

УДК 004.4

ВАДИМ КОПИЦЯ, РОМАН КВЕТНИЙ

ПІДХОДИ ДО УПРАВЛІННЯ ПЕРЕРОЗПОДІЛОМ ПАРКУВАЛЬНОГО ПОПИТУ ПРИ ЗМІНІ МІСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

Вінницький національний технічний університет, Україна

Анотація. Інфраструктурні зміни в місті, створення пішохідних зон, реконструкція вулично-дорожньої мережі, зміна норм забудови та відкриття нових транспортних об'єктів — до призводять суттєвих просторових зрушень у паркувальному попиті. За відсутності належного планування це спричиняє вторинні перевантаження прилеглих районів, збільшення часу пошуку місця (cruising), зростання локальних заторів та подальше погіршення екологічної ситуації. У статті проведено аналітичне дослідження сучасних підходів до оцінювання та перерозподілу паркувального попиту, зосереджене на статистичних моделях (гравітаційні моделі, регресійні залежності, поведінкові логіт-моделі) та інфраструктурних інструментах управління (зонування територій, паркувальні хаби, зміна пропозиції місць, тарифна політика).

Дослідження включає узагальнення міжнародних досліджень, порівняльний аналіз ефективності моделей та побудову демонстраційного сценарію перерозподілу попиту для умовного міста з базовим зонуванням. Отримані результати свідчать, що поєднання аналітичних моделей із практичними інфраструктурними заходами дозволяє прогнозовано перенаправляти надлишковий попит, знижувати тиск на центральні райони та оптимізувати навантаження на міську транспортну систему.

Практична значущість роботи полягає у формуванні рекомендацій щодо проєктування реконструкцій, впровадження паркувальних хабів та застосування диференційованих тарифів з урахуванням просторової динаміки попиту. Запропонований підхід може бути використаний міськими адміністраціями, операторами паркування та фахівцями з транспортного планування для підвищення ефективності управління паркувальними ресурсами та підтримки стійкої міської мобільності.

Ключові слова: перерозподіл паркувального попиту, гравітаційні моделі, регресійні моделі, паркувальні хаби, міська інфраструктура, динамічне ціноутворення, TAZ-зонування, транспортне планування, міська мобільність.

Abstract. Infrastructure transformations in the cities, including the creation of pedestrian zones, reconstruction of street networks, adjustments to land-use regulations, and the introduction of new transport facilities — often lead to significant spatial shifts in parking demand. Without adequate planning, such changes trigger secondary overloads in adjacent districts, increase cruising time in search of available spaces, intensify local congestion, and contribute to environmental degradation. This article presents an analytical study of contemporary approaches to assessing and redistributing parking demand, focusing on statistical models (gravity-based models, regression methods, behavioral logit models) and infrastructure-oriented management tools (TAZ-based zoning, parking hubs, supply adjustments, pricing strategies).

The research includes a synthesis of international research, comparative evaluation of model effectiveness, and the construction of a demonstration scenario for an urban-scale baseline model applied to a hypothetical city. The results show that combining analytical demand-allocation models with practical infrastructure measures enables predictable redistribution of excess parking loads, reduces pressure on central areas, and optimizes the overall performance of the urban transport system. The practical significance of this work lies in forming recommendations for street transformation projects, planning parking hubs, and implementing differentiated pricing policies while taking spatial demand dynamics into account. The proposed approach can be used by municipal authorities, parking operators, and transport-planning professionals to improve parking-resource management and support sustainable urban mobility.

Keywords: parking demand redistribution, gravity models, regression analysis, parking hubs, urban infrastructure, dynamic pricing, TAZ zoning, transport planning, urban mobility.

