

УДК 711.11

к.т.н., професор Осетрін М.М.,
Беспалов Д.О., Тацій М.П.,

Київський національний університет будівництва та архітектури

ВИКОРИСТАННЯ ДАНИХ ОПЕРАТОРІВ СТІЛЬНИКОВОГО ЗВ'ЯЗКУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ РУХОМОСТІ НАСЕЛЕННЯ НА ПРИКЛАДІ МІСТА КИЄВА ТА КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Приводиться методологія визначення рухомості шляхом збору та аналізу даних мобільного оператора.

Ключові слова: транспортна модель, транспортний попит, транспортна пропозиція, транспортний район, стільниковий зв'язок, базова станція, база даних.

Темпи розвитку сучасних міст, постійне зростання рівня автомобілізації призводять до виникнення та загострення великого ряду проблем, таких як погіршення екологічної ситуації, зростання потреби у місцях для зберігання автомобіля, ускладнення безпеки дорожнього руху і т.п. Збільшення викидів шкідливих речовин, затори, усе це є наслідком невдалої організації дорожнього руху. Як наслідок, наші міста несуть непрямі економічні збитки.

Вирішення цих проблем криється у системному підході до управління транспортними системами міст. Це оптимальна організація транспортних потоків, впровадження зрозумілої та прозорої схеми паркування, а також грамотному плануванню транспортної інфраструктури в цілому.

Для цього, в свою чергу, потрібні певні інструменти. Головним інструментом, що забезпечує прийняття управлінських рішень при стратегічному транспортному плануванні, є транспортна модель міста. Вона може слугувати для кількісної оцінки пропонованих варіантів розвитку транспортної мережі, їх подальшого порівняння та обґрунтованих висновків про доцільність інвестицій у проекти з розвитку транспортної інфраструктури.

Такі транспортні моделі, що побудовані на сучасних інформаційних технологіях представляють собою обчислювальні програмні комплекси, які на основі функціонально-просторових характеристик міста в сукупності з усіма наявними даними про транспортну пропозицію і попит розраховують найімовірніший розподіл транспортних і пасажирських потоків по вулично дорожній мережі. Ці розрахунки потім лягають в основу прогнозів розвитку міста та є необхідною аналітичною базою для прийняття рішень з розвитку транспортної інфраструктури міста.

Транспортну модель, що була створена у програмному середовищі PTV Vision VISUM, мають такі українські міста, як Київ, Львів, Івано-Франківськ.

Такі моделі не є статичними, і для більш точних результатів їх необхідно постійно калібрувати, тобто оновлювати данні про транспортний попит та загальні переміщення. В процесі калібрування необхідно домогтися максимальної близькості результатів, отриманих на основі моделювання, і даних, що було зібрано в результаті проведених обстежень рухомості населення та інтенсивності транспортних потоків.

Базовий спосіб для обстеження рухомості населення, це проведення анкетування. Однак цей спосіб є дуже трудомістким та потребує великого об'єму даних, які складно обробити. Серед інших, можна виділити спосіб обстеження рухомості за допомогою даних, отриманих від операторів стільникового зв'язку, щоб знизити трудові витрати на збір даних.

На прикладі обстеження, що виконувалося 2014 року для Києва та Київської області, ми більш детально розглянемо даний спосіб.

Технічний аспект

Будь-який мобільний телефон, що знаходиться в активному стані, здійснює пошук найближчої базової станції (Base station, BS). Одночасно, телефон може вимірювати рівень сигналу не більше ніж у 32-х базових станцій. Інформація, про шість кращих за рівнем сигналу базових станцій відсилається по службовому каналу на контролер, який, в свою чергу, вирішує, якій базовій станції передати дзвінок, коли абонент знаходиться у русі.

У кожній такої базової станції є свій унікальний номер (CID). Антени базових станцій розподілені на декілька секторів (Cell Sector), які працюють у різні сторони (рис.1). Кожен сектор може обслуговувати до 72-х дзвінків одночасно. Базова станція складається з шести секторів та може обслуговувати одночасно до 432-х дзвінків, однак зазвичай на базових станціях ставиться менша кількість передатчиків та секторів. У містах для забезпечення кращої якості зв'язку, оператори віддають перевагу більшій кількості базових станцій.

Базова станція може працювати у трьох діапазонах: 900 МГц – сигнал на такій частоті поширюється далі та краще проникає до будівель; 1800 МГц – сигнал поширюється на більш короткі відстані, але дозволяє встановити більшу кількість передатчиків на одному секторі; та 2100 МГц – це мережа 3G.

