

### ПІДХІД ДО ПОБУДОВИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ АВТОТРАНСПОРТОМ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ІНТЕНСИВНОСТІ ЙОГО РУХУ

Масляк Ю.Б.<sup>1)</sup>, Засць В.О.<sup>2)</sup>

Тернопільський національний економічний університет

<sup>1)аспірант, <sup>2)магістрант</sup></sup>

#### І. Постановка проблеми

Проблема мінімізації забруднення приземистого шару атмосфери шкідливими викидами автотранспорту останнім часом є особливо актуальною [1,2]. Сьогодні у кожному великому місті існують можливості отримання реальних значень концентрацій по великій групі шкідливих речовин вимірювальними засобами, які є у розпорядженні структурних підрозділів муніципальних служб. Теоретичною основою для моделювання процесів поширення забруднень шкідливих речовин в атмосфері слугують диференціальні рівняння в частинних похідних, або їх різницеві аналоги [2]. Задачі моделювання процесів поширення забруднень розглянуті у працях [1,3]. Переважно автори розглядають автономні моделі без урахування інтенсивності автотранспортних потоків в різних частинах міста. Такий підхід не забезпечує високих прогностичних властивостей зазначених математичних моделей. Тому важливим для моделювання процесів поширення шкідливих викидів автотранспорту в атмосфері є врахування розподілених автотранспортних потоків.

#### II. Мета

Спираючись на вищезазначене, метою даного дослідження є побудова математичної моделі поширення забруднень шкідливих викидів від автотранспорту в залежності від інтенсивності автотранспортних потоків. Така модель в майбутньому може забезпечити управління трафіком.

#### III. Особливості побудови математичної моделі забруднення атмосфери автотранспортом

Зазначену математичну модель будуємо на основі експериментальних даних вимірювання концентрацій шкідливих викидів в певних точках міста, а також вимірювання інтенсивності транспортних потоків. На рис. 1 представлена карта м. Тернополя з виділеними точками вимірювання рівня концентрацій шкідливих викидів та інтенсивності транспортних потоків.

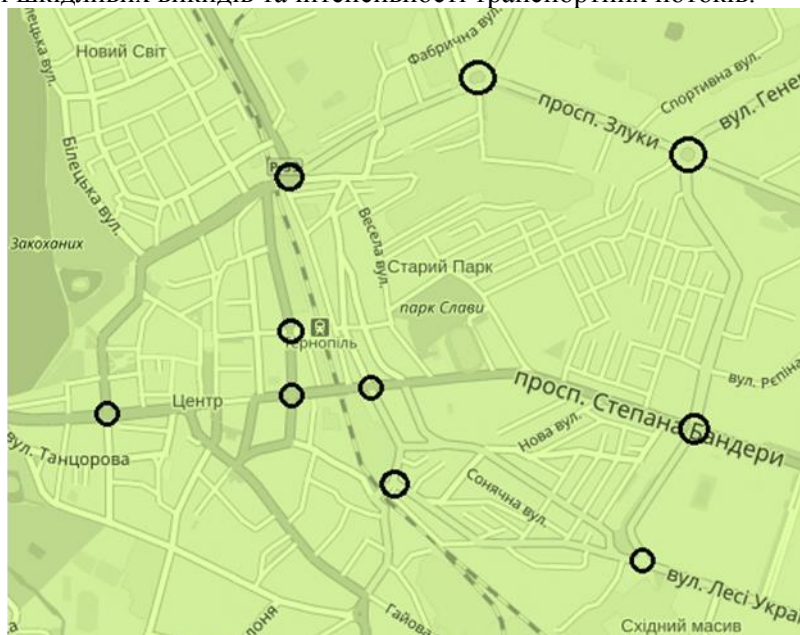


Рисунок 1. Карта м. Тернополя з нанесеними місцями вимірювання рівня концентрацій шкідливих викидів та інтенсивності транспортних потоків

Модель інтенсивності транспортних потоків представлена у вигляді графа, що побудований на основі карти міста з нанесеними основними транспортними “артеріями”, зображений на рис. 2.