DOI: 10.31649/1681-7893-2025-50-2-87-95

ВСТУП

Інтенсивна урбанізація та зростання рівня автомобілізації створюють суттєвий тиск на транспортну та паркувальну інфраструктуру міст. У дослідженнях неодноразово підкреслюється, що значна частка міського трафіку генерується саме внаслідок пошуку вільного паркомісця. Наприклад, Hampshire and Shoup (2018) показують, що *cruising for parking* може становити до 30% усіх поїздок у центральних районах, що призводить до збільшення заторів, витрат пального та шкідливих викидів. Проблема ускладнюється у випадках інфраструктурних трансформацій - зміни організації руху, створення пішохідних зон, реконструкція вулиць або зміна пропозиції паркомісць. За результатами Levy and Benenson (2015), будь-яке скорочення пропозиції паркування у центральних територіях запускає каскад перерозподілу попиту в суміжні зони, часто призводячи до вторинного перевантаження. Аналогічні висновки наводять Piccialli et al. (2025), демонструючи, що інфраструктурні втручання без попереднього моделювання та оцінки можуть створювати локальні "гарячі точки" інтенсивного транспортного навантаження. У відповідь на ці виклики у сучасній науковій літературі активно розвиваються методи прогнозування просторового розподілу паркувального попиту та моделі його перерозподілу. Дослідження Peeg and Lehner (2019) підтверджують, що гнучкі тарифи та політики управління попитом здатні зменшувати навантаження на центральні райони, тоді як Samarapayake et al. (2022) наголошують на важливості поєднання інфраструктурних рішень із поведінковими моделями вибору. З іншого боку, впровадження інженерних рішень, таких як перехоплюючі паркувальні хаби, зонування міста на транспортно-аналітичні зони (TAZ), а також інтеграція інтелектуальних систем моніторингу, може створити більш збалансований просторовий розподіл попиту. Chester et al. (2015) зазначають, що перерозподіл попиту можливий лише за умов наявності привабливих альтернатив, тоді як Litman (2020) підкреслює неперервність впливу паркувальної політики на загальну ефективність транспорту. Подібна інтеграція паркувальних хабів у систему прогнозування корелює з підходом, запропонованим у роботі Копиці та Кветного (2025), де показано, що використання модуля інтеграції з хабами підвищує точність прогнозів та забезпечує оперативне реагування на зміни доступності паркомісць.

Метою дослідження є аналіз сучасних статистичних та інженерних підходів до перерозподілу паркувального попиту за умов змін міської інфраструктури, а також їх адаптація для умовного реального міста. Об'єкт дослідження, це - система просторового розподілу паркувального попиту в міських умовах. Предмет дослідження є методи оптимізації та управління цим розподілом з використанням статистичних, поведінкових та інфраструктурних моделей.

СУЧАСНІ НАУКОВІ ПІДХОДИ ДО МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ПОПИТОМ НА ПАРКУВАННЯ

Проблематика паркування у міських центрах досліджується вже понад кілька десятиліть, охоплюючи статистичні моделі, поведінкові підходи та інфраструктурні стратегії управління. Значна частина сучасних робіт фокусується на тому, як зміни у міській інфраструктурі впливають на просторовий розподіл паркувального попиту, а також як математичні моделі можуть прогнозувати ці зрушення.

Статистичні моделі традиційно посідають центральне місце у дослідженнях паркувальної поведінки. Одними з найбільш ранніх і впливових є гравітаційні моделі, що застосовуються для прогнозування переміщення надлишкового попиту між сусідніми зонами міста. Bates (1972) одним із перших продемонстрував, що перетоки попиту формуються пропорційно доступній місткості паркомісць у суміжних зонах та обернено пропорційно відстані до них. Подібні підходи були розвинені у більш сучасних роботах, зокрема Chester et al. (2015), які аналізують взаємозв'язок між паркувальною інфраструктурою та територіальним розвитком міст, а також Alves et al. (2023), що підтверджують

ефективність гравітаційних моделей у сценаріях, де пропозиція місць змінюється внаслідок реконструкцій чи розвитку нових районів. Регресійні моделі дозволяють оцінювати вплив соціально-економічних та просторових факторів на попит. Meng et al. (2018) успішно застосували Тобіт-регресію для аналізу попиту на паркування в університетських кампусах, враховуючи вартість паркування, щільність забудови та доступність альтернативного транспорту. Інші дослідники застосовують географічно зважену регресію (GWR) для врахування просторової неоднорідності, що є важливою для міських середовищ із високою варіативністю попиту між зонами (Piccioni et al., 2019; Kobus et al., 2013). Упродовж останнього десятиліття спостерігається зміщення у бік моделей машинного навчання. Piccialli et al. (2025) запропонували використання нейронних мереж та архітектури "цифрового двійника" для прогнозування завантаженості паркування у реальному часі. Samaranayake et al. (2022) демонструють, що ансамблеві алгоритми здатні адаптуватися до швидких інфраструктурних змін та суттєво покращують точність прогнозування.

