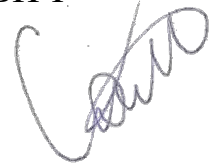


Національний транспортний університет
Міністерство освіти і науки України

САМОЙЛЕНКО ЄВГЕН СЕРГІЙОВИЧ



УДК 656.11

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКУ
НА ДОВКІЛЛЯ
ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

05.22.01 – транспортні системи

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

КИЇВ – 2024

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Національному транспортному університеті Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: Кандидат технічних наук, професор
Бакуліч Олена Олександрівна,
Національний транспортний університет Міністерства освіти і науки України, м. Київ
декан факультету менеджменту, логістики та туризму

Офіційні опоненти: Доктор технічних наук, професор
Кисельов Володимир Борисович,
Таврійський національний університет ім. В.І. Вернадського
Міністерства освіти і науки України, м. Київ
директор навчально-наукового інституту муніципального управління та міського господарства

Доктор технічних наук, доцент
Лямзін Андрій Олександрович,
Національний авіаційний університет Міністерства освіти і науки України, м. Київ
професор кафедри організації авіаційних робіт та послуг

Захист відбудеться "6" вересня 2024 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02 у Національному транспортному університеті за адресою: 01010, Україна, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, ауд. 12.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного транспортного університету за адресою: 01103, м. Київ, вул. Михайла Бойчука, 42.

Автореферат розісланий "5" серпня 2024 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат технічних наук, доцент



О.Ю. Усиченко

Актуальність роботи.

Автомобільний транспорт відіграє значну роль у функціонуванні та розвитку будь-якого міста, здійснюючи перевезення вантажів та пасажирів, але, в той же час, є потужним джерелом техногенного забруднення. Значна частина міського населення України мешкає в умовах підвищених або дуже високих рівнів забруднення навколишнього середовища. На сьогоднішній день, поряд з очевидними перевагами проживання в мегаполісах, такими як: високий рівень надання різноманітних послуг, ефективність засобів комунікації, наявність більш сучасних побутових умов, можливість для більш різноманітної трудової діяльності та навчання, спостерігається цілий спектр екологічних проблем, зокрема пов'язаних із забрудненням атмосферного повітря транспортними потоками (ТП).

Зростання інтенсивності руху ТП на окремих локальних територіях міста, особливо в центрі, призводить до прояву негативних ефектів впливу на довкілля. Спостерігається стійка тенденція невідповідності існуючої вулично-дорожньої мережі (ВДМ) урбанізованих міст сучасному рівню функціонування автомобільного транспорту та, відповідно, потребам у транспортних послугах що призводить до ще більшої актуалізації даної проблеми. Специфіка пересувних джерел забруднення полягає в їх масовості, багатофакторності впливу, безпосередній близькості до житлових районів, територіальному розподілі, приземному розташуванні. Все це призводить до того, що ТП створюють в містах стійкі зони забруднення, в межах яких, концентрація забруднюючих речовин значно перевищує гранично-допустимі значення. На відміну від стаціонарних джерел викидів, автотранспорт забруднює повітря безпосередньо у місцях найбільшого зосередження людей, що значно збільшує негативний ефект. Наслідком цього є погіршення стану здоров'я населення та значні економічні збитки.

Проблема оцінки рівня техногенного забруднення атмосфери ТП є комплексною і багатофакторною та передбачає вирішення низки науково-практичних задач, пов'язаних, в першу чергу, зі встановленням механізму забруднення території міста ТП; розробці методу кількісної оцінки впливу автомобільного транспорту на рівень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря каньйонів ВДМ міста в залежності від динамічних характеристик ТП; а також візуалізації процесів просторово-часового розподілу забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом в межах мегаполісу за допомогою геоінформаційних систем для превентивного реагування, тобто управління екологічною стійкістю та екологічною безпекою мегаполісу в реальному режимі часу.

Отже, збільшення кількості автотранспорту та інтенсивності руху ТП у великих містах, відсутність надійних методів оцінки та контролю за рівнем забруднення ставить дану проблему на провідне місце, а дослідження оцінки впливу транспортного потоку на довкілля ВДМ міста є вкрай актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наведені в дисертації основні результати і рекомендації розроблені на основі виконання у Національному транспортному університеті таких науково-дослідних робіт: «Інноваційно-адаптивне управління бізнес-процесами транспортної галузі»

(2023, номер ДР №0123U100369); «Експлуатаційно-екологічні аспекти управління міським пасажирським транспортом» (2022 р., № ДР 0122U001179); «Дослідження міжнародного досвіду управління транспортним комплексом» (2020 р., № ДР 0120U100199); «Перспективи інноваційного розвитку транспортної галузі» (2019 р., № ДР 0119 U100746).

Мета дослідження. Метою дисертаційної роботи є удосконалення методу оцінки впливу транспортного потоку при різних режимах його динаміки на довкілля в межах функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

Задачі дослідження:

- провести аналіз існуючих підходів, методів і моделей формування й динаміки транспортних потоків та їх впливу на довкілля в межах функціонування вулично-дорожньої мережі міст;
- розробити структурно-екологічну класифікацію каньйонів вулично-дорожньої мережі міста на основі аналізу просторово-геометричних характеристик архітектурно-планувальних елементів міської забудови, а також відповідних екологічних характеристик та закономірностей формування полів вітрових потоків в умовах урбанізованих територій для забезпечення ефективного екологічного моніторингу вулично-дорожньої мережі;
- розробити метод статистичного моделювання формування транспортних потоків для здійснення короткострокових прогнозів рівня забруднення атмосфери транспортного потоку на прилеглих до вулично-дорожньої мережі територіях;
- удосконалити метод кількісної оцінки впливу транспортного потоку при різних режимах його динаміки на рівень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря каньйонів вулично-дорожньої мережі міста;
- здійснити візуалізацію процесів просторово-часового розподілу забруднення атмосферного повітря транспортними потоками в межах мегаполісу за допомогою геоінформаційних систем для управління екологічним навантаженням вулично-дорожньої мережі мегаполісів в реальному режимі часу.

Об'єкт дослідження – процеси функціонування транспортних потоків на вулично-дорожній мережі та їх вплив на довкілля.

Предмет дослідження – механізми, методи та моделі оцінки впливу транспортного потоку на забруднення атмосфери в межах функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

Методи дослідження. Науковим, теоретичним підґрунтям дисертаційного дослідження виступають загальнонаукові положення оцінки впливу транспортних потоків на довкілля вулично-дорожньої мережі міста, фахова література, наукові праці вчених. В роботі використовувались загальнонаукові та спеціальні методи дослідження: системний метод, індексний метод, кластерний аналіз, метод k-середніх та агломеративно-ієрархічний метод, метод математичного моделювання, статистичні методи.

Наукова новизна отриманих результатів:

Основний науковий результат дисертації полягає в удосконаленні методу оцінки впливу транспортних потоків на довкілля при різних режимах їх динаміки

шляхом розробки кількісного підходу дослідження екологічної ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

Вперше:

- запропоновано структурно-екологічну класифікацію вуличних каньйонів міст, що на відміну від існуючих, дозволяє підвищувати ефективність моніторингу стану вулично-дорожньої мережі за динамічними та структурно-екологічними характеристиками шляхом виявлення найбільш репрезентативних вуличних каньйонів в рамках однорідних кластерів, інформація про стан яких може бути поширена з достатнім ступенем достовірності на всю вулично-дорожню мережу міста.