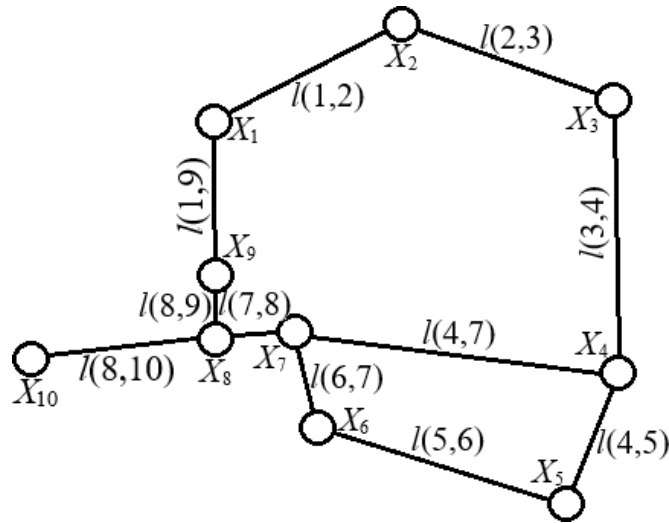


Рисунок 2. Модель представлення інтенсивності транспортних потоків на основних перехрестях м. Тернополя.

Вершинами вказаного графа  $X_n$ ,  $n=1, \dots, N$  є основні перехрестя міста, а вагові коефіцієнти ребер  $l(n_1, n_2)$ ,  $n_1 \neq n_2$ , представляють інтенсивність транспортних потоків між ними.

Математичну модель забруднення атмосфери автотранспортом будуємо у вигляді інтервального різницевого оператора (ІРО). Для побудови моделі необхідно побудувати рівномірну сітку з вимірними значеннями концентрацій шкідливих викидів та відомими значеннями автотранспортних потоків. В праці запропоновано накласти граф (рис. 2) на вищезгадану сітку таким чином, щоб вимірювання рівня концентрацій шкідливих викидів проводилося у вузлах сітки, а значення інтенсивності транспортних потоків перераховувалося до вузлів сітки. В результаті застосування рівномірної сітки можна побудувати математичну модель забруднення атмосфери автотранспортом в залежності від інтенсивності транспортних потоків у вигляді ІРО. В доповіді запропоновано метод приведення моделі інтенсивності транспортних потоків до вузлів рівномірної сітки з відповідними похибками, представленими в інтервальному вигляді. Метод ґрунтується на поєднанні кластерного та інтервального аналізу, схема якого описана у [4]. В доповіді також розглянуто реалізацію методу і приклад побудови ІРО, який відображає поширення шкідливих викидів на визначеній ділянці м. Тернополя в залежності від інтенсивності транспортних потоків.

### Висновки

Розглянуто задачу побудови математичної моделі поширення забруднень шкідливих викидів автотранспортом в залежності від інтенсивності транспортних потоків. Вперше запропонована модель інтенсивності транспортних потоків у вигляді графа з методом її приведення до рівномірної сітки для побудови неавтономної моделі у вигляді ІРО. Верифікацію запропонованого методу та математичної моделі підтверджено на прикладі побудови моделі поширення шкідливих викидів автотранспорту на визначеній ділянці м. Тернополя. Результати моделювання зіставлено з результатами вимірювань рівня концентрацій шкідливих викидів у контрольних точках.

Дана робота виконана в межах національного гранту Міністерства освіти і науки України на тему «Математичне та програмне забезпечення для контролю забруднення атмосфери автотранспортом» (0116U005507).

### Список використаних джерел

1. Дивак М.П. Інтервальне моделювання динаміки збитків внаслідок забруднення автотранспортом / М.П. Дивак // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2008. – № 3 (13) – С. 32–40.
2. Ковальчук П. І. Моделювання і прогнозування стану навколишнього середовища: Навч. посібник / П. І. Ковальчук. – К. : Либідь, 2003. – 208 с.
3. Войтюк І. Ф. Застосування інтервального різницевого оператора для апроксимації полів концентрацій шкідливих викидів автотранспорту / І. Ф. Войтюк, Т. М. Дивак, М. П. Дивак, А. В. Пукас // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2011. – № 1 (37). – С. 44–52.
4. Савка Н.Я. Методи ідентифікації інтервальних моделей характеристик середовища моніторингу зворотного гортанного нерва/ Савка Н.Я. // Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – 2017. – Тернопіль. – 246 с.