягає в тому, що прилад повністю пропускає досліджувану пробу і затримує супутні та заважаючі аналізу сполуки, або ж взаємодіє з досліджуваною речовиною, перетворюючи її в інший леткий продукт, що спонукає до більш яскравої зміни забарвлення.

Серед основних переваг описаних вище приладів слід віднести:

- компактність та малогабаритність (загальна вага таких приладів не перевищує 1 кг);
- швидкість реакції (зміна забарвлення відбувається протягом звичайної);
- чутливість (інтегральний діапазон вимірювань коливається в межах 0,1-1000000 мг/м³).

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 20320568					Арк
										26
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						



Рисунок 2.3 – Індикаторні трубки

Прилади експрес аналізу можуть повністю задовільними потреби моніторингу, коли є потреба у комплексній оцінці рівня забруднення атмосферного повітря. Поширеною є практика їх застосування разом з іншими засобами аналізу.

Прикладом такого застосування є переносна лабораторія «Бджілка-Р» (рисунок 2.4). «Бджілка-Р» являє собою набір індикаторних трубок для контролю стану атмосферного повітря. Існує дві модифікації: «Бджілка-Р» для використання органами держнагляду у сфері охорони навколишнього природного середовища та «Бджілка-У» для моделювання забруднення в навчальних цілях.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20320568



Рисунок 2.4 – Комплект «Бджілка-Р»

Комплекти переносних лабораторій «Бджілка-Р» містять у складі газовизначник хімічний багатокомпонентний (ГХБ), що є аналогом універсального газоаналізатора УГ-2 українського походження. Дани набір дозволяє визначати досить широкий спектр забруднюючих речовин, серед яких:

- аміак, сірководень, діоксид сірки, оксиди азоту, хлор, хлористий водень, діоксид вуглецю, озон, бром та інші неорганічні сполуки;
- вуглеводні нафтові (бензин, толуол, ксилол);
- трихлоретилен та інші хлоралкени;
- етанол та інші спирти;
- формальдегід та ацетон, та інші альдегіди і кетони;
- діетиловий та інші ефіри;
- ацетилен;
- оцтова кислота;
- аміни, меркаптан та інші органічні сполуки [16 – 20].

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

2.2 Практичне застосування експрес методів у системі моніторингу

2.2.1 Комплекс SaveEcoSensor

SaveEcoSensor являється автоматизованої станцією, що здійснює безперервний контроль за вмістом пилу фракцій 2.5 та 10 (PM 2.5 і PM 10) мікронів в атмосферному повітрі (рисунок 2.5).

Моніторингова станція обладнана метеорологічним датчиком, який дозволяє корегувати отримані значення концентрації забруднюючих речовин у відповідності до температури, вологості та тиску оточуючого середовища. Оскільки, застосування даного обладнання, передбачає його постійне розташування на відкритому повітрі, він обладнаний модулем підігріву, з метою попередження негативних погодних умов (туман, дим, опади, тощо) на апаратуру.

Основними складовими комплексу SaveEcoSensor є:

- пиломір SDS011.
- контролер Wemos D1 mini V2 Pro.
- сенсор температури, вологості та тиску BME280.
- пластиковий корпус.
- блок живлення.
- автоматизована камера підігріву повітря.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 29
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------



Рисунок 2.5 – Комплекс SaveEcoSensor

Комплекс працює за рахунок зовнішнього джерела електропостачання. Проведення вимірів відбувається кожні 145 секунд, отримані результати одразу направляються на онлайн-сервери, де є доступними для загального користування. Перелік онлайн-ресурсів, що використовують дані, отримані за допомогою SaveEcoSensor:

1. Власна онлайн-систем SaveEcoBot, що включає інтерактивну мапи індексу-забруднення атмосферного повітря України та чат-бота.
2. aqicn.org – онлайн-карта, що відображає забруднення повітря у світовому масштабі.
3. OpenSenseMap.org – онлайн-карта, з відкритим доступом, в якій кожен користувач має можливість долучити власний датчик/сенсор/моніторингову станцію та ділитися результатами моніторингу з усіма бажаними. Сайт обладнаний зручним, інтуїтивним інтерфейсом з можливістю візуалізації результатів замірів вмісту забруднюючих речовин у атмосферному повітря.
4. Сервер LuFtdaten.inFo .

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк
30

5. Сервер Madavi.de – німецький сервер зберігання даних, що дає можливість переглядати результати замірів протягом певного проміжку часу у вигляді графіків.

6. Онлайн-карта eco-city.org.ua.

7. air-pollution.ml – онлайн-карта, що характеризує забруднення повітря в території України.

Серед переваг комплексу необхідно виділити можливість виміру метеорологічних параметрів повітря, невеликий розмір та вагу, що робить його компактним у пересуванні та одночасна передача даних моніторингу на значну кількість серверів.

Основними недоліками є те, що даний комплекс може здійснювати вимір лише однієї забруднюючої речовини [19].

2.2.2 Комплекс Outdoor Air Quality Test Kit (Pro)

Комплекс Outdoor Air Quality Test Kit (Pro) має в своєму арсеналі ряд інструментів, що будуть корисними для професіоналів та громадських активістів під час контролю за забрудненням атмосферного повітря (рисунок 2.6).

До складу Outdoor Air Quality Test Kit (Pro) входить портативний монітор компанії Aeroqual, що здійснює вимірювання забруднюючих речовин (тверді частинки PM_{2,5} та PM₁₀, NO₂, O₃, CO, VOC (леткі органічні речовини)) шляхом автоматичної заміни датчика речовини. Даний комплекс додатково обладнаний датчиком метеорологічних показників повітря, таких як вологість та температура, що є беззаперечною перевагою.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк
31



Рисунок 2.6 – Комплекс Outdoor Air Quality Test Kit (Pro)

До переваг слід віднести:

- широкий спектр можливості виміру забруднюючих речовин;
- збереження отриманих результатів у реальному часі;
- досить висока точність датчиків виміру;
- тривалий термін роботи, за рахунок літєвих акумуляторів.

Головний недоліком приладу є те, що дані він зберігає виключно у власній пам'яті, без можливості їх передачі на відкриті онлайн-сервери, це робить неможливим використання даного комплексу у системі моніторингу повітря [20].