Удосконалено:

- метод кількісної оцінки впливу транспортного потоку при різних режимах його динаміки на рівень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонів, який, на відміну від існуючих, передбачає ідентифікацію, кількісне визначення з високим ступенем достовірності інтенсивності викидів та концентрації забруднюючих речовин ефективними транспортними потоками в межах функціонування вулично-дорожньої мережі міста;

- спосіб візуалізації процесів просторово-часового розподілу забруднення атмосферного повітря транспортними потоками в межах міста за допомогою геоінформаційних систем який, на відміну від існуючих, дозволяє управляти станом вулично-дорожньої мережі в реальному режимі часу.

Дістав подальшого розвитку:

- категоріальний апарат галузі знань, пов'язаної з транспортними системами, який доповнений поняттями "модель ефективного транспортного потоку", "екооб'єм" тощо.

Практичне значення одержаних результатів: Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що їхнє використання передбачає застосування методу оцінки та прогнозування впливу транспортних потоків на довкілля вулично-дорожньої мережі та завчасне виявлення і попередження ситуації, за якої концентрація забруднюючих речовин перевищує гранично-допустимі значення.

Практичне значення результатів проведеного дослідження підтверджено їхнім впровадженням в діяльність підприємств транспортної галузі, а саме ПАТ "Київська виробнича компанія "Рапід"", Комунального підприємства "Київпаstrанс" м. Київ та в навчальний процес Національного транспортного університету.

Особистий внесок здобувача. Наукові та практичні результати, висновки, що викладені в дисертаційній роботі, отримані автором особисто. З наукових праць, які підготовлено у співавторстві, наведено тільки ті результати, які є здобутком автора.

Апробація результатів дисертації. Результати дисертаційної роботи були апробовані та схвалені на міжнародних та всеукраїнських конференціях, а саме:

- LXX-LXXIX щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, 2014-2023 рр.);

- науково-практичній конференції "Безпека та екологія на дорожньому транспорті" (ДП "ДержавтотрансНДПроект", м. Київ, 2020р.);
- міжнародній науковій конференції "Modern Scientific Research: Achievements, Innovations and Development Prospects" (м. Рига, 2021р.);
- міжнародній науковій конференції "Інтелектуальні Транспортні Системи: Екологія, Безпека, Якість, Комфорт" (Національний транспортний університет, м. Київ, 2022р.);
- міжнародній науковій конференції "Управління бізнес-процесами та технологічними інноваціями в сучасних умовах та в післявоєнний період" (Національний транспортний університет, м. Київ, 2023р.);
- міжнародному науковому симпозиумі в рамках Еразмус+ Модуль Жан Моне "Концепція екосистемних послуг: Європейський досвід" (Національний університет "Львівська політехніка" м. Славське, 2024р.).

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 12 статей у фахових виданнях України, 2 статті у зарубіжних виданнях (1 з яких входить до видань інших держав Європейського Союзу), а також 15 публікацій у збірниках тез та матеріалів наукових конференцій, отримано 1 патент на корисну модель.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списків використаних джерел за чотирма розділами та додатків. Загальний обсяг дисертації становить 204 сторінок. Основний зміст дисертації викладено на 159 сторінках. Робота містить 57 рисунки, 34 таблиць, списки з 155 найменувань використаних джерел, 10 додатків на 27 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано доцільність та актуальність теми дисертаційної роботи, її зв'язок з науковими програмами, сформульовані мета та задачі дослідження, наукова новизна та практичне значення. У вступі також розкривається особистий внесок автора, питання апробації результатів, публікації, загальний обсяг і структура роботи.

У першому розділі "Теоретико-методологічні основи управління транспортними потоками міст для забезпечення ефективного функціонування міських екосистем" проаналізовано класифікацію, основні властивості моделей руху транспортного потоку, а також заходи з підвищення ефективності функціонування ВДМ міст. Досліджено основні джерела та сучасний стан забруднення атмосферного повітря міст. Встановлено, що основним джерелом забруднення є автомобільний транспорт. Специфіка забруднення атмосферного повітря ТП полягає в їх безпосередній близькості до житлових районів, територіальному розподілі, приземному розташуванні. При цьому поля забруднення, які утворюються в приземному шарі атмосфери мають просторово-часову неоднорідність, що пояснюється як динамічними (інтенсивність, склад ТП, метеорологічні умови) так і статичними (геометричні характеристики ВДМ, рельєф місцевості, наявність зелених насаджень, регульованих перехресть, просторова орієнтація вулиці тощо) чинниками.

Досліджено основні підходи, методи, моделі формування та управління ТП міст, які можна класифікувати за типом змінних (неперервні, дискретні, напівдискретні), рівнем деталізації (субмікроскопічні, мікроскопічні, мезоскопічні, макроскопічні), ступенем визначеності (детерміновані, стохастичні), методом розв'язання (аналітичний, метод моделювання) та областю застосування (ВДМ, окремі ділянки мережі, перехрестя вулиць і доріг).

Розглянуті теоретичні основи впливу ТП на довкілля ВДМ та проведено аналіз моделей рівня забруднення атмосфери міст автотранспортом, а саме: моделі розсіювання для окремих автомагістралей, моделі розсіювання у міських вуличних каньйонах, статистичні моделі прогнозу концентрації. Серед таких моделей найбільш відомими є: California Line Sours Dispersion Model (CALINE-4), HIWAY-2, STREET, Canyon Plum-Box (CPBM), Danish Operational Street Pollution Model (OSPM) та інші.

Розглянуто основні заходи підвищення ефективності функціонування ВДМ серед яких: містобудівні, законодавчо-нормативні, адміністративні, технічні, заходи пов'язані з організацією дорожнього руху.

Другий розділ "Класифікація каньйонів вулично-дорожньої мережі міста з урахуванням впливу структури забудови" присвячений дослідженню та класифікації вуличних каньйонів міста – елементарних ділянок вулично-дорожньої мережі. Вуличні каньйони міста мають різні просторово-геометричні характеристики: ширина, довжина, щільність та композиція забудови, що характеризується середнім кутом повороту будинків до осі вулиці. З огляду на це проведено аналіз методів класифікації вуличних каньйонів.

Потенційна екологічна безпека вуличних каньйонів оцінювалась індексним методом, який полягає у проведенні класифікаційного аналізу на основі узагальнюючих індексів, що характеризують співвідношення в просторі деяких параметрів каньйону, а саме: $i_1 = l/L$ – відношення середньої довжини забудов до протяжності елементарної ділянки вулиці (магістралі); $i_2 = h/H$ – відношення середньозваженої висоти забудов до максимальної висоти забудов; $i_3 = d/D$ – відношення ширини проїзної частини до середньої ширини вуличного каньйону. Сукупність структурних елементів вуличних каньйонів формують елементарний екооб'єм, величина якого визначається відношенням мінімального геометричного об'єму до добутку відповідних відносних показників (індексів) відповідного каньйону:

$$E_{Vn} = \frac{V_{min}}{i_{n1} \cdot i_{n2} \cdot i_{n3}}, \quad (1)$$

де E_{Vn} – екооб'єм вуличного каньйону, m^3 ;

V_{min} – мінімальний геометричний об'єм каньйонів ВДМ, m^3 ;

i_{n1}, i_{n2}, i_{n3} – узагальнюючі індекси відповідних каньйонів.

Для встановлення сили взаємозв'язку між показниками різних методів були розраховані парні коефіцієнти кореляції (табл. 1). Слід відмітити, що для більшості пар показників сила зв'язку виявилася слабкою. При цьому індексний метод, серед

наведених вище методів, виявився найбільш інформативним, оскільки містить як показники, що корелюють з показниками інших методів (i_1 , h/D , та SVF), так і некорельовані показники (i_2 , i_3), що несуть специфічну інформацію про геометрично-просторові характеристики вуличних каньйонів, яка недостатньо відображена в показниках інших методів.