Поведінкові моделі відіграють ключову роль у прогнозуванні реакцій користувачів на інфраструктурні та цінові зміни. Kobus et al. (2013) показують, що водії часто віддають перевагу дешевшому вуличному паркуванню перед гаражами, навіть за умови збільшення тривалості пішохідного підходу. Це явище, відоме як "вулична премія", формує суттєві виклики при плануванні паркувальної політики. Gragera and Albalade (2016) підкреслюють, що водії приймають рішення на основі комплексної корисності, що враховує вартість, ризик штрафів, відстань та час пошуку. У межах транспортної економіки широко використовуються дискретні вибіркові моделі. Peer and Lehner (2019) демонструють, що цінові стимули суттєво впливають на вибір місця паркування та можуть бути ефективним інструментом перерозподілу попиту між зонами. Серед поведінкових підходів логіт-моделі вважаються найбільш інформативними, оскільки дозволяють ясно відобразити компроміси між ціною, зручністю та часом. Подібні результати узгоджуються із висновками Копиці та Кветного (2025), де також відзначається, що гібридні моделі на основі часових рядів і просторової динаміки забезпечують приріст точності 20–25%.

На рівні міської політики увага часто приділяється інструментам управління попитом. Litman (2020) вказує, що диференційовані тарифи та інструменти регулювання (зокрема, обмеження часу стоянки, резидентні дозволи, зонування) здатні суттєво зменшити перевантаження у центрах міст. Chester et al. (2015) розглядають паркувальні хаби та перехоплюючі паркінги як ключовий елемент політики зменшення трафіку, підкреслюючи необхідність поєднання інфраструктурних заходів із стимулюванням використання громадського транспорту. Piccialli et al. (2025) показують, що інтелектуальні системи моніторингу, інтегровані з цифровими двійниками, дозволяють моделювати сценарії змін у реальному часі та прогнозувати вплив реконструкцій на завантаженість зон. Це дає змогу містам проводити попередні оцінки наслідків і формувати адаптивні транспортні стратегії.

ФОРМУЛЮВАННЯ ДОСЛІДНИЦЬКОЇ ПРОБЛЕМИ ТА ЦІЛЕЙ МОДЕЛЮВАННЯ

Аналіз наукових досліджень показує, що перерозподіл паркувального попиту є складним багатофакторним процесом, який поєднує поведінкові реакції водіїв, інфраструктурні обмеження та економічні стимули. Як зазначають Chester et al. (2015), будь-яке втручання у структуру міського простору — скорочення кількості паркомісць, відкриття нових об'єктів притягання, зміни транспортних потоків — неминуче трансформує просторову конфігурацію попиту. Локальні зміни у пропозиції можуть формувати каскадне перенавантаження сусідніх зон, якщо такі ефекти не враховані на етапі планування (Levy & Benenson, 2015). Водночас дослідження Litman (2020) та Samaranayake et al. (2022) підкреслюють, що інструменти управління попитом працюють ефективно лише за умови попереднього моделювання сценаріїв. Узагальнений у статті Копиці та Кветного (2025) аналіз сучасних підходів до управління паркуванням підтверджує необхідність поєднання IoT-інфраструктури, алгоритмів ШІ та динамічного ціноутворення для підвищення ефективності використання паркувального простору. Інфраструктурні заходи, такі як створення перехоплюючих хабів або перерозподіл пропозиції між зонами, повинні узгоджуватися з прогнозами поведінки водіїв та очікуваними змінами у щільності руху. Це вимагає інтегрованого підходу, що поєднує статистичні моделі, поведінкові моделі вибору та інженерні рішення.

