



**CLEAN AIR
FOR UKRAINE**
cleanair.org.ua

RADIATION AND SMOG ALARM

НАСТАНОВИ ТА ПРИНЦИПИ
ОПОВІЩЕННЯ НАСЕЛЕННЯ
ПРО ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ, РАДІАЦІЙНУ ТА
ХІМІЧНУ НЕБЕЗПЕКУ

Прага – Івано-Франківськ, 2022



Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку / під заг. ред. М. Л. Сорока. Прага - Івано-Франківськ: Arnika, 2022. – 58 с.
ISBN 978-80-88508-02-1

Це видання – технічний документ Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eсо City, у якому об'єднані настанови та принципи застосування Українського індексу якості повітря (UAQI) для цілей оперативного оповіщення населення про погіршення якості та безпечності атмосферного повітря. Ці настанови містять технічні пояснення до чат-боту «Radiation Smog Alarm», розробленого учасниками міжнародної програми «Чисте повітря для України» з метою оповіщення населення про погіршення якості повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. У тексті цього видання пояснюються механізми використання результатів альтернативного громадського моніторингу якості повітря для цілей автоматизованого оповіщення населення через WEB-ресурси або у чат-сервісах обміну повідомленнями Telegram або інших.

ЕСО СІТІ, UA AQI, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ГРОМАДСЬКИЙ МОНІТОРИНГ, ІНДЕКС ЯКОСТІ ПОВІТРЯ, ОПОВІЩЕННЯ, РАДІАЦІЯ, СМОГ, ХІМІЧНА НЕБЕЗПЕКА, УКРАЇНА

Авторський колектив: Максим СОРОКА (канд. техн. наук, Ph.D., ГО «Довкола», «Чисте повітря для України», доц. УДУНТ, Україна), Олексій ТРЕЛЕВСЬКИЙ (маг. екології, ГО «Фрі Ардуіно», Eсо City, Україна), Марцела ЧЕРНОЦОВА (маг. екології, НГО «Arnika», Чеська республіка), Юлія БАЙЛЮК (маг. екології, ГО «Довкола», Україна).

Автори основних алгоритмів: Максим СОРОКА, Юлія БАЙЛЮК.

Літературний редактор: Тетяна ЖАВЖАРОВА (маг. філології, ГО «Екосенс», Україна)

Ця публікація видана українською мовою.

Дата публікації: грудень 2022 р.

Картинка обкладинки: Картографічні дані: © 2022 Google.

Уведено в дію рішенням Правління ГО «Фрі Ардуіно» №21/1 від 15.12.2022 р. в якості тимчасового керівного технічного стандарту Української мережі громадського моніторингу якості повітря «Eсо City» на час дослідної експлуатації.

Виконано в рамках науково-дослідної роботи, державний реєстраційний номер 0122U201533, основна організація-виконавець ГО «Довкола», науковий керівник: канд. техн. наук. М. Сорока.

Ця публікація підготовлена спільними зусиллями команди міжнародної програми «Чисте повітря для України», яка реалізується чеською неурядовою громадською організацією «Arnika» за фінансової підтримки Міністерства закордонних справ Чеської Республіки в рамках програми TRANSITION Promotion Program та Національного фонду на підтримку демократії (NED, Сполучені Штати Америки).

Застереження про відмову від відповідальності. Погляди, думки та твердження, висловлені у цій публікації, є виключно позицією її авторів і жодним чином не можуть сприйматися як офіційна позиція або думка програми TRANSITION Promotion Program, Міністерства закордонних справ Чеської Республіки, Уряду Чеської республіки, Національного фонду на підтримку демократії або Уряду Сполучених Штатів Америки. Відповідальність за зміст цієї публікації несуть її автори спільно з учасниками міжнародної програми «Чисте повітря для України».



Ця публікація поширюється за ліцензією Creative Commons Attribution-NonCommercialShareAlike 3.0 International (CC BY-NC-SA 3.0, IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>). Відповідно до умов цієї ліцензії, ви можете копіювати, розповсюджувати та адаптувати матеріали цієї публікації для некомерційних цілей без спеціального дозволу правовласників за умови обов'язкового та належного цитування твору, включно з посиланням на цитовані джерела даних.

© NGO Arnika, ГО «Фрі Ардуіно», ГО «Довкола», 2022 (видання, верстка)

© М. Сорока, Ю. Байлюк, 2022 (текст та матеріали досліджень)

Питання, коментарі та пропозиції, що стосуються цієї публікації, просимо надсилати на електронну адресу міжнародної програми «Чисте повітря для України» info@cleanair.org.ua

Більше інформації про цю публікацію та умови її поширення на сайті програми «Чисте повітря для України» за посиланням <https://cleanair.org.ua/publication>

Розповсюджується безкоштовно.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 УКРАЇНСЬКИЙ ІНДЕКС ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	5
1.1 Структура та перелік параметрів.....	5
1.2 Категорії якості повітря.....	8
Шкала Українського індексу якості повітря.....	11
2 ПРИНЦИПИ ВІЗУАЛЬНОЇ КОМУНІКАЦІЇ.....	15
2.1 Кольорова шкала.....	15
2.2 Урахування потреб та запитів різних користувачів.....	16
2.3 Відмінності процесів оповіщення та інформування.....	17
2.4 Графічна модель повідомлення про якість повітря.....	18
3 КЛЮЧОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ.....	22
4 МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	25
4.1 Накопичення даних одиничних результатів моніторингу.....	25
4.2 Усереднення одиничних результатів моніторингу.....	26
4.3 Послідовність визначення категорії якості повітря.....	27
4.4 Основні правила визначення категорії якості повітря.....	28
4.5 Додаткові правила визначення категорії якості повітря.....	31
5 ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВІТРЯ.....	32
6 КОНЦЕПЦІЯ RADIATION AND SMOG ALARM UKRAINE.....	36
6.1 Задачі автоматизації оповіщення населення.....	36
6.2 Чат-бот Smog Alarm Ukraine.....	37
6.3 Критерії оповіщення населення про погіршення якості повітря.....	40
 ДОДАТКИ	
Таблиця Д.1 Кольорова шкала Українського індексу якості повітря.....	42
Таблиця Д.2 Ключові повідомлення та настанови додаткових дій різних категорія якості повітря...	44
Таблиця Д.3 Спеціальні повідомлення та настанови додаткових дій різних категорія якості повітря.....	46
Таблиця Д.4 Особливості повідомлень категорій якості повітря VII – X.....	47
Таблиця Д.5 Коды позначення параметрів якості повітря у базах даних Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City.....	48
Таблиця Д.6 Коды розрахункових 20-хвилинних інтервалів.....	49
Таблиця Д.7 Основна таблиця правил визначення та уточнення категорії якості повітря.....	50
Таблиця Д.8 Значення параметрів $LQS_{(P,A)}$ та $LQE_{(P,A)}$, прийняті для визначення категорії якості повітря.....	52
Рисунок Д.9 Алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметрів без прихованих зв'язків та ефекту сумачії.....	54
Рисунок Д.10 Алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметра для параметра VOC....	55
Рисунок Д.11 Алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметрів для параметрів PM_{10} та $PM_{2.5}$	

ВСТУП

Ці настанови були розроблені учасниками та партнерами міжнародної програми «Чисте повітря для України»¹ для допомоги громадам та їх об'єднанням у виконанні ключового завдання моніторингу якості повітря – оповіщення про погіршення якості повітря у громадах. Додатково, ці настанови дозволяють громадянам зрозуміти дії загального характеру, які необхідно виконати для мінімізації впливу забруднення повітря на здоров'я. У цих настановах пояснені принципи та методи обчислення Українського індексу якості повітря, які застосовує на практиці Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City².

Ці настанови спираються на досвід та практику учасників та партнерів міжнародної програми «Чисте повітря для України», а також на міжнародний досвід EPA USA^{3, 4} та ЕЕА⁵ EU обчислення індексів якості повітря та практику їх застосування з метою оперативного інформування населення про забруднення повітря та ризики для здоров'я населення.

У цій публікації надано відповіді на основні та найпоширеніші питання, що стосуються моніторингу якості повітря та оперативного оповіщення населення:

- Структура та принципи обчислення Українського індексу якості повітря.
- Перелік забруднюючих речовин та фізичних чинників, які впливають на якість та безпечність повітря.
- Категорії якості повітря для основних забруднюючих речовин.
- Ключові повідомлення та дії загального характеру для населення на випадок погіршення якості повітря у громаді.
- Відмінності оповіщення та інформування населення про якість повітря у громаді або певній локації.
- Порядок оповіщення та інформування населення про погіршення якості повітря через WEB-сервіси або соціальні мережі.

Ці настанови створено для користувачів та розпорядників громадських станцій та мереж, які добровільно та з власної ініціативи здійснюють моніторинг якості повітря у моделі та відповідно до принципів Citizen Science. Принципи та підходи, викладені у цій публікації, не є частиною моделі державної системи моніторингу довкілля, проте можуть стати основою для змін управління якістю повітря у зонах та агломераціях України. Посилання на використані першоджерела наведені у виносках по тексті.

¹ Міжнародна програма «Чисте повітря для України». НГО «Арніка»: Прага. 2022. URL: <https://cleanair.org.ua/>

² Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City. ГО «Фрі Ардуїно»: Івано-Франківськ. 2022. URL: <https://cleanair.org.ua/>

³ Air Quality Index (AQI) Basics. AirNow. U.S. EPA. 2022. URL: <https://www.airnow.gov/aqi/aqi-basics>

⁴ The Enhanced Air Sensor Guidebook. EPA/600/R-22/213. U.S. EPA. September 2022. URL: www.epa.gov/research

⁵ European Air Quality Index. EEA EU. 2022. URL: <https://airindex.eea.europa.eu>

Radiation and Smog Alarm. Настави та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

1 УКРАЇНСЬКИЙ ІНДЕКС ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

1.2 Структура та перелік параметрів

Український індекс якості повітря (Ukrainian Air Quality Index, UAQI) – це шкала якісної та кількісної оцінки якості атмосферного повітря. UAQI як інструмент комунікації дозволяє зацікавленим особам:

- краще зрозуміти якість повітря там, де вони живуть, працюють або подорожують;
- прийняти усвідомлене рішення про дії для безпеки на випадок погіршення якості повітря;
- провести поточний та ретроспективний аналіз якості повітря та обґрунтувати відповідне рішення управління якістю повітря в Україні, в окремих зонах, агломераціях або локаціях;
- поширювати актуальну інформацію про якість повітря у графічній та цифровій формі, адаптованій для сприйняття громадянами без спеціальної фахової підготовки.

UAQI складається з чотирьох груп (див. рис. 1.1) основних забруднюючих речовин, а також фізичних параметрів, які впливають на якість та безпечність повітря:

Група (А) Вміст у повітрі аерозолів та інших дрібнодисперсних твердих часток;

Група (В) Вміст у повітрі газоподібних забруднюючих речовин пріоритетного переліку, визначеного ВООЗ (WHO-2021⁶);

Група (С) Вміст у повітрі інших забруднюючих речовин з пріоритетного переліку, який застосовується у практиці охорони атмосферного повітря від забруднення в Україні (Перелік А та Перелік Б Додатку 2 ПКМУ 827⁷, Перелік речовин ПКМУ 1598⁸);

Група (D) Параметри фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря (зокрема, параметри радіоактивності атмосферного повітря тощо).

⁶ World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.

⁷ ПКМУ від 14.08.19 р. № 827, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-n>

⁸ ПКМУ від 29.11.01 р. N 1598, URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-n>

Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

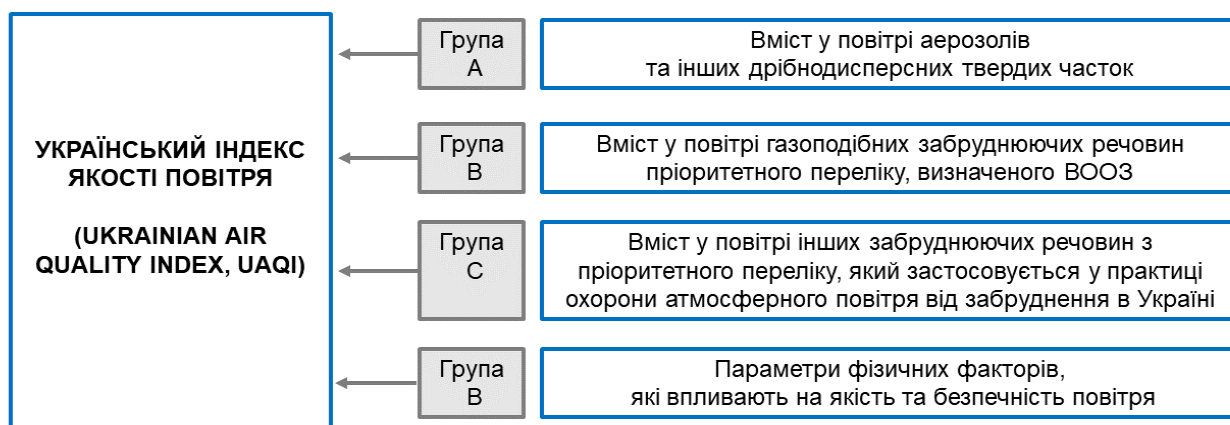


Рисунок 1.1

Групи параметрів моніторингу, які формують якість та безпечність повітря Українського індексу якості повітря

UAQI забезпечує комплексний підхід до всебічної оцінки якості та безпечності повітря на трьох етапах:

- а) індивідуальна оцінка** категорії якості повітря для кожного з параметрів моніторингу, які включені у програму моніторингу якості повітря в певній точці або на певній території;
- б) визначення категорії якості повітря** для кожної групи параметрів;
- в) формування загального висновку** про якість та безпечність повітря у певній локації або громаді.

Цей підхід захищає користувача від викривленої, хибної або неповної інформації про якість повітря.

Технічні можливості кожної окремої станції громадського моніторингу якості повітря можуть не надавати можливості оцінки якості повітря за усіма забруднюючими речовинами та фізичними параметрами. Враховуючи можливості та практику розвитку Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City, у таблиці 1.1 наведена деталізована структура Українського індексу якості повітря, який застосовується у моделі Citizen Science громадського моніторингу якості повітря в Україні.

Таблиця 1.1 – Деталізована структура Українського індексу якості повітря, яка застосовується Українською мережею громадського моніторингу якості повітря Eco City

Група параметрів якості повітря		Індивідуальний параметр якості повітря			Примітка та уточнення
Позначення	Назва	Позначення у комунікації	Позначення у базах даних	Назва	
Група (А)	Вміст у повітрі аерозолів та інших дрібнодисперсних твердих часток	TSP	A1	Загальний вміст недиференційованого за складом пилу (аерозолію)	Моніторинг не здійснюється
		PM ₁₀	A2	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 10 мкм	
		PM _{2.5}	A3	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 2.5 мкм	
		PM ₁	A4	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 1 мкм	У режимі дослідної експлуатації
		PM ₁₀₀	A5	Загальний вміст пилу, тверді часточки диференційовані за розміром, фракцією до 100 мкм	Моніторинг не здійснюється
		Інші	A7-A99	Інші	Зарезервовані
Група (В)	Вміст у повітрі газоподібних забруднюючих речовин пріоритетного переліку, визначеного ВООЗ	NO ₂	B1	Азоту діоксид	
		CO	B2	Вуглецю оксид (чадний газ)	У режимі дослідної експлуатації
		O ₃	B3	Озон (приземний озон)	
		SO ₂	B4	Ангідрид сірчистий (сірки діоксид)	Оцінка не здійснюється
		Інші	B7-B99	Інші	Зарезервовані
Група (С)	Вміст у повітрі інших забруднюючих речовин з пріоритетного переліку	VOC (H ₂ CO)	C1	Леткі органічні сполуки ¹⁾	У режимі дослідної експлуатації
		NH ₃	C2	Аміак	
		H ₂ S	C3	Сірководень	
		Cl ₂	C4	Хлор	
		PH ₃	C5	Фосфін	
		DNO	C6	Еквівалентний показник одорації (запахів)	У режимі дослідної експлуатації
		Інші	C7-C99	Інші	Зарезервовані
Група (D)	Параметри фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря	T	D1	Температура атмосферного повітря ²⁾	
		W	D2	Відносна вологість атмосферного повітря ³⁾	
		P	D3	Атмосферний тиск ⁴⁾	
		RAD (мкР/год)	D4	Потужність експозиційної дози у атмосферному повітрі	
		RAD (нЗв/год)	D5	Потужність еквівалентної дози/ потужність ефективної дози у атмосферному повітрі	Оцінка не здійснюється
		Інші	D6-D99	Інші	Зарезервовані

Примітки до таблиці:

¹⁾ Включно з леткими органічними сполуками у перерахунку на формальдегід

²⁾ У градусах за шкалою Цельсія, °C

³⁾ У процентах відношення абсолютної вологості до її максимального значення при заданій температурі, %.

⁴⁾ У мм.рт.ст. без додаткових обчислень для приведення показники на рівні моря географічної широти 45°)

1.2 Категорії якості повітря

Український індекс якості повітря (Ukrainian Air Quality Index, UAQI) встановлює 10 категорій якості повітря (див. рис. 1.2) – шість основних, дві додаткові та дві спеціальні.

УКРАЇНСЬКИЙ ІНДЕКС ЯКОСТІ ПОВІТРЯ UKRAINIAN AIR QUALITY INDEX, UAQI		
КАТЕГОРІЯ		
ОСНОВНІ КАТЕГОРІЇ	I	Добра якість повітря
	II	Задовільна якість повітря
	III	Якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення
	IV	Погана якість повітря
	V	Дуже погана якість повітря
	VI	Надзвичайно погана якість повітря
ДОДАТКОВІ КАТЕГОРІЇ	VII	Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру
	VIII	Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється
СПЕЦІАЛЬНІ КАТЕГОРІЇ	IX	Якість повітря потребує уточнення, аномальні значення результатів
	X	Якість повітря потребує уточнення, результат поза діапазоном чутливості інструменту моніторингу

Рисунок 1.2
Категорії якості та безпеки повітря
Український індекс якості повітря

Шість основних категорій надають користувачу інформацію про якість та безпеку атмосферного повітря згідно практики ЕЕА ЕУ⁹. Дві додаткові категорії використовують для позначення випадків, коли якість повітря невідома з різних причин. Спеціальні категорії якості повітря позначають особливі випадки аномальних

⁹ European Air Quality Index. EEA EU. 2022. URL: <https://airindex.eea.europa.eu>

Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

результатів моніторингу з низьким ступенем довіри або особливими умовами використання. Ці категорії не застосовуються для оповіщення населення, проте враховуються під час детального аналізу ретроспективних результатів моніторингу.

Для чіткого та однозначного позначення кожної категорії якості повітря використовують:

- Числове позначення категорії, римські цифри від I до X.
- Назва категорії якості, яка характеризує рівень ризику і небезпеки (ключове повідомлення).
- Кольорове позначення, яка на інтуїтивному рівні допомагає зрозуміти рівень ризику і небезпеки.
- Діапазон значень (шкала) для кожного параметра моніторингу.