У момент підключення до сектору, фіксується час, за який сигнал від мобільного пристрою досягає базової станції – це параметр Timing Advance (корекція часового впередження). Завдяки цьому, відома не лише приналежність до базової станції, але й віддаленість абонента від неї.



Рис.1. Схематичне покрокове відображення інформації щодо місцезнаходження абонента.

Методика збору та оцінки даних про рухомість населення

Нами було проаналізовано переміщення абонентів мобільного оператора Київстар у місті Києві та Київській області. Пропонується виділити шість основних етапів встановлення цих переміщень.

Етап 1. Область транспортного моделювання ділиться на транспортні райони (ТР) (рис.2). Було запропоновано виділити транспортних районів. Для визначення меж ТР зазвичай використовується адміністративно-територіальний поділ (межі адміністративних районів, великих міст), значні природні перепони (великі річки, озера) або залізниці чи дороги районного значення. Найзначніші міста також діляться на певну кількість ТР, що підібрані з урахуванням порівняльної ідентичності в плані соціальних і економічних показників всередині даних районів (в залежності від кількості населення та площі міста).

Етап 2. Співробітниками оператора виконується прив'язка розташування базових станцій до наданих транспортних районів. Там, де один транспортний район перекривається сигналами декількох базових станцій, перевага віддається станції з кращим покриттям (сигналом).

Етап 3. Обирається часовий проміжок. Для аналізу, нами було обрано один календарний тиждень у жовтні 2014 року. У вихідні та у робочі дні (у часових проміжках з 00:00:00 до 07:59:59 та з 20:00:00 до 23:59:59) для кожної з груп абонентів виділяється так званий «домашній» транспортний район. Для цього задається наступне припущення: якщо група абонентів використовує певну базову станцію у вихідні дні та у нічний час, то транспортний район, що асоційовано з відповідною базовою станцією скоріш за все, є «домашнім» для

даної групи абонентів. Результати заносимо до бази даних, що містить номер «домашнього» ТР та кількості абонентів у ньому.