З метою встановлення статистичного зв'язку між показниками будувалися кореляційні поля між введеними індексами вуличних каньйонів (рис. 1), які вказують на відсутність мультиколінеарності між індексами i_1 , i_2 та i_3 .

Таблиця 1 – Матриця парних кореляцій між показниками вуличних каньйонів

	i_1	i_2	i_3	h/D	L/h	SVF
i_1	1	0,08	0,35	0,3	-0,47	-0,44
i_2	0,08	1	-0,04	0,2	-0,13	-0,24
i_3	0,35	-0,04	1	0,64	-0,48	-0,62
h/D	0,3	0,2	0,64	1	-0,44	-0,92
L/h	-0,47	-0,13	-0,48	-0,44	1	0,5
SVF	-0,44	-0,24	-0,62	-0,92	0,5	1

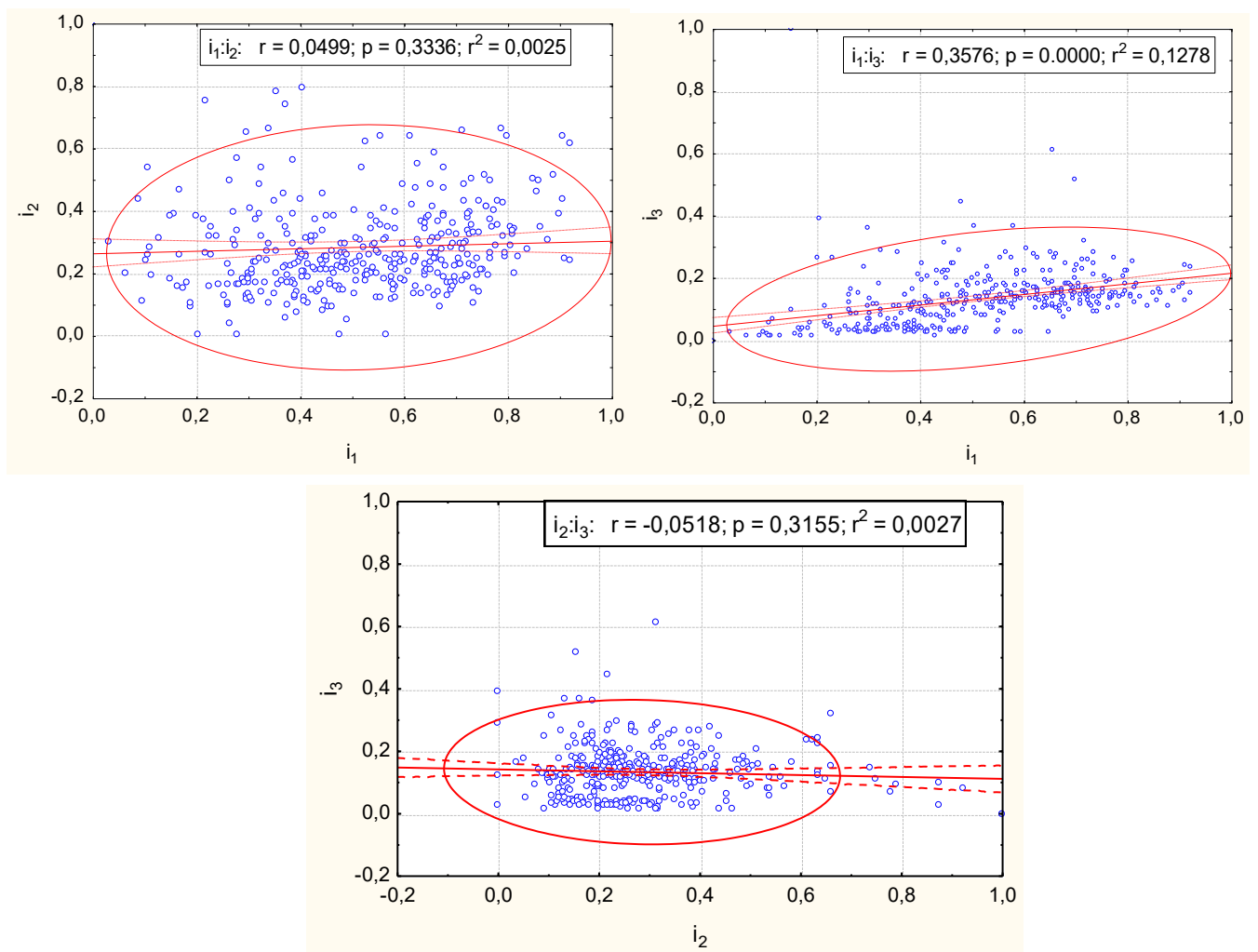


Рисунок 1 – Кореляційні поля показників індексного методу

Класифікація каньйонів Печерського району м. Києва за індексними показниками була вирішена на основі кластерного аналізу. Для формування однорідних груп каньйонів, застосовувався метод k -середніх, який дозволив побудувати мінімальну кількість кластерів, рознесених на максимальні відстані в k -мірному просторі ($k=4$). Масив досліджуваних каньйонів вдалося поділити на однорідні групи, для яких значення індексних показників виявилися суттєво різними. Розбиття вихідного масиву проводилося в декілька етапів. На першому етапі масив вуличних каньйонів розділювався на два кластери (рис. 2), при цьому, перший кластер наповнили вуличні каньйони з просторово-геометричними характеристиками, які свідчать про їх екологічну безпечність, відповідно другий наповнили потенційно небезпечні каньйони. На другому етапі розбиття, перший кластер розщепився ще на два (1.1; 1.2), а другий відповідно на три кластери (2.1; 2.2; 2.3). Таким чином, множина вуличних каньйонів Печерського району м. Києва була поділена за просторово-геометричними характеристиками на п'ять однорідних груп. В кожній групі був встановлений типовий каньйон з параметрами, що відповідають модальним значенням, які знайдені з ймовірнісного розподілу відповідних показників каньйонів, що увійшли до даного кластеру.

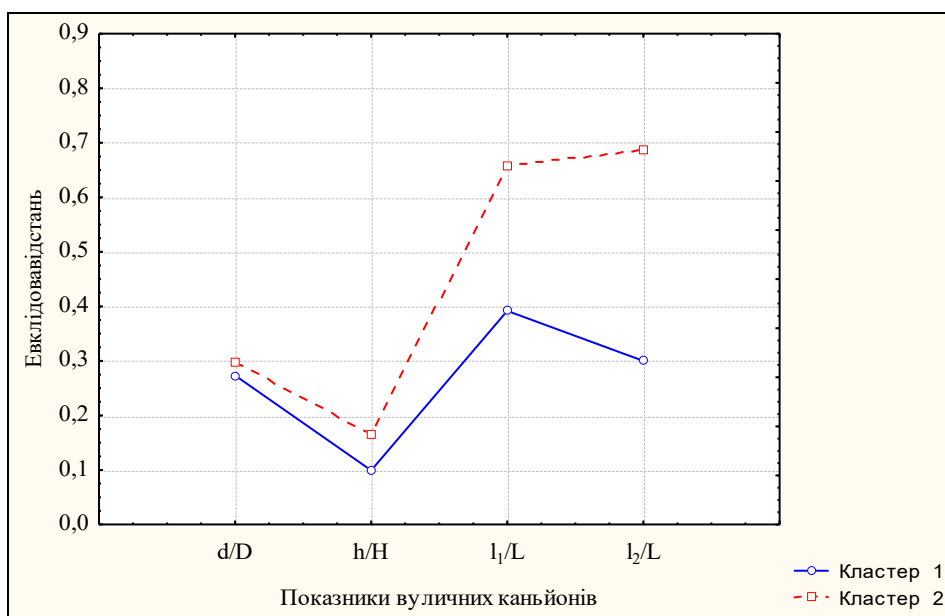


Рисунок 2 – Середні значення показників вуличних каньйонів

За допомогою агломеративно-ієрархічного методу, здійснена повторна кластеризація досліджуваного масиву вуличних каньйонів, в який додатково були введені вище знайдені показники типових каньйонів. Під час формування дендограм кластерів використовувався метод Варда – метод оптимізації мінімальної дисперсії всередині кластерів (рис.3).