На основі проведеного огляду формується необхідність у розробленні методичного підходу, що дозволяє: оцінити початковий просторовий розподіл попиту з урахуванням перевантажених зон і резервів місткості, спрогнозувати перетоки попиту у разі змін у пропозиції або вулично-дорожній мережі, інтерпретувати поведінкові реакції водіїв на зміну тарифів, доступність альтернатив та відстань до місця призначення, проаналізувати ефективність інфраструктурних рішень, включно зі створенням TAZ-зонування, хабів та структурними змінами в мережі доступу, сформулювати рекомендації для міських управлінців та операторів паркування щодо оптимального балансування попиту між зонами.

Таким чином, метою розділу є формальне визначення завдання розробки інтегрованої моделі оцінювання та прогнозування перерозподілу паркувального попиту в умовах інфраструктурних змін.

МЕТОДИКА ІНТЕГРОВАНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДЕМОНСТРАЦІЯ СЦЕНАРІЇВ ПЕРЕРОЗПОДІЛУ

Просторовий перерозподіл паркувального попиту в умовах інфраструктурних трансформацій потребує комплексної методики, яка поєднує статистичне моделювання, поведінкові оцінки та інженерно-планувальні рішення. Як зазначає Bates (1972), базова логіка перетоку надлишкового попиту ґрунтується на взаємодії між ємністю зон та їх просторовою доступністю. У сучасних дослідженнях ці принципи інтегруються у багаторівневі моделі, що враховують як фізичні параметри зон (місткість, відстань, час доступу), так і поведінкові характеристики водіїв (готовність підвищувати відстань ходьби, чутливість до тарифів) (Kobus et al., 2013; Gragera & Albalade, 2016). Переваги комплексного підходу до моделювання підтверджуються й у дослідженні Копиці та Кветного (2025), де продемонстровано, що інтеграція різних джерел даних у реальному часі дозволяє зменшити затримки оновлення на 10–12% і оптимізувати розподіл попиту. Загальну структуру інтегрованої моделі, що включає гравітаційний модуль, поведінковий модуль та інфраструктурний блок, наведено на рисунку 1.

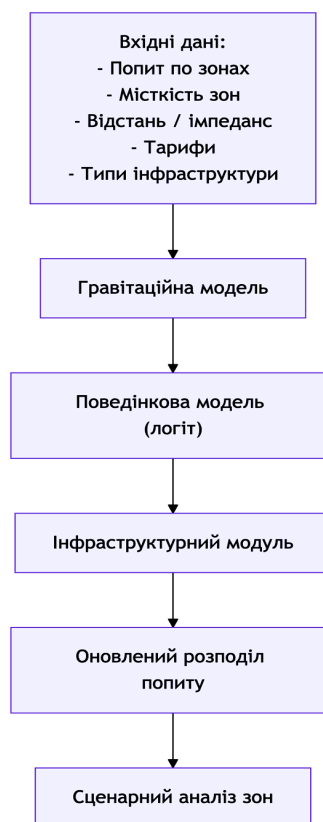


Рисунок 1 – Інтегрована структура моделі перерозподілу паркувального попиту.
(Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень)

Запропонована модель включає три основні компоненти. Гравітаційний розподіл надлишкового попиту, що формує первинний прогноз перетоків між зонами відповідно до доступної місткості (Bates, 1972; Alves et al., 2023). Модуль поведінкового вибору, який уточнює ці перетoki з урахуванням корисності альтернативних варіантів паркування для водія (Peer & Lehner, 2019). Інфраструктурний модуль, що дозволяє моделювати зміни у пропозиції місць, доступності зон, тарифах та транспортних маршрутах (Litman, 2020; Chester et al., 2015). Об'єднання цих підходів забезпечує здатність моделі прогнозувати як локальні, так і системні ефекти у відповідь на зміни структури міського простору.

Для демонстрації роботи моделі розглянемо умовне місто, поділене на чотири зони: центральну (A), дві прилягаючі (B та C) та периферійну (D). Подібна структура відповідає логіці зонування транспортно-аналітичних зон (TAZ), що застосовується у реальних транспортних моделях (Litman, 2020). Схему зонування умовного міста (TAZ-структуру) наведено на рисунку 2.

