

ВИЗНАЧЕННЯ ПОРОГОВИХ ЗНАЧЕНЬ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОЇ ОЦІНКИ КРИТИЧНОГО РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПІД ЧАС ВІЙНИ

Проблема забруднення повітря завжди була актуальною, але зараз в результаті військових дій якість повітря значно погіршується, а ще й динамічно змінюється на локальних територіях. Це потребує прийняття оперативних рішень, особливо коли концентрації хімічних речовин виявляються в різних рівнях забруднення.

Звісно, що для зображення якості повітря у Європі використовують загальний індекс якості повітря (англ. Common Air Quality Index, CAQI). Загальний погодинний CAQI визначається як найвище значення з п'яти індивідуальних індексів забруднюючих речовин, розрахованих за один і той же час. Для прикладу, якщо індекси O₃, NO₂, SO₂, PM_{2,5} і PM₁₀ дорівнюють 1, 3, 1, 2, 2 відповідно, середній індекс дорівнюватиме трьом.

Одним з загальноприйнятих методів оцінки рівню забруднення повітря є розрахування інтегрального показника забруднення атмосфери – відповідний індекс (ІЗА). Розрахунок індексу забруднення атмосфери проводиться з величин середньорічних концентрацій, таким чином ІЗА показує тривалу – «хронічну» – забрудненість повітря. ІЗА враховує як концентрації, так і ступінь впливу забруднювачів на здоров'я. Розрахунок індексу забруднення атмосфери проводиться за формулою (1).

$$ІЗА = \sum \frac{X_i}{ПДК_i} \cdot C_i \quad (1)$$

де X_i - середньорічна концентрація речовини i , C_i - коефіцієнт, що показує ступінь небезпеки i -тої речовини порівняно з діоксидом сірки.

ІЗА менше ніж 5 відповідає низькому рівню забруднення, від 5 до 8 – підвищеному, від 8 до 13 – високому. ІЗА більше 13 обумовлює перевищення допустимого рівня забруднення повітря.

Класичні методи розрахунку добре працюють при повністю детермінованому об'єкті управління та детермінованому середовищі. Але існують ситуації невизначеності, коли окремі показники забруднень перебувають в межах рівнів шкідливості у вигляді інтервальних значень і таких показників необхідно враховувати кілька для загального висновку. В такому разі необхідні нечіткі методи управління. Вони дозволяють визначити рівень небезпеки у певній числовій шкалі, що допоможе приймати раціональні рішення.

Основними етапами нечіткого висновку є: постановка задачі нечіткого керування; формування термів та їх функцій належності; формування основи правил системи нечіткого висновку; фазифікація вхідних змінних; агрегування умов у нечітких правилах продукції; активізація підзаклучень у нечітких правилах продукції; акумулювання висновків нечітких правил продукції; дефазифікація вихідних змінних.

Аналіз статистики відкритих джерел інформації дозволяє зробити висновок про те, що визначення рівня небезпеки забруднення повітря здоров'ю людини є сумациєю трьох хімічних сполук, саме діоксиду азоту, оксиду вуглецю і діоксиду сірки – лінгвістичні змінні. Вихідна лінгвістична змінна, що означає небезпеку забруднення атмосфери – D (Danger). Для оцінки вихідної лінгвістичної змінної D були визначені якісні терми, до яких можуть належати лінгвістичні змінні: L (low) низький ступінь, M (medium) середній ступінь, H (high) високий ступінь забруднення. Далі було складено базу правил нечітких продукцій представлену 27 правилами нечітких висновків за типом (2):

$$\text{IF } A \text{ AND } B \text{ THEN } D \text{ is } L \quad (2)$$

Візуальна оцінка проводилася на підставі побудованих графіків належності якісних термів залежно від досліджуваних речовин. У цій роботі використовувалися симетрична гауссівська функція приналежності, узагальнена дзвоноподібна функція приналежності, s-подібна та z-подібна функції належності. Кожну функцію було встановлено на універсумі $X=[0, 10]$. В подальшому проведена була акумуляція - об'єднання функцій належності всіх підзаклучень, використовуючи операцію max-диз'юнкції (3):

$$T(A \vee B) = \max(T(A), T(B)). \quad (3)$$

Для дефазифікації доцільно було використати метод центру тяжкості для одноточкових множин (4):

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)} \quad (4)$$

На підставі цього методу було проведено розрахунок показника небезпеки забруднення атмосфери за трьома речовинами, визначеними у Києві у конкретний день: перевищення діоксиду азоту становило 0,12 мг/м³, вуглецю оксиду -7,4-7,5 мг/м³, ангідриду сірчастого - 0,2 мг/м³. Значення вихідної змінної D становило 9,2, що говорить про високу небезпеку забруднення повітря для здоров'я людини у цей день.