Визначення категорії якості повітря (як за кожним індивідуальним параметром моніторингу, так і загалом для певної локації або території) відбувається простим порівнянням результату моніторингу з діапазонами значень (шкала) кожного параметра якості повітря. У таблиці 1.2 наведені діапазони значень (шкала) категорій якості повітря для параметрів, які використовуються у практиці Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City.

Шкала Українського індексу якості повітря одночасно визначає:

- a) Перелік параметрів моніторингу, які враховані для оцінки якості та безпечності повітря.
- б) Усталені позначення, назви та одиниці вимірювання параметрів моніторингу.
- в) Діапазони (від... до включно), які визначають категорію якості повітря кожного параметра моніторингу.
- г) Усталені кольорові позначення категорій якості повітря для кожного діапазону.

Параметри H_2S , Cl_2 , PH_3 та NH_3 – це параметри оповіщення про хімічну безпеку повітря. Тому для цих параметрів встановлені не усі категорії якості повітря. Це пов'язано з чутливістю інструментів моніторингу та задачами, які виконують ці інструменти.

Для додаткових категорій якості повітря (VII та VIII) не встановлені діапазони значень. Це пов'язано з природою ключового повідомлення для цих категорій – «Якість повітря невідома» через різні причини. Відповідно, сам факт відсутності результатів моніторингу за тим чи іншим параметром і буде визначати ці категорії якості повітря. З метою оперативного оповіщення (або інформування) населення для кожної категорії (окрім спеціальних категорій IX та X) встановлені ключові повідомлення та рекомендації дій для населення. Детальний опис ключових повідомлень та правил комунікації наведений у другому розділі цих настанов. Якщо результат моніторингу перевищує верхню встановлену межу VI категорії, тоді для цілей оповіщення населення застосовується VI категорія, проте для цілей детального аналізу та інформування - X категорія якості повітря.

Для цілей кількісної та якісної оцінки якості атмосферного повітря для кожної категорії встановлені додаткові параметри, які дозволяють обчислити чисельне

значення UAQI або якісно визначити рівень ризику і небезпеки. Ці параметри і критерії детально описані у третьому розділі.

Важливе доповнення. Ці настанови не містять рекомендацій та алгоритмів кількісної оцінки UAQI. Кількісна оцінка UAQI – це важливий інструмент інформування населення про якість повітря, детального аналізу середньо- та довгострокових змін у якості повітря, виявлення трендів та оцінки ефективності екологічної політики управління якістю повітря у зонах та агломераціях України. Детальні роз'яснення принципів відмінностей оповіщення та інформування населення наведені у другому розділі цих настанов.

Необхідне уточнення до таблиці 1.2. Необхідно звернути увагу, що для позначення загальнопоширеного поняття «радіаційний фон» у атмосферному повітря на практиці¹⁰ широко застосовують як потужність експозиційної дози (поширена позасистемна одиниця вимірювання мкР/год, системна одиниця вимірювання Кл/кг*с, коефіцієнт переходу $1 \text{ Р/с} = 2.58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг*с}$), так і потужність еквівалентної/ефективної дози (поширена система одиниця вимірювання нЗв/год, позасистемна одиниця вимірювання Бер/с, коефіцієнт переходу $1 \text{ бер/с} = 0,01 \text{ Зв/с}$). Для вірного розуміння діапазонів значень кожного параметра якості повітря, які визначають категорію якості повітря, необхідно зрозуміти, що класифікація показників радіаційної безпеки виконана для потужності експозиційної дози, а значення потужності еквівалентної дози отримані простим перерахунком одиниць вимірювання з коефіцієнтом переходу $1 \text{ нЗв/год} = 10 \times 1 \text{ мкР/год}$. Застосування простого коефіцієнту переходу є умовним та повною мірою не відповідає методології оцінки радіаційної небезпеки хронічного опромінення людини малими дозами випромінювання довільного складу. Інструменти моніторингу, які застосовуються Українською мережею громадського моніторингу якості повітря Eco City, оцінюють експозиційну дозу фотонного випромінювання (переважно гамма-випромінювання), при проходженні якого через $0,001293 \text{ г}$ повітря (маса 1 см^3 сухого повітря за стандартних умов IUPAC) в результаті завершення всіх іонних процесів утворюються іони, що несуть одну електростатичну одиницю кількості струму кожного знаку. На фізичному рівні, інструменти моніторингу (обладнані трубками Мюллера-Гейгера) оцінюють потужність А/кг або Кл/кг. Використання системних одиниць вимірювання еквівалентної дози (Зв або Дж/кг) вимагає враховувати вагові коефіцієнти впливу різних типів випромінювання (рентгенівське випромінювання, γ -випромінювання, β -частинки, мюони, нейтрони, протони, заряджені піони, α -частинки, уламки ядерного розпаду, важкі іони) з урахуванням селективного впливу різного типу тканини (кістковий мозок, товста кишка, легені, шлунок, молочна залоза, гонади, сечовий міхур, печінка, стравохід, щитоподібна залоза, поверхня кістки, головний мозок, слинна залоза, шкіра, інші тканини) згідно настанов та рекомендацій Міжнародної комісії з радіаційного захисту¹¹. Саме тому для широкої комунікації ми рекомендуємо використовувати позасистемну одиницю мкР/год. Це рішення засновано на тому, що ми не змозі виконати усі методологічні етапи оцінки еквівалентної дози (через технічні обмеження інструментів моніторингу), а також ми не хочемо формувати серед населення викривлену думку щодо повноти радіологічних досліджень та спостережень на певних локаціях чи територіях.

¹⁰ Державні санітарні норми, правила, гігієнічні нормативи «Норми радіаційної безпеки України» (НРБУ - 97). Постанова Головного державного санітарного лікаря України, першого заступника Міністра охорони здоров'я України, N 62 від 01.12.97. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97>

¹¹ The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection // Annals of the ICRP. — 2007. — Т. 37, вип. 2-4. — ISBN 978-0-7020-3048-2
Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

Таблиця 1.2 (а) – Шкала Українського індексу якості повітря (група А та В)

				Номер категорії якості повітря																	
				I		II		III		IV		V		VI				VII		VIII	
				Назва категорії якості повітря (Головне повідомлення про якість повітря)																	
				Добра якість повітря		Задовільна якість повітря		Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення		Погана якість повітря		Дуже погана якість повітря		Надзвичайно погана якість повітря				Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру		Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється	
				Кольорова шкала позначення категорії якості																	
Параметр моніторингу				Діапазони значень кожного параметра моніторингу, які визначають категорію якості повітря																	
Група	Позначення	Назва	ОВ	($<$)	($\leq$)	($<$)	($\leq$)	($<$)	($\leq$)	($<$)	($\leq$)	($<$)	($\leq$)	($<$)	($\leq$)	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.				
A	PM ₁₀	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 10 мкм	мкг/м ³	0	20	20	40	40	50	50	100	100	150	150	1200						
	PM _{2.5}	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 2.5 мкм	мкг/м ³	0,0	10,0	10,0	20,0	20,0	25,0	25,0	50,0	50,0	75,0	75,0	800,0						
	PM ₁	Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 1 мкм	мкг/м ³	0	9.0	9.0	18.0	18	20	20	35	35	55	55	400						
B	NO ₂	Азоту діоксид	мкг/м ³	0	40	40	90	90	120	120	230	230	340	340	1000	Станція моніторингу обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.	Станція моніторингу не обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.				
	CO	Вуглецю оксид (чадний газ)	мкг/м ³	0	500	500	1000	1000*	3000	3000	5000	5000	8000	8000	10000						
	O ₃	Озон (приземний озон)	мкг/м ³	0	50	50	100	100	130	130	240	240	380	380	800						
	SO ₂	Ангідрид сірчистий (сірки діоксид)	мкг/м ³	0	100	100	200	200	350	350	500	500	750	750	1250						

Таблиця 1.2 (б) – Шкала Українського індексу якості повітря (група С)

Параметр моніторингу				Номер категорії якості повітря												Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру		Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється					
				I		II		III		IV		V		VI						VII		VIII	
				Назва категорії якості повітря (Головне повідомлення про якість повітря)																			
				Добра якість повітря		Задовільна якість повітря		Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення		Погана якість повітря		Дуже погана якість повітря		Надзвичайно погана якість повітря									
				Кольорова шкала позначення категорії якості																			
Діапазони значень кожного параметра моніторингу, які визначають категорію якості повітря																							
С	VOC (H ₂ CO)	Сума летких органічних сполук (включно з леткими органічними сполуками у перерахунку на формальдегід)	мкг/м ³	0	10	10	20	20	35	35	50	50	100	100	300	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.						
	NH ₃	Аміак	мкг/м ³	0	10	10	25	25	40	40	100	100	200	200	500								
	H ₂ S	Сірководень	мкг/м ³							200	400	400	500	500	1200								
	Cl ₂	Хлор	мкг/м ³					30	65	65	100	100	130	130	260								
	PH ₃	Фосфін	мкг/м ³							10	50	50	100	100	350								
	DNO	Еквівалентний показник одорації (запаху)	ppm	0	0,2	0,2	1	1	1,5	1,5	3	3	10	10	20	Станція моніторингу обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.	Станція моніторингу не обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.						

Таблиця 1.2 (в) – Шкала Українського індексу якості повітря (група D)

				Номер категорії якості повітря																	
				I		II		III		IV		V		VI				VII		VIII	
				Назва категорії якості повітря (Головне повідомлення про якість повітря)																	
				Добра якість повітря		Задовільна якість повітря		Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення		Погана якість повітря		Дуже погана якість повітря		Надзвичайно погана якість повітря				Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру		Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється	
				Кольорова шкала позначення категорії якості																	
Параметр моніторингу				Діапазони значень кожного параметра моніторингу, які визначають категорію якості повітря																	
D	RAD	Потужність експозиційної дози у атмосферному повітрі	мкР/год	0	10	10	20	20	30	30	50	50	100	100	300	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.	Відсутні дані результатів моніторингу параметра якості повітря.				
	RAD*	Потужність еквівалентної дози/ потужність ефективної дози у атмосферному повітрі	нЗв/год	0	100	100	200	200	300	300	500	500	1000	1000	3000	Станція моніторингу обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.	Станція моніторингу не обладнана інструментами для визначення параметра якості повітря.				

Примітки до таблиці:

Значення діапазонів наведені у метричних одиницях вимірювань - мкг/м³ (μg/m³). Об'єм приведений до нормальних умов температури 20 °C та тиску 101,325 кПа.

Значення діапазонів параметрів PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , O_3 , SO_2 засновані на європейській практиці^{12, 13 14} моніторингу та оцінки якості атмосферного повітря

Значення діапазонів PM_{10} встановлено за аналогією відомого співвідношення прийняттого ризику $PM_{10}/PM_{2.5} = 2$

Значення діапазонів CO , NH_3 , VOC (H_2CO), H_2S , HCl , PH_3 встановлено, спираючись на поширену в Україні практику оцінки якості та безпечності повітря, а також чинні гігієнічні регламенти^{15, 16, 17}. Значення діапазонів H_2S , HCl , PH_3 встановлено, спираючись на AEGL-1 рівні небезпечного впливу згідно настанов EPA Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs), (URL: <https://www.epa.gov/aeql/hydrogen-sulfide-results-aeql-program>, URL: <https://www.epa.gov/aeql/chlorine-results-aeql-program>, URL: <https://www.epa.gov/aeql/phosphine-results-aeqlprogram>), приведені до метричної системи одиниць вимірювань за температури 20 °C та тиску 101,325 кПа.

Значення діапазонів CO та VOC (H_2CO) встановлено, спираючись на практику та результати спостережень Української мережі громадського моніторингу якості повітря ESO City

Детальна інструкція використання кольорової шкали, для позначення тої чи іншої категорії якості повітря наведена у табл. 2.1

В якості експерименту (у режимі дослідної експлуатації) для цілей оповіщення населення на період опалювального сезону (листопад-березень, зі виправданим підвищенням вмістом вуглецю оксиду у повітрі) в якості нижньої межі III категорії якості повітря (верхньої межі II категорії якості повітря) застосовується локальний підвищений показник на рівні 1500-1800 мкг/м³ (за вибором провайдера/надавача послуг моніторингу якості повітря).

***Необхідне уточнення до таблиці 1.2.** Необхідно звернути увагу, що для позначення загальнопоширеного поняття «радіаційний фон» у атмосферному повітря на практиці¹⁸ широко застосовують як потужність експозиційної дози (поширена позасистемна одиниця вимірювання мкР/год, системна одиниця вимірювання Кл/кг*с, коефіцієнт переходу 1 Р/с = 2.58×10^{-4} Кл/кг*с), так і потужність еквівалентної/ефективної дози (поширена система одиниця вимірювання нЗв/год, позасистемна одиниця вимірювання Бер/с, коефіцієнт переходу 1 бер/с = 0,01 Зв/с). Для вірного розуміння діапазонів значень кожного параметра якості повітря, які визначають категорію якості повітря, необхідно зрозуміти, що класифікація показників радіаційної безпеки виконана для потужності експозиційної дози, а значення потужності еквівалентної дози отримані простим перерахунком одиниць вимірювання з коефіцієнтом переходу 1 нЗв/год = 10×1 мкР/год. Застосування простого коефіцієнту переходу є умовним та повною мірою не відповідає методології оцінки радіаційної небезпеки хронічного опромінення людини малими дозами випромінювання довільного склад. Інструменти моніторингу, які застосовуються Українською мережею громадського моніторингу якості повітря ESO City, оцінюють експозиційну дозу фотонного випромінювання (переважно гамма-випромінювання), при проходженні якого через 0,001293 г повітря (маса 1 см³ сухого повітря за стандартних умов IUPAC) в результаті завершення всіх іонних процесів утворюються іони, що несуть одну електростатичну одиницю кількості струму кожного знаку. На фізичному рівні, інструменти моніторингу (обладнані трубками Мюллера-Гейгера) оцінюють потужність А/кг або Кл/кг. Використання системних одиниць вимірювання еквівалентної дози (Зв або Дж/кг) вимагає враховувати вагові коефіцієнти впливу різних типів випромінювання (рентгенівське випромінювання, γ -випромінювання, β -частинки, мюони, нейтрони, протони, заряджені піони, α -частинки, уламки ядерного розпаду, важкі іони) з урахуванням селективного впливу різного типу тканини (кістковий мозок, товста кишка, легені, шлунок, молочна залоза, гонади, сечовий міхур, печінка, стравохід, щитоподібна залоза, поверхня кістки, головний мозок, слинна залоза, шкіра, інші тканини) згідно настанов та рекомендацій Міжнародної комісії з радіаційного захисту¹⁹. Саме тому для широкої комунікації ми рекомендуємо використовувати позасистемну одиницю мкР/год. Це рішення засновано на тому, що ми не зможемо виконати усі методологічні етапи оцінки еквівалентної дози (через технічні обмеження інструментів моніторингу), а також ми не хочемо формувати серед населення викривлену думку щодо повноти радіологічних досліджень та спостережень на певних локаціях чи територіях.

¹² The European Air Quality Index. Menu About the European Air Quality Index. URL: <https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/#>

¹³ Services to develop an EU Air Quality Index EU AQI Final report – Issue 1.1. Report for European Commission DG ENV ENV.C.3/FRA/2013/0013. Date 16/12/2016. Ricardo Energy & Environment.

¹⁴ CAQI Air quality index Comparing Urban Air Quality across Borders – 2012. EUROPEAN UNION European Regional Development Fund Regional Initiative Project Cite Air II. INTERREG IVC Programme. 38 p.

¹⁵ Гігієнічні регламенти. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ Міністерства охорони здоров'я України, 14 січня 2020 року № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20>

¹⁶ Гігієнічні регламенти хімічних речовин у повітрі робочої зони. Наказ Міністерства охорони здоров'я України, 14 липня 2020 року № 1596. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20>

¹⁷ Гігієнічні регламенти орієнтовно безпечних рівнів впливу хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. Наказ Міністерства охорони здоров'я України, 14 січня 2020 року № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0157-20>

¹⁸ Державні санітарні норми, правила, гігієнічні нормативи «Норми радіаційної безпеки України» (НРБУ - 97). Постанова Головного державного санітарного лікаря України, першого заступника Міністра охорони здоров'я України, N 62 від 01.12.97. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0062282-97>

¹⁹ The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection // Annals of the ICRP. — 2007. — Т. 37, вип. 2-4. — ISBN 978-0-7020-3048-2

Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.



2 ПРИНЦИПИ ВІЗУАЛЬНОЇ КОМУНІКАЦІЇ

2.1 Кольорова шкала

Оперативне оповіщення населення про якість повітря потребує чітких принципів візуальної комунікації та вимог до повідомлення про якість повітря, а саме:

- (1) Єдність підходів (уніфікація) у виборі форми та змісту повідомлення.**
- (2) Правдивість, чіткість та недвозначність сприйняття змісту повідомлення.**
- (3) Інтуїтивне сприйняття та зрозумілість змісту повідомлення особами без спеціальної освіти або фахової підготовки.**
- (4) Адаптація форми повідомлення без спрощення змісту повідомлення.**
- (5) Використання багаторівневих графічних та текстових форм візуальної комунікації в одному повідомленні для осіб з різним рівнем розуміння змісту повідомлення.**

Для позначення різних категорій якості повітря використовують комбіновану кольорову шкалу, яка на інтуїтивному рівні надає інформацію як про якість повітря на певній локації чи території, так і про якість (наявність) даних результатів моніторингу, на основі яких визначена якість повітря (див. рис. 1.2). Стратегія візуальної комунікації має надавати користувачу інтуїтивно зрозумілу інформацію про якість повітря. Для досягнення цієї мети запропонована шкала UAQI містить декілька рівнів, що надають відповіді на ключові питання:

- Чи здійснюється моніторинг якості повітря?
- Яку категорію якості має повітря зараз?
- Наскільки ми маємо довіряти цим результатам?
- Наскільки актуальне повідомлення про якість повітря?
- Яке джерело даних про якість повітря використали?

Детальна інформація про уніфіковану кольорову шкалу наведена у табл. Д.1. Для візуальної комунікації обрана кольорова шкала, що спирається на загальноприйняту кольорову шкалу ідентифікації небезпеки Міжнародної конвенції дорожнього руху. Ця шкала («Зелений – Жовтий – Червоний») інтуїтивно зрозуміла серед населення України. Обрана шкала різних рівнів якості повітря спирається на загальноприйняту європейську шкалу графічного позначення категорій якості повітря²⁰.

Оскільки повідомлення про якість повітря містить як графічну, так і текстову інформацію, у комбінаціях графічного та текстового повідомлення доцільно використовувати контрастний колір тексту. Для категорій якості повітря IV – VI та VIII рекомендуємо використовувати білий (контрастний) колір тексту. Для усіх інших категорій якості повітря – чорний.

²⁰ The European Air Quality Index. Menu About the European Air Quality Index. URL:

<https://airindex.eea.europa.eu/Map/AQI/Viewer/#>

Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

2.2 Урахування потреб та запитів різних користувачів

Вибір тої чи іншої форми повідомлення про якість повітря має враховувати потребу та запит в інформації від різних споживачів. Під час вибору стратегії та форм оповіщення та інформування слід враховувати такі чинники категорій населення:

- місце проживання або роботи;
- вік, стать,
- стан здоров'я та вплив забруднюючих речовин на здоров'я;
- рівень поінформованості про якість повітря;
- можливості приймати організаційні та інші управлінські рішення тощо.