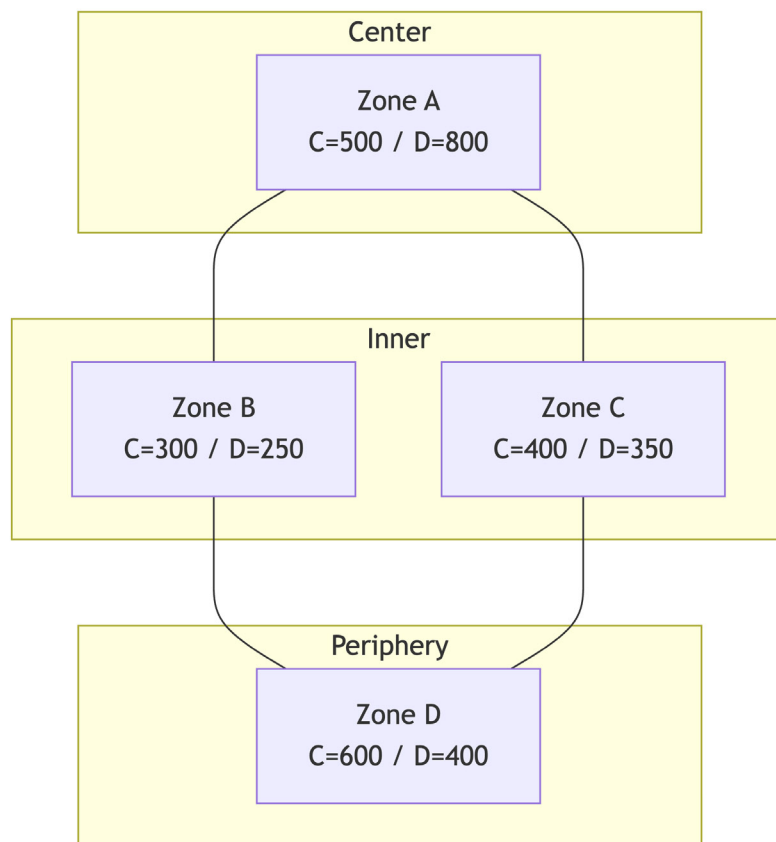


Рисунок 2 – Схематичне зонування умовного міста за моделлю TAZ (зони A–D) з початковими параметрами попиту та пропозиції.

(Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень)

Початкові параметри зон. Zone A (центр): 500 місць, попит 800 авто (надлишок 300). Zone B: 300 місць, попит 250 авто. Zone C: 400 місць, попит 350 авто. Zone D: 600 місць, попит 400 авто. Як у Levy and Benenson (2015), надлишок попиту в центральній зоні породжує системний ефект — хаотичні спроби знайти парковку, перенавантаження сусідніх кварталів і збільшення cruising time. На основі принципів Bates (1972), первинний перерозподіл надлишкових 300 авто з зони A формується згідно з доступною місткістю сусідніх зон, відстанню (або узагальненим імпедансом). У результаті зона B отримує приблизно 50 авто, зона C — 50 авто, зона D — ~200 авто (якщо поведінкові бар'єри не враховувати). Однак, як фіксують Kobus et al. (2013), реальні водії не завжди готові їхати на периферію; поведінкові аспекти зменшують реальну частку перетоків у віддалені зони.

МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОЇ І ЦИФРОВОЇ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ТА СИГНАЛІВ

Для оцінювання впливу інфраструктури розглянемо сценарій реконструкції центру: частина вулиць перетворюється на пішохідні, а кількість паркомісць скорочується на 20%. Подібні сценарії активно використовуються у дослідженнях інфраструктурних втручань (Chester et al., 2015; Samaranayake et al., 2022). Порівняння початкової конфігурації міста та стану після інфраструктурних змін наведено на рисунку 3.