Це дозволило ідентифікувати реальні вуличні каньйони, показники яких найкращим чином узгоджені з показниками типових каньйонів. Так, вуличний каньйон, що знаходиться на вулиці Інститутська, буд. 15, 20/8 виявився типовим для кластера 2.2. Аналогічно були ідентифіковані всі інші типові каньйони для відповідних кластерів (табл.2).

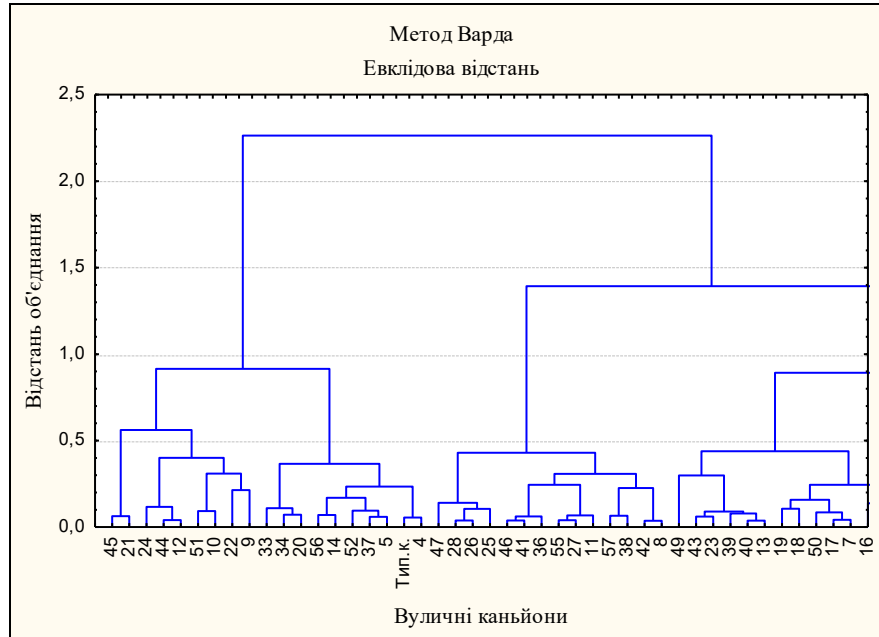


Рисунок 3 – Дендограма вуличних каньйонів (кластер 2.2)

Таблиця 2 – Типові вуличні каньйони Печерського району м. Києва

	Типові вуличні каньйони	i_1	i_2	i_3	$E_V, \text{м}^3$
Потенційно безпечні каньйони	вул. Грушевського; буд. 9, 32 (кластер 1.1)	0,316	0,368	0,119	1881,6
	вул. Звіринецька; буд. 82, 73 (кластер 1.2)	0,355	0,199	0,038	9753,1
Потенційно небезпечні каньйони	вул. Ольгинська; буд. 3, 6 (кластер 2.1)	0,625	0,248	0,167	1013,3
	вул. Інститутська; буд. 15, 20/8 (кластер 2.2)	0,629	0,286	0,130	1124,4
	вул. Мазепи; буд. 11,12 (кластер 2.3)	0,768	0,371	0,141	652,4

В якості показника, що визначає екологічну безпеку вуличного каньйону та екологічну стійкість ВДМ в цілому приймалася критична експозиція рівня забруднення, тобто час за який концентрація забруднюючої речовини досягає гранично допустимого значення.

Якщо рівень забруднення i -го каньйону відповідає гранично допустимій концентрації j -го забруднювача ($\Gamma ДК_j$), то критична експозиція забруднення може бути визначена, через статичні та динамічні характеристики каньйону при номінальному навантаженні [6]:

$$\tau_{ij}^{\text{кр}} = \sqrt{\frac{\Gamma ДК_j \cdot E_{Vi}}{M_j^{ef} \cdot I_i^{\text{НОМ}} \cdot \sin \frac{\pi}{2}}}, \quad (2)$$

де M_j^{ef} – потужність викиду j -ої шкідливої речовини ефективним транспортним засобом, $г/с$;

$I_i^{ном}$ – розрахункова (номінальна) інтенсивність транспортного потоку в i -му каньйоні, $авт/с$;

E_{Vi} – екооб'єм i -го каньйону, $м^3$;

β_i – кут між напрямком вітру та напрямком ділянки дороги для відповідного каньйону, (максимальний вплив при $\frac{\pi}{2}$);

$\tau_{ij}^{кр}$ – критична експозиція забруднення i -го каньйону, $с$;

$ГДК_j$ – гранично допустима концентрація j -ої забруднюючої речовини, $мг/м^3$.

На основі критичних параметрів мережі, було побудовано функцію щільності розподілу ймовірностей критичних експозицій забруднення ($ГДК_{CO}$) для вуличних каньйонів ВДМ Печерського району м. Києва, яка на основі висунутої нульової гіпотези про логарифмічно нормальний розподіл, має вигляд:

$$f(\tau_{ij}^{кр}) = \frac{1}{1,52 \cdot \tau_{ij}^{кр}} \cdot e^{-\frac{\ln(\tau_{ij}^{кр}) + 0,32}{0,74}} . \quad (3)$$

де числові коефіцієнти (1,52; 0,32; 0,74) характеризують параметри розподілу: середнє значення та дисперсію досліджуваної величини.

Для кількісного порівняння ступеня потенційної екологічної небезпеки вуличних каньйонів були розраховані рівні перевищення значень ГДК для оксиду вуглецю, що дало підстави оцінити стійкість ВДМ при номінальних навантаженнях мережі ТП.

Проведено порівняльний аналіз між динамікою швидкості вітру в одному з типових вуличних каньйонів м. Києва та швидкістю глобальних повітряних мас виміряних на метеорологічній станції, який свідчить про відсутність кореляційного зв'язку та значні відмінності між значеннями швидкості вітру.

У **третьому розділі** "Статистичне моделювання транспортного потоку як джерела забруднення" розроблено метод статистичного моделювання формування транспортних потоків, для здійснення короткострокових прогнозів рівня забруднення атмосфери на прилеглих до автомагістралей територіях з метою зменшення рівня техногенного навантаження вулично-дорожньої мережі. Пробіговий викид від ТП оцінювався на основі концепції "ефективного" транспортного потоку.

"Ефективний" ТП це модельний потік, техногенний ефект від дії якого на навколишнє середовище еквівалентний дії реального ТП, що містить аналогічну кількість транспортних засобів (ТЗ). "Ефективний" ТП є статистична сукупність "ефективних" ТЗ відповідних категорій, яка визначається:

$$N_{ef} = N_{ef}(M_1) + N_{ef}(M_2) + N_{ef}(M_3) + N_{ef}(N_1) + N_{ef}(N_2) + N_{ef}(N_3) + N_{ef}(L) , \quad (4)$$

де: N_{ef} – кількість "ефективних" ТЗ всіх категорій, що наповнюють автопарк (потік) міста, *од.*;

$N_{ef}(M_1) = N_{ef} \omega_1$ – кількість "ефективних" ТЗ категорії M_1 , *од.*;

$N_{ef}(M_2) = N_{ef} \omega_2$ – кількість "ефективних" ТЗ категорії M_2 , *од.* і т.д.;

ω_i – нормований ваговий коефіцієнт, що визначає частку ТЗ даної категорії в автопарку (потоці) міста.