Досвід реалізації міжнародної програми «Чисте повітря для України» продемонстрував, що коло користувачів Українського індексу якості повітря не обмежується виключно особами, які є власниками-розпорядниками станцій моніторингу або мають виражені рефлексорні реакції на забруднення повітря. Як приклад, у табл. 2.2 наведені потреби та запити для різних споживачів інформації про стан та якість атмосферного повітря.

Таблиця 2.2 – Основні потреби та запити споживачів інформації про стан та якість атмосферного повітря²¹

Потреба або запит	Категорія користувачів
Перевірити категорію якості повітря у випадку змін, які фіксуються органами відчуття людини (туман, імла, смог, сторонній запах, задимлення тощо)	Загальна категорія населення
Перевірити інформацію та повідомлення про смог та отримати загальні настанови до дій	Загальна категорія населення
Перевірити інформацію про незадовільну якість повітря, яка поширюється у ЗМІ та соц. мережах	Загальна категорія населення
Дізнатися параметри мікроклімату (температура атмосферного повітря)	Користувачі, які використовують станції громадського моніторингу в якості локальної метеостанції
Перевірити категорію якості повітря у випадку різноманітних рефлексорних реакцій організму	Уразливі та чутливі до забруднення категорії населення
Дізнатися про стан та якість повітря (зараз та у ретроспективі) для задоволення професійної потреби або інтересу	Фахівці широкого профілю, екологи-дослідники, екоактивісти, журналісти та оглядачі

²¹ Цей перелік складений на основі досвіду Української мережі громадського моніторингу Eco City та партнерів-учасників міжнародної програми «Чисте повітря для України», накопиченого у 2019-2022 роках. Цей перелік не є вичерпним та має довідковий характер. Це перелік складений за результатами аналізу фактичних потреб та не містить важливі потреби, які б мали бути задоволені. Наприклад: вкрай важливою є потреба цікавитися станом та якістю повітря плануючи довготривале перебування дітей на відкритому повітрі. Проте діти фактично не формують цю потребу або запит ключового повідомлення.

[Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку.](#) Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.



Плануючи комунікацію про якість повітря, потрібно враховувати зацікавленість та інтереси ширших категорій населення та зацікавлених сторін:

- (1)** Широкий загал, громадськість населених міст, селищ та сіл. Особи які мають персональний інтерес до якості повітря. Особи, які стурбовані впливом забруднення повітря на себе, рідних, близьких, друзів, знайомих тощо.
- (2)** Громадяни, які мають бажання зменшити вплив забруднення повітря за на власне здоров'я (рідних, близьких тощо) різними методами – від персональних змін у побуті, до активної участі в адвокації змін екологічної політики на місцевому та державному рівнях.
- (3)** Політики, державні службовці та інші посадові особи, які відповідальні за управління якістю повітря на місцевому та державному рівнях.
- (4)** Провайдери та постачальники послуг або товарів, які прямо чи опосередковано сприяють зменшенню або збільшенню забруднення повітря на місцевому та державному рівнях.
- (5)** Представники громадськості та об'єднань громадян, які різними діями підтримують колективний інтерес до якості повітря.
- (6)** Працівники сфери освіти (педагоги, дослідники, вчені) та охорони здоров'я (сімейні лікарі, лікарі певної спеціалізації), які зацікавлені у ширшому контексті проблеми якості повітря та впливу забрудненого повітря на здоров'я людини.

2.3 Відмінності процесів оповіщення та інформування

Використовуючи Український індекс якості повітря на практиці, важливо відокремлювати оповіщення населення про якість повітря від інформування. Ці два типи діяльності розрізняються як за метою, так і за керівними принципами пояснення інформації про якість повітря.

Інформування про якість повітря – це пасивний процес розміщення у відкритому доступі інформації та результатів ретроспективного аналізу стану та якості атмосферного повітря на певній території (у певній точці, громаді, агломерації, зоні тощо).

Таким чином інформування – це процес, який надає населенню та іншим зацікавленим сторонам з власної ініціативи дізнатися (ознайомитися) з інформацією про стан та якість повітря, яка спирається на аналіз як поточних, так і ретроспективних результатів моніторингу. Організація процесу інформування про якість повітря спирається на принципи та настанови Українського індексу якості повітря, проте не обмежується ними.

На противагу, **оповіщення про якість повітря** – це активний процес цілеспрямованого донесення інформації про актуальний стан та якість атмосферного повітря на певній території (у певній точці). Оповіщення передбачає автоматизоване поширення інформації серед певних категорій населення та певних зацікавлених сторін. Оповіщення спирається на аналіз поточних результатів моніторингу, тому має декілька обмежень: адаптована форма, актуальна інформація, «тут і зараз» та інші.



2.4 Графічна модель повідомлення про якість повітря

Використовуючи Український індекс якості повітря на практиці, необхідно виконати усі принципи графічної комунікації, викладені на початку цього розділу. Для оповіщення населення про стан та якість повітря рекомендована спеціальна графічна модель, яка складається з чотирьох основних блоків (див. рис. 2.2):

Блок (1) Заголовна частина, яка привертає увагу користувача

Блок (2) Інформація про локацію (точку моніторингу, територію), на яку поширюється оцінка якості повітря

Блок (3) Змістовний блок про категорію якості повітря

Блок (4) Текстова частина, яка містить ключове повідомлення (детально – див. розділ 3)

Блок (3) складається з п'яти під-блоків, кожен з яких надає користувачу інформацію про категорію якості повітря за кожною групою параметрів (група А, В, С, D, див. табл. 1.1) та загальну оцінку якості повітря. Для позначення категорій якості повітря графічні елементи блоку (3) використовують кольорову шкалу Українського індексу якості повітря (табл. 2.1).

Графічна модель оповіщення Українського індексу якості повітря може бути використана власниками-розпорядниками інформаційних ресурсів оповіщення населення та інших зацікавлених груп: (веб-застосунків, мобільних застосунків, чат-ботів тощо).

Графічна модель оповіщення Українського індексу якості повітря має чіткі принципи та рекомендації, проте не є сталою за формою. За умови збереження загальної структури та дотримання принципів візуальної комунікації можлива дизайнерська (графічна) адаптація. В якості прикладу на рис. 2.2 наведено декілька можливих варіантів реалізації графічної моделі повідомлення про якість повітря.

Використання запропонованої моделі для інформування населення про VII-X категорії якості повітря знаходиться на стадії розроблення та потребує додаткових консультацій та ширшого обговорення з усіма зацікавленими сторонами.

Під час оповіщення про якість повітря на веб-сторінках (веб-картах, інших веб-інструментах, які поєднують інформацію про якість повітря з гео-просторовою інформацією) необхідно дотримуватися додаткових настанов:

- **для гео-просторової візуалізації** необхідно використовувати графічний елемент інформації (Блок 3.1 – «Загальна оцінка якості повітря») без додаткового позначення головного повідомлення про якість повітря;
- **веб-сторінки (веб-карти, інші веб-інструменти)** можуть виконувати як оповіщення, так і інформування населення про якість повітря. У цьому випадку доцільно використовувати принципово різні графічні елементи для позначення актуальних оцінок якості повітря (оповіщення) та окремо для позначення оцінок якості повітря на основі аналізу ретроспективних даних (інформування).

– **архітектура веб-сторінки (веб-карти, інших веб-інструментів)** має надавати можливість користувачу отримати детальну інформацію про якість повітря згідно графічної моделі оповіщення Українського індексу якості повітря (рис. 2.2), а також переглянути інформацію про якість повітря у ретроспективі останніх 24-48 годин.

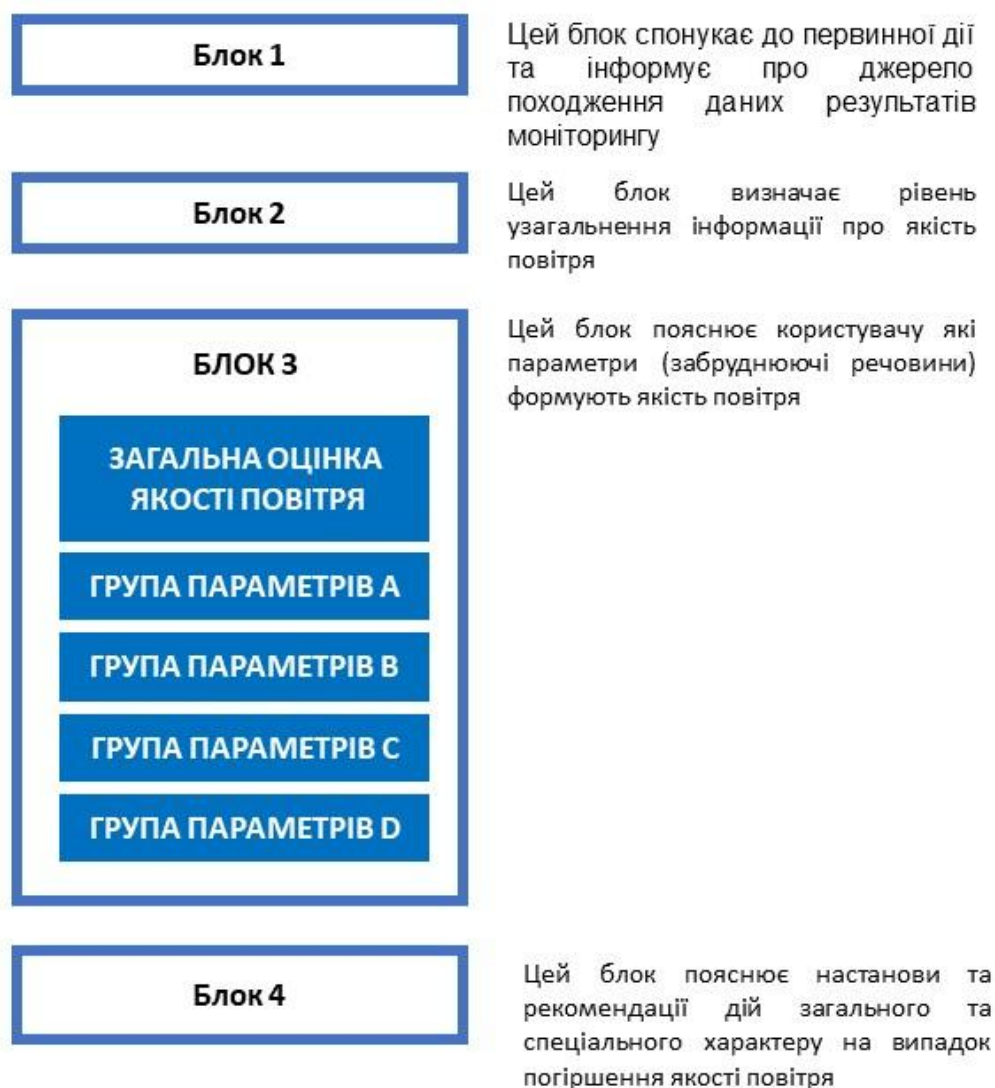


Рисунок 2.1

Базова графічна модель повідомлення про якість повітря

Приклади дизайнерської (графічної) адаптації Українського індексу якості повітря наведені на рис. 2.3. Незважаючи на різноманітність форм та підходів до візуальної комунікації, у наступних етапах широкого впровадження Українського індексу якості повітря необхідно прийняти єдину модель, узгоджену серед усіма основними учасниками та провайдерами даних моніторингу про якість повітря у зонах та агломераціях України.

УВАГА! ПОГІРШУЄТЬСЯ ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

Українська мережа громадського моніторингу Eco City повідомляє про погіршення якості повітря у локації:

Станція – Дача

смт Дача, Диканська ОТГ, Полтавська обл., Україна

ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ НЕСПРИЯТЛИВА ДЛЯ ЧУТЛИВИХ ГРУП НАСЕЛЕННЯ

Пил	Якість несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення
Основні гази	Задовільна якість
Токсичні гази	Добра якість
Радіаційний фон	Якість невідома, моніторинг не здійснюється

Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми, проте уразливі та чутливі до забруднення категорії населення можуть мати наслідки для стану здоров'я при довготривалому впливі.

.....

УВАГА! ПОГІРШУЄТЬСЯ ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

Українська мережа громадського моніторингу Eco City повідомляє про погіршення якості повітря у локації:

Станція – Дача

смт Дача, Диканська ОТГ, Полтавська обл., Україна

ДУЖЕ ПОГАНА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

Пил	Якість несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення
Основні гази	Дуже погана якість
Токсичні гази	Якість невідома, моніторинг не здійснюється
Радіаційний фон	Якість тимчасово невідома, причини технічного характеру

Для уразливих та чутливих до забруднення категорій населення вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку навіть при короткостроковому впливі....

.....

Рисунок 2.2 Приклад реалізації базової графічної моделі повідомлення про якість повітря

(назва станції, локація та дані про якість – випадкові)

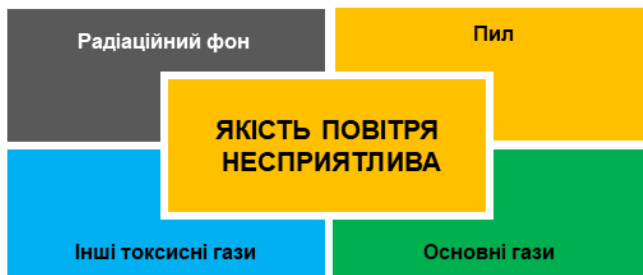
УВАГА!
ПОГІРШУЄТЬСЯ ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

12.12.2022, 10:44

Українська мережа громадського моніторингу Eco City повідомляє про погіршення якості повітря у локації:

Станція – Дача

смт Дача, Диканська ОТГ, Полтавська обл., Україна



Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми, проте уразливі та чутливі до забруднення категорії населення можуть мати наслідки для стану здоров'я при довготривалому впливі.

.....

УВАГА!
ПОГІРШУЄТЬСЯ ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

12.12.2022, 10:44

Українська мережа громадського моніторингу Eco City повідомляє про погіршення якості повітря у локації:

Станція – Дача

смт Дача, Диканська ОТГ, Полтавська обл., Україна



Для уразливих та чутливих до забруднення категорій населення вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку навіть при короткостроковому впливі....

.....

Рисунок 2.3
Приклад адаптації базової графічної моделі повідомлення
про якість повітря
(назва станції, локація та дані про якість – випадкові)

3 КЛЮЧОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ

Як було зазначено у розділі 1, Український індекс якості повітря (Ukrainian Air Quality Index, UAQI) дозволяє зацікавленим особам дізнатися про якість повітря у місцевості, де вони живуть, працюють або подорожують. Проте основна мета UAQI – допомогти прийняти усвідомлене рішення про дії загального характеру на випадок погіршення якості повітря. Для досягнення цієї мети, повідомлення про якість повітря має містити не тільки назву категорії, а також загальні рекомендації для зменшення негативного впливу забрудненого повітря на здоров'я, які у разі потреби може виконати населення без додаткових фахових роз'яснень та консультацій.

Це завдання Українського індексу якості повітря реалізується поєднанням графічної та текстової частини повідомлення про якість повітря, які враховують настанови дій для різних категорій населення (див рис. 3.1).

Ключове повідомлення та настанови додаткових дій мають диференційовано враховувати вплив забрудненого повітря на різні категорії населення. Для цієї мети Український індекс якості повітря встановлює два типи повідомлень:

- (1) повідомлення для загальної групи населення та зацікавлених користувачів;
- (2) спеціальне повідомлення для окремих груп населення, які є уразливими або чутливими до забруднення повітря певною речовиною або загалом.

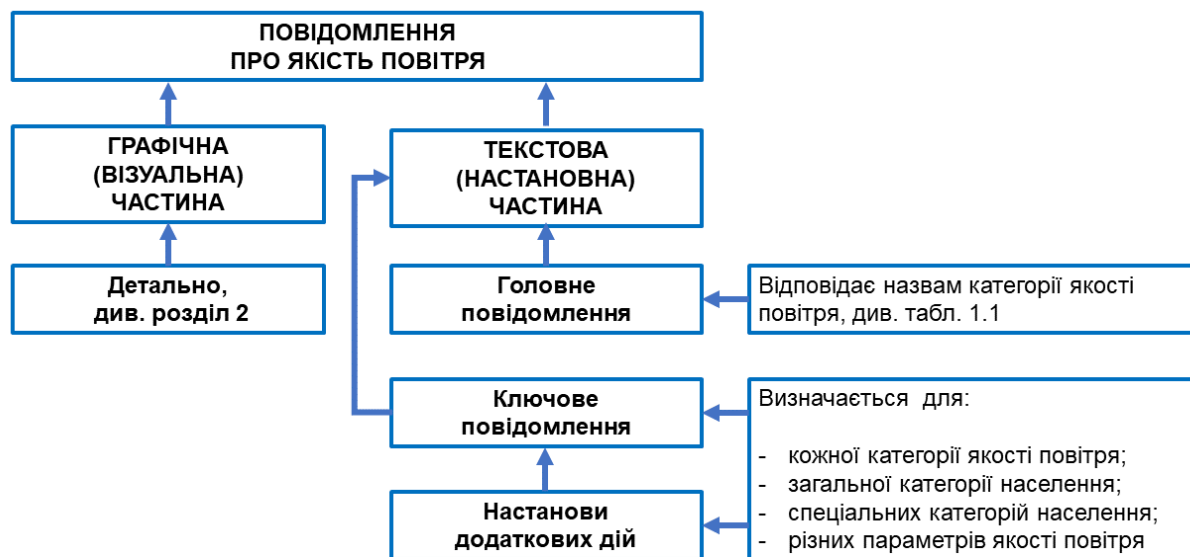


Рисунок 3.1
Структура повідомлення про якість повітря

У табл. 3.1, 3.2 наведені окремі групи населення, для яких потрібно формувати спеціальні повідомлення про якість повітря в певній точці або на певній території.

Таблиця 3.1 – Уразливі до забруднення повітря групи населення

Група населення	Параметр моніторингу стану та якості повітря										
	TSP PM ₁₀ PM _{2.5} PM ₁	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	VOC (H ₂ CO)	NH ₃	H ₂ S	HCl	PH ₃	DNO
Люди з хронічними захворюваннями серцево-судинної системи	+		+	+	+						
Люди з хронічними захворюваннями легень (органів дихання)	+			+	+						
Люди хворі на рак, діабет, психічні або когнітивні розлади	+		+			+					+
Вагітні жінки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Плід, що розвивається	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Немовлята та діти раннього віку	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Хворі на астму, хронічну обструктивну хворобу легень, аритмію, стенокардію	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Люди, які перенесли гострі та загрозливі форми захворювань серцево-судинної системи або легень (органів дихання) та перебувають на етапі реабілітації	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Люди, які мають виражені алергічні реакції на певні забруднюючі речовини у повітрі	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примітки до таблиці:

Знак «+» позначає пріоритетний зв'язок параметра якості повітря та певної групи населення, який має бути врахованим під час формування повідомлення про якість повітря.