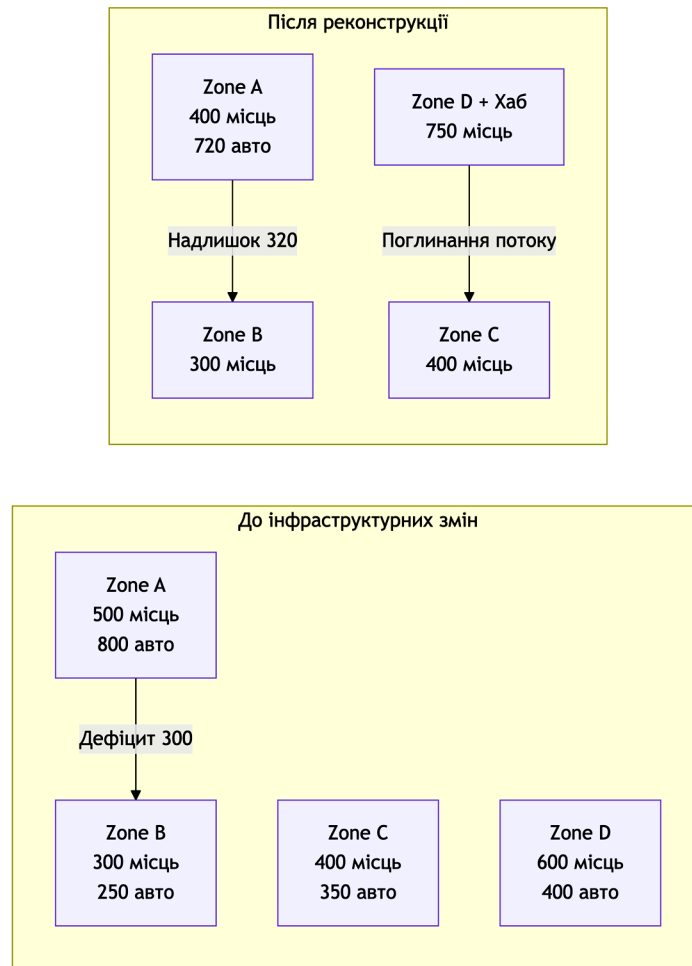


Рисунок 3 – Порівняння стану паркувальної системи до та після інфраструктурних змін (реконструкції центру, зменшення місткості, введення перехоплюючого хабу).

(Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень)

Інтервенції у сценарії скорочення місткості Zone A до 400 місць, запуск нового перехоплюючого хабу на межі зон B/D (150 місць), зміна тарифної політики (підвищення в A і B, зниження у C і D), впровадження системи навігації до вільних зон. Такі заходи узгоджуються з практиками, описаними Litman (2020), та результатами цифрових двійників у Piccialli et al. (2025). Peer and Lehner (2019) демонструють, що підвищення тарифів на 50% знижує попит приблизно на 10–15%. Для нашого сценарію припустимо, що кількість авто, які прагнуть паркуватися в A, скоротиться з 800 до 720. Оновлений гравітаційно-поведінковий перерозподіл після змін Zone A: заповнюється повністю (400 місць). Надлишок 320 авто потребує перерозподілу. Поведінкова модель (Kobus et al., 2013) передбачає, що частка водіїв оберне ближчі альтернативи зона B — 50 авто, зона C — 50–60 авто, зона D (включно з хабом) — 150–200 авто, інші змінюють спосіб пересування або час поїздки (Chester et al., 2015). Схематичне відображення потоків перетоку попиту між зонами подано на рисунку 4.