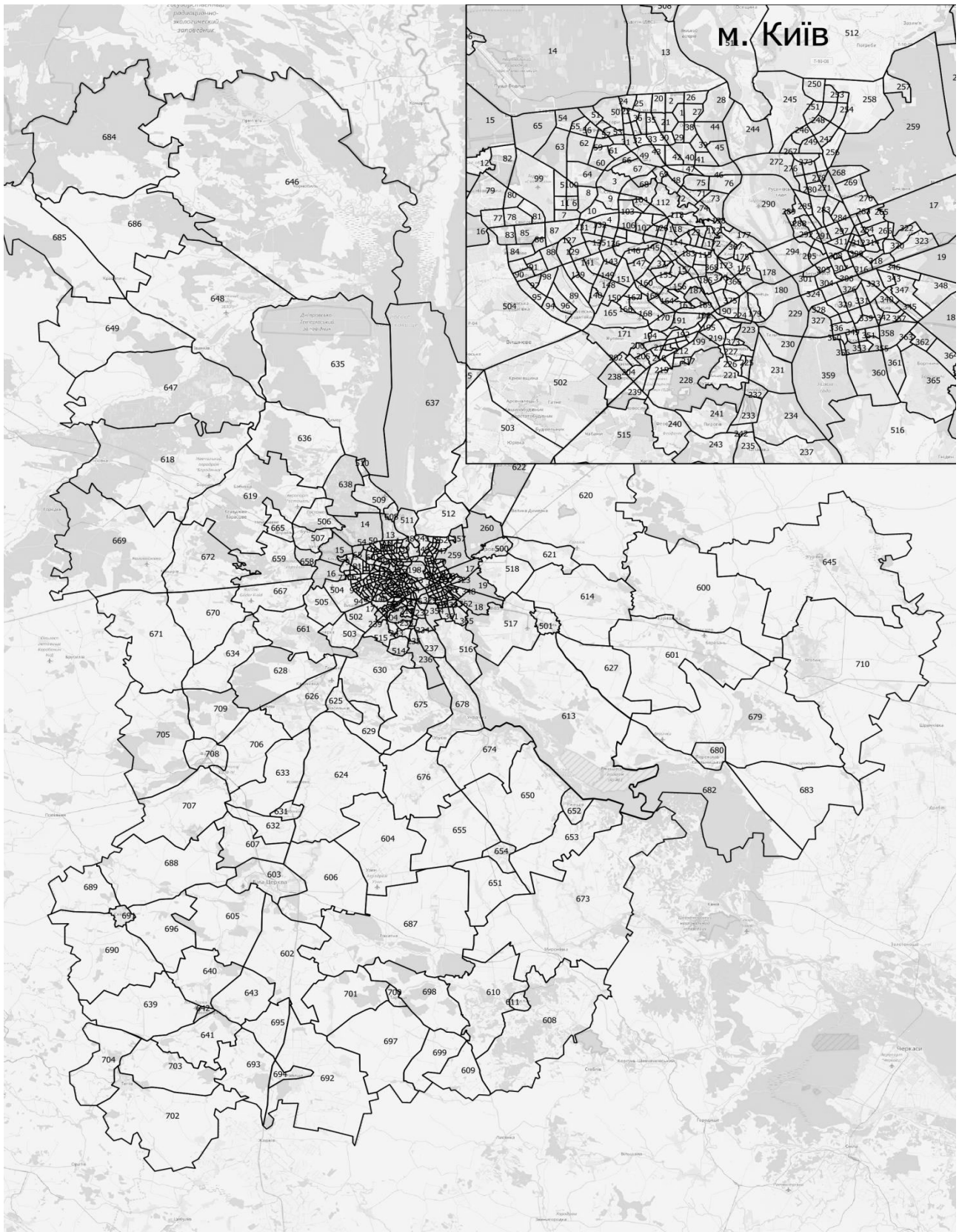


Рис.2. Фрагмент транспортного районування Київської області

Етап 4. До бази даних для кожного 15-хвилинного інтервалу тижня (00:00:00 – 0:15:00, 0:15:0 – 0:30:00 і т.д.), що обстежувався, заноситься наступна інформація: ідентифікатор групи (id «домашнього» транспортного району), дата та час, кількість абонентів з «домашнього» транспортного району X в транспортному районі Y

Етап 5. Будуються та візуалізуються матриці кореспонденцій (OD-matrix) для зони моделювання (розподіл транспортного попиту) (рис.3).

Етап 6. Для того, щоб перейти від переміщень абонентів одного оператора до абсолютних переміщень мешканців, нами було розділено переміщення абонентів на долю ринку цього оператора в області або місті. Це працює, якщо аналізуються дані одного оператора. Але якщо ми досліджуємо дані двох або трьох найбільших операторів одночасно, виникають складнощі: значна кількість людей використовує дві або навіть три sim-карти одночасно, а відсоток таких людей визначити неможливо. Для нашого дослідження було проаналізовано лише дані оператора «Київстар».

Таким чином, одразу можна виділити основний принцип: *одночасно слід досліджувати дані лише одного оператора.*

Результати. В результаті роботи, після обробки інформації ми отримали близько 500 000 переміщень абонентів з приміської зони та області до Києва та назад. Найбільше схильні до маятникової міграції Бровари (понад 60 000 переміщень), а також Петропавлівська та Софіївська Борщагівки (сумарно біля 90 000 переміщень), однак останнє обумовлено рівнем транспортного обслуговування та географічною близькістю цих міст до Києва.

Від 10 до 40 тисяч переміщень мають такі міста та села, як Крюківщина, Гатне, Боярка, Гостомель, Ірпінь, Вишгород, Новосілки, Васильків, Буча, Гнідин, Обухів, Українка.

Менше ж десяти тисяч переміщень мають Лютіж, Осещина, Лісники, Кременище, Ходосівка.

Висновки. Даний метод можна використовувати для вдосконалення та калібрування транспортної моделі міста Києва. Він не є затратним і не потребує значних зусиль на збір та обробку даних, а отже є доволі перспективним. Точність розрахунків становить близько 80-90% (похибка виникає через нерівномірність розподілу абонентів оператора стільникового зв'язку). Також, слід зазначити, що для відповідності Закону України «Про захист персональних даних», дослідження проводилося саме з групами абонентів, а не з окремими особами.

Проведення таких досліджень дасть змогу:

- аналізувати поведінку мешканців певних районів та займатися плануванням транспортних систем, пов'язаних з даною локацією;