Для параметра RAD усі категорії населення встановлені як уразливі та чутливі до забруднення.

У табл. Д.2-Д.4 наведені ключові повідомлення та настанови додаткових дій для усіх категорій якості повітря, які застосовуються в рамках Українського індексу якості повітря. Вказаний у табл. 3.1 перелік груп населення, а також перелік повідомлень у табл. 3.2, не є вичерпним та потребує удосконалення за результатами дослідної експлуатації. Під час оповіщення населення про якість повітря можуть застосовуватися додаткові повідомлення та настанови дій, які відповідають принципам, викладеним у розділі 2. Інформацію про уразливі та чутливі до

забруднення категорії населення складено узагальненням досліджень WHO²²,²³ досвіду EPA USA²⁵,²⁶, EEA EU²⁷, Canada AQHI²⁸.

Продовження таблиці 3.1 –Чутливі до забруднення повітря групи населення

Група населення	Параметр моніторингу стану та якості повітря										
	TSP PM ₁₀ PM _{2.5} PM ₁	NO ₂	CO	O ₃	SO ₂	VOC (H ₂ CO)	NH ₃	H ₂ S	HCl	PH ₃	DNO
Діти	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Особи похилого віку	+	+		+	+				+	+	
Особи, які працюють на відкритому повітрі	+	+	+	+	+				+	+	
Особи, які займаються фізичною активністю на відкритому повітрі		+	+	+	+				+	+	
Особи, які перебувають на лікуванні або реабілітації	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Особи, які мають виражені рефлексорні реакції на забруднення повітря	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Особи з низьким соціально-економічним статусом	+					+			+	+	
Особи зі значним розумово-когнітивним навантаженням			+			+			+	+	+

Примітки до таблиці:

Знак «+» позначає пріоритетний зв'язок параметра якості повітря та певної групи населення, який має бути врахованим під час формування повідомлення про якість повітря.

Для параметра RAD усі категорії населення встановлені як уразливі та чутливі до забруднення.

²² World Health Organization. (2021). WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.

²³ Literature review on chemical pollutants in indoor air in public settings for children and overview of their health effects with a focus on schools, kindergartens and day-care centres: supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2021. URL: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289055642>

²⁴ Measures to reduce risks for children's health from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children (with a focus on schools, kindergartens and day-care centres): supplementary publication to the screening tool for assessment of health risks from combined exposure to multiple chemicals in indoor air in public settings for children. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2022. URL: <https://www.who.int/europe/publications/i/item/9789289057974>

²⁵ Research on Health Effects from Air Pollution. EPA USA. URL: <https://www.epa.gov/air-research/research-health-effects-air-pollution>

²⁶ Criteria Air Pollutants. EPA USA. URL: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>

²⁷ Air quality in Europe 2021. Health impacts of air pollution in Europe, 2021. EEA EU. URL: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2021/health-impacts-of-air-pollution>

²⁸ Health risks of air pollution. Government of Canada. URL: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/air-quality-health-index/health-risks.html>

Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

4 МЕТОДОЛОГІЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

Категорія якості повітря UAQI надає користувачу інформацію про короткострокову ситуацію з якістю повітря в певній локації або на певній території. Довгострокова оцінка якості повітря (місячна, квартальна, річна) може суттєво відрізнятися від короткострокової та потребує спеціальних чисельних методів аналізу результатів моніторингу.

Категорія якості повітря UAQI не є інструментом для перевірки відповідності стандартам якості повітря і не може використовуватися для цієї мети.

Ці настанови не містять методології та підходів до чисельного визначення Українського індексу якості повітря та застосування його у практиці аналізу та довгострокової оцінки якості повітря у певній локації чи території.

4.1 Накопичення даних одиничних результатів моніторингу

Основою для оцінки якості повітря UAQI є одиничний результат спостереження кожного параметра якості повітря (див. табл. 1.1), які формують структуру Українського індексу якості повітря. Кожен одиничний результат спостереження **C** характеризується числовим значенням **X** та обов'язковими атрибутами, які дозволяють ідентифікувати як одиничний результат, так і похідні результати оцінки якості повітря:

$$C_{(ID,LoLa,XYZ,D,T,P)} = X$$

Обов'язковими атрибутами кожного одиничного результату спостереження **C** є:

- ID** – Унікальний ідентифікаційний номер станції, прийнятий власником-розпорядником певної мережі моніторингу якості повітря
- LoLa** – Позначення широти та довготи точки встановлення станції моніторингу якості повітря
- XYZ** – Позначення у спеціальному форматі, яке ідентифікує адміністративно-територіальну одиницю локації встановлення станції моніторингу за категоріями: р-н населеного пункту, населений пункт, об'єднана територіальна громада (адміністративний район), область
- D** – Позначення дати, на яку було виконано результат спостереження. Рекомендований формат дати «Рік - Черговий номер місяця- число календарного дня»
- T** – Позначення часу доби, у яку було виконано результат спостереження. Рекомендований формат часу «Година-Хвилина-Секунда», за Київським часом.
- P** – Код для позначення певного параметру якості повітря, який входить до структури Українського індексу якості повітря (згідно табл. 1.1).

Підходи до визначення атрибутів *ID*, *LoLa* та *XYZ* станцій моніторингу різних мереж моніторингу якості повітря (провайдерів) потребують уніфікації, додаткових досліджень та не розглядаються в рамках цих настанов.

З метою уніфікації атрибутів змінних, констант та функцій у табл. Д.5 наведено коди усіх параметрів, які застосовуються у практиці Української мережі громадського моніторингу якості повітря *Eco City* та партнерів-учасників міжнародної програми «Чисте повітря для України».

Накопичуючи дані одиничних результатів моніторингу, рекомендовано використовувати типовий синтаксис CSV формату файлу бази даних:

$$C_{(ID,LoLa,XYZ,D,T,P)}=X$$

*Приклад: 10 серпня 2022 року в 21 годину 8 хвилин 12 секунд інструмент моніторингу вмісту у повітрі дрібнодисперсного пилу, твердих часточок фракцією до 10 мкм PM_{10} станції моніторингу «12584», яка знаходиться за координатами *LoLa*, у адміністративній одиниці *XYZ*, передав результат 1,22 мкм/м³.*

12584;«LoLa»;«XYZ»;«2022-08-10»;«21-08-12»;12;1.22

<i>ID</i> ;	<i>LoLa</i> ;	<i>XYZ</i> ;	<i>D</i> ;	<i>T</i> ;	<i>P</i> ;	<i>X</i>
12584;	«LoLa»;	«XYZ»;	«2022-08-10»;	«21-08-12»;	12;	1.22

4.2 Усереднення одиничних результатів моніторингу

Для оцінки якості повітря на певній локації (території) в певний час застосовується груповий результат моніторингу **MC**, який чисельно дорівнює простому середньому арифметичному одиничних результатів моніторингу кожного параметра якості повітря за 20 хв. Кожен груповий результат спостереження **MC** характеризується числовим значенням та обов'язковими атрибутами, які дозволяють ідентифікувати як одиничні результати (на основі яких він обчислений), так і похідні результати оцінки якості повітря. Груповий результат спостереження **MC** обчислюється за формулою:

$$\text{if } T \rightarrow [LTS_{(dT)}; LTE_{(dT)}] \text{ for all } C_{(ID,LoLa,XYZ,D,T,P)}$$

$$\{SC = \sum C_{(ID,LoLa,XYZ,D,T,P)}; NC = COUNT(C_{(ID,LoLa,XYZ,D,T,P)})$$

$$\text{if } NC = 0 \text{ then } MC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,NC,P,AQP,CR)} = NULL$$

$$\text{if } NC > 0 \text{ then } MC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,NC,P,AQP,CR)} = \frac{SC}{NC}$$

Додатковим атрибутом кожного групового результату спостереження **MC** є:

dT – Порядковий номер (код) розрахункового 20-ти хвилинного інтервалу календарної доби, для якого обчислюється груповий результат



спостереження **MC** та який використовується для оцінки якості повітря з метою оповіщення населення.

NC – Кількість одиничних результатів спостереження **C**, які враховані для обчислення групового результату спостереження **MC** у розрахунковому інтервалі **dT**.

Допоміжна змінна для обчислення показника **MC**

SC – Сума усіх значень одиничних результатів спостереження **C**, які відповідають умові розрахункового інтервалу **dT**. Допоміжна змінна для обчислення показника **MC**

LTS_(dT) – Нижня межа діапазону значень параметра **T**, які відповідають умові розрахункового інтервалу **dT**

LTE_(dT) – Верхня межа діапазону значень параметра **T**, які відповідають умові розрахункового інтервалу **dT**

AQP – Розрахунковий індикатор категорії якості повітря, обчислений на основі групового результату спостереження **MC** для певної станції в певний розрахунковий 20-ти хвилинний період **dT**. Порядок обчислення наведений далі.

CR – Код правила, яке застосовано для визначення параметра **AQP**

В якості умови розрахункового інтервалу **dT** використовують функцію:

$$T \rightarrow [dT] \text{ if } \{T \geq LTS_{(dT)} \text{ } T \leq LTE_{(dT)}\}$$

З метою уніфікації атрибутів змінних, констант та функцій у табл. Д.6 наведено коди та значення параметрів **LTS_(dT)** та **LTE_(dT)** усіх параметрів які застосовуються у практиці Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eсо City та партнерів-учасників міжнародної програми «Чисте повітря для України».

4.3 Послідовність визначення категорії якості повітря

Як було зазначено у розділі 2, для оповіщення населення UAQI встановлює 6 основних та 2 технічних категорії якості повітря. Кожна категорія якості повітря **AQS** для кожного параметра моніторингу **P** має числовий ідентифікатор-номер **R**, який у подальшому використовується для оцінки якості повітря та оповіщення населення. Цей параметр за різних обставин може приймати значення від -4 до 7 та завжди характеризує ту чи іншу категорію якості повітря **AQS**.

Загальна послідовність дій, для визначення категорії якості повітря наведена на рис. 4.1.

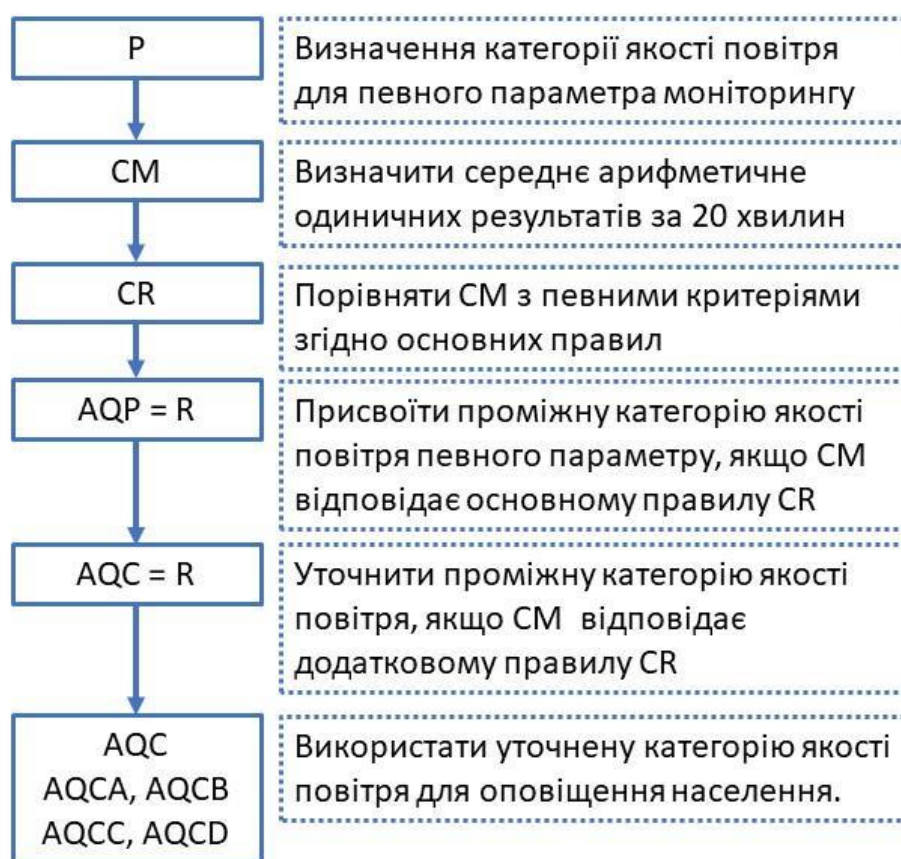


Рисунок 4.1
Послідовність дій визначення категорії якості повітря

Для присвоєння певної категорії якості повітря необхідно провести аналіз середнього арифметичного значення **CM** за певними правилами **CR**, які і визначають який **R** потрібно присвоїти **AQC**. Тобто: якщо параметр **CM** відповідає умовам правила **CR**, тоді для категорії якості повітря присвоюється відповідний номер: **AQC = R**

4.4 Основні правила визначення категорії якості повітря

Зв'язок між параметрами групового результату моніторингу **MC** та категорії якості повітря **AQC** забезпечується через основні та додаткові правила (див. табл. 4.1 та Д.7).

Оскільки робоча база даних містить тільки записи дійсних результатів (значення відмінні від **NULL**) на першому етапі визначення категорії якості повітря неможливо скористатися основними правилами **CR2** та **CR1**. Це пов'язано з тим фактом, що у робочому листі бази даних немає строк для станцій моніторингу, які не передавали результати моніторингу за певним параметром **P**, та відповідно – немає середнього значення **CM** цих результатів. Саме старт аналізу даних та визначення категорії якості повітря відбувається за правилом **CR3**.

Таблиця 4.1 – Зв'язок категорії якості повітря та правил його визначення та уточнення

Категорія якості повітря	Головне повідомлення	Значення параметра AQC=R	Основні правила визначення	Додаткові правила уточнення
I	Добра якість повітря	1	CR3	CR11 CR12 CR13 CR14 CR15 CR16 CR17 CR18
II	Задовільна якість повітря	2		
III	Якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення	3		
IV	Погана якість повітря	4		
V	Дуже погана якість повітря	5		
VI	Надзвичайно погана якість повітря	6, 7		
VII	Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру	-1	CR2	Немає додаткових правил
VIII	Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється	-2	CR1	
IX	Якість повітря потребує уточнення, аномальні значення	-3	CR4	
X	Якість повітря потребує уточнення, результат поза підтвердженою чутливістю інструменту моніторингу	-4	Не застосовується для оповіщення населення	

Сутність правила **CR3**:

Сутність правила CR3 – послідовно порівняти значення **СМ** з нижньою та верхньою межами кожного з шести діапазонів (рис. 4.2). Для кожного параметра моніторингу **СМ** визначені чіткі межі діапазонів кожної категорії якості повітря (див. табл. 4.5, **LQS** – нижня межа діапазону, **LQE** – верхня межа діапазону). Задача згідно правила **CR3** – визначити у який діапазон потрапляє середнє арифметичне значення **СМ** певного параметра **P**.

in $MC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,NC,P,AQP,CR,X)}$

if $NC = 0$ then

{if "ID" don't have "P", then $AQP = R1$ and $CR = CR1$; else $AQP = R2$ and $CR = CR2$;

if $NC > 0$ then

$\{X = \text{from } 1 \text{ to } 6$ $X = 1$ if $MC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,NC,P,AQP,CR,X)}$
 $> LQS_{(P,X)}$ and if $MC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,NC,P,AQP,CR,X)} \leq LQE_{(P,X)}$ then AQP
 $= A$ and $CR = CR3$, else $A = (A + 1)$ and go to cycle start, , and

if $NC > 0$ and $A = 6$ and $MC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,NC,P,AQP,CR,X)} > LQE_{(P,A)}$
 then $AQP = R4$ and $CR = CR4$,

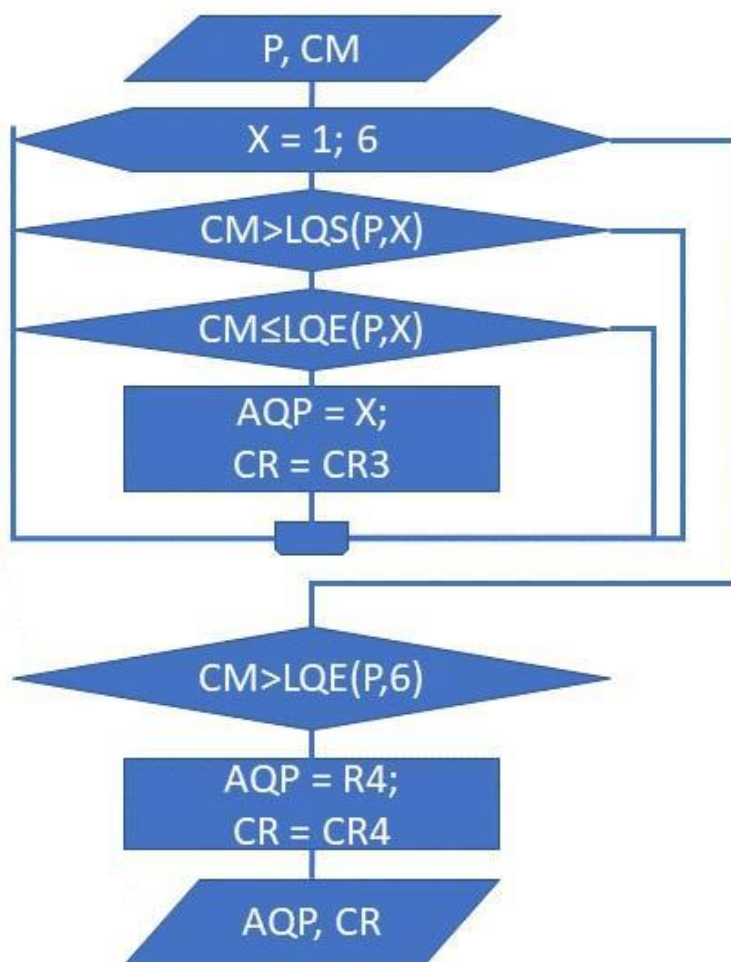


Рисунок 4.2

**Алгоритм визначення категорії якості повітря
за основним правилом CR3**

4.5 Додаткові правила визначення категорії якості повітря

Оскільки між деякими параметрами моніторингу є неявні зв'язки, а також «ефект сумації», проміжна категорія якості повітря **AQP** має бути уточнена згідно додаткових правил, визначених у таблицях Д.6 та Д.7. Трансформація робочого листа баз даних системи моніторингу наведена на рис. 4.3.