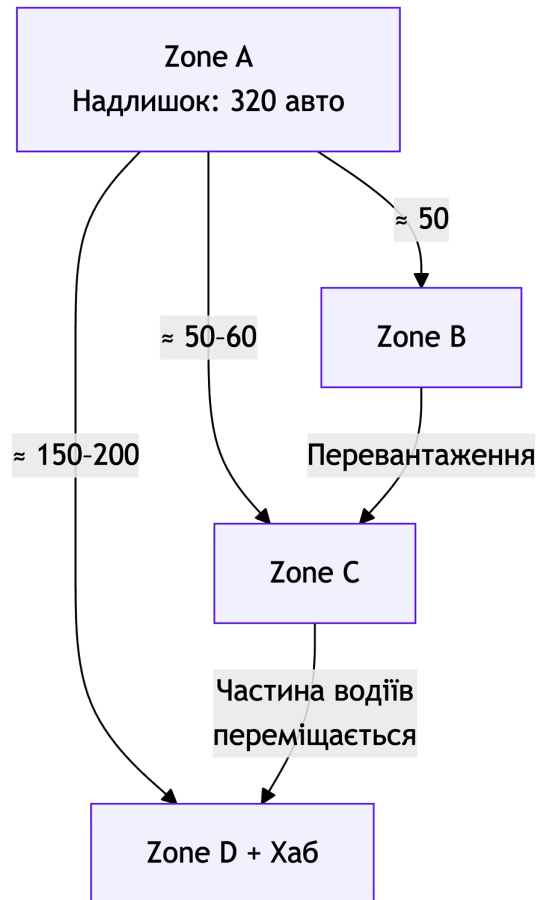


Рисунок 4 – Потоки перерозподілу надлишкового паркувального попиту між зонами після інфраструктурного втручання.

(Джерело: розроблено автором на основі власних досліджень)

Результати демонстраційного сценарію підтверджують такі ключові положення - перерозподіл неминучий. Скорочення пропозиції в центрі формує хвилю перенаправлення попиту (Levy & Benenson, 2015). Комбіновані заходи — найефективніші, хаби, тарифи, навігація працюють значно краще, ніж окремі інструменти (Peer & Lehner, 2019; Litman, 2020). Поведенковий компонент критично важливий. Моделі чистого тяжіння переоцінюють рух у віддалені зони; реальні водії часто залишаються ближче до центру (Kobus et al., 2013). Цифрові двійники та ML-системи суттєво покращують управління транспортними потоками (Piccialli et al., 2025). У сукупності це підкреслює, що ефективне управління паркуванням у період інфраструктурних змін можливе лише за умови використання інтегрованих моделей, багатоджерельних даних і адаптивних інструментів прогнозування.

ВИСНОВКИ

У проведеному дослідженні проаналізовано сучасні статистичні, поведінкові та інфраструктурні підходи до перерозподілу паркувального попиту в умовах трансформації міського середовища. Отримані результати підтверджують, що ефективне управління паркувальними ресурсами можливе лише за умови комплексного використання моделей різних типів від гравітаційних та регресійних до поведінкових логіт-моделей та інструментів цифрового моделювання. Як показано у роботах Bates (1972) та Alves et al. (2023), просторовий перерозподіл попиту підпорядковується закономірностям тяжіння та доступності, однак реальна поведінка водіїв нерідко модифікує ці патерни. Дослідження Kobus et al. (2013) та Gragera and Albalade (2016) демонструють, що рішення водіїв визначається багатофакторною корисністю, а не лише відстанню чи наявністю місця. Тому поведінкові моделі є ключовими у сценаріях, пов'язаних зі

зміною тарифів та організації руху. Результати моделювання на прикладі умовного міста підтверджують висновки Chester et al. (2015) і Litman (2020) щодо важливості поєднання інженерних інтервенцій та управлінських стратегій. Створення перехоплюючих хабів, введення диференційованих тарифів та застосування систем навігації формують ефективний механізм пом'якшення наслідків скорочення паркувальних площ у центральних районах.