2.2.3 Комплекс PCE-RCM 12

Для орієнтовних досліджень параметрів навколишнього середовища використовувався комплекс PCE-RCM12 (рисунок 2.7). Комплекс дозволяє вимірювати дрібний пил, температуру, відносну вологість і концентрацію формальдегіду і вуглекислого газу. Яскравий дисплей надає інформацію про зазначені параметри. Комплекс може працювати безперервно від вбудованого

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

акумулятора до 5 годин. Для безперервних вимірювань аналізатор можна підключити до мережі через інтерфейс USB. Підрахунок частинок використовується для кількох розмірів пилу: 2,5 мкм і 10 мкм.



Рисунок 2.7 - Комплекс PCE-RCM 12

Пристрій являє собою монітор якості повітря, який включає кілька вимірювачів, інтелектуальне зондування та хмарне сховище. Може виявляти PM2,5, PM10, CO₂, HCHO, TVOC, температуру та вологість. Це обладнання використовує метод тестування ваги лазерного розсіювання професійного дизайну, професійного вентилятора та оригінальних частинок. Може чутливо і точно виявляти та контролювати PM2,5 і PM10, допомогти зрозуміти якість повітря в приміщенні та вжити заходів для збереження повітря чистим. Використовуючи професійний датчик вуглекислого газу, він може нагадати вам відкрити вікно, коли концентрація вуглекислого газу в кімнаті занадто висока.

HCHO може виявити формальдегід, TVOC може виявити шкідливі гази в приміщенні та допомогти вам зрозуміти ситуацію із забрудненням. Стабільний і безперебійний якомога довше. Оснащений модулем виявлення шуму. 16 Ви

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

можете розбудити пристрій, щоб почати вимірювання, подавши невеликий звуковий сигнал, коли пристрій перебуває в режимі сну.

Переваги: вимірювання температури і вологість, невеликий розмір і легка вага. Можна зберігати 5000 груп даних вибірки.

Недолік: комплекс зберігає лише дані про своє обладнання, чого для статистики недостатньо. Крім того, дані знаходяться лише на пристрої і не можуть підключитися до системи. Кілька приладів для контролю якості повітря та оцінки забруднення повітря в регіоні [21].

2.2.4 Комплекс EG EGVOС

EG EGVOС (рисунок 2.8) - це монітор якості повітря в приміщенні точно оцінює налаштування показники якості повітря, включаючи концентрацію формальдегіду (НСНО), поширені природні та синтетичні леткі органічні сполуки (TVOC) і дрібні пилові речовини <2,5 мкм (PM2,5) глибоко проникає в дихальні шляхи і досягає легенів та провокуючи появу астми.



Рисунок 2.8 - Комплекс EG EGVOС

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

Рівень сигналізації за замовчуванням для цього пристрою становить 0,10 мг/м³. Але користувач може встановити інший поріг тривоги НСНО, натиснувши ліву кнопку на (+) або правий (-) поріг тривоги. Сигнал пролунає на рівні НСНО перевищувати.

Переваги: перевірення якість повітря в приміщенні в будь-який час і в будь-якому місці Постійний моніторинг до 2 днів. Портативні тестери якості повітря можуть допомогуть контролювати якість повітря у приміщенні. Акумулятор ємністю 2200 мАг забезпечує портативний заряд під час зарядки від micro-USB.

Недолік: комплекс зберігає дані лише два дні, чого для статистики недостатньо і дані доступні лише на пристрої та не має можливості підключатися до кількох пристроїв для контролю якості повітря в районі.

2.2.5 Комплекс Air Fresh Max Environment

Комплекс Air Fresh Max Environment (рисунок 2.9) призначений для визначення рівня забруднення атмосферного повітря близько за 20 речовинами, в залежності від комплекстації. Функція пристрою полягає не лише в отриманні актуальних даних про якість повітря, а й у накопиченні величезної кількості даних для оцінки та прогнозування показників забруднення та ризиків для здоров'я населення за допомогою особистих кабінетів на сайті eco-city.org.ua.



Рисунок 2.9 - Комплекс Air Fresh Max Environment

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						35

Як правило, стаціонарні станції можуть бути оснащені різними типами датчиків. Наприклад, зараз в екомісті є 19 забруднювачів повітря. Є можливість обрати більш доступний і точний датчик низької концентрації

Датчики газу поділяються на металооксидні, електрохімічні, інфрачервоні. Оксиди металів є більш доступними і менш точними, що вимагають програмної термічної компенсації, Адже властивості оксидів металів відрізняються не тільки від наявних газів, а й від температура. Металооксидні датчики більш чутливі до перехресного газу, ніж інші типи датчиків. Електрохімічні та інфрачервоні датчики точніші, ніж оксиди металів. вони приносять крок вимірювання стає все меншим і меншим, а поперечна експозиція газу стає все меншою і меншою; всі вони термічно компенсовані [17, 22].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
ОС 20320568				Арк
				36

РОЗДІЛ 3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМИ МОНІТОРИНГУ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА СУМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ЕКСПРЕС-МЕТОДІВ

3.1 Загальна характеристика міста Суми, в тому числі забруднення атмосферного повітря

Місто Суми являються обласним центром Сумської області, площа населеного пункту становить 95,4 км², населення становить 257,182 тис. осіб (за даними Управління статистики у Сумській області на 1 листопада 2021 року).

Клімат міста помірно-континентальний, із середньорічною температурою повітря 10,5 °С. Протягом останніх років, місто Сумах, як і уся планета, зазнало змін клімату, що проявляється у зростанні річної температури повітря. Так, за останні 100 років, середнє річне значення температури по місту піднялося на 1,5 °С. Найтеплішим, протягом усього періоду досліджень, виявився 2007 рік.

Річна сума опадів становить 415-530 мм, що складає близько 70-90 % від річної норми. Максимальна висота річного покриву спостерігається у кінці зими (лютий місяць). Річна відносна вологість становить 89 %.

Ґрунти представлені темно-сірими опідзоленими та чорноземами.

Місто розташоване на берегах річки Псел, що є лівою притокою Дніпра. Іншими поверхневими водними об'єктами являються: річки Сумка та Стрілка, озеро Чеха, Блакитні озера.