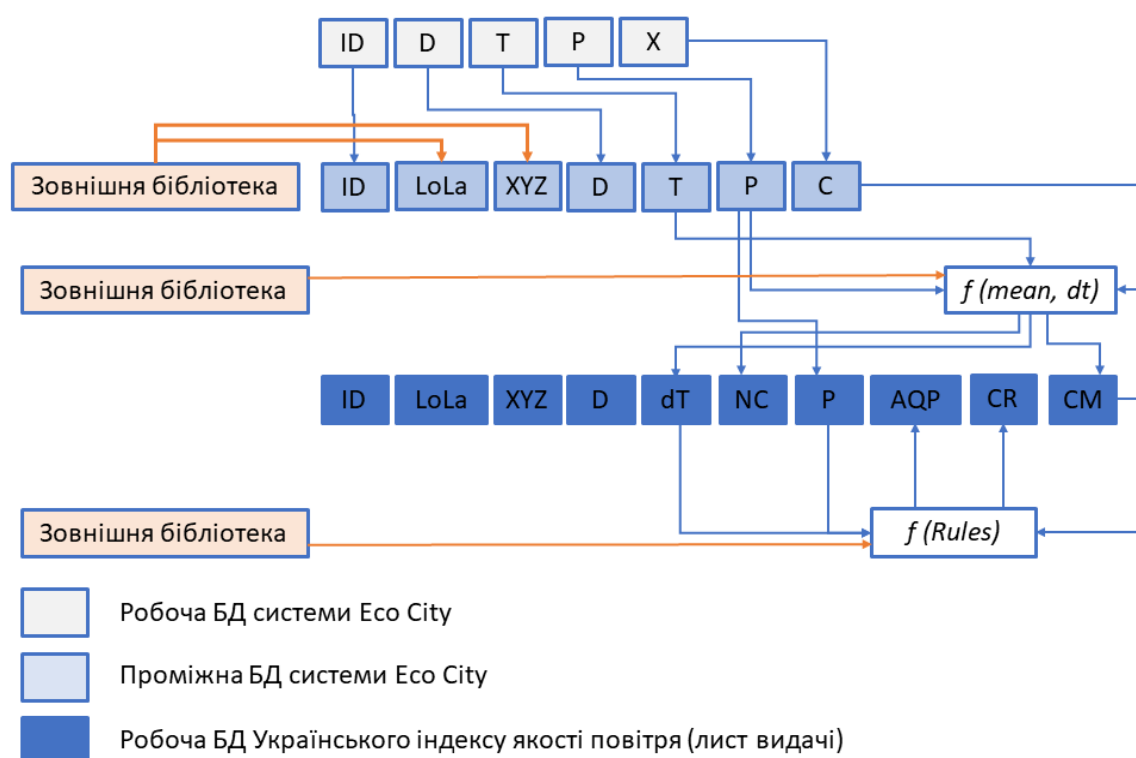


Рисунок 4.3

Структура та транспозиція робочого листа бази даних Українського індексу якості повітря

В процесі уточнення проміжний параметр **AQP** набуває нового статусу – категорія якості повітря, яку використовують для оповіщення населення. Параметри моніторингу групи **D** та **B** не потребують уточнення. Загальний алгоритм уточнення категорії якості повітря для цих параметрів моніторингу наведений на рис. Д.9.

У групі **C** тільки параметр **C1** (VOC) потребує уточнення через ефект сумації з параметрами **B1** (NO₂) та **B3** (O₃). Загальний алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметра параметр **C1** (VOC) наведений на рис. Д.10.

У групі **A** для параметрів моніторингу **A2** PM₁₀ та **A3** PM_{2.5} існує низка обмежень, які уточнюють якість повітря або запобігають аномальним значенням. Загальний алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметрів **A2** PM₁₀ та **A3** PM_{2.5} наведений на рис. Д.11.

5 ЗАГАЛЬНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОВІТРЯ

Для оцінки якості повітря на певній локації (або території) Український індекс якості повітря використовує формальний та консервативний песимістичний підхід з урахуванням таких принципів:

- (1) Загальна оцінка якості повітря заснована на оцінці якості кожної з груп параметрів якості повітря (групи А – D)
- (2) Загальна оцінка якості повітря є найгіршою з оцінок якості окремих груп параметрів якості повітря (групи А – D)
- (3) Загальна оцінка якості повітря застосовує додаткові критерії VII та VIII категорії якості повітря у випадках:
 - (3.1) коли на певній локації (або території) не проводять моніторинг якості повітря, загальна оцінка якості повітря визначається згідно VIII категорії якості повітря «Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється»
 - (3.2) коли на певній локації (або території) відсутні актуальні дані результатів моніторингу якості повітря, загальна оцінка якості повітря визначається згідно VII категорії якості повітря «Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру»
 - (3.3) коли на певній локації (або території) дві або більше окремих груп параметрів якості повітря (групи А – D) відповідають критеріям VII та VIII категорії якості повітря.

Для прийняття рішення про загальну оцінку якості повітря в певній локації застосовують загальний алгоритм, який враховує вказані принципи.

in ID, Lola, XYZ, D, dT;
in for all $MC_{(ID, Lola, XYZ, D, dT, NC, P, AQP, CR, X)}$
Cycle start:
P → from A1 to D9;
 $AQC = MAX(AQP \text{ from } MC_{(ID, Lola, XYZ, D, dT, NC, P, AQP, CR, X)});$
 $AQCA = MAX(AQP \text{ from } MC_{(ID, Lola, XYZ, D, dT, NC, P, AQP, CR, X)})$
for P → from A1 to A99
 $AQCB = MAX(AQP \text{ from } MC_{(ID, Lola, XYZ, D, dT, NC, P, AQP, CR, X)})$
for P → from B1 to B99
 $AQCC = MAX(AQP \text{ from } MC_{(ID, Lola, XYZ, D, dT, NC, P, AQP, CR, X)})$
for P → from C1 to C99
 $AQCD = MAX(AQP \text{ from } MC_{(ID, Lola, XYZ, D, dT, NC, P, AQP, CR, X)})$
for P → from D1 to D99
Cycle end

Пошук загальної оцінки якості повітря AQC потребує визначення додаткових атрибутів у база даних моніторингу якості повітря, а саме:

- AQC** – Загальна оцінка категорії якості повітря на певній локації встановлення станції моніторингу *ID* в визначений розрахунковий період *dT* доби *D*
- AQCA** – Оцінка якості повітря за параметрами групи А на певній локації встановлення станції моніторингу *ID* в визначений розрахунковий період *dT* доби *D*
- AQCB** – Оцінка якості повітря за параметрами групи В на певній локації встановлення станції моніторингу *ID* в визначений розрахунковий період *dT* доби *D*
- AQCC** – Оцінка якості повітря за параметрами групи С на певній локації встановлення станції моніторингу *ID* в визначений розрахунковий період *dT* доби *D*
- AQCD** – Оцінка якості повітря за параметрами групи D на певній локації встановлення станції моніторингу *ID* в визначений розрахунковий період *dT* доби *D*

Таким чином, загальна оцінка якості повітря **AQC** у певній точці встановлення станції моніторингу (*ID*, *LoLa*, *XYZ*) в певний розрахунковий 20-ти хвилинний діапазон (*D*, *dT*) відповідає найгіршій з оцінок якості повітря **AQC(A-D)**, визначених для усіх чотирьох груп параметрів моніторингу (див. рис. 5.1).



Рисунок 5.1

Структура загальної оцінки якості повітря з урахуванням усіх груп параметрів моніторингу

На рис. 5.2 наведена схема змін структури та транспозиції баз даних результатів моніторингу якості повітря, які безпосередньо використовуються для організації оповіщення про погіршення якості повітря.

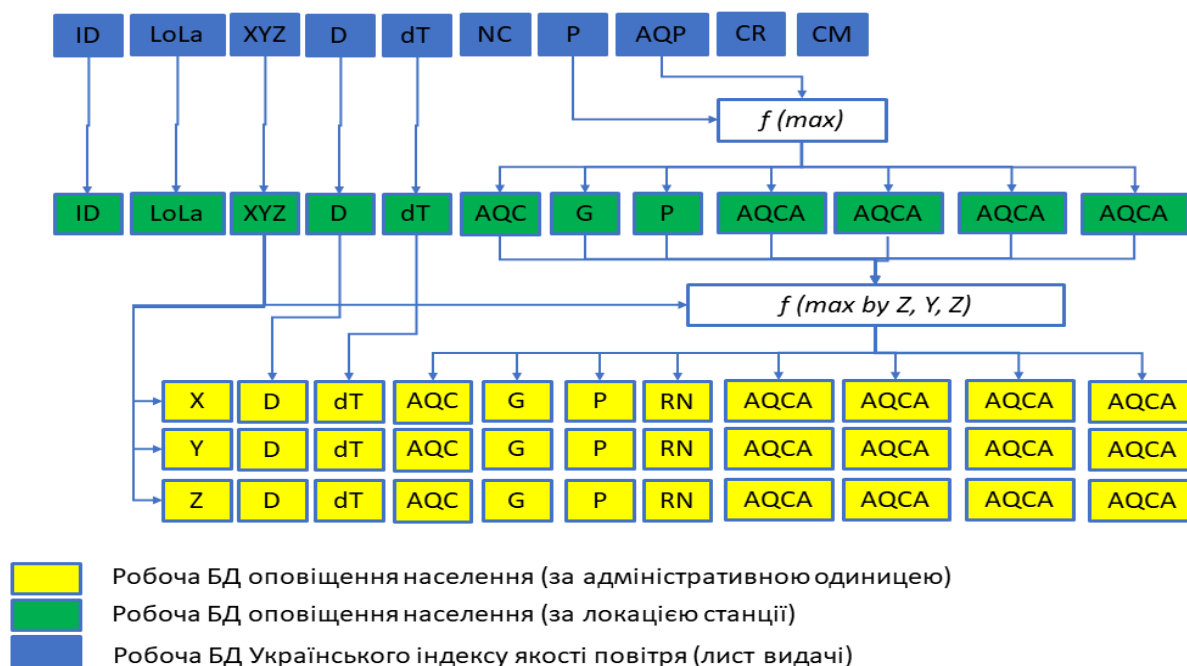


Рисунок 5.2

Структура та транспозиція робочої бази даних оповіщення населення про погіршення якості повітря

Результати загальної оцінки категорії якості повітря безпосередньо використовують для оповіщення населення про якість повітря. Враховуючи це, необхідно накопичувати ці результати у вигляді динамічної бази даних, яка містить результати оцінок якості повітря для усіх локацій (станцій моніторингу) за останні 24-48 годин. Це робочий лист видачі використовується діалоговими системами «сервер – клієнт», які здійснюють безпосереднє оповіщення або інформування клієнтів через WEB-інструменти або мобільні застосунки, соціальні мережі тощо.

Робоча база даних у форматі CSV має складний синтаксис, який дозволяє надати максимально повну та достовірну інформацію про якість повітря у заданій локації:

$$AQC_{(ID,LoLa,XYZ,D,dT,X,G,P,AQCA,AQCB,AQCC,AQCD)}$$

Приклад:

10 серпня 2022 року у розрахунковий період «25» з 07:00 до 07:20 включно загальна оцінка якості повітря у локації станції моніторингу «12584», яка знаходиться за координатами LoLa, у адміністративній одиниці XYZ, склала «3», що відповідає категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення», при цьому оцінка якості повітря спирається параметри моніторингу групи «А» (Вміст у повітрі аерозолів та інших дрібнодисперсних твердих часток), а саме на параметр «13» - вміст у повітрі $PM_{2.5}$, та виконана за правилом CR13, яке враховує посилюючу дію NO_2 .



Якість повітря за вмістом у повітрі Вміст у повітрі газоподібних забруднюючих речовин переліку ВООЗ оцінена II категорією якості «Задовільна якість». Якість повітря за вмістом у повітрі інших забруднюючих речовин з пріоритетного переліку невідома через інші технічні причини (категорія якості повітря VII). Якість повітря за параметрами фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря – невідома, так як на цій станції не виконують моніторинг за цими параметрами.

12584;«LoLa»;«XYZ»;«2022-08-10»;25;3;1;13;3;2;-1;-2

ID;	LoLa;	XYZ;	D;	dT;	AQC, X	G	P	AQCA	AQCB	AQCC	AQCD
12584;	«LoLa»;	«XYZ»;	«2022-08-10»;	25;	3	1	13	3	2	-1	-2

6 КОНЦЕПЦІЯ RADIATION AND SMOG ALARM UKRAINE

6.1 Задачі автоматизації оповіщення населення

Оповіщення населення про якість повітря передбачає активне та своєчасне поширення інформації про погіршення якості повітря в певних локаціях або на певних територіях.

У широкому сенсі автоматизовані сервіси оповіщення одночасно виконують декілька завдань, для задоволення потреб користувачів та адміністратора:

- 1) Поширення ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ, графічно-текстову інформацію (за певним шаблоном) про якість повітря або радіаційно/хімічну безпеку за активним запитом клієнта. Для цього може бути використана робоча база даних мережі Есо Сіті, надані дані гео-локації локації користувача або сценарій вибору клієнта.
- 2) Можливість завантажити ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ та поділитися ним у соціальних мережах.
- 3) Можливість клієнту підписатися на оновлення інформації (за певним алгоритмом) для обраних станцій моніторингу ями моніторингу або територіальних одиниць.
- 4) Оповіщення клієнта про зміну якості повітря або радіаційно/хімічної небезпеки на цій станції.
- 5) Можливість ознайомитися з першоджерелами інформації, на основі яких сформовано ПОВІДОМЛЕННЯ ПРО ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ.
- 6) Можливість звернутися до системи Технічної підтримки. Як приклад, інтеграція системи технічної підтримки Есо Сіті через цей телеграм бот, діалогова система «Користувач – Адміністратор».
- 7) Можливість адміністратору збирати інформацію про: клієнтів (номера телефонів, акаунтів Телеграм тощо), час початку користування, відправлені локації, вибрані локації, вибрані станції моніторингу для відслідковування, кількість виконаних запитів тощо.
- 8) Можливість адміністратору завантажувати оголошення та розсилати їх усім користувачам (функції примусового оповіщення усіх користувачів).
- 9) Можливість відслідковувати усіх користувачів, для яких (згідно відправленої gprs-локації) було визначено, що на їх території не встановлені станції моніторингу якості повітря.

У загальному випадку усі інструменти автоматизації оповіщення (чат-боти, WEB-ресурси тощо) мають поєднувати інформаційний і просвітницький сервіс для широкого загалу. А також бути середовищем технічної (довідкової, консультаційної) підтримки користувачів та власників станцій громадського моніторингу.



Таким чином, автоматизоване оповіщення про якість повітря має дуже широке коло потенційних користувачів:

1. Волонтери-активісти та партнери мережі громадського моніторингу якості повітря.
2. Користувачі Веб-сервісами громадського моніторингу якості повітря.
3. Громадяни, які переймаються та цікавляться якістю та безпечністю повітря у своїх громадах.
4. Представники органів місцевого самоврядування, інституцій громадянського суспільства, ЗМІ та громадські дослідники.

Спираючись на багаторічний досвід міжнародної програми «Чисте повітря для України» можна сформуванати перелік семи найпоширеніших запитів/потреб користувачів громадських мережі моніторингу якості повітря:

- Дізнатися якість або безпечність повітря в обраній громаді або певній локації.
- Налаштувати автоматичне інформування та оповіщення про погіршення якості повітря в обраній громаді або певній локації (налаштування пасивного сценарію).
- Отримати застереження та рекомендацій дій на випадок погіршення якості повітря.
- Ознайомитися з інформацією та роз'ясненнями принципів громадського моніторингу якості повітря.
- Звернутися за допомогою до системи Технічної підтримки.
- Організувати громадський моніторинг якості повітря на території громаді у разі його відсутності.
- Підписатися на корисні інформаційно-просвітницькі розсилки.

Таким чином, автоматизація оповіщення завжди має надавати користувачам різноманітні сервіси – активне оповіщення на запит користувача, пасивне оповіщення за підпискою, перегляд корисної інформації та роз'яснень із зовнішніх джерел, пряме спілкування користувача з Технічною підтримкою.

6.2 Чат-бот Radiation and Smog Alarm

Для виконання завдань оповіщення Українська мережа громадського моніторингу якості повітря Eco City використовує чат-бот Radiation and Smog Alarm. Цей багатофункціональний інструмент забезпечує швидке оповіщення населення про забруднення повітря, хімічну та радіаційну небезпеку у громадах, на території яких встановлені станції громадського моніторингу якості повітря мережі Eco City. Чат-бот у пасивному або активному режимі надає користувачам інформацію про якість та безпечність повітря у громаді згідно критеріїв Українського індексу якості повітря UAQI. Чат-бот Radiation and Smog Alarm підтримує три основні сценарії спілкування з користувачем (рис. 6.1):

1. Сценарій активного пошуку та вибору цікавої для користувача станції моніторингу, та отриманні інформації про якість та безпечність повітря «тут і зараз».
2. Сценарій підписки та автоматичного оповіщення користувача про погіршення якості повітря на обраній станції моніторингу.
3. Сценарій підписки та автоматичного інформування користувача про поточний стан якості та безпечності повітря на обраній станції моніторингу.

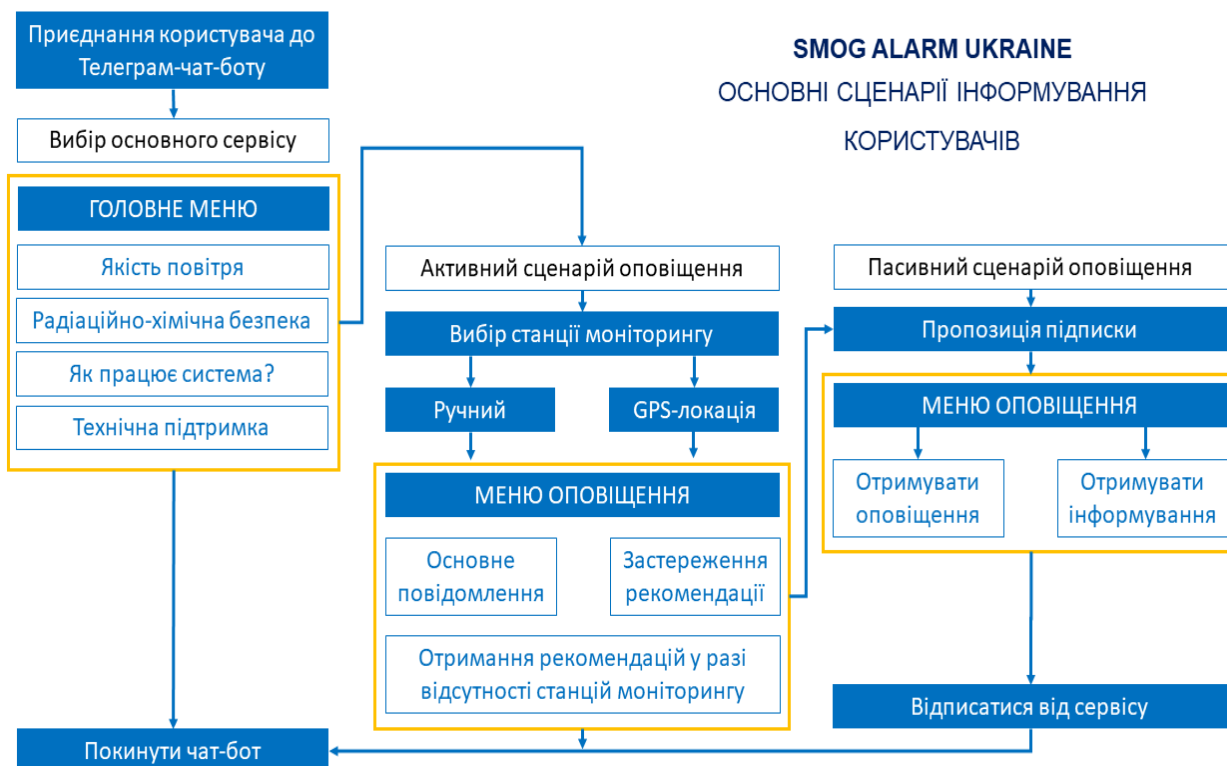


Рисунок 6.1
Основні сценарії чат-боту Smog Alarm Ukraine

Чат-бот Radiation and Smog Alarm надає користувачам **додаткові переваги**, у порівнянні з відомими в Україні аналогами^{29,30,31}:

- 1) Оповіщення про радіаційну небезпеку та вміст газоподібних хімічних сполук
- 2) Комплексний підхід до оцінки якості повітря згідно настанов та рекомендацій Українського індексу якості повітря UAQI
- 3) Інформування та оповіщення про забруднення повітря пріоритетними та специфічними газоподібними забруднюючими речовинами (азоту діоксид, чадний газ, аміак, приземний озон, леткі органічні сполуки тощо)
- 4) Справедливий неманіпулятивний підхід до інформування населення громад, на території яких немає (не встановлені) онлайн станції моніторингу якості повітря.