У цілому, дослідження демонструє, що інфраструктурні зміни неминуче запускають перетоки попиту, які можуть бути передбачені за допомогою інтегрованого моделювання, комбіновані стратегії управління попитом значно ефективніші, ніж окремі інструменти, моделювання поведінки водіїв дозволяє сформувати більш точні прогнози та уникнути системних перевантажень, інтелектуальні цифрові інструменти (Piccialli et al., 2025) підвищують точність та оперативність транспортного планування, практична цінність роботи полягає у можливості застосування запропонованих методів для обґрунтування рішень міських адміністрацій щодо реконструкції вуличного простору, створення нових паркінгів, зміни тарифної політики та оптимізації міської мобільності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Hampshire, R. C., & Shoup, D. (2018). What share of traffic is cruising for parking? *Journal of Transport Economics and Policy*, 52(3), 184–201. URL: <https://www.ingentaconnect.com/content/lse/jtep/2018/00000052/00000003/art00003>.
2. Kopytsia, V., & Kvyetnyy, R. (2025). Module for integrating parking hubs with the parking lot occupancy forecasting system. *Information Technologies and Computer Engineering*, 22(1), 93–102. <https://doi.org/10.63341/vitce/1.2025.93>.
3. Levy, N., & Benenson, I. (2015). GIS-based method for assessing city parking patterns. *Journal of Transport Geography*, 46, 220–231. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2015.06.015>.
4. Piccialli, F., Vickerman, M., & Musso, A. (2025). A digital twin framework for urban parking management and mobility forecasting. *Nature Communications*, 14, 65306. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-65306-w>.
5. Kopytsia, V., & Kvetny, R. (2025). Analysis of approaches to improving intelligent parking management technologies. *Optical-electronic information and energy technologies*, 49(1), 157–167. <https://doi.org/10.31649/1681-7893-2025-49-1-157-167>.
6. Peer, S., & Lehner, S. (2019). The price elasticity of parking: A meta-analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 121, 177–191. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.01.014>.
7. Samaranayake, P., Gunawardana, U., Jayasinghe, A., & Sandanayake, Y. (2022). Parking assessment in the context of growing construction activity and infrastructure changes: Simulation of impact scenarios. *Sustainability*, 14(9), 5098. <https://doi.org/10.3390/su14095098>.
8. Chester, M., Fraser, A., Matute, J., Flower, C., & Pendyala, R. (2015). Parking infrastructure: A constraint on or opportunity for urban redevelopment? *Journal of the American Planning Association*, 81(4), 268–286. <https://doi.org/10.1080/01944363.2015.1092879>.
9. Litman, T. (2020). Parking management: Comprehensive implementation guide. Victoria Transport Policy Institute. URL: https://www.vtpi.org/park_man.pdf.
10. Bates, J. W. (1972). A gravity allocation model for parking demand. *Highway Research Record*, 395, 1–4.
11. Alves, F., Cardoso, J., Rodrigues, A., & Sousa, M. (2023). Environmental and social benefits of urban parking space shortages mitigation management model: A system dynamics and nudge approach. *Sustainability*, 17(14), 6414. <https://doi.org/10.3390/su17146414>.
12. Meng, F., Du, Y., Leung, C. L., & Wong, S. C. (2018). Modeling heterogeneous parking choice behavior on university campuses. *Transport Planning and Technology*, 41(2), 154–169. <https://doi.org/10.1080/03081060.2018.1407518>.
13. Piccioni, C., Vickerman, M., & Musso, A. (2019). Investigating effectiveness of on-street parking pricing schemes in urban areas: An empirical study in Rome. *Transport Policy*, 80, 136–147. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.10.010>.
14. Kobus, M., Gutiérrez-i-Puigarnau, E., Rietveld, P., & van Ommeren, J. N. (2013). The on-street parking premium and car drivers' choice between street and garage parking. *Regional Science and Urban Economics*, 43(2), 395–403. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2012.10.001>.

15. Gragera, A., & Albalade, D. (2016). The impact of curbside parking regulation on garage demand. *Transport Policy*, 47, 160–168. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.02.002>.
16. Bisikalo, O., Kharchenko, V., Kovtun, V., Krak, I., Pavlov, S. Parameterization of the Stochastic Model for Evaluating Variable Small Data in the Shannon Entropy Basis, *Entropy*, 2023, 25(2), 184

Надійшла до редакції: 5.08.2025

КОПИЦЯ ВАДИМ ОЛЕКСАНДРОВИЧ – аспірант групи 126-23а, факультету інтелектуальних інформаційні технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, *e-mail: vadyk.kopytsia@gmail.com*

КВЕТНИЙ РОМАН НАУМОВИЧ – доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, 21021, вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна, *e-mail: rkvetny@sprava.net*

VADYM KOPYTSIA, ROMAN KVYETNYI

**APPROACHES TO MANAGING THE REDISTRIBUTION OF PARKING
DEMAND UNDER URBAN INFRASTRUCTURE CHANGES**

Vinnytsia National Technical University