

2. Сутність та концепції стратегічного управління // Стратегічне управління підприємством та сучасним містом: теоретика-методичні засади : монографія / Н. Е. Аванесова, О. В. Марченко ; М-во освіти і науки України, Харків. нац. ун-т. буд-ва та архітектури. Харків, 2015. С. 7–47.

3. Білопільський М. Г., Чигарьов Д. В. Напрями управління ефективністю при забезпеченні стратегічного розвитку підприємства. *Вісник економічної науки України*. 2017. № 2. С. 12–17.

4. Забродська Л. Д. Загальна характеристика процесу стратегічно управління // Стратегічне управління : реалізація стратегії : навч. посіб. / Л. Д. Забродська. Харків, 2004. С. 7–33.

5. Мізюк Б. М. Роль та місце стратегічного управління. Еволюція завдань та види стратегічного управління // *Стратегічне управління* : підручник. 2-ге вид., перероб. і допов. Львів, 2007. С. 6–54.

6. Скібіцький О. М. Загальна характеристика стратегічного управління // Стратегічний менеджмент : навч. посіб. / О. М. Скібіцький. Київ, 2006. С. 6–46.

7. Мамонтова Н. А. Управління вартістю компанії навтогазового комплексу в умовах інноваційного розвитку : монографія / Н. А. Мамонтова. Львів : ПАІС, 2011. 484 с.

## **РОЛЬ МОДЕЛЮВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У ВИРШЕННІ АКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ УКРАЇНИ**

*Забарило О. В.<sup>1</sup>, Коротких Ю. А.<sup>2</sup>, Забарило П. О.<sup>3</sup>*  
*Київський національний університет будівництва та архітектури*  
*E-mail: <sup>1</sup>zabarylo.ov@kmba.edu.ua, <sup>2</sup>korotkykh.iaa@kmba.edu.ua*  
*<sup>3</sup>pashtet1605@gmail.com*

Транспортні проблеми України добре відомі та все ще достатньо актуальні – зростання рівня автомобілізації та, як наслідок, стабільно зростаюча інтенсивність дорожнього руху, вичерпання пропускної здатності магістралей вулично-дорожньої мережі (ВДМ) та автомобільні затори в години пік на ключових її вузлах і т.д. Тривалий час проблеми такого характеру вирішувались екстенсивним шляхом – розширенням існуючої транспортної інфраструктури, проте у сучасних реаліях це стає все менш раціональним варіантом і виникає гостра необхідність використання інакших підходів, націлених перш за все на підвищення ефективності управління транспортними потоками (ТП) та застосування до них нових алгоритмів автоматизації. Зокрема, загост-

рюється питання оптимізації управління та перерозподілу руху на ВДМ, так як міські ТП є доволі важким для вивчення та формалізації об'єктом, що обумовлено наступними їх особливостями:

1. Стохастична поведінка – характеристики ТП можна прогнозувати лише з певною часткою ймовірності. Транспортні потоки рухаються по мережі, яка володіє певними характеристиками, що допускають більш-менш точний опис.

2. Нестационарність – коливання характеристик відбуваються як мінімум у трьох циклах: добовому, тижневому та сезонному.

3. Неповна керованість, суть якої полягає в тому, що навіть при наявності повної інформації про потоки і можливість інформування водіїв про необхідний порядок дій, ці вимоги носять скоріш рекомендаційний характер.

4. Множинність критеріїв якості, таких як: затримка в дорозі, середня швидкість руху, прогнозоване число дорожньо-транспортних пригод (ДТП), об'єм шкідливих викидів у атмосферу і т.д. Більшість характеристик взаємопов'язані, а отже виділити та відокремити якусь одну без врахування впливу інших не уявляється можливим.

5. Складність замірів навіть основних характеристик, що визначають якість управління та принципова неможливість проведення масштабних натурних експериментів у сфері управління дорожнім рухом, що обумовлено необхідністю забезпечення безпеки руху, матеріальними і трудовими витратами на проведення експериментів, а також тим фактом, що це може негативно позначитись на функціонуванні всієї ВДМ в цілому.

Таким чином, складності формалізації процесів руху транспортного потоку стали серйозною причиною відставання результатів наукових досліджень від вимог практики і це приводить до необхідності використання більш сучасного підходу до вирішення поставлених задач із залученням інформаційних технологій. Одним зі шляхів вивчення та подолання озвученої проблеми може бути узагальнюючий підхід до об'єкта вивчення. Зокрема, із застосуванням нових принципів розвитку теорії транспортного моделювання.

Сучасне моделювання параметрів руху ТП на маршрутах міського транспорту загального користування та індивідуального легкового автотранспорту ведеться на основі даних про структуру транспортного попиту, цілі поїздок, види перевезень та періоди часу. Програми для моделювання руху ТП можна умовно поділити на програми, що відносяться до макромоделювання, мезомоделювання, мікромоделювання, а також такі, що підтримують одразу декілька рівнів моделювання одразу.