Підземні води відносяться до Дніпровсько-Донецького артезіанського басейну, водоносні горизонти приурочені до палеогенових відкладів. За хімічним складом води гідрокарбонатні натрієвокальцієві. Місто забезпечене питною водою в достатній мірі.

У місті розташовані підприємства хімічної промисловості, машинобудування та харчової промисловості. Серед найбільших підприємств міста слід виділити:

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 37
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

- Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання спеціалізується на виробництві обладнання і устаткування для виробництва добрив, спирту, штучного волокна та в ряді інших галузей примусовості;
- Суміхімпром спеціалізується на виробництві мінеральних добрив, діоксиду титану та інших пігменті, сірчаної кислота, є цех лакофарбової продукції;
- АТ "НВАТ «ВНДІкомпрессормаш» спеціалізується на виробництві обладнання та устаткування для різних галузей промисловості;
- ТВ «ВП «ПОЛІСАН» спеціалізується на виробництві лакофарбової промисловості та являється одним із лідерів у цій галузі, що реалізує свою продукцію, як на території України, так і за її межами;
- ТОВ «Сумитеплоенерго» являється міською ТЕС, що працює на вугіллі;
- ТОВ «Кусум-Фарм» виробляє лікарські засоби та препарати;
- АТ «ТЕХНОЛОГІЯ» та АТ "НВАТ «ВНДІкомпрессормаш» спеціалізуються на виробництві різноманітної упаковки.

Також та території міста розташовані підприємства харчової промисловості, зокрема лікєро-горільчаний завод «Горобина» та Сумський комбінат хлібопродуктів.

Найбільший вклад у забруднення атмосферного повітря міста здійснюють ПАТ «Суміхімпром», ТОВ «Сумитеплоенерго» та автотранспорт.

Вміст забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міста наведено у таблиці 3.1

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						38

Таблиця 3.1 – Вміст забруднюючих речовин у атмосферному повітря міста Суми протягом 202 року

Забруднююча речовина	Середньорічний вміст, мг/м ³	ГДК _{ср} , мг/м ³	ГДК _{мр} , мг/м ³	Максимальний вміст, мг/м ³
Пил	0,3	0,15	0,5	0,9
Діоксид сірки	0,033	0,05	0,5	0,263
Діоксид азоту	0,070	0,04	0,2	0,21
Оксид вуглецю	2,0	3,0	5,0	6,0
Оксид азоту	0,03	0,06	0,4	0,09
Розчинні сульфати	0,02	-	-	0,05
Формальдегід	0,003	0,003	0,035	0,013
Аміак	0,014	0,04	0,2	0,03

Регулярні спостереження за станом забруднення атмосферного повітря міста Суми здійснює Сумський центр гідрометеорології та трьох стаціонарних постах:

- спостережний пост № 3 розташований по вулиці Сумсько-Київських дивізій, 26;
- спостережний пост № 6 розташований по вулиці Харківська, 125;
- спостережний пост № 5 розташований по вулиці Металургів, 2;

Вказані стаціонарні пости здійснюють контроль за містом восьми забруднюючих речовин: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, оксид азоту, розчинні сульфати, формальдегід та аміак.

Окрім цього, на території міста Суми розташовані чотири пости спостереження за вмістом забруднюючих речовин SaveEcoSensor, одна працює лише один пост по вулиці Березова, 28 (рисунок 3.1)

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

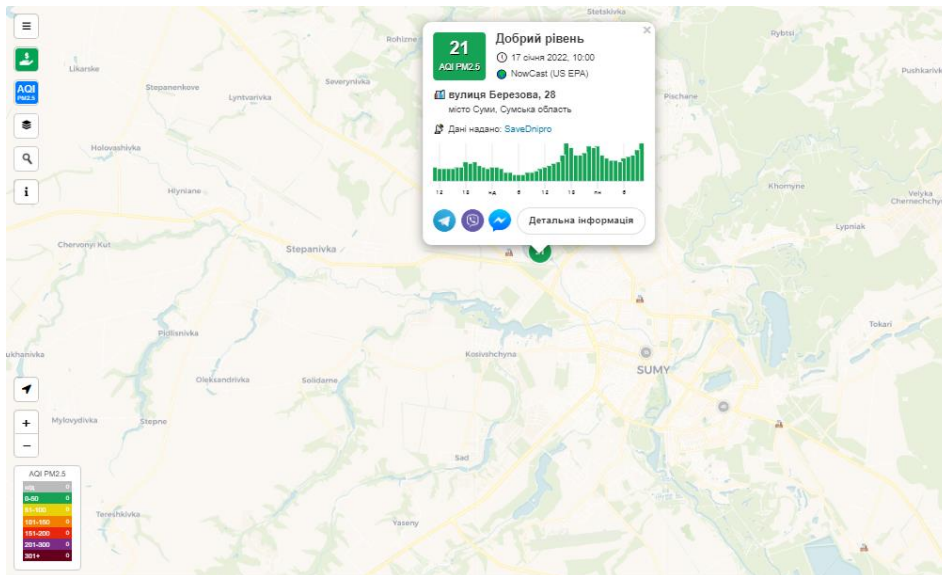


Рисунок 3.1 – Розташування діючої станції громадського моніторингу SaveEcoSensor на території міста Суми

Даний пост здійснює постійні заміри вмісту частинок пилу PM2,5 та PM10 в атмосферному повітря міста Суми. Результати замірів наведені на рисунку 3.2 та доступні за посиланням: <https://www.saveecobot.com/station/19708>.