"Ефективний" ТЗ відповідної категорії це віртуальний ТЗ, техніко-експлуатаційні характеристики якого наближені до середньозважених характеристик автомобіля певної марки, моделі, серії автомобілів, що відносяться до даної категорії з урахуванням їх вагових коефіцієнтів. При побудові "ефективного" ТЗ залучалися, в першу чергу, техніко-експлуатаційні характеристики (об'єм двигуна, потужність, вид палива, витрата палива, маса, габарити тощо), які безпосередньо або опосередковано впливають на рівень потужності інгредієнтного (хімічного) забруднення.

До основних характеристик "ефективного" ТЗ відповідної категорії відносяться:

- об'єм двигуна (V_{ef}):

$$V_{ef} = V_1 \cdot \omega_1 + V_2 \cdot \omega_2 + \dots + V_n \omega_n = \sum_{i=1}^n V_i \cdot \omega_i, \quad (5)$$

де V_i – об'єм двигуна i -ої марки, моделі, серії ТЗ, m^3 ;

n – кількість ТЗ певної марки, моделі, серії для даної категорії, *од.*;

- потужність (P_{ef}):

$$P_{ef} = P_1 \cdot \omega_1 + P_2 \cdot \omega_2 + \dots + P_n \omega_n = \sum_{i=1}^n P_i \cdot \omega_i, \quad (6)$$

де P_i – потужність i -ої марки, моделі, серії ТЗ, *к.с.*;

- витрата палива (G_{ef}):

$$G_{ef} = G_1 \cdot \omega_1 + G_2 \cdot \omega_2 + \dots + G_n \omega_n = \sum_{i=1}^n G_i \cdot \omega_i, \quad (7)$$

де G_i – витрата палива i -ої марки, моделі, серії ТЗ, $л/100 км$;

- повна маса (M_{ef}):

$$M_{ef} = M_1 \cdot \omega_1 + M_2 \cdot \omega_2 + \dots + M_n \omega_n = \sum_{i=1}^n M_i \cdot \omega_i, \quad (8)$$

де M_i – повна маса i -ої марки, моделі, серії ТЗ, *кг*;

- споряджена маса (m_{ef}):

$$m_{ef} = m_1 \cdot \omega_1 + m_2 \cdot \omega_2 + \dots + m_n \omega_n = \sum_{i=1}^n m_i \cdot \omega_i, \quad (9)$$

де m_i – споряджена маса i -ої марки, моделі, серії ТЗ, *кг* і т.д.

Досліджено кількісний, якісний та віковий склад автопарку міста Києва. Визначено, що для центральних районів мегаполісів основний внесок у формування ТП мають ТЗ категорії М1 що складають більше 90%. При цьому аналіз показує, що

основний внесок у формування відповідного рівня забруднення атмосфери вносить саме ця категорія ТЗ.

Для того, щоб з'ясувати, які моделі за своїми технічними характеристиками подібні до "ефективного" автомобіля було використано кластерний аналіз (рис.4).

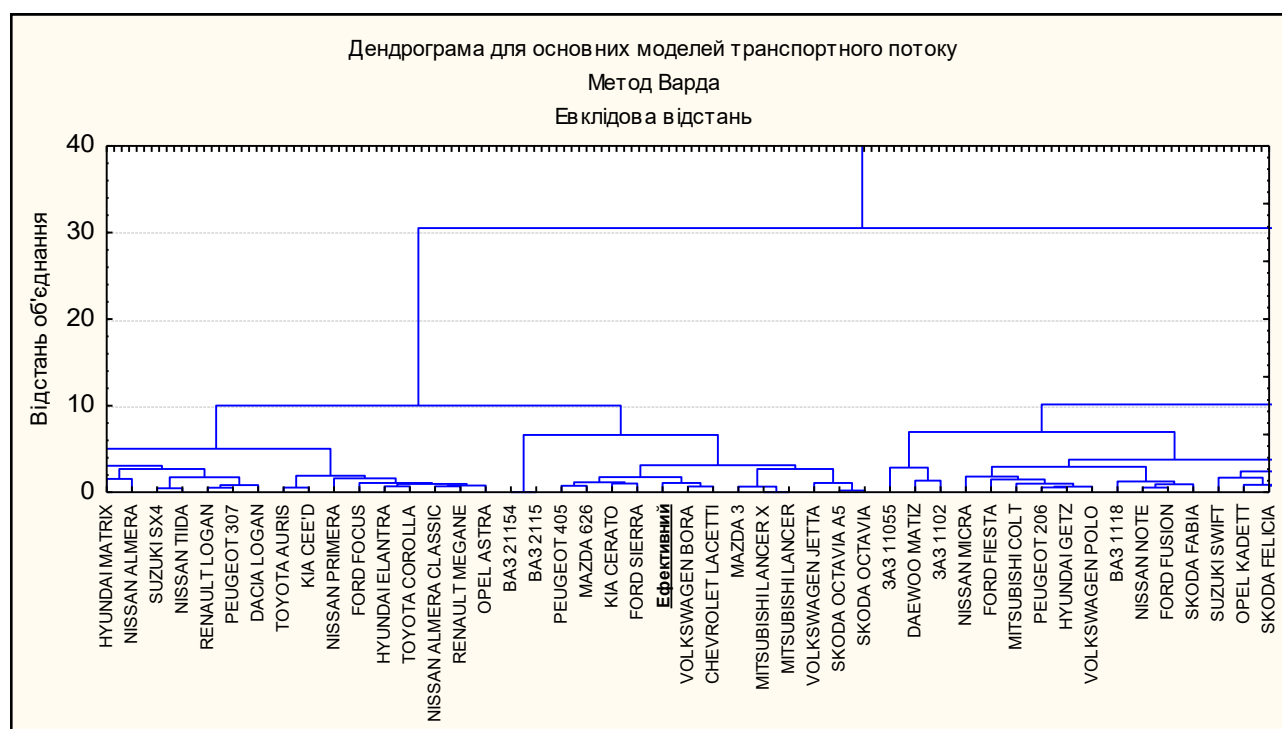


Рисунок 4 – Дендрограма транспортних засобів категорії М1

В таблиці 3 наведені основні техніко-експлуатаційні характеристики "ефективного" автомобіля категорії М1 та марки, моделі, серії автомобілів, чії характеристики найбільш близькі до характеристик "ефективного" автомобіля.

Таблиця 3 – Характеристики "ефективного" автомобіля категорії М1

Модель автомобіля	Час розгону до 100 км, с	Об'єм двигуна, см ³	Потужність, к.с.	Витрата палива, л			Повна маса, кг	Споряджена маса, кг	Довжина, мм	Ширина, мм	Висота, мм
				У місті	Поза містом	Змішана					
Chevrolet Lacetti 1.6 MT SE	11,5	1598	109	11,4	6,1	8,1	1660	1185	4295	1725	1445
Volkswagen Bora 2.0 MT	11	1984	115	11,2	6,1	8	1780	1207	4338	1740	1450
Skoda Octavia Tour Hatch 1.6 MT	14,1	1595	102	11,2	6,1	7,9	1850	1315	4569	1769	1462
Daewoo Lanos 1,5i MT	12,5	1498	86	10,4	5,7	7,9	1540	1086	4234	1679	1433
"Ефективний" автомобіль	13,5	1750	112	10,3	6,6	8,3	1718	1232	4332	1717	1495

На основі показників токсичності реальних ТЗ, техніко-експлуатаційні характеристики яких відповідають середньозваженим техніко-експлуатаційним характеристикам автомобілів відповідної категорії, побудовано добовий хід інтенсивності викидів основних забруднюючих речовин (рис.5).