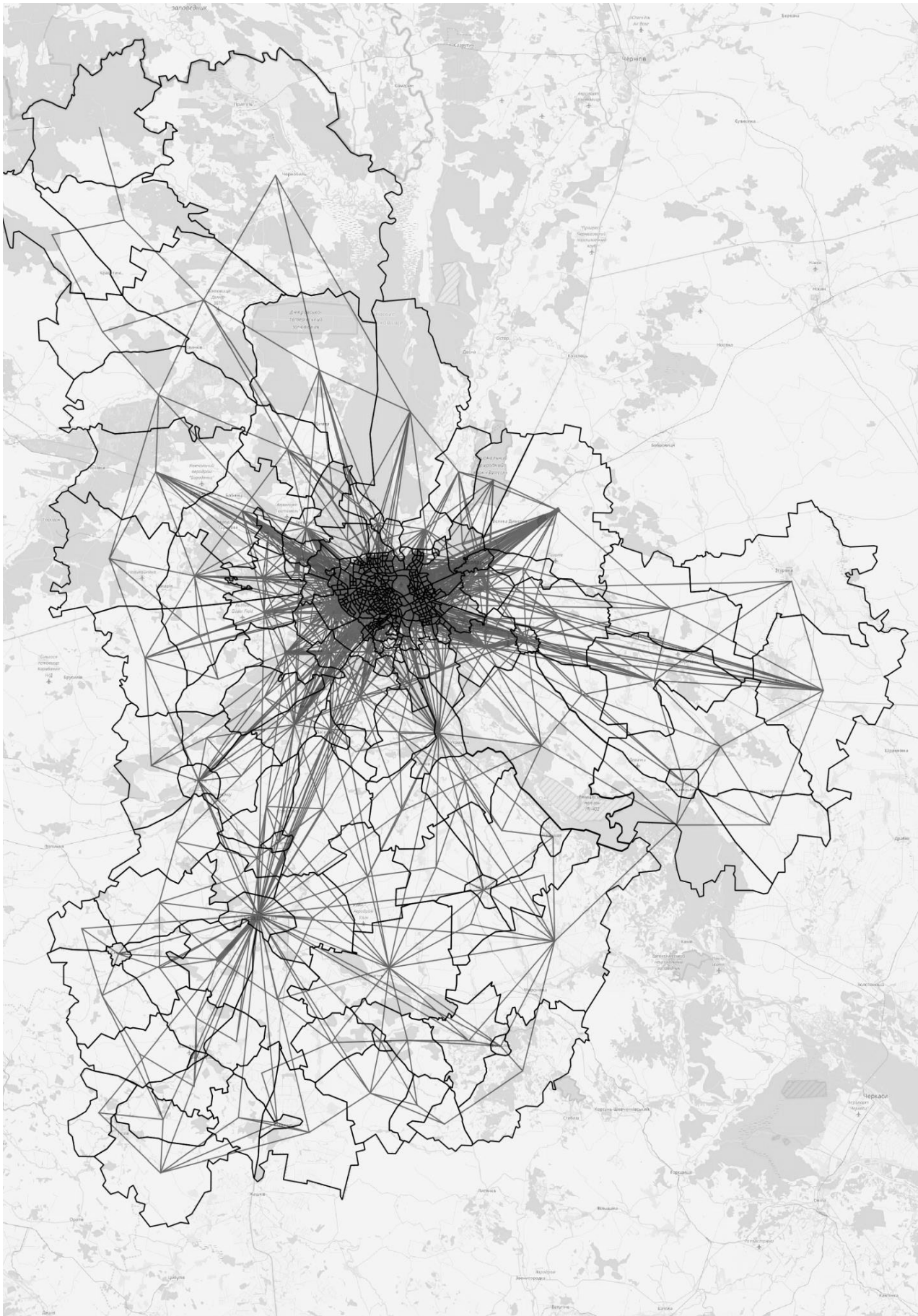


Рис.3. Матриці кореспонденцій для Київської області

- аналізувати зміни мобільності населення міста чи області, готувати плани по проведенню соціологічних досліджень;
- калібрувати динамічну та статичну транспортні моделі міст;
- займатися оптимізацією маршрутів громадського транспорту та їх розкладом;
- аналізувати роботу транспортно-пересадочних вузлів.

Література

1. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / Якимов М.Р. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
2. Математическое моделирование распределения транспортного спроса в транспортной системе города. Якимов М.Р. / Транспорт: наука, техника, управление. 2010. – №10. - С. 7–13.
3. Транспортное планирование: практические рекомендации по созданию транспортных моделей городов в программном комплексе РТV Visum: монография / Якимов М.Р., Попов Ю.А. – М.: Логос, 2014. – 200 с.
4. Лозе Д. Моделирование транспортного предложения и спроса на транспорт для пассажирского служебного транспорта – Обзор теории моделирования. Джерело електронного доступу: <http://old.ptv-vision.ru/assets/Uploads/data/publication-Lohse-Obsor-teorii-modelivrovaniija.pdf>

Аннотация

В статье приводятся методология определения подвижности населения путём сбора и анализа данных сотового оператора.

Ключевые слова: транспортная модель, транспортный спрос, транспортное предложение, транспортный район, сотовая связь, базовая станция, база данных.

Annotation

The article describes main principles of the methodology for determining the mobility of population through the collection and analysis of mobile operator data.

Key words: transport model, transport demand, transport supply, transport area, cell phones, base station, database.