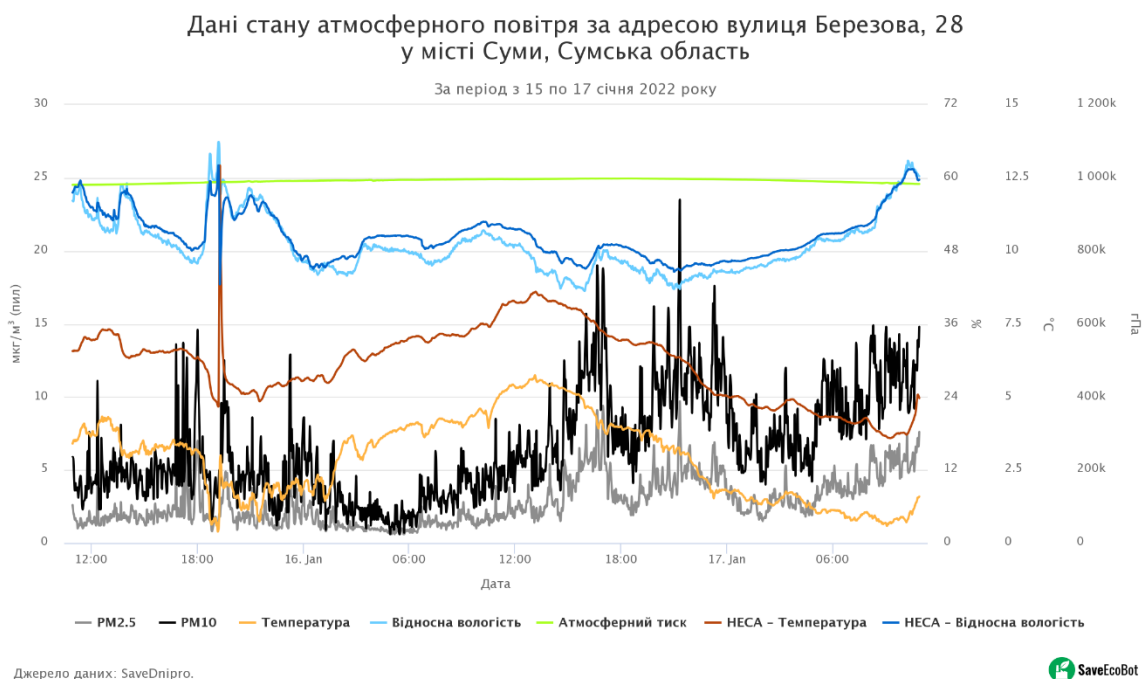


Рисунок 3.2 – Дані поста спостереження за станом атмосферного повітря у місті Суми

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

3.2 Пропозиції щодо розширення станцій громадського моніторингу атмосферного повітря міста Суми з використанням експрес-методів дослідження

Згідно дослідження доступних комплексів експрес-методів визначення вмісту забруднюючих речовин, що наведені у підрозділі 2.2, найбільш ефективним у якості застосування складової системи моніторингу, в тому числі і громадського, є комплекс Air Fresh Max Environment.

Оскільки, основними забруднювачами атмосферного повітря міста Суми є підприємства хімічно промисловості, теплоенергетики та транспорту, то пріоритетними забруднюючими речовинами, з якими необхідно здійснювати контроль є:

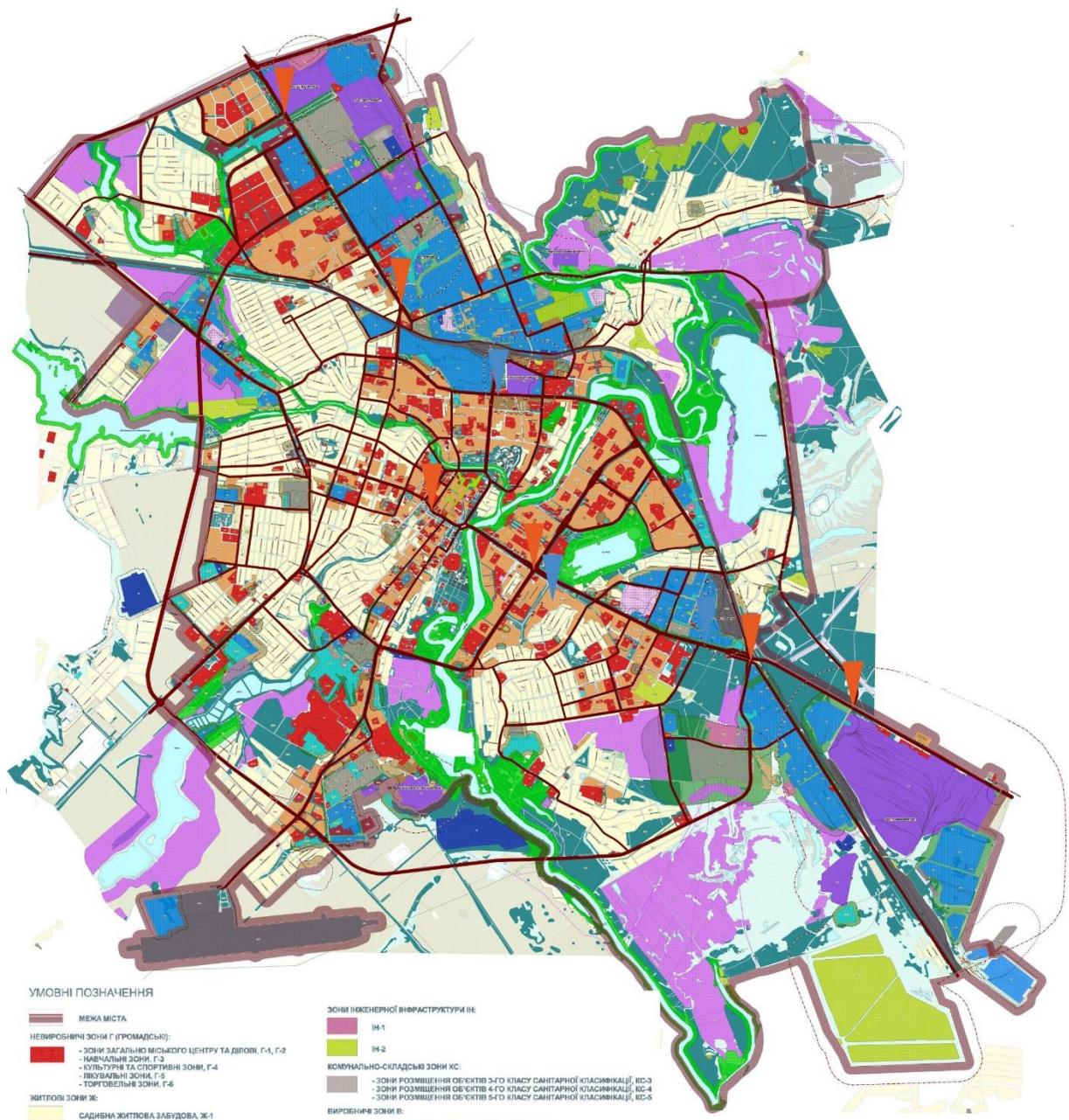
- пилові частинки розміром 2,5 та 10 мікрметрів;
- діоксид азоту;
- озон;
- оксид вуглецю;
- формальдегід;
- сірководень.