²⁹ Save Eco Bot. ГО «Збережи Дніпро». 2022. URL: <https://www.saveecobot.com/>

³⁰ ЕкоЗагроза. Міндовкілля України. 2022. URL: <https://ecoagroza.gov.ua/>

³¹ ЛУН Місто AIR. ЛУН. 2022. URL: <https://misto.lun.ua/air>

Radiation and Smog Alarm. Настанови та принципи оповіщення населення про якість повітря, радіаційну та хімічну небезпеку. Міжнародна програма «Чисте повітря для України». Грудень 2022 року.

Технічні можливості та обмеження:

- Кожен зареєстрований користувач має можливість виконати підписку на оповіщення та інформування до 10 станцій громадського моніторингу.
- Кожен зареєстрований користувач може самостійно визначити «чи отримувати тільки оповіщення» чи отримувати «оповіщення та інформування». При цьому користувач сам визначає перелік станцій моніторингу.
- Система розрахована на навантаження до 100 одночасних активних запитів користувачів та до 1000 одночасних оповіщень користувачів згідно їх підписок, або до 2000 одночасних оповіщень на вимогу адміністратора.
- Система веде власні бази даних (реєстри) та зберігає їх до 1,5 року з можливістю завантаження цих реєстрів на вимогу адміністратора.

Джерела даних

Чат-бот Radiation and Smog Alarm має власний сервер, динамічні та ретроспективні бази даних, які забезпечують його роботу та оповіщення клієнтів. Чат-бот бере первинні дані з динамічної бази даних Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City, яка об'єднує результати громадського моніторингу якості повітря користувачів Eco City (<https://eco-city.org.ua>), та (згідно рекомендацій науково-технічних радників мережі «Еко City») опціонально з відкритих партнерських баз даних мереж ЛУН Місто Air (<https://misto.lun.ua/air>) та відкритих баз даних Luftdaten.info (<https://maps.sensor.community>). Після агрегації та інтерпретації, ці результати моніторингу проходять первинну обробку згідно настанов та принципів Українського індексу якості повітря (UAQI).

Власним джерелом даних, отриманих безпосередньо від користувача є:

- База даних (динамічний реєстр) зареєстрованих користувачів (користувачі, які зверталися до чат боту, ідентифікатори користувача, які надаються системою Telegram, зареєстрований номер телефону, зареєстрований User name, дата активного звернення)
- База даних (динамічний реєстр) результатів вибору зареєстрованим користувачем цікавої для цього локації (рівень – місто/селище, область, час активного запиту) та типу запиту за ідентифікатором (якість повітря, радіаційна та хімічна безпека тощо)
- База даних підписок зареєстрованих користувачів на оновлення інформації по певній станції громадського моніторингу якості повітря (сервіс сповіщення або інформування)

Чат-бот не вимагає та не зберігає персональні дані користувача, які не визнані публічними у середовищі Telegram (персональні дані імені, прізвища, дані результатів запитів gps-локації користувача).

Концепція Radiation and Smog Alarm передбачає спеціальну функцію адміністратора - примусова масова розсилка додаткових інформаційно-довідкових повідомлень усім зареєстрованим користувачам. Ця функція задумана у разі виникнення надзвичайних обставин у мережі Eco City та важливої інформації, яка становить суспільний інтерес для усіх користувачів.

6.3 Критерії оповіщення населення про погіршення якості повітря

Автоматизоване оповіщення населення про погіршення якості повітря має одночасно задовольняти декільком вимогам:

– Вчасно сповіщати та попереджати користувачів про погіршення якості повітря. Це дозволить користувачу прийняти усвідомлене рішення про безпеку та ризики для власного здоров'я. Це також створить можливість користувачу оперативно вжити запобіжні заходи.

– Вчасно сповіщати про поліпшення якості повітря (зняття обмежень та ризиків, пов'язаних з тимчасовим та короткостроковим забрудненням повітря). Це дозволить користувачу об'єктивно оцінити ситуацію та планувати діяльність у нових обставинах.

– Не перетворювати повідомлення про погіршення або покращення якості повітря у «інформаційний шум». Це дозволить уберегти користувача від надмірної та надлишкової інформації. Це також є запобіжником втрати зацікавленості користувача у інформації про стан та якість повітря.

Концепція Radiation and Smog Alarm використовує ризик-орієнтований підхід до визначення моменту (об'єктивних обставин), коли необхідно виконати оповіщення населення про погіршення якості повітря або покращення якості повітря (див. табл. 6.1). Для цього, кожній категорії якості повітря присвоєний чисельний бал ризику **NAQC**, який відповідає номеру категорії якості повітря та характеризує загальну оцінку категорії якості повітря **AQC** на певній локації встановлення станції моніторингу в визначений розрахунковий 20-ти хвилинний період доби (детально про **AQC** див. розділ 5).

Таблиця 6.1 – Матриця оцінки ризику для оповіщення населення про погіршення або покращення якості повітря (критерії $K_{ALARM-IN}$ та $K_{ALARM-OFF}$)

AQC	I	II	III	IV	V	VI
NAQC	1	2	3	4	5	6
dT	$\Sigma (NAQC_{dT})$					
1	1	2	3	4	5	6
2	2	4	6	8	10	12
3	3	6	9	12	15	18
4	4	8	12	16	20	24
5	5	10	15	20	25	30
6	6	12	18	24	30	36

Основний критерій оповіщення про погіршення якості повітря:

$$ALARM_{IN} \text{ is True if } \rightarrow \begin{cases} \sum (NAQC_{dT} + NAQC_{dT-1} + NAQC_{dT-2}) > K_{ALARM-IN} ; \\ \text{The last } \{dT; dT - 12\} ALARM_{IN} \text{ is False} \end{cases}$$



У випадку, якщо сума **NAQC** останніх трьох розрахункових 20-ти хвилинних періодів доби перевищила контрольне значення ризику – $K_{ALARM-IN} = 7$ балів – необхідно провести автоматизоване оповіщення про погіршення якості повітря для усіх зацікавлених користувачів (які підписалися, повідомили про бажання отримувати сповіщення на певній локації встановлення станції моніторингу).

Аби уберегти користувачів від ефекту «інформаційного шуму», автоматизоване сповіщення про погіршення якості повітря відбувається не частіше одного разу за 4 години.

Наприклад, якщо користувач о 08:00 (за результатами трьох останніх 20-ти хвилинних періодів з 07:00 до 08:00) отримав повідомлення про погіршення якості повітря, то навіть за умови виконання умов основного критерію далі за часом наступне повідомлення про погіршення якості повітря (якщо умова основного критерію **ALARM_{IN}** буде виконуватися) користувач отримає не раніше 12:00.

Основний критерій оповіщення про покращення якості повітря:

$$ALARM_{OFF} \text{ is True if } \rightarrow \begin{cases} \sum (NAQC_{dT} + NAQC_{dT-1} + NAQC_{dT-2} + NAQC_{dT-3} < K_{ALARM-OFF} \\ \text{The last } \{dT; dT - 12\} ALARM_{IN} \text{ is True} \\ \text{After last } ALARM_{IN}: \text{True isn't } ALARM_{OFF}: \text{True} \end{cases} ;$$

У випадку, якщо сума **NAQC** останніх чотирьох розрахункових 20-ти хвилинних періодів доби після останнього оповіщення про погіршення якості повітря менша за контрольне значення ризику – $K_{ALARM-OFF} = 9$ балів – необхідно провести автоматизоване оповіщення про покращення якості повітря для усіх зацікавлених користувачів (які підписалися, повідомили про бажання отримувати сповіщення на певній локації встановлення станції моніторингу).

Аби уберегти користувачів від ефекту «інформаційного шуму», автоматизоване сповіщення про покращення якості повітря відбувається тільки один раз після повідомлення про погіршення якості повітря за умови виконання основного критерію.

Наприклад, якщо користувач о 08:00 (за результатами трьох останніх 20-ти хвилинних періодів з 07:00 до 08:00) отримав повідомлення про погіршення якості повітря. О 10:00 (за результатами чотирьох останніх 20-ти хвилинних періодів з 08:40 до 10:00) було виконано основний критерій **ALARM_{OFF}**. У цьому випадку користувач отримає оповіщення про покращення якості повітря. Навіть за умови виконання критерію критерій **ALARM_{OFF}** далі за часом – користувач не буде отримувати повідомлення про покращення якості повітря до наступного випадку виконання умов критерію **ALARM_{IN}**.

ДОДАТКИ

Таблиця Д.1 – Кольорова шкала Українського індексу якості повітря

Рівень повідомлення	Ключовий зміст повідомлення	Візуальна форма	Колір графічної частини повідомлення							
			Модель RGB (red, green, blue)			Модель CMYK (cyan, magenta, yellow, black)			Модель HEX	
Наявність (відсутність) інформації	Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру. Категорія якості повітря VII	Світлий сірий	191	191	191	0	0	0	25	#BFBFBF
	Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється. Категорія якості повітря VIII	Темно- сірий	89	89	89	0	0	0	65	#595959
Якість Головне повідомлення про якість повітря	Добра якість повітря. Категорія якості повітря I	Темно- блакитний	0	176	240	100	27	0	6	#00B0F0
	Задовільна якість повітря. Категорія якості повітря II	Зелений	0	176	80	100	0	55	31	#00B050
	Якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення. Категорія якості повітря III	Помаранчевий	255	192	0	0	25	100	0	#FFC000
	Погана якість повітря. Категорія якості повітря IV	Червоний	255	0	0	0	100	100	0	#FF0000
	Дуже погана якість повітря. Категорія якості повітря V	Темно- червоний	192	0	0	0	100	100	25	#C00000
	Надзвичайно погана якість повітря. Категорія якості повітря VI	Фіолетовий	112	48	160	32	71	0	36	#7030A4
Довіра до результатів моніторингу в особливих випадках	Якість повітря потребує уточнення, аномальні значення Категорія якості повітря IX		Спеціальне позначення категорії – штриховка широкою чорною полосою, для інформування користувача про аномальні результати моніторингу або значення з низьким рівнем довіри, які потребують уточнення. Основний колір обирається залежно від прийнятої основної категорії якості повітря (результат якої потребує уточнення)							

Рівень повідомлення	Ключовий зміст повідомлення	Візуальна форма	Колір графічної частини повідомлення		
			Модель RGB (red, green, blue)	Модель CMYK (cyan, magenta, yellow, black)	Модель HEX
	Якість повітря потребує уточнення, результат поза підтвердженою чутливістю інструменту моніторингу Категорія якості повітря X		Спеціальне позначення категорії – штриховка широкою білою полосою. Застосовується для результатів, отриманих інструментами моніторингу у I – III категоріях якості повітря.		
Актуальність результату моніторингу на цей період	Інформація актуальна. Повідомлення про якість повітря спирається на результати моніторингу, отримані не більше 4 годин тому	На стадії розробки	Рекомендація. Аби забезпечити виконання принципу «правдивість, чіткість та недвозначність сприйняття змісту повідомлення», необхідно візуально відокремити повідомлення, які спираються на онлайн, поточні та ретроспективні результати моніторингу якості повітря. На першому етапі впровадження Українського індексу якості повітря мінімальною необхідною умовою є текстове чітке повідомлення про актуальність інформації, яке є обов'язковою складовою загального графічного або графічно-текстового повідомлення про якість повітря		
	Інформація актуальна. Повідомлення про якість повітря спирається на результати моніторингу, отримані не більше 24 годин тому				
	Інформація не актуальна. Повідомлення про якість повітря спирається на результати моніторингу, отримані понад 24 годин тому				
Джерело даних результатів моніторингу	На стадії розробки	На стадії розробки	Рекомендація. Положення про відкритість та вільний доступ до інформації про довкілля жодним чином не виключають вимог та положень про захист прав інтелектуальної власності та інших суміжних прав власників та розпорядників станцій моніторингу, а також власників та розпорядників систем збору, обробки, збереження та передачі результатів, отриманих цими станціями моніторингу. Кожне повідомлення про якість довкілля має містити посилання на джерело інформації. Форма та формат цього посилання має бути еквівалентним до атрибуції, яку застосовують творці повідомлення. Наприклад: Якщо у повідомленні про якість повітря творець для власного позначення використовує логотип, текстове позначення та/або активне посилання. Такі самі форми позначення джерела інформації мають бути використані.		

Таблиця Д.2 – Ключові повідомлення та настанови додаткових дій різних категорія якості повітря

Категорія якості повітря	Головне повідомлення	Ключове повідомлення для уразливих та чутливих до забруднення груп населення	Ключове повідомлення для широкого загалу
I	Добра якість повітря	Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки. Плануйте діяльність, відпочинок або інші активності на відкритому повітрі без додаткових обмежень, застережень або рекомендацій.	Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки. Плануйте діяльність, відпочинок або інші активності на відкритому повітрі без додаткових обмежень, застережень або рекомендацій.
II	Задовільна якість повітря	Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки. Плануйте діяльність, відпочинок або інші активності на відкритому повітрі без додаткових обмежень, застережень або рекомендацій. У рідких випадках у дуже невеликої кількості населення, які надзвичайно чутливі до забруднення повітря, можуть виникнути дискомфорт та рефлекторні реакції – кашель, задишка тощо. Надзвичайно чутливим до забруднення повітря людям рекомендуємо зменшити тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі.	Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки. Плануйте діяльність, відпочинок або інші активності на відкритому повітрі без додаткових обмежень, застережень або рекомендацій.
III	Якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення	Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми, проте уразливі та чутливі до забруднення категорії населення можуть мати наслідки для здоров'я при довготривалому впливі. Враховуйте спеціальні обмеження, застереження та рекомендації під час планування діяльності, відпочинку або інших активностей на відкритому повітрі. Рекомендуємо уразливим та чутливим до забруднення категоріям населення зменшити тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі. Якщо ви відчуваєте дискомфорт під час дихання та прояви інших рефлекторних реакцій – рекомендуємо дотримуватися звичайних порад та плану лікування від вашого лікаря. Люди хворі на астму, ХОЗЛ та респіраторні захворювання можуть відчувати посилення звичних симптомів та рефлекторних реакцій. Рекомендуємо сумлінно дотримуватися свого плану терапії хронічних захворювань та прийому ліків, які призначив ваш лікар. Люди із хронічними захворюваннями серцево-судинної системи можуть відчувати додаткові та посилені рефлекторні реакції – підвищене серцебиття, задишка або незвичайна втома. У випадку довготривалого прояву цих реакцій рекомендуємо звернутися до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	Вміст у повітрі забруднюючих речовин у межах норми та не становить небезпеки для широкого загалу. Плануйте діяльність, відпочинок або інші активності на відкритому повітрі без спеціальних обмежень. Якщо у вас виникає рефлекторна реакція на забруднене повітря – кашель, задишка, подразнення слизових оболонок носоглотки тощо – рекомендуємо зменшити тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі. Немає необхідності змінювати свої звичайні плани дій на свіжому повітрі, якщо у вас не виникають рефлекторні реакції.
IV	Погана якість повітря	Вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку при довготривалому впливі. Усі категорії населення можуть відчувати загострення рефлекторних реакцій та мати наслідки для здоров'я при довготривалому впливі.	Вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку при довготривалому впливі. Усі категорії населення можуть відчувати загострення рефлекторних реакцій та мати наслідки для здоров'я при довготривалому впливі.

Категорія якості повітря	Головне повідомлення	Ключове повідомлення для уразливих та чутливих до забруднення груп населення	Ключове повідомлення для широкого загалу
		Діють спеціальні обмеження, застереження та рекомендації для тривалості діяльності, відпочинку або інших активностей на відкритому повітрі. Усім уразливим та чутливим до забруднення категоріям населення рекомендуємо виключити та перенести на інших час тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі. Чутливі до забруднення категорії населення, які мають хронічні захворювання, можуть відчувати значне посилення звичних симптомів та рефлекторних реакцій. Рекомендуємо сумлінно дотримуватися свого плану терапії хронічних захворювань та прийому ліків, які призначив ваш лікар. У випадку довготривалого прояву рефлекторних реакцій рекомендуємо звернутися за консультацією до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	Діють спеціальні обмеження, застереження та рекомендації для тривалості діяльності, відпочинку або інших активностей на відкритому повітрі. Якщо у вас виникає рефлекторна реакція на забруднене повітря – кашель, задишка, подразнення слизових оболонок носоглотки, біль в очах тощо – рекомендуємо виключити або звести до мінімуму тривалі або важкі фізичні навантаження на відкритому повітрі.
V	Дуже погана якість повітря	Для уразливих та чутливих до забруднення категорій населення вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку навіть при короткостроковому впливі. Усі категорії населення можуть відчувати сильне загострення рефлекторних реакцій та мати наслідки для здоров'я небезпеку навіть при короткостроковому впливі. Для уразливих та чутливих до забруднення категорій населення діють спеціальні обмеження, застереження та рекомендації для перебування на відкритому повітрі для будь-якої діяльності. Рекомендуємо виключити або перенести на інший час будь-яку діяльність на відкритому повітрі. Якщо у вас виникає рефлекторна реакція на забруднене повітря – кашель, задишка, подразнення слизових оболонок носоглотки, біль в очах тощо – рекомендуємо використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. У випадку довготривалого прояву рефлекторних реакцій або інших відчутних наслідків для вашого здоров'я рекомендуємо звернутися за консультацією до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	Вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку при довготривалому впливі. Усі категорії населення можуть відчувати сильне загострення рефлекторних реакцій та мати наслідки для здоров'я при довготривалому впливі. Діють спеціальні обмеження, застереження та рекомендації для тривалості діяльності, відпочинку або інших активностей на відкритому повітрі. Якщо у вас виникає рефлекторна реакція на забруднене повітря – кашель, задишка, подразнення слизових оболонок носоглотки, біль в очах тощо – рекомендуємо використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання та виключити або звести до мінімуму усі фізичні навантаження на відкритому повітрі.
VI	Надзвичайно погана якість повітря	Вміст у повітрі забруднюючих речовин становить небезпеку навіть при короткостроковому впливі. Усі категорії населення можуть відчувати сильне загострення рефлекторних реакцій та мати наслідки для здоров'я небезпеку навіть при короткостроковому впливі. Для всіх категорій населення діють спеціальні обмеження, застереження та рекомендації для перебування на відкритому повітрі для будь-якої діяльності. Рекомендуємо виключити або перенести на інший час будь-яку діяльність на відкритому повітрі. Якщо у вас виникає рефлекторна реакція на забруднене повітря – кашель, задишка, подразнення слизових оболонок носоглотки, біль в очах тощо – рекомендуємо використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. У випадку довготривалого прояву рефлекторних реакцій або інших відчутних наслідків для вашого здоров'я рекомендуємо звернутися за консультацією до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	

Примітки до таблиці:

Формуючи повідомлення про якість повітря, рекомендуємо надавати перевагу ключовому повідомленню для уразливих та чутливих до забруднення груп населення. Якщо неможливо організувати оповіщення для окремих груп населення (окремо від широкого загалу), потрібно формувати спільне повідомлення про якість повітря, на початку якого зазначається ключове повідомлення для уразливих та чутливих до забруднення груп населення, а далі ключове повідомлення для широкого загалу. Категорія якості повітря X не потребує ключових повідомлень та спеціальних рекомендацій дій під час оповіщення населення, а застосовується на етапі аналізу ретроспективних даних про стан та якість повітря та інформування населення та інших зацікавлених груп.