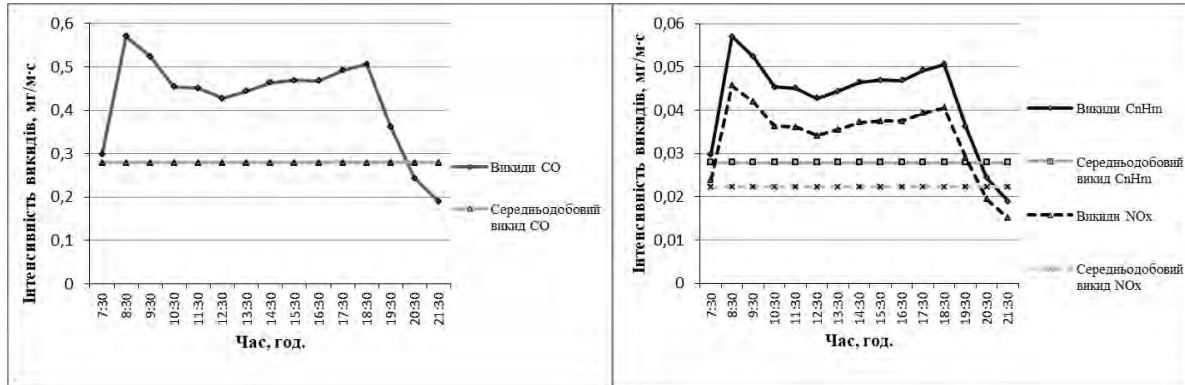


Рисунок 5 – Динаміка інтенсивності інгредієнтного забруднення ТП (вул. І.Мазепи)

У **четвертому розділі** "Оцінка впливу транспортного потоку на довкілля вулично-дорожньої мережі міста" удосконалено метод кількісної оцінки впливу ТП на рівень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонів для забезпечення екологічної стійкості та безпеки мегаполісів шляхом застосування моделі OSPM (Operational street pollution model). Модель заснована на гаусівському типу розсіювання забруднюючих речовин в поєднанні з характеристиками ВДМ міста.

Згідно даної моделі концентрація забруднюючих речовин визначається в межах вуличного каньйону і дорівнює сумі концентрації прямого розсіювання поллютантів (C_d , $мг/м^3$), концентрації спричиненою рециркуляцією повітря у вуличному каньйоні (C_r , $мг/м^3$) та міською фоновією концентрацією (C_o , $мг/м^3$).

Концентрація прямого розсіювання забруднюючих речовин від ТП дорівнює:

$$C_d = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \int \frac{Q dx}{U_s W \sigma_z(x)}, \quad (10)$$

де Q – інтенсивність викидів забруднюючих речовин від “ефективного” ТП, $мг/м·с$;
 U_s – швидкість вітру на рівні вулиці, $м/с$;
 W – ширина вуличного каньйону, $м$;
 $\sigma_z(x)$ – параметр вертикальної дисперсії на відстані x від джерела викиду.

Швидкість вітру на рівні вулиці (U_s , $м/с$) визначається, припускаючи логарифмічне зменшення швидкості вітру від середньої висоти даху будівель до землі вулиці:

$$U_s = U_r \frac{\ln(h_0/z_0)}{\ln(H/z_0)} (1 - 0.2p \sin \varphi), \quad (11)$$

де U_r – швидкість вітру на рівні даху, м/с;

z_0 – ефективний розмір нерівності, м, $z_0=0,6$;

h_0 – початкова висота розсіювання, м, $h_0=2$;

H – середня висота забудов вуличного каньйону (з навітряної та підвітряної сторони каньйону), м;

p – відношення висоти забудов з підвітряної сторони до середньої висоти забудов вуличного каньйону;

φ – кут напрямку вітру на рівні даху по відношенню до осі вулиці, рад.

Параметр вертикальної дисперсії (σ_z , м) моделюється, з огляду на те, що вертикальне розсіювання регулюється виключно механічною турбулентністю, яка виникає внаслідок вітру та руху ТП. Турбулентність, створена термічною стратифікацією – нехтується, оскільки вона, зазвичай, невелика на рівні вулиці.

$$\sigma_z(x) = \sigma_w \frac{x}{U_s} + h_0, \quad (12)$$

де σ_w – вертикальна дисперсія турбулентності, м/с;

x – відстань від джерела до розрахункової точки, м.

Концентрація забруднюючих речовин від прямого розсіювання при перпендикулярному напрямку вітру до осі вулиці визначається:

$$C_{\text{п}} = \sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{Q}{W \sigma_w} \ln \left(1 + \frac{W \sigma_w}{h_0 U_s} \right). \quad (13)$$

Зона рециркуляції характеризується надходженням забруднюючих речовин з іншої частини вуличного каньйону та визначається довжиною турбулентного вихору, геометричними показниками каньйону. Концентрація від рециркуляції забруднюючих речовин в межах вуличного каньйону визначається наступним чином:

$$C_{\text{р}} = \frac{Q \cdot l_r}{W \cdot (\omega_t \cdot l_t + \omega_s \cdot l_s)}, \quad (14)$$

де l_r , l_t , l_s – геометричні характеристики зони рециркуляції, м;

ω_t , ω_s – швидкість розсіювання забруднюючих речовин відповідно через верхню та бокову частину вуличного каньйону, м/с.

Для кожного з вуличних каньйонів встановлено критичні інтенсивності руху ТП ($I_{\text{кр}}$) за яких рівень забруднення відповідною шкідливою речовиною досягає гранично-допустимого значення. У таблиці 4 наведені значення критичних інтенсивностей ТП для деяких вуличних каньйонів за яких концентрація NO_x досягає гранично допустимих значень при різних швидкостях вітру.

Таблиця 4 – Критичні значення інтенсивності ТП

Вуличний каньйон	Критичні інтенсивності ТП ($I_{кр}$), авт/с				
	1 м/с	3 м/с	5 м/с	7 м/с	10 м/с
1. Липський провулок	0,1	0,21	0,31	0,42	0,57
2. вул. Липська; буд. 15, 16	0,095	0,2	0,3	0,39	0,54
3. вул. Пилипа Орлика; буд. 3, 4	0,115	0,24	0,355	0,47	0,645
...					
365. вул. Мічуріна; буд. 50, 52	0,135	0,28	0,425	0,565	0,775
366. вул. Землянська; буд. 5, 6	0,105	0,215	0,325	0,435	0,595
377. вул. Пирятинська; буд. 12, 19	0,113	0,234	0,355	0,475	0,655

За допомогою геоінформаційних систем здійснено візуалізацію процесів просторово-часового розподілу забруднення атмосферного повітря ТП в межах мегаполісу (рис.6).



Рисунок 6 – Карта рівня забруднення вуличних каньйонів $C_{(NOx)}$ при швидкості вітру 2 м/с

Це дозволяє в реальному режимі часу відслідковувати його якість та попереджати критичні ситуації, за яких концентрація забруднюючих речовин перевищує гранично-допустимі значення. Вуличні каньйони на карті представлені у вигляді лінійних об'єктів, з відповідною атрибутивною інформацією (назва та тип вулиці, довжина вуличного каньйону, категорія дороги, тощо). Різним кольором відображена середньодобова концентрація забруднюючих речовин в залежності від рівня забруднення кожного з вуличних каньйонів.