На рисунку 3.2 наведена карта-схема розташування існуючих та пропонованих постів за станом забруднення атмосферного повітря.

Пропонується доповнити існуючу система моніторингу за станом атмосферного повітря ще шістьма постами:

- пост № 1 – по вулиці Курський проспект, у зоні впливу північного промвузла;
- пост № 2 – на перехресті вулиці Курський проспект та Ремісничої вулиці, у зоні впливу північного промислового промвузла;
- пост № 3 – на перехресті вулиць 1-а Набережна річки Стрілка та Покровської площі, транспортно орієнтований пост;
- пост № 4 – перехрестя вулиці Харківська, Героїв Сумщини та Гагаріна, транспортно орієнтований пост;

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата



- УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**
- МЕЖА МІСТА
 - НЕВМІРЮВАНІ ЗОНИ Г (ГРОМАДСЬКІ):
 - ЗОНИ ЗАГАЛЬНО МІСЬКОГО ЦЕНТРУ ТА ДЛЮВІ, Г-1, Г-2
 - ІНВЕСТИЦІЙНІ ЗОНИ, Г-3
 - КУЛЬТУРНА ТА СПОРТИВНА ЗОНИ, Г-4
 - ЛЮДВІЛЬНІ ЗОНИ, Г-5
 - ТОРГОВЕЛЬНІ ЗОНИ, Г-6
 - ЖИТЛОВІ ЗОНИ Ж:
 - САДИБНА ЖИТЛОВА ЗАБУДОВА, Ж-1
 - ЗМІШАНА БАГАТОКВАРТИРНА ЖИТЛОВА ЗАБУДОВА ТА ГРОМАДСЬКА ЗАБУДОВА, Ж-2 (ВІД 4-Х ДО 9-ТИ ПОВЕРХІВ)
 - ЗМІШАНА БАГАТОКВАРТИРНА ЖИТЛОВА ЗАБУДОВА ТА ГРОМАДСЬКА ЗАБУДОВА, Ж-4 (ВІД 9-ТИ ДО 16 ПОВЕРХІВ)
 - ПІДЗОНА САДИБНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В МЕЖАХ САНИТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ, Ж-5с
 - ПІДЗОНА БАГАТОКВАРТИРНОЇ ЖИТЛОВОЇ ЗАБУДОВИ В МЕЖАХ САНИТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ, Ж-6с
 - ЛАНДШАФТНО-РЕКРЕАЦІЙНІ ЗОНИ Р:
 - ЗОНИ ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ, Р-1
 - РЕКРЕАЦІЙНІ ЗОНИ АКТИВНОГО ВІДПОЧИНКУ, Р-2
 - РЕКРЕАЦІЙНІ ЗОНИ ОЗЕЛЕНЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ, Р-3
 - РЕКРЕАЦІЙНІ ЗОНИ ОБМЕЖЕНОГО КОРИСТУВАННЯ, Р-4
 - ПІДЗОНА ОЗЕЛЕНЕНИХ НАСАДЖЕНЬ СПЕЦІАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ, Р-5с
 - КУРОРТНІ ЗОНИ К:
 - ЗОНИ УСТАНОВ ВІДПОЧИНКУ І ТУРИЗМУ, КТ
 - ЗОНИ ТРАНСПОРТНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ТР:
 - ЗОНИ ЗАЛЕЖНОГО ТРАНСПОРТУ, ТР-1
 - ЗОНИ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЬ, ДОРІГ, МАЙДАНІВ (У ЧЕРВОНИХ ЛІНІЯХ), ТР-2
 - ЗОНИ СТО, АЗС, АВТОПАРКІВ, ГАРАЖІВ, АВТОСТОЯНОК, ТР-3
 - ЗОНИ ІНЖЕНЕРНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ ІН:
 - ІН-1
 - ІН-2
 - КОМУНАЛЬНО-СКЛАДСЬКІ ЗОНИ КС:
 - ЗОНИ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ 3-ГО КЛАСУ САНИТАРНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ, КС-3
 - ЗОНИ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ 4-ГО КЛАСУ САНИТАРНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ, КС-4
 - ЗОНИ РОЗМІЩЕННЯ ОБ'ЄКТІВ 5-ГО КЛАСУ САНИТАРНОЇ КЛАСИФІКАЦІЇ, КС-5
 - ВИРОБНИЧІ ЗОНИ В:
 - ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВ I КЛАСУ ШКІДЛИВОСТІ, В-1
 - ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВ II КЛАСУ ШКІДЛИВОСТІ, В-2
 - ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВ III КЛАСУ ШКІДЛИВОСТІ, В-3
 - ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВ IV КЛАСУ ШКІДЛИВОСТІ, В-4
 - ЗОНИ ПІДПРИЄМСТВ V КЛАСУ ШКІДЛИВОСТІ, В-5
 - В-6 проєктивні
 - СПЕЦІАЛЬНІ ЗОНИ С:
 - ПІДПРИЄМСТВА, УСТАНОВИ І ОРГАНІЗАЦІЇ ОБОРОНИ ТА БЕЗПЕКИ, ТЕХНОЛОГІЧНІ СПОРУДИ, АЕРОПРОМИ, С
 - ПЕРСПЕКТИВНА ЗМІНА ЦІЛЬОВОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕРИТОРІЇ

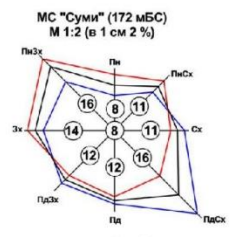


Рисунок 3.2 – Карта-схема розташування постів спостереження за станом забруднення атмосферного повітря

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

- пост № 5 – перехрестя вулиць Харківська та Воєводіна, у зоні впливі південного промвузла;
- пост № 6 – вулиця Харківська, у зоні впливу ПАТ «Сууміхімпром».