Таблиця Д.3 – Спеціальні повідомлення та настанови додаткових дій різних категорія якості повітря

Категорія якості повітря	Головне повідомлення	Спеціальні повідомлення, пов'язані з результатами моніторингу радіаційного фону у повітрі	Додаткове повідомлення
I	Добра якість повітря	Нормальні фонові значення без аномальних відхилень. Безпечні умови для всіх категорій населення для довгострокового впливу.	Ви можете ознайомитися з детальною інформацією про вплив забруднення повітря на ваше здоров'я на веб-сторінці за посиланням URL... Актуальні результати моніторингу якості повітря у відкритому доступі на веб-сторінці за посиланням URL...
II	Задовільна якість повітря	Нормальні фонові значення без аномальних відхилень. Безпечні умови для всіх категорій населення для довгострокового впливу.	
III	Якість повітря несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення	Нормальні значення з частковим підвищенням фону. Безпечні умови для всіх категорій населення для довгострокового впливу. Увага для чутливих груп населення.	Піклуйтеся про здоров'я ваших рідних та близьких, які уразливі та чутливі до забруднення повітря. Повідомте їх про несприятливу якість повітря та загальні рекомендації дій. Ви можете ознайомитися з детальною інформацією про вплив забруднення повітря на ваше здоров'я на веб-сторінці за посиланням URL... Актуальні результати моніторингу якості повітря у відкритому доступі на веб-сторінці за посиланням URL...
IV	Погана якість повітря	Увага! Підвищені значення радіаційного фону. Безпечні умови для населення для короткострокового впливу. Шкідливі умови для населення для довгострокового впливу. Особлива увага для чутливих груп населення. Зберігайте спокій та слідкуйте за оновленням інформації.	
V	Дуже погана якість повітря	Увага всім! Високі значення радіаційного фону. Шкідливі умови для населення для короткострокового впливу. Небезпечні умови для населення для довгострокового впливу. Особлива увага для всіх груп населення. Зберігайте спокій та слідкуйте за оновленням інформації та очікуйте на офіційні рекомендації органів місцевого самоврядування та виконавчої влади.	
VI	Надзвичайно погана якість повітря	Увага всім! Без паніки! Зберігайте спокій! Небезпечні значення радіаційного фону. Небезпечні умови для населення. Особлива увага для всіх груп населення. Зберігайте спокій та слідкуйте за оновленням інформації та очікуйте на офіційні рекомендації органів місцевого самоврядування та виконавчої влади.	

Таблиця Д.4 – Особливості повідомлень категорій якості повітря VII - X

Категорія якості повітря	Головне повідомлення	Ключове повідомлення	Додаткове повідомлення
VII	Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру	Через різні технічні причини станції моніторингу якості повітря на території, яка вас цікавить, не передають результати спостережень за цим параметром. Якщо під час дихання ви відчуваєте дискомфорт або маєте виражені рефлекторні реакції – рекомендуємо обмежити або перенести на інший час будь-яку діяльність на відкритому повітрі або використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. У випадку довготривалого прояву рефлекторних реакцій або інших відчутних наслідків для вашого здоров'я рекомендуємо звернутися за консультацією до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	Ви можете ознайомитися з детальною інформацією про вплив забруднення повітря на ваше здоров'я на веб-сторінці за посиланням URL... Актуальні результати моніторингу якості повітря у відкритому доступі на веб-сторінці за посиланням URL...
VIII	Якість повітря невідома, моніторинг не здійснюється	На території, яка вас цікавить, не здійснюється моніторинг якості повітря за цим параметром. Якщо під час дихання ви відчуваєте дискомфорт або маєте виражені рефлекторні реакції – рекомендуємо обмежити або перенести на інший час будь-яку діяльність на відкритому повітрі або використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. У випадку довготривалого прояву рефлекторних реакцій або інших відчутних наслідків для вашого здоров'я рекомендуємо звернутися за консультацією до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	Будьте проактивними та власними силами громади приєднуйтеся до мережі громадського моніторингу якості повітря. Рекомендації за посиланням URL... Ви можете ознайомитися з детальною інформацією про вплив забруднення повітря на ваше здоров'я на веб-сторінці за посиланням URL... Актуальні результати моніторингу якості повітря у відкритому доступі на веб-сторінці за посиланням URL...
IX	Якість повітря потребує уточнення, аномальні значення	Станції моніторингу якості повітря на території, яка вас цікавить, передають аномальні результати спостережень, які потребують уточнення та додаткового аналізу. Слідкуйте за оновленням інформації про якість повітря. Якщо під час дихання ви відчуваєте дискомфорт або маєте виражені рефлекторні реакції – рекомендуємо обмежити або перенести на інший час будь-яку діяльність на відкритому повітрі або використовувати засоби індивідуального захисту органів дихання. У випадку довготривалого прояву рефлекторних реакцій або інших відчутних наслідків для вашого здоров'я рекомендуємо звернутися за консультацією до вашого лікаря та сумлінно виконувати його настанови.	Ви можете ознайомитися з детальною інформацією про вплив забруднення повітря на ваше здоров'я на веб-сторінці за посиланням URL... Актуальні результати моніторингу якості повітря у відкритому доступі на веб-сторінці за посиланням URL...

Таблиця Д.5 – Коды позначення параметрів якості повітря у базах даних Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City

Група параметрів якості повітря	Код позначення у базах даних	Індивідуальний параметр якості повітря	
		Позначення	Назва
Група (А)	Вміст у повітрі аерозолів та інших дрібнодисперсних твердих часток	A1	TSP Загальний вміст недиференційованого за складом пилу (аерозолі). Не застосовується у системі мережі Eco City)
		A2	
		A3	PM ₁₀ Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 10 мкм
		A4	PM _{2.5} Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 2.5 мкм
		A5	PM ₁ Дрібнодисперсний пил, тверді часточки фракцією до 1 мкм
		A5	PM ₁₀₀ Загальний вміст пилу, тверді часточки диференційовані за розміром, фракцією до 100 мкм
Група (В)	Вміст у повітрі газоподібних забруднюючих речовин пріоритетного переліку, визначеного ВООЗ	A6-A99	Зарезервовані коды позначення
		B1	NO ₂ Азоту діоксид
		B2	CO Вуглецю оксид (чадний газ)
		B3	O ₃ Озон (приземний озон)
		B4	SO ₂ Ангідрид сірчистий (сірки діоксид)
Група (С)	Вміст у повітрі інших забруднюючих речовин з пріоритетного переліку	B5-B99	Зарезервовані коды позначення
		C1	VOC (H ₂ CO) Леткі органічні сполуки (включно з леткими органічними сполуками у перерахунку на формальдегід)
		C2	NH ₃ Аміак
		C3	H ₂ S Сірководень
		C4	Cl ₂ Водень хлористий (соляна кислота)
		C5	PH ₃ Фосфін
		C6	DNO Еквівалентний показник одорації (запахів)
Група (D)	Параметри фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря	C7-C99	Зарезервовані коды позначення
		D1	T Температура атмосферного повітря (у °C)
		D2	W Відносна вологість атмосферного повітря (у процентах відношення абсолютної вологості до її максимального значення при заданій температурі, %)
		D3	P Атмосферний тиск у заданій (у мм.рт.ст. без додаткових обчислень для приведення показники на рівні моря географічної широти 45°)
		D4	RAD Потужність експозиційної дози у атмосферному повітрі (у мкР/год)
		D5	RAD Потужність еквівалентної дози/ потужність ефективної дози у атмосферному повітрі. Не застосовується у системі мережі EcoCity (у нЗв/год)
Група (D)	Параметри фізичних факторів, які впливають на якість та безпечність повітря	D6-D99	Зарезервовані коды позначення

Таблиця Д.6 – Коді розрахункових 20-хвилинних інтервалів

Код dT	LTS _(dT)	LTE _(dT)		Код dT	LTS _(dT)	LTE _(dT)
1	00:00	00:20		37	12:00	12:20
2	00:02	00:40		38	12:20	12:40
3	00:40	01:00		39	12:40	13:00
4	01:00	01:20		40	13:00	13:20
5	01:20	01:40		41	13:20	13:40
6	01:40	02:00		42	13:40	14:00
7	02:00	02:20		43	14:00	14:20
8	02:20	02:40		44	14:20	14:40
9	02:40	03:00		45	14:40	15:00
10	03:00	03:20		46	15:00	15:20
11	03:20	03:40		47	15:20	15:40
12	03:40	04:00		48	15:40	16:00
13	04:00	04:20		49	16:00	16:20
14	04:20	04:40		50	16:20	16:40
15	04:40	05:00		51	16:40	17:00
16	05:00	05:20		52	17:00	17:20
17	05:20	05:40		53	17:20	17:40
18	05:40	06:00		54	17:40	18:00
19	06:00	06:20		55	18:00	18:20
20	06:20	06:40		56	18:20	18:40
21	06:40	07:00		57	18:40	19:00
22	07:00	07:20		58	19:00	19:20
23	07:20	07:40		59	19:20	19:40
24	07:40	08:00		60	19:40	20:00
25	08:00	08:20		61	20:00	20:20
26	08:20	08:40		62	20:20	20:40
27	08:40	09:00		63	20:40	21:00
28	09:00	09:20		64	21:00	21:20
29	09:20	09:40		65	21:20	21:40
30	09:40	10:00		66	21:40	22:00
31	10:00	10:20		67	22:00	22:20
32	10:20	10:40		68	22:20	22:40
33	10:40	11:00		69	22:40	23:00
34	11:00	11:20		70	23:00	23:20
35	11:20	11:40		71	23:20	23:40
36	11:40	12:00		72	23:40	24:00

Таблиця Д.7 – Основна таблиця правил визначення та уточнення категорії якості повітря

Правило		Код правила		Зміст правила
Позначення	Значення	Позначення	Значення	
R1	-2	CR1	1	Якщо на станції моніторингу ID відсутні інструменти для моніторингу вмісту параметра P, тоді оцінка якості повітря за цим параметром дорівнює категорії VIII «Якість повітря тимчасово невідома, моніторинг не здійснюється»
R2	-1	CR2	2	Якщо на станції моніторингу ID встановлені інструменти для моніторингу вмісту параметра P, проте через різні технічні причини станція моніторингу за певний розрахунковий 20-хвилинний інтервал не надала результати, тоді оцінка якості повітря за цим параметром дорівнює категорії VII «Якість повітря тимчасово невідома, причини технічного характеру»
R3	Розрах.	CR3	3	Якщо груповий результат моніторингу параметра P більший, ніж нижня межа діапазону категорії якості цього параметра LQS(P), менший або дорівнює верхній межі діапазону категорії якості цього параметра LQE(P), тоді оцінка якості повітря за цим параметром дорівнює категорії номеру якості, яка визначається LQS(P) та LQE(P)
R4	-3	CR4	4	Якщо груповий результат моніторингу параметра P більший, ніж верхня межа діапазону категорії якості цього параметра LQE(P), визначеної для категорії якості повітря VI «Надзвичайно погана якість повітря», тоді оцінка якості повітря за цим параметром дорівнює категорії IX «Якість повітря потребує уточнення, аномальні значення»
R5-R10				Зарезервовані основні правила
R11	AQP для PM ₁₀	CR11	11	Якщо результат моніторингу параметра P=A3 (PM _{2.5}) більший або дорівнює результату моніторингу P=A2 (PM ₁₀), тоді результат визначається як аномальний та оцінка якості повітря за параметром P=A3 (PM _{2.5}) дорівнює оцінці якості повітря за параметром P=A2 (PM ₁₀)
R12	3	CR12	12	Якщо порушується базове співвідношення параметру моніторингу P=A2 (PM ₁₀) до параметра моніторингу P=A3 (PM _{2.5}), яке має дорівнювати 2 або більше, тоді оцінка якості повітря за параметром P=A3 (PM _{2.5}) має бути враховане посилення ризику, спричиненого порушенням цього співвідношення у кожній категорії якості повітря, починаючи з категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення»
R121	2			
R122	1			
R13	3	CR13	13	Якщо категорія якості повітря параметру моніторингу P=A2 (PM ₁₀) або P=A3 (PM _{2.5}) більша чи дорівнює категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення», а також дорівнює категорії якості повітря для параметра P=B1 (NO ₂), має бути
R131	1,2			

Правило		Код правила		Зміст правила
				враховане посилення ризику, спричиненого вмістом у повітрі параметру P=B1 (NO ₂)
R14	3	CR14	14	Якщо категорія якості повітря параметру моніторингу P=A2 (PM ₁₀) або P=A3 (PM _{2.5}) більша чи дорівнює категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення», а також дорівнює категорії якості повітря для параметра P=B3 (O ₃), має бути враховане посилення ризику, спричиненого вмістом у повітрі параметру P=B3 (O ₃)
R141	1,5			
R15	AQP для PM _{2.5}	CR15	15	Якщо результат моніторингу параметра P=A4 (PM ₁) більший або дорівнює результату моніторингу P=A3 (PM _{2.5}), тоді результат визначається як аномальний та оцінка якості повітря за параметром P=A4 (PM ₁) дорівнює оцінці якості повітря за параметром P=A3 (PM _{2.5})
R16	3	CR16	16	Якщо категорія якості повітря параметру моніторингу P=C1 (VOC (H ₂ CO)) більша чи дорівнює категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення», а також дорівнює категорії якості повітря для параметра P=B1 (NO ₂), має бути враховане посилення ризику, спричиненого вмістом у повітрі параметру P=B1 (NO ₂)
R161	1,2			
R17	3	CR17	17	Якщо категорія якості повітря параметру моніторингу P=C1 (VOC (H ₂ CO)) більша чи дорівнює категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення», а також дорівнює категорії якості повітря для параметра P=B3 (O ₃), має бути враховане посилення ризику, спричиненого вмістом у повітрі параметру P=B3 (O ₃)
R171	1,5			
R18	80	CR18	18	Якщо категорія якості повітря параметру моніторингу P=A2 (PM ₁₀) більша чи дорівнює категорії якості повітря III «Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення» та відносна вологість атмосферного повітря дорівнює або більше за R18, має бути врахований ризик хибно-позитивного результату моніторингу, пов'язаного з аерозолями конденсації пари води у повітрі. У цьому випадку, категорія якості повітря параметру моніторингу P=A2 (PM ₁₀) має бути скорегована – зменшенням на одну одиницю: R = R -1.

Таблиця Д.8 – Значення параметрів $LQS_{(P,A)}$ та $LQE_{(P,A)}$, прийняті для визначення категорії якості повітря

Параметр моніторингу	Категорія якості повітря	Нижня межа діапазону		Верхня межа діапазону	
Код згідно табл. 4.1 P	Код X	Позначення LQS	Значення LQS_(P,X)	Позначення LQE	Значення LQE_(P,X)
Категорія якості повітря I					
«Добра якість повітря»					
A2	1	LQS(A2,1)	0	LQE(A2,1)	20
A3	1	LQS(A3,1)	0,0	LQE(A3,1)	10,0
A4	1	LQS(A4,1)	0	LQE(A4,1)	9
B1	1	LQS(B1,1)	0	LQE(B1,1)	40
B2	1	LQS(B2,1)	0	LQE(B2,1)	500
B3	1	LQS(B3,1)	0	LQE(B3,1)	50
B4	1	LQS(B4,1)	0	LQE(B4,1)	100
C1	1	LQS(C1,1)	0	LQE(C1,1)	10
C2	1	LQS(C2,1)	0	LQE(C2,1)	10
C3	1	LQS(C3,1)		LQE(C3,1)	
C4	1	LQS(C4,1)		LQE(C4,1)	
C5	1	LQS(C5,1)		LQE(C5,1)	
C6	1	LQS(C6,1)	0	LQE(C6,1)	0,2
D4	1	LQS(D4,1)	0	LQE(D4,1)	10
Категорія якості повітря II					
«Задовільна якість повітря»					
A2	2	LQS(A2,2)	20	LQE(A2,2)	40
A3	2	LQS(A3,2)	10,0	LQE(A3,2)	20,0
A4	2	LQS(A4,2)	9	LQE(A4,2)	18
B1	2	LQS(B1,2)	40	LQE(B1,2)	90
B2	2	LQS(B2,2)	500	LQE(B2,2)	1000
B3	2	LQS(B3,2)	50	LQE(B3,2)	100
B4	2	LQS(B4,2)	100	LQE(B4,2)	200
C1	2	LQS(C1,2)	10	LQE(C1,2)	20
C2	2	LQS(C2,2)	10	LQE(C2,2)	25
C3	2	LQS(C3,2)		LQE(C3,2)	
C4	2	LQS(C4,2)		LQE(C4,2)	
C5	2	LQS(C5,2)		LQE(C5,2)	
C6	2	LQS(C6,2)	0,2	LQE(C6,2)	1
D4	2	LQS(D4,2)	10	LQE(D4,2)	20
Категорія якості повітря III					
«Несприятлива для чутливих до забруднення повітря груп населення»					
A2	3	LQS(A2,3)	40	LQE(A2,3)	50
A3	3	LQS(A3,3)	20,0	LQE(A3,3)	25,0
A4	3	LQS(A4,3)	18	LQE(A4,3)	20
B1	3	LQS(B1,3)	90	LQE(B1,3)	120
B2	3	LQS(B2,3)	1000	LQE(B2,3)	3000
B3	3	LQS(B3,3)	100	LQE(B3,3)	130
B4	3	LQS(B4,3)	200	LQE(B4,3)	350
C1	3	LQS(C1,3)	20	LQE(C1,3)	35
C2	3	LQS(C2,3)	25	LQE(C2,3)	40
C3	3	LQS(C3,3)		LQE(C3,3)	
C4	3	LQS(C4,3)	30	LQE(C4,3)	65
C5	3	LQS(C5,3)		LQE(C5,3)	
C6	3	LQS(C6,3)	1	LQE(C6,3)	1,5
D4	3	LQS(D4,3)	20	LQE(D4,3)	30