На мікрорівні транспортні засоби розглядаються як індивідуальні сутності, що володіють своїми певними характеристиками та патернами поведінки. На цьому рівні переважають моделі «розумного водія», в яких прискорення автомобіля описується певною функцією від швидкості цього автомобіля, відстані до автомобіля, що рухається попереду та швидкості відносно лідера. На мезорівні окремо взяті машини не моделюються, але враховуються поведінкові особливості водіїв. До цього рівня відносяться кластерні моделі, що оперують групами транспортних засобів, що рухаються із приблизно однаковою швидкістю на невеликій відстані одне від одного, та моделі, що використовують розподілення вірогідностей для опису швидкостей транспортних засобів на певних ділянках ВДМ. На макрорівні транспортна мережа розглядається як єдине ціле, а потоки автомобілів – як потоки часток у рідинних середовищах.

В таких комерційних пакетах як CORSIM(Federal Highway Administration), Paramics Modeller(Quadstone Paramics, Велика Британія), Aimsun (TSS, Іспанія, Барселона), SimTraffic (Trafficware Corporation, США), PTV Vision (PTV Group, Німеччина) вихідний код не доступний для зміни чи досліджень і ці пакети реалізовані, як правило, операційної системи Windows. В таких академічних розробках, як пакет SUMO (Німеччина) вихідний код доступний для скачування та модифікації і існують версії пакету для ряду популярних операційних систем.

Таблиця 1.

**Програмні пакети моделювання транспортних потоків  
на макро-, мезо- та мікрорівнях**

Макромодельовання	Мезомодельовання	Мікромодельовання
Aimsun, DYNEV, Emme, OmniTRANS, OREMS, TransCAD, TransModeler, VISUM CUBE VOYAGER	Aimsun, Cube, Dynameq, DynusT, DYNASMART, TRANSIMS, TransModeler	Aimsun, CORSIM, CityTrafficSimulator, CORSIM, DRACULA, DYNASIM, MATSim, Quadstone Paramics, Sidra Intersection, Sidra Trip, SimTraffic, SIAS Paramics, TransModeler, SUMO, VISSIM

Програмні пакети для макро- і мезомодельовання дозволяють вирішувати такі задачі, як планування транспортної інфраструктури громадського транспорту, графічна обробка мережі, аналіз і оцінка транспортних мереж, прогноз запланованих заходів із оптимізації ВДМ та створення платформи для транспортних інформаційних систем. Програми для мікромодельовання ТП інтенсивно розвиваються у зв'язку зі зростанням обчислювальних потужностей, можливостей

3D-візуалізації та обробки великого масиву наявних даних, що збираються з мільйонів транспортних засобів. Це дозволяє отримувати і враховувати дані про швидкості та маршрути транспорту за різних умов руху.

Багато програм, що підтримують мікромодельовання, дозволяють створювати транспортні схеми та накладати їх на карти, Такі карти, по суті, слугують фоновим зображенням, поверх якого наносяться транспортні мережі міст. В більшості програмного забезпечення для мікромодельовання існує можливість встановлювати максимальну та мінімальну швидкості руху, типи дорожніх ділянок, їх пропускну здатність, тощо.

Вдосконалення методик модельовання може стати важливою віхою в тривалому процесі подолання актуальних проблем транспортно-планувальної інфраструктури України. Сучасне програмне забезпечення, що використовується для підтримки прийняття рішень при проектуванні та керуванні транспортними потоками поки не охоплює усі їх параметри та характеристики, пропонуючи лише спрощене уявлення про об'єкт дослідження з акцентом на окремі його аспекти. Особливу увагу, в залежності поставлених задач, приділяють рівню точності моделі, якості наявних даних, можливостям калібрування та верифікації моделі а також засобам візуального інтерфейсу. Найбільш перспективною на даний момент являється задача створення гібридних систем, що дозволяють одразу на декількох рівнях абстракції досліджувати різноманітні характеристики транспортних потоків. Для розробки науково-технічної основи такого програмного забезпечення необхідне більш детальне дослідження та співставлення наявних алгоритмів модельовання та розрахунку даних.

### Література

1. G. Kotusevski, K. A. Hawick, 2009, A Review of Traffic Simulation Software, Technical Report CSTN-095,
2. M. Hardy, K. Wunderlich, 2009, Traffic Analysis Tools Vol. IX, Work Zone Modeling and Simulation – A Guide for Analysts. Report No., Department of Transportation, Washington, DC. FHWA-HOP-09-001. FHWA, U.S.
3. Zabarylo A., Korotkikh Y., Zabarylo P., 2022. Methods of Modeling car Flows on the Road Network, III міжнар. наук.-практ. конф. «Розподілені програмні системи і технології», Kyiv, Ukraine,
4. L. Immers, S. Logghe, 2002, Traffic flow theory, Katholieke Universiteit Leuven, Curricular Material.

5. S. P. Hoogendoorn, P. H. L. Bovy, 2001, State-of-the-art of vehicular traffic flow modeling, Delft University of Technology.
6. W. Knose, L. Santen, A. Schadschneider, M. Schreckenberg, J. Phys. A. Gen, 2000, Towards a realistic microscopic description of highway traffic. 33.
7. Fornalchyk E. Y., Gylevich V. V., Mohyla I. A., 2020, Traffic flows modelling – Tutorial, Львівська політехніка, Lviv, Ukraine.
8. Ortuzar J. D., Willumsen L. G. 2011, Modelling transport., John Willey & Sons.
9. Kerner B. S., 2009, Introduction to modern traffic flow theory and control. The long road to three-phase traffic theory, Springer, New York City, USA.