Під час розміщення даних постів було враховано рельєф, розу вітрів та просторове зонування міста Суми, особливо розміщення джерел впливу на повітряне середовище, так як промислові підприємства та великі транспортні розв'язки.

Запропоновані пости спостереження здатні доповнити існуючу систему моніторингу місту Суми з метою більш якісної і повної оцінки поточного стану атмосферного повітря для покращення умов життя населення та захисту довкілля.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568					Арк
										43

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Шкідливі та небезпечні фактори при роботі в лабораторії аналізу атмосферного повітря

Усі виробничі фактори за характером дії поділяються на дві категорії: небезпечні та шкідливі.

Небезпечні фактори – це фактори виробництва, що мають короткострокову дію і можуть призвести до травми чи різкого погіршення здоров'я.

Шкідливі фактор – це фактори виробництва, що впливають протягом певного часу і можуть призвести до захворювання чи зниження працездатності. У певних умовах шкідливий фактор може стати небезпечним.

За характером дії на організм людини усі виробничі фактори умовно розділяють на чотири групи:

- фізичні;
- хімічні;
- біологічні;
- психофізіологічні.

Фізичні фактори включають в себе характеристику певного виробничого процесу (рухому частини механізмів, обладнання, гострі кромки, тощо) та фактори довкілля (освітленість, мікроклімат, виробничий шум та вібрація, тощо).

Хімічні фактори підрозділяються пов'язані з небезпекою певних хімічних речовин і можуть класифікуватися за характером дії та шляхом проникнення до організму людини. За характером впливу хімічні фактори можуть бути: токсичні, подразнюючі, канцерогенні та мутагенні. До організму людини хімічні фактори можуть потрапляти через шкіру, слизові оболонки, органи дихання та травну систему.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк

44

– перевищення значень ГДКр.з. забруднюючих речовин призводить до погіршення здоров'я працівників та в залежності від небезпечної речовини, різняться за характером впливу.

Шкідливі та небезпечні фактори біологічного походження пов'язані з ймовірністю ураження небезпечними для здоров'я і життя людини вірусами та бактеріями. Оскільки, лабораторія аналізу атмосферного повітря виключає роботу з біологічними матеріалами, існує ймовірність привнесення інфекції з іншого середовища, наприклад інфікований COVID-19 працівник може бути небезпечним фактором впливу для інших працівників.

До психофізичних факторів впливу належить: перенавантаження, напруга, монотонність праці, стрес, стомлюваність. Пригнічений психологічний стан працівника може бути перепорою у виконанні робочих обов'язків та бути причиною виникнення аварійних ситуацій.

4.2 Безпека персоналу лабораторії в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайні ситуації можуть бути спричинені як природними (катастрофи, стихійні лиха, землетруси, епідемії, тощо) так і антропогенними факторами (аварій на виробництві, пожежі, тощо).

Розглянемо порядок дій персоналу у разі виникнення землетрусу, як прикладу надзвичайної ситуації :

- при оголошенні про небезпеку землетрусу і негайну евакуацію, необхідно зберігати спокій, зібрати усі цінні речі лабораторії, важкі та габаритні прилади та об'єкти перемістити до підлоги;
- необхідно виконувати усі розпорядження керівника (начальника лабораторії), діяти швидко, при цьому зберігаючи спокій;
- до початку землетрусу відключити усі прилади від електромережі, перекрити водопостачання, теплопостачання та газопостачання;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ОС 20320568

Арк

46

- при евакуації слідуйте за вказівними знаками, розташованим на стінах приміщення; не користуйтеся ліфтом, спускайтесь по сходах, спиною до стін);
- у випадку, коли не вдалося евакуюватися до початку землетрусу, знайдіть безпечне укриття, якими можуть бути: підвал, кути несучих стін, дверний отвір, стіл; намагайтесь перебувати подалі від вікон та гострих предметів;
- після закінчення перших поштовхів є можливість пересунутися із верхніх поверхів до нижніх, або ж покинути будівлю взагалі. Переміщатися потрібно швидко, але обережно, зважаючи на уламки, обрізки електропроводів, тощо;
- після закінчення землетрусу необхідно переконатися, що усі працівники покинули будівлі, якщо хтось потребує допомоги, то необхідно надати, викликати швидку допомогу та службу надзвичайних ситуацій.

У разі виникнення небезпечних ситуацій природного характеру порядок дій буде відрізнятися в залежності від причини виникнення такої небезпеки. Так, при отриманні повідомлення про загрозу бурі, урагану чи снігопаду керівнику підприємства необхідно:

- зібрати усіх працівників та проінформувати про порядок дій;
- перейти з легких, незахищених частин будівлі до більш міцних і захищених;
- організувати герметизацію усіх приміщень;
- організувати укріплення окремих елементів будівлі;
- приготувати джерела аварійного освітлення;
- підготувати запаси питної води та їжі.

При отриманні повідомлення про загрозу повені чи затоплення порядок дій буде наступний:

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ОС 20320568					Арк
										47
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата						

- створити ущільнення в притворах дверей і вікнах підвальних, цокольних і перших поверхів;
- очистити від сміття водоскидні канали в районі будинку або споруди;
- закрити вентиляційні отвори в підвальних приміщеннях з метою попередження вступу зовнішніх поверхневих вод;
- звільнити підвали від майна і продовольства;
- заготовити мостки, дошки і опори до них для облаштування проходів до будинку і надвірних будівель на підтоплюваних ділянках;
- заздалегідь скласти перелік документів, особистих речей і майна, необхідних у разі евакуації.

Під час виникнення бурі чи інших стихійних лих, забороняється покидати приміщення та перебувати на вулиці.

У разі отримання повідомлення про землетрус, необхідно покинути будівлі, за умови перебування на перших поверхах, евакуація з вищих поверхів може бути небезпечною і недоцільною. Безпечними місцями у приміщенні є пройми дверей, арки, капітальні стіни.