P	X	LQS	LQS _(P,X)	LQE	LQE _(P,X)
Категорія якості повітря IV «Погана якість повітря»					
A2	4	LQS(A2,4)	50	LQE(A2,4)	100
A3	4	LQS(A3,4)	25,0	LQE(A3,4)	50,0
A4	4	LQS(A4,4)	20	LQE(A4,4)	35
B1	4	LQS(B1,4)	120	LQE(B1,4)	230
B2	4	LQS(B2,4)	3000	LQE(B2,4)	5000
B3	4	LQS(B3,4)	130	LQE(B3,4)	240
B4	4	LQS(B4,4)	350	LQE(B4,4)	500
C1	4	LQS(C1,4)	35	LQE(C1,4)	50
C2	4	LQS(C2,4)	40	LQE(C2,4)	100
C3	4	LQS(C3,4)	200	LQE(C3,4)	400
C4	4	LQS(C4,4)	65	LQE(C4,4)	100
C5	4	LQS(C5,4)	10	LQE(C5,4)	50
C6	4	LQS(C6,4)	1,5	LQE(C6,4)	3
D4	4	LQS(D4,4)	30	LQE(D4,4)	50
Категорія якості повітря V «Дуже погана якість повітря»					
A2	5	LQS(A2,5)	100	LQE(A2,5)	150
A3	5	LQS(A3,5)	50,0	LQE(A3,5)	75,0
A4	5	LQS(A4,5)	35	LQE(A4,5)	55
B1	5	LQS(B1,5)	230	LQE(B1,5)	340
B2	5	LQS(B2,5)	5000	LQE(B2,5)	8000
B3	5	LQS(B3,5)	240	LQE(B3,5)	380
B4	5	LQS(B4,5)	500	LQE(B4,5)	750
C1	5	LQS(C1,5)	50	LQE(C1,5)	100
C2	5	LQS(C2,5)	100	LQE(C2,5)	200
C3	5	LQS(C3,5)	400	LQE(C3,5)	500
C4	5	LQS(C4,5)	100	LQE(C4,5)	130
C5	5	LQS(C5,5)	50	LQE(C5,5)	100
C6	5	LQS(C6,5)	3	LQE(C6,5)	10
D4	5	LQS(D4,5)	50	LQE(D4,5)	100
Категорія якості повітря VI «Надзвичайно погана якість повітря»					
A2	6	LQS(A2,6)	150	LQE(A2,6)	1200
A3	6	LQS(A3,6)	75,0	LQE(A3,6)	800,0
A4	6	LQS(A4,6)	55	LQE(A4,6)	400
B1	6	LQS(B1,6)	340	LQE(B1,6)	1000
B2	6	LQS(B2,6)	8000	LQE(B2,6)	10000
B3	6	LQS(B3,6)	380	LQE(B3,6)	800
B4	6	LQS(B4,6)	750	LQE(B4,6)	1250
C1	6	LQS(C1,6)	100	LQE(C1,6)	300
C2	6	LQS(C2,6)	200	LQE(C2,6)	500
C3	6	LQS(C3,6)	500	LQE(C3,6)	1200
C4	6	LQS(C4,6)	130	LQE(C4,6)	260
C5	6	LQS(C5,6)	100	LQE(C5,6)	350
C6	6	LQS(C6,6)	10	LQE(C6,6)	20
D4	6	LQS(D4,6)	100	LQE(D4,6)	300

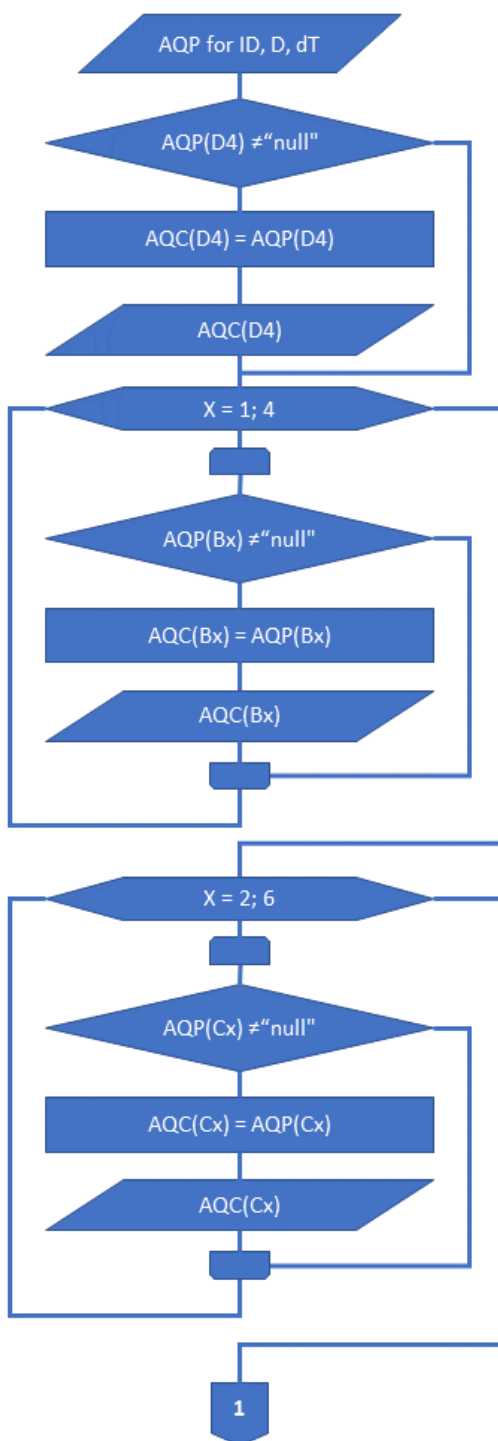


Рисунок Д.9
Алгоритм уточнення категорії якості повітря
для параметрів без прихованих зв'язків та ефекту сумачії

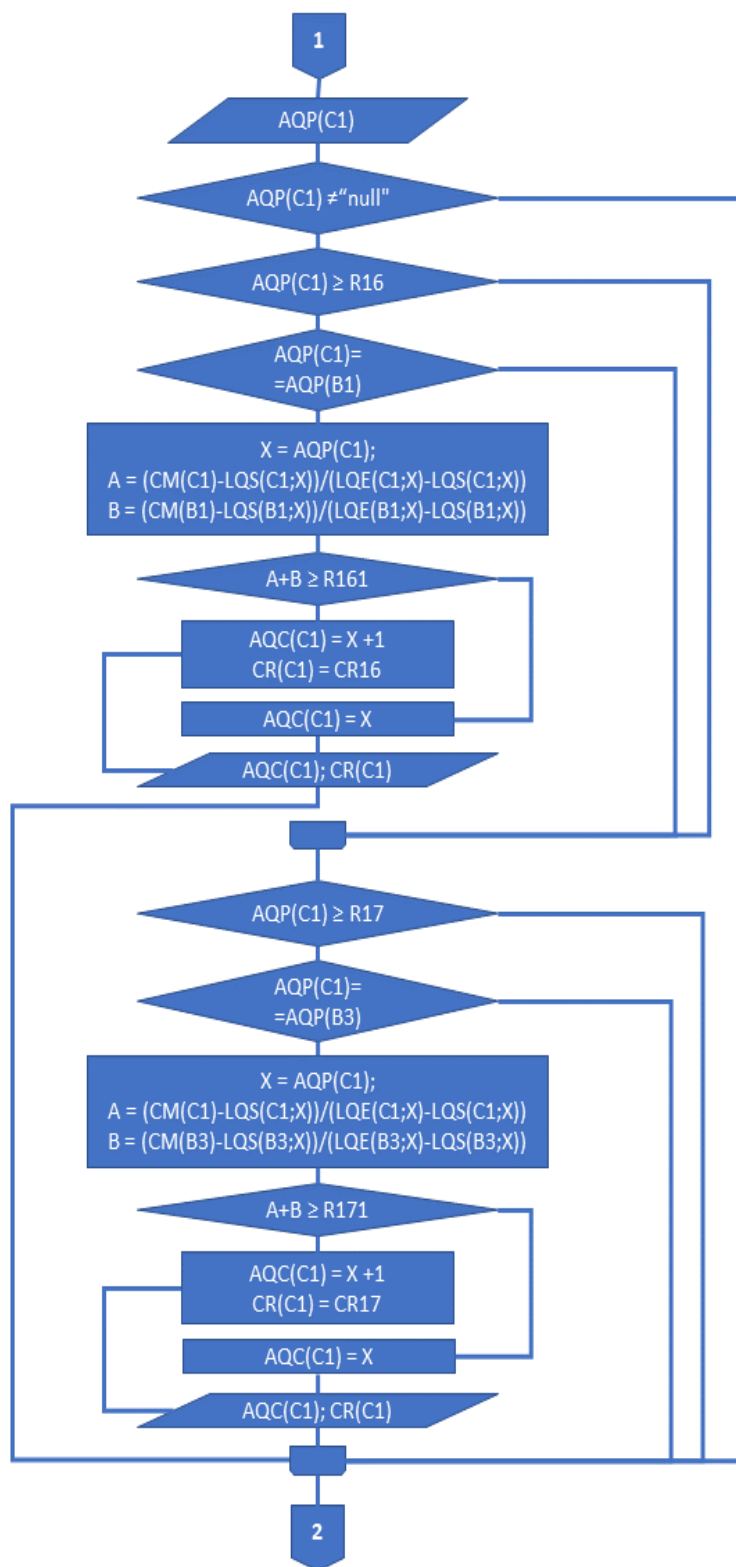


Рисунок Д.10
Алгоритм уточнення категорії якості повітря
для параметра для параметра VOC

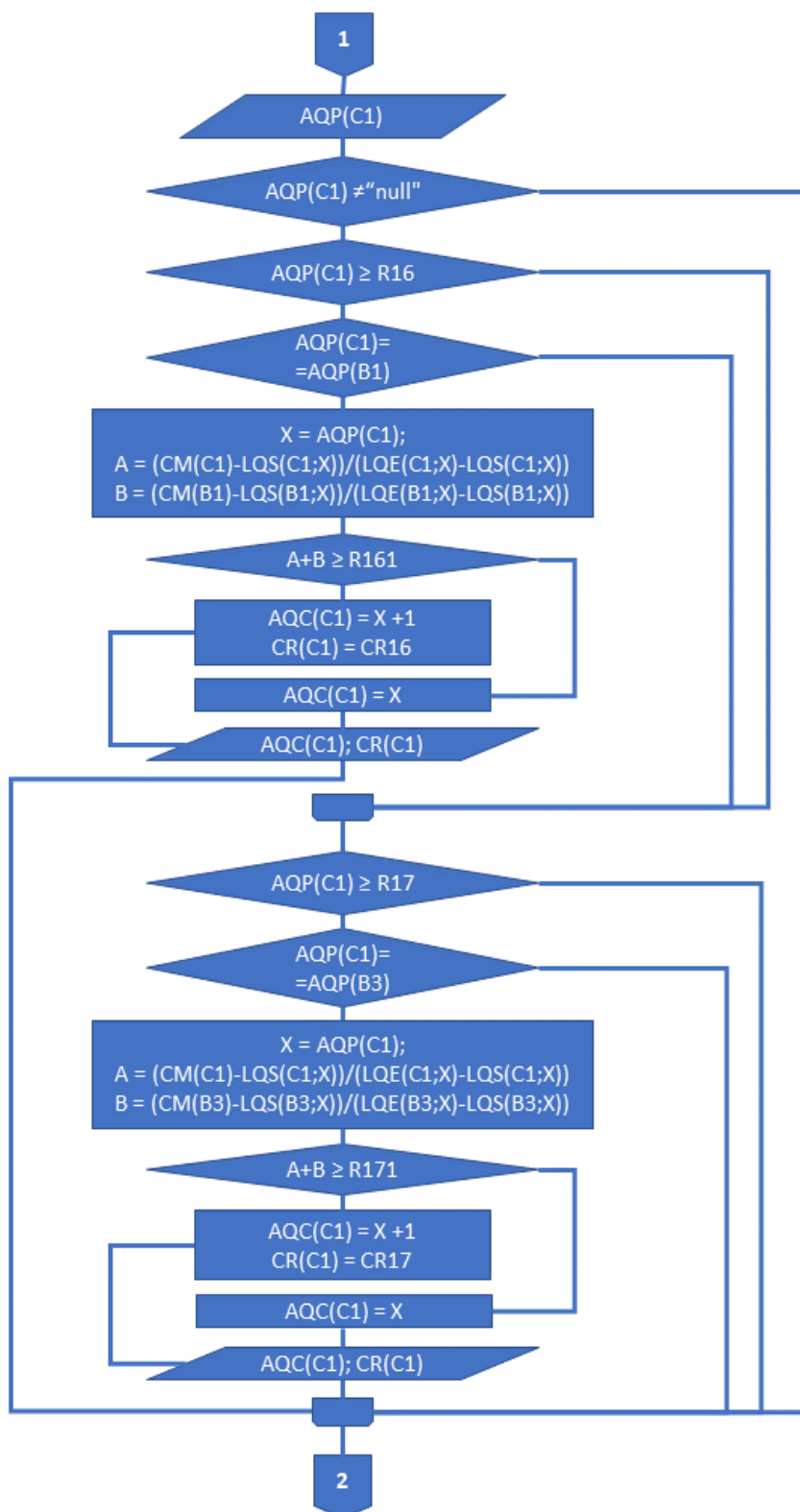


Рисунок Д.11-А
Алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметрів для параметрів PM_{10} та $PM_{2.5}$

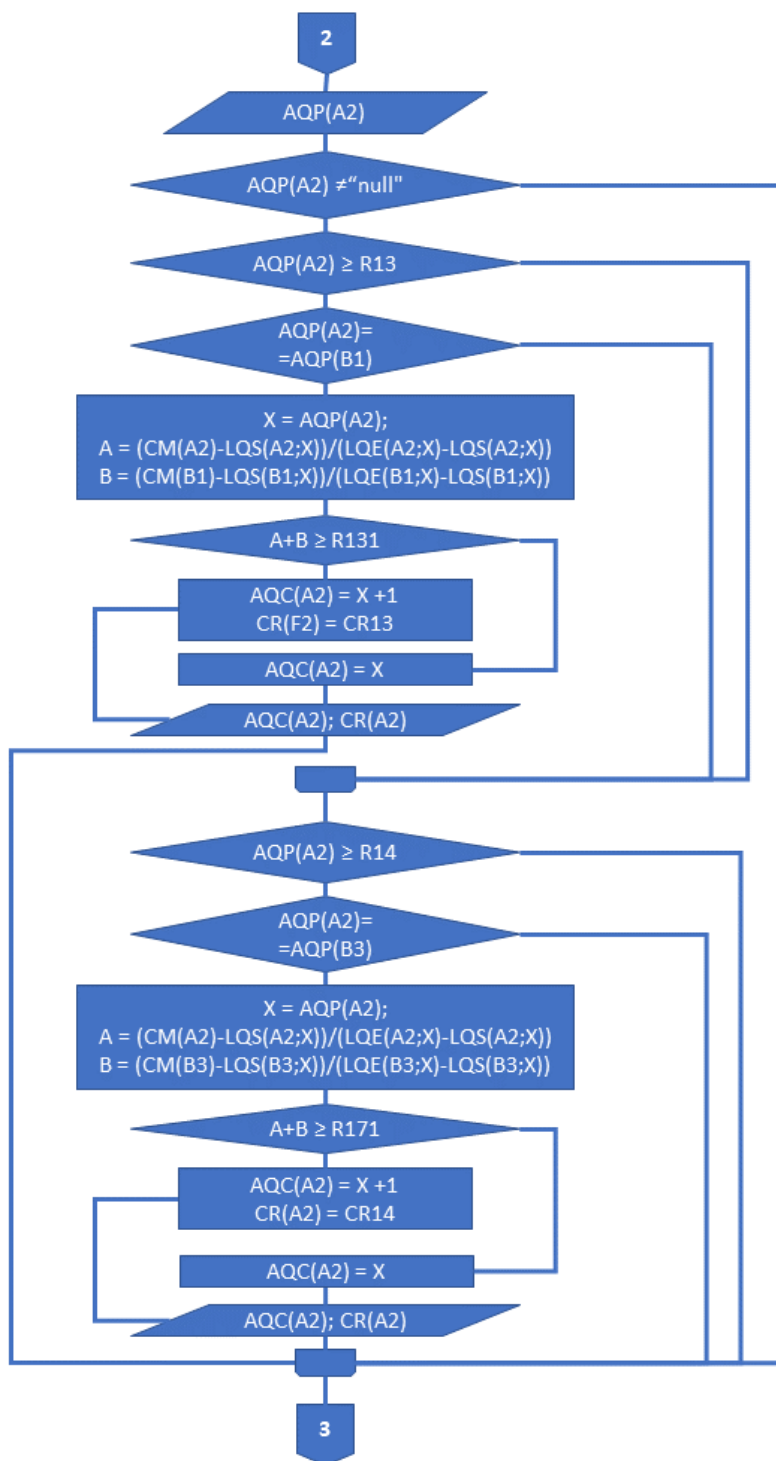


Рисунок Д.11-Б
Алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметрів для параметрів PM_{10} та $PM_{2.5}$

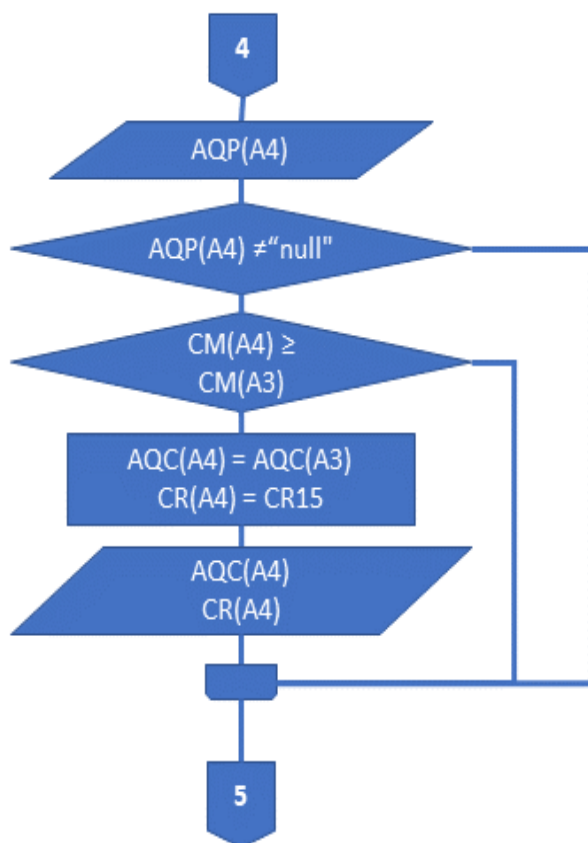


Рисунок Д.11-В
Алгоритм уточнення категорії якості повітря для параметрів для параметрів PM_{10} та $PM_{2.5}$