Запропоновано алгоритм методики впливу ТП на рівень забруднення атмосферного повітря (рис.7).



Рисунок 7 - Послідовність оцінки впливу транспортного потоку на рівень забруднення атмосферного повітря

Даний алгоритм дає змогу оперативно визначати та прогнозувати концентрацію шкідливих речовин у вуличних каньйонах.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що полягає в удосконаленні методу оцінки впливу транспортних потоків на довкілля при різних режимах їх динаміки шляхом розробки кількісного підходу дослідження екологічної ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста. За результатами проведеного дослідження можемо зробити наступні висновки:

1. Проведено аналіз теоретико-методологічних основ формування та управління транспортними потоками щодо забезпечення ефективного функціонування міських екосистем. На підставі проведеного аналізу виявлено, що в рамках існуючих підходів, методів та моделей ефективність функціонування вулично-дорожньої мережі в основному обумовлюється економічними показниками з урахуванням динамічних характеристик транспортного потоку (інтенсивність, щільність, швидкість). Враховуючи сучасні тенденції об'єктивної необхідності стійкості розвитку міських екосистем, як однієї з головних складових сталого розвитку суспільства, виявляється актуальним врахування екологічних характеристик під час аналізу ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі. У зв'язку з цим, досліджено основні методологічні підходи оцінки інгредієнтного забруднення транспортними потоками та визначено їх основні переваги і недоліки. Проведено аналіз оцінки рівня забруднення довкілля міст автотранспортом в рамках існуючих моделей, серед яких: моделі розсіювання для окремих автомагістралей, моделі розсіювання у міських вуличних каньйонах, статистичні моделі прогнозу концентрації.

2. Для забезпечення ефективного моніторингу вулично-дорожньої мережі розроблено структурно-екологічну класифікацію вуличних каньйонів міст на основі аналізу просторово-геометричних архітектурно-планувальних елементів міської забудови й відповідних екологічних характеристик, та закономірностей формування полів вітрових потоків в умовах урбанізованих територій. На прикладі класифікації індексним методом вуличних каньйонів Печерського району м. Києва, сформовано п'ять однорідних груп, в яких ідентифіковано типові (репрезентативні) вуличні каньйони. До потенційно безпечних вуличних каньйонів увійшли кластер 1.1 ($i_1 - 0,316$; $i_2 - 0,368$; $i_3 - 0,119$; $E_v - 1881,6 \text{ м}^3$); та кластер 1.2 ($i_1 - 0,355$; $i_2 - 0,199$; $i_3 - 0,038$; $E_v - 9753,1 \text{ м}^3$). Потенційно небезпечні вуличні каньйони утворили кластер 2.1 ($i_1 - 0,625$; $i_2 - 0,248$; $i_3 - 0,167$; $E_v - 1013,3 \text{ м}^3$); кластер 2.2 ($i_1 - 0,629$; $i_2 - 0,286$; $i_3 - 0,13$; $E_v - 1124,4 \text{ м}^3$); кластер 2.3 ($i_1 - 0,768$; $i_2 - 0,371$; $i_3 - 0,141$; $E_v - 652,4 \text{ м}^3$). Під час формування однорідних груп каньйонів застосовувався метод k-середніх, що дозволило будувати мінімальну кількість кластерів, рознесених на максимальні відстані в k-мірному просторі. Показано, що інформація про екологічний стан типових (репрезентативних) вуличних каньйонів з достатнім ступенем достовірності може бути поширена на інші вуличні каньйони в рамках відповідних однорідних груп вулично-дорожньої мережі. Це дозволяє суттєво скоротити витрати на проведення моніторингу стану вулично-дорожньої мережі міста.

3. Розроблено метод статистичного моделювання формування транспортних потоків, для здійснення короткострокових прогнозів рівня забруднення атмосфери в межах вулично-дорожньої мережі міста. Метод базується на використанні моделі "ефективного" транспортного потоку, яка уявляє собою статистичну сукупність "ефективних" транспортних засобів відповідних категорій. В рамках цієї моделі визначено пробігові викиди для кожної з категорій автомобілів, шляхом вимірювання показників токсичності реальних транспортних засобів, техніко-експлуатаційні характеристики яких відповідають середньозваженим техніко-експлуатаційним характеристикам "ефективного" транспортного засобу.

Застосування розробленого методу дозволяє здійснювати кількісні прогностичні оцінки рівня інгредієнтного забруднення на прилеглих до вулично-доржньої мережі територіях. Для вулиці І. Мазепи середньодобова інтенсивність викидів основних забруднюючих речовин склала: NO_x – 0,022 мг/м·с; CO – 0,28 мг/м·с; C_mH_n – 0,028 мг/м·с.

4. Удосконалено метод кількісної оцінки впливу транспортного потоку при різних режимах його динаміки на рівень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонів для забезпечення екологічної стійкості та безпеки мегаполісів. Даний метод передбачає ідентифікацію, кількісне визначення з високим ступенем достовірності інтенсивності викидів та концентрації забруднюючих речовин ефективними транспортними потоками. В рамках цього методу, на прикладі вуличних каньйонів Печерського району міста Києва встановлено критичні інтенсивності руху транспортного потоку, відповідно до яких рівень забруднення шкідливими речовинами досягає гранично-допустимих значень. Для вулиці І. Мазепи критичні інтенсивності руху транспортного потоку становлять: при швидкості вітру 1м/с NO_x – 0,14 авт/с, CO – 1,9 авт/с, C_mH_n – 0,17 авт/с; при швидкості вітру 3м/с NO_x – 0,29 авт/с, CO – 2,9 авт/с, C_mH_n – 0,35 авт/с; при швидкості вітру 5м/с NO_x – 0,43 авт/с, CO – 3,8 авт/с, C_mH_n – 0,52 авт/с.

5. Удосконалено спосіб візуалізації процесів просторово-часового розподілу забруднення атмосферного повітря транспортними потоками при різних режимах їх динаміки в межах міста з використанням геоінформаційних систем. Результати дослідження дозволяють в реальному режимі часу відслідковувати якість атмосферного повітря та управляти станом вулично-дорожньої мережі мегаполіса. Для вулиці І. Мазепи середньодобовий рівень забруднення основними забруднюючими речовинами при швидкості вітру 2,4 м/с та середньодобовій інтенсивності руху транспортного потоку 1005 авт/год буде становити: NO_x – 1,1ГДК; CO – 0,21ГДК; C_mH_n – 0,96ГДК.

Список опублікованих праць за темою дисертації

- статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Бакуліч О.О., Олійник Р.В., Самойленко Є.С. Екологічна стійкість мегаполісу. *Вісник Національного транспортного університету*. К.: НТУ, 2013. Вип. 28. С. 29-35 URL: http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/28_2013/029-035.pdf

2. Бакуліч О.О., Олійник Р.В., Самойленко Є.С. Потенційна екологічна небезпека вуличних каньйонів. *Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки"*. К.:НТУ, 2015. Вип. 31. С. 18-26 URL:http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/31_1_tech_2015/018-026.pdf

3. Бакуліч О. О., Самойленко Є.С. Модель складу транспортного потоку міста. *Економіка та управління на транспорті*. 2016. Вип. 3. С. 3–9. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/eut_2016_3_3.

4. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Точність оцінки при розрахунку концентрації забруднюючих речовин у вуличному каньйоні. *Вісник Національного*

транспортного університету. К.: НТУ, 2017. Вип. 37. С. 13-20
 URL:<http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/37/013.pdf>

5. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Динаміка рівня забруднення урбанізованих територій. *Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки"*. Науково-технічний збірник. 2021. Випуск 1 (48). С. 12-19.
 URL:<http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/012-019.pdf> DOI: 10.33744/2308-6645-2021-1-48-012-019

6. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Оцінка забруднення атмосфери міст автомобільним транспортом в проектах управління екологічним станом мегаполісу. *Науково-практичний журнал "Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку"* №26, (2021) - С.125-134 <https://doi.org/10.33813/2224-1213.26.2021.13>

7. Бакуліч О.О., Гребельник М.М., Самойленко Є.С. Управління екологічною безпекою мегаполісу. *Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки"*. Науково-технічний збірник. 2022. Випуск 1 (51). С. 12-20. DOI: 10.33744/2308-6645-2022-1-51-020-027

URL:<http://publications.ntu.edu.ua/visnyk/48/012-019.pdf>

8. Самойленко Є.С. Моделювання рівня забруднення міст шляхом управління параметрами транспортного потоку. *Вісник Національного транспортного університету. Серія "Технічні науки"*. 2022. Випуск 3 (53). С. 322-328. DOI: 10.33744/2308-6645-2022-3-53-322-328

- публікації в міжнародних виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу:

9. Samoilenko Yevhen, Holodenko Viktoriia. (2024) Assessment of the influence of the intensity of traffic flows on the state of the street and road network of the city. *World Science*. 1(83). DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30032024/8158

- наукові праці, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

10. Olena Bakulich, Evgeny Samoilenko, Yuriy Peskovets. "Methodology for assessing the level of atmospheric pollution by road transport in the projects of management of environmental state of a city", *refereed and peer-reviewed international scientific-practical journal of kutaisi university*, N25,2023, pp. 25-29, DOI: <https://doi.org/10.52244/ep.2023.25.12>

11. Самойленко Є. С. Управління рівнем забруднення атмосфери міст шляхом моделювання з використанням геоінформаційних систем. Міжнародна наукова конференція "Інтелектуальні Транспортні Системи: Екологія, Безпека, Якість, Комфорт". – К.: НТУ, 2022, Вип. 1 С. 289-293. DOI: 10.33744/978-966-632-318-0-2022-3

12. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С. Моделювання рівня забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом в проектах управління екологічним станом міста. Міжнародна наукова конференція "Управління бізнес-процесами та технологічними інноваціями в сучасних умовах та в післявоєнний період". – К.: НТУ, 2023. С. 38-42. DOI: 10.33744/978-966-632-320-3-2023

13. Бакуліч О.О., Самойленко Є.С., Юрченко Є. Екологічна безпека мегаполісу. Сталий розвиток – стан та перспективи. IV міжнародний науковий

симпозіум в рамках Еразмус+ Модуль Жан Моне "Концепція екосистемних послуг: Європейський досвід" зб. матер. — Електрон. дан. — Київ: Яроченко Я. В., 2024. — с. 68-71. DOI <https://doi.org/10.51500/7826-39-12>

- патенти на винаходи (корисну модель):

14. Патент на корисну модель №95713 Україна МПК (2015.01) E01C 1/00. Спосіб оцінки потужності джерела забруднення / Бакуліч О.О., Олійник Р.В., Самойленко Є.С. – №201402498; заявл. 13.03.2014; опубл. 12.01.2015 р.

АНОТАЦІЯ

Самойленко Є.С. Удосконалення методу оцінки впливу транспортного потоку на довкілля вулично-дорожньої мережі міста – на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи, Національний транспортний університет, Міністерство освіти і науки України, Київ, 2024.

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-прикладне завдання, що полягало в розробці та удосконаленні теоретичних, методичних положень та методу оцінки впливу транспортних потоків на довкілля при різних режимах їх динаміки шляхом розробки кількісного підходу дослідження екологічної ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста.

Розроблено метод статистичного моделювання формування транспортних потоків для прогнозування рівня забруднення атмосфери прилеглих до автомагістралей територій. На основі проведених досліджень удосконалено метод кількісної оцінки впливу транспортного потоку на рівень інгредієнтного забруднення атмосферного повітря вуличних каньйонів з метою забезпечення екологічної стійкості та безпеки мегаполісів. В рамках цього методу, на прикладі вуличних каньйонів Печерського району міста Києва встановлено критичні інтенсивності руху транспортного потоку, відповідно до яких рівень забруднення досягає гранично-допустимих значень.

Ключові слова: транспортна система, транспортні потоки, інтенсивність руху, екологічна стійкість, довкілля, автомобільний транспорт, вулично-дорожня мережа, вуличний каньйон, рівень забруднення, кластерний аналіз, сталий розвиток.

ABSTRACT

E. Samoylenko. Improving the method for assessing the impact of traffic flow on the environment of the city's road network. – As a manuscript.

PhD thesis in Transport Systems (05.22.01). – National Transport University, the Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2024.

In the dissertation, an actual scientific and applied task was solved, which consisted in the development and improvement of theoretical and methodological provisions, as well as a method for assessing the impact of traffic flows on the environment under different regimes of their dynamics by developing a quantitative approach to studying the ecological efficiency of the functioning of the city's street and road network.

The aim of the dissertation is to improve the method of assessing the impact of traffic flow in different modes of its dynamics on the environment within the functioning of the city's street and road network.

The work highlights the main methods and models for the formation and management of urban traffic flows. The main approaches and methods of assessing ingredient pollution by motor vehicles were studied, and their main advantages and disadvantages were determined.

A structural-ecological classification of street canyons in cities has been developed based on the analysis of the spatial-geometric characteristics of the architectural and planning elements of urban development and the regularities of the formation of wind flow fields in urbanized territories. Using the k-means cluster analysis method, the classification of street canyons in the Pechersk district of Kyiv was performed according to the level of ecological load, and five homogeneous groups were formed, in which typical street canyons were identified.

Based on the conducted research, a method of statistical modeling of the formation of traffic flows as a source of atmospheric pollution has been developed to implement short-term forecasts of the level of pollution in areas adjacent to highways. A model of "efficient" traffic flow has been created, which represents a statistical collection of "efficient" vehicles of the corresponding categories. When building an "efficient" vehicle, technical and operational characteristics were considered, which directly or indirectly affect the level of pollution. The quantitative, qualitative and age composition of the car fleet of the city of Kyiv was studied. The technical and operational characteristics of efficient vehicles for the most common cars of the respective categories are determined. With the help of cluster analysis, models that are similar to an "efficient" car in terms of their technical characteristics have been identified.

The method of quantitative assessment of the impact of traffic flow on the level of ingredient pollution of the atmospheric air in street canyons has been improved to ensure the ecological sustainability and safety of megacities. Within the framework of this method, on the example of street canyons in the Pechersk district of Kyiv, critical intensities of traffic flow were established, according to which the level of pollution reaches the maximum permissible values.

An algorithm for assessing the level of atmospheric air pollution has been proposed, which allows to quickly determine and forecast the concentration of harmful substances from traffic flow in street canyons. The accuracy of modeling the impact of traffic flow on the state of the environment was assessed depending on the time scale of averaging meteorological values.

With the help of geoinformation systems, the processes of spatio-temporal distribution of atmospheric air pollution by traffic flows within the metropolis were visualized, which allows for monitoring its quality in real-time and warning of critical situations in which the concentration of pollutants exceeds the maximum permissible values.

Key words: transport system, transport flows, traffic intensity, environmental sustainability, environment, road transport, street-road network, street canyon, level of pollution, cluster analysis, sustainable development.