Розглянемо порядок дій персоналу у разі виникнення пожежі у лабораторії, як прикладу надзвичайної ситуації:

- у разі виявлення перших ознак задимлення необхідно зателефонувати до екстреної служби за номером «101» та повідомити керівництво;
- керівник повинен повідомити своїх підлеглих про виникнення надзвичайної ситуації та організувати евакуацію, в тому числі, матеріальних цінностей, а за можливості призначити відповідальних за первинне гасіння пожежі до приїзду пожежної служби;
- у разі виникнення пожежі, необхідно зупинити усі технологічні операції на підприємстві (лабораторії), відключити електропостачання та припинити роботу вентиляційних систем;

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

ОС 20320568

Арк
48

- при евакуації з будівлі необхідно вести себе спокійно, не підіймаючи паніку, надати допомогу усім, хто цього потребує, рухатися у напрямку евакуаційного виходу;
- у випадку задимленості приміщення, необхідно намочити ганчірку і прикласти до обличчя, рухаючись якомога нижче, що б попередити отруєння чадним газом;
- керівник має зустріти службові машини екстреної служби, вказати їх до найзручнішого під'їду до місця аварії та надавати допомогу у разі необхідності.

Небезпечні ситуації антропогенного характеру в лабораторії атмосферного повітря, можуть бути пов'язані із застосування небезпечних хімічних речовин (аміак, срічистий ангідрид, азотна кислота, гексан, тощо). Отримавши інформацію про небезпеку хімічного ураження, необхідно скористатися засобами індивідуального захисту (респіратори, рукавиці, плащі, тощо). У разі відсутності, або неможливості скористатися засобами індивідуального захисту, слід захистити органи дихання та відкритті ділянки шкіри подручними засобами. Після отриманні повідомлення необхідно терміново покинути зону ураження.

4.3 Розрахунок вентиляції лабораторного приміщення

Вентиляція – це процес організованого та контрольованого процесу обміну повітря у приміщенні з метою дотримання санітарно-гігієнічних нормативів та пожежонебезпечних умов праці. Вентиляція забезпечує видалення з приміщення повітря, що забруднення домішками та заміну його на чисте повітря із зовнішнього середовища.

Розрізняють природну та механічну вентиляцію. У першому випадку переміщення повітря відбувається під дією фізичних факторів, а в іншому випадку шляхом встановлення допоміжного обладнання (вентиляторів, тощо). За охопленням вентиляція поділяється на загальнообмінну та місцеву.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 49
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

Вибір певної вентиляційної системи базується на основі розрахунку повітрообміну приміщення L , м³/год. Розрахунок необхідного обсягу повітря здійснюється на основі визначального фактору: вміст шкідливих речовин, підвищена вологість чи температура повітря, велика кількість працюючих в одному приміщення.

Для даного розрахунку взято лабораторне приміщення для аналізу проб атмосферного повітря, де визначальним фактором є вміст шкідливих домішок (у даному розрахунку приймаємо – аміак). Розрахунок проводиться за формулою 4.1:

$$L = \frac{G \cdot 3600}{q_{ГДК} - q_{пр}} \quad (4.1)$$

де G – обсяг забруднюючих речовин, що викидаються у виробниче приміщення, приймається рівним $G = 0,18$ мг/с;

$q_{ГДК}$ – гранично допустима концентрації забруднюючих речовин у повітрі робочої зони. Згідно Наказу МОЗ № 52 від 14.01.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» ГДК_{м.р.} для аміаку становить 0,2 мг/м³.

$q_{пр}$ - концентрація забруднюючих речовин у повітря, що подається. У розрахунку приймаємо рівний 0,3ГДК_{рз}, $q_{пр} = 0,06$ мг/м³.

$$L = \frac{0,18 \cdot 3600}{0,2 - 0,06} = 4\,628,57 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже, з метою дотримання санітарно-гігієнічних умов праці виробничого приміщення водно-дисперсійного цеху, необхідно забезпечити загальнообмінну вентиляцію з витратою повітря не менше 4628,57 м³/год [36].

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						50

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Забруднення повітря часто є серйозною екологічною проблемою і тому вимагає постійного моніторингу та контролю. В Україні основну роботу з моніторингу стану атмосфери здійснюють регіональні відділення Гідрометцентру, які забезпечують роботу стаціонарних станцій моніторингу рівня забруднюючих речовин. Крім того, Міністерство екології та природних ресурсів, Національне агентство продспоживслужби (колишня санепідемстанція) та ДСНС проводять регулярні обстеження.

В роботі проведено порівняльну економічну оцінку доцільності впровадження експрес методів аналізу в системі моніторингу за станом атмосферного повітря в місті, оцінка їх переваги та недоліки.

Стаціонарних пости спостережень дають досить великий обсяг інформації про стан повітря, але їх просторове розміщення, а також обмежений перелік досліджуваних домішок, не дають повної картини забрудненості атмосфери. На постах визначається обмежений перелік речовин - діоксид та оксид азоту, фенол та формальдегід, діоксид сірки, пил та оксид вуглецю.

На стан атмосферного повітря впливають як природні, так і антропогенні чинники. Серед природних в першу чергу виділяються кліматичні фактори. Серед антропогенних чинників виділяються промисловість, житловокомунальне господарство і транспорт

Однак найбільший внесок в сумарне забруднення атмосфери міста чинить автотранспорт, а вплив окремих великих підприємств та котельень відчутний переважно локально, в ареалі їх розташування

Основною перевагою застосування додаткового експрес методів стану забруднення атмосферного повітря є їх універсальність, охоплення усієї території міста та дешевизна.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						51

Перед проведенням робіт необхідно провести економічну оцінку запланованих заходів, яка полягає у визначенні всіх витрат. Загальні витрати (ТС) заходи визначаються за формулою

$$TC = FC + VC,$$

де: FC – постійні витрати, VC – змінні витрати.

До постійних витрат (FC) належать витрати на покупку обладнання, витрати на рентні та страхові платежі, сплату відсотків за кредит тощо. До змінних витрат (VC) належать витрати на заробітну плату, сировину, матеріали, паливо, електроенергію.

У таблиці 4.1 наведені загальні витрати на встановлення пропонованих постів спостереження.

Таблиця 4.1 – Витрати на встановлення пропонованих постів спостереження

№	Показник	Сума, грн
<u>Постійні витрати:</u>		
1.	Вартість 1 комплексу Air Fresh Max Environment	82 049
2.	Вартість 6 комплексів Air Fresh Max Environment	492 294
3.	Рентрі платежі	-
4.	Страхові платежі	-
<i>Сумарні постійні витрати:</i>		<i>492 294</i>
<u>Змінні витрати:</u>		
5.	Заробітна плата 1 працівника (місячна/річна)	6 500/78 000
6.	Витрати на електроенергію (місячна/річна)	2 500/30 000
7.	Витрати на обслуговування (річні)	2 000
<i>Сумарні змінні витрати:</i>		<i>110 000</i>

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

ВИСНОВОК

Якість повітря має велике значення для людей та навколишнього середовища, за цим потрібно слідкувати. Сучасні методики аналізу допоможуть у визначенні рівня якості повітря, для інформування населення та державних органів. Багато вітчизняних і зарубіжних науковців ведуть дослідження в цій галузі.

В роботі будуть розглянуті основні принципи організації моніторингу якості атмосферного повітря, принципи обрання досліджуваних речовин, проаналізовано існуючі методи аналізу повітря. Основною частиною роботи є вдосконалення існуючої системи моніторингу повітря за рахунок використання експрес-методів дослідження вмісту забруднюючих речовин.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568					Арк
										53

ПЕРЕЛІК ДЖРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Моніторинг довкілля : підручник / [Боголюбов В. М., Клименко М. О., Мокін В. Б. та ін.] ; під ред. В. М. Боголюбова. [2-е вид., перероб. і доп.]. — Вінниця : ВНТУ, 2010. — 232 с.
2. Синоптико-статистический анализ и прогноз загрязнения атмосферы. / Сонькин Л. Р. - Л.: Гидрометеоздат, 1991. 224 с.
3. Автоматизований моніторинг та оцінка якості атмосферного повітря. Методичні вказівки для підготовки студентів за спеціальностями 101 «Екологія» та 103 «Науки про Землю» / к. геогр. н., доц. Гриб О. М., к. геогр. н., доц. Чугай А. В. / Одеса: ОДЕКУ, 2019. 58 с.
4. Барабашова Н.В. Правове забезпечення екологічної безпеки в процесі господарської діяльності. / Барабашова Н.В. // - К., 2008. – 58 с
5. Екологічне право України: підруч. для студ. вищих навч. закладів / За ред. Каракаша І.І. // – Одеса: Фенікс, 2012. – 788 с
6. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/2707-12#Text>].
7. Наказ Міністерства охорони природного середовища від 27.06.2006 № 309 «Про затвердження нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин із стаціонарних джерел [Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0912-06#Text>].
8. ДСТУ ISO 4225:2008 Якість повітря. Загальні положення. Словник термінів
9. ДСТУ ISO 14956:2008 Якість повітря. Оцінювання придатності процедури вимірювання на основі порівняння з указаною невизначеністю вимірювання.
10. ДСТУ ISO 4226:2008 Якість повітря. Загальні положення. Одиниці вимірювання.

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк 54
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

11. Правова охорона атмосферного повітря: Практичні аспекти. / За аг. Ред.. Жиравецького Т.М., Кравченко О.В. // Львів: ЕПЛ, 2011. – 120
12. Охорона атмосферного повітря – складова екологічної політики України / Кваліфікаційна робота // Чернякова О. І., - Одеса, 2015 – 141 ст.
13. Метод визначення стаціонарних джерел понаднормативних викидів на основі нечітких баз знань / Г. В. Горячев, О. М. Козачко, Д. Ю. Дзюняк // Екологічна безпека. — Вінниця, 2012. — № 2/2012 (14). — С. 59-61.
14. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В. С. Джигирей, В. М. Сторожук, Р. А. Яцюк // Екологія та охорона природи. — Львів: Афіша, 2000. — 272 с.
15. Методи числового моніторингу екологічних процесів: Навч. посіб. / А. В. Гладкий, В. В. Скопец. — К.: ІВЦ “Видаництво “Політехніка”, ТОВ “Фірма “Періодика”, 2005. — 152 с.
16. Аналіз моделей поширення речовин в атмосфері від стаціонарних джерел. / Громова О. В. — Наук. праці УкрНДГМІ, 2004. — № 253. — С. 173-181.
17. Екологічна безпека : управління, моніторинг, контроль : посібник / Д. В. Зеркалов. – Київ : КНТ : Дакор : Основа, 2007. – 412 с. – На укр. яз. – ISBN 966-8379-24-1 : 45.00.
18. Природозахисні технології. Частина перша. Захист атмосфери. / Северин Л.І., Петрук В.Г., Безвозюк І.І., Васильківський І.В. - Вінниця ВНТУ 2010. — [Режим доступу: https://web.posibnyku.vntu.edu.ua/iebmd/severin_priodoohoronni_tehnologii/index.html].
19. Станція моніторингу якості повітря SaveEcoSensor 3.0 – [Режим доступу: <https://www.savednipro.org/product/stanciya-monitoringu-yakosti-rovitrya/>].
20. Моніторинг довкілля. Курс лекцій для студентів напряму 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього природного середовища та збалансоване

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

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568	Арк
						55

природокористування» денної та заочної форм навчання. / Ничик О. В. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

21. Правова охорона атмосферного повітря: практичні аспекти. / За заг. ред. Жиравецького Т. М., Кравченко О.В., Львів: ЕПЛ, 2011. – 120 с. – [Режим доступу: http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2015/05/EPL_Pravova_ohorona.pdf].

22. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Сумській області у 2020 році підготовлена Департаментом захисту довкілля та енергетики Сумської обласної державної адміністрації – [Режим доступу: <http://www.pek.sm.gov.ua/images/docs/DOP/sumy2020.pdf>].

23. Практикум із охорони праці / В. Ц. Жидецький, В. С. Джигирей, В. М. Сторожук. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.

24. Охорона праці : Навч. посіб. / Я. І. Бедрій, Є. О. Геврик, І. Я. Кіт, О. С. Мурін, В. М. Єнкало; ред.: Є. О. Геврик; Укр. держ. ун-т. - Л., 2000.-ф 280 с. - Бібліогр.: с. 277-279.

Підп. і дата	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Інв.№подл.	Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ОС 20320568