



С.А.Целовальник (Київська міська державна адміністрація, Україна, м.Київ)

Д.О.Беспалов (Група компаній A+S в Україні, Україна, м.Київ)

*О.В.Чемакіна, канд. арх. (Національний авіаційний університет,
Україна, м.Київ)*

*Г.М.Агеєва, канд. техн. наук (Національний авіаційний університет,
Україна м.Київ)*

Створення та впровадження інноваційної системи «Транспортна модель Києва»

Впродовж останніх десятиріч у Києві докорінно змінилися транспортні потоки та умови їх обслуговування, значно зросла мобільність населення міста та передмістя. Для прийняття обґрунтованих сучасних містобудівних та управлінських рішень, що так чи інакше пов'язані з транспортною системою, виникла потреба у створенні транспортної моделі Києва.

Постановка проблеми. Наразі, розвитку транспорту в сучасному українському місті відводиться особлива роль, так як той факт, що транспортна система багато в чому формує стиль життя і пересування людей в умовах агломерації, площа території якої становить десятки тисяч гектарів, вже ні в кого не викликає сумнівів. Міський транспорт повинен, з одного боку, створювати нові транспортні можливості доступності, швидкості, рівню комфорту і безпеки, але з іншого - знижувати попит (мобільність) людей на переміщення особистим автотранспортом на користь громадського, а також велосипедного та пішохідного руху.

Останнього разу транспортна мобільність населення Києва комплексно досліджувалася у 1986 р., під час створення Генерального плану. В подальшому базові показники перераховувались за різними методиками, але слід відмітити, що впродовж останніх десятиріч у Києві докорінно змінилися транспортні потоки та умови їх обслуговування, значно зросла мобільність населення міста та передмістя.

Розробка та прийняття інтегрованих рішень по раціональному і безпечному використанню різних видів міського транспорту та їх взаємодії для задоволення різноманітних транспортних потреб населення в реальному часі, тобто управління цією складною природно-технічною системою, не може бути ефективною, якщо орієнтуватися тільки на образи, життєвий або професійних досвід осіб, що приймають рішення, закордонний досвід, думку населення і спрощені технології.

Необхідно вводити показники ефективності функціонування міських транспортних систем, здійснювати їх кількісну оцінку, вирішувати оптимізаційні задачі, вводячи сотні і тисячі взаємозалежних змінних в умовах різного роду обмежень (просторових, тимчасових, екологічних).

Саме для підтримки прийняття містобудівних рішень, що так чи інакше пов'язані з транспортною системою, та нівелювання суб'єктивних

«експертних» оцінок у всьому світі використовують такий інструмент, як транспортне моделювання.

Транспортна модель є дієвим інструментом опрацювання різних гіпотез, наприклад, визначення пріоритетності тих чи інших об'єктів транспортної інфраструктури під час будівництва мостів, дорожніх розв'язок, нових ліній метро тощо.

Мета та завдання досліджень. Мета роботи – розробка транспортної моделі м.Києва та його передмістя, формування бази даних транспортного попиту та транспортної пропозиції.

Для досягнення поставленої мети виконують **такі завдання:**

- аналіз існуючої та прогнозування транспортної пропозиції міста;
- оцінка варіантів розвитку транспортної інфраструктури міста Києва та передмість;
- техніко-економічні обґрунтування інвестиційних проєктів, спрямованих на розвиток транспортної інфраструктури Києва та області;
- оптимізація потоків індивідуального та громадського транспорту; регулярний моніторинг та інформування про зміни транспортної системи міста Києва;
- аналіз профільних управлінських рішень і підготовка професійних пропозицій до них, а також інші види діяльності.

Методи дослідження: математичне моделювання та прогнозування.

Замовником роботи є Департамент містобудування та архітектури Київської міської державної адміністрації (КМДА), виконавцем – Група компаній A+S в Україні. Інститут аеропортів НАУ в рамках договорів про співробітництво з Департаментом КМДА та Групою компаній A+S в Україні братиме участь у розробці базової комп'ютерної прогнозної транспортної моделі громадського та власного транспорту.

Для впровадження цієї моделі створюється спеціальне програмне забезпечення на базі платформи PTV Visum із залученням спеціалістів – тренерів PTV, які мають позитивний досвід розроблення транспортних моделей для міст, кількість населення яких перевищує 3 млн. чоловік.

Транспортна модель Києва - це комп'ютерна прогнозна математична модель, що являє собою базу даних про місто, накладену на геоплатформу.

Основними групами вихідних даних для створення (побудови) транспортної моделі є:

- характеристики вулично-дорожньої мережі міста;
- маршрути та зупинки громадського транспорту (ГТ);
- технічні засоби організації дорожнього руху;
- зони паркування;
- відомості про мобільність населення;
- соціально-економічна статистика по місту з деталізацією до транспортного району;
- відомості про інтенсивність та нерівномірність руху ГТ;
- відомості про обсяги пасажиропотоків тощо.

Інформаційні блоки моделі складають єдину базу даних, призначену для зберігання та обробки інформації, необхідної для розрахунку транспортних потоків.

Розрахункові блоки моделі реалізують алгоритми розв'язання задач математичного програмування, орієнтованих на розрахунок потреби в пересуваннях і транспортних потоків.

Створення основи моделі і наповнення її вихідними даними планується розділити на два незалежних один від одного етапи:

1 – транспортна пропозиція;

2 – транспортний попит.

Транспортна пропозиція складається з елементів, за допомогою яких транспортна система міста повинна задовольняти існуючий транспортний попит:

- картографічна інформація (цифровий план міста, топографічна карта);

- мережа шляхів руху для різних видів транспорту, її властивості і умови руху, включаючи технічні засоби організації дорожнього руху;

- типи вулиць і доріг, середньорічну добову інтенсивність, пропускну здатність перегонів і перетинів і т.д.

Транспортна модель пропозиції включає в себе модель пропозиції індивідуального та громадського транспорту.

Транспортна пропозиція індивідуального транспорту, складається з перетинів (вузлів) і ділянок доріг між перетинами (перегонів).

Вузли – точки перетину транспортних комунікацій (магістралей, трамвайних шляхів), призначення яких полягає в модельному поданні перетинів. Кожному відрізку однозначно відповідає пара вузлів. Відповідно, в число атрибутів кожного вузла входять ідентифікатори відрізків, відповідних даному вузлу, а також бінарні змінні, що показують, чи є даний вузол початком або кінцем даного відрізка.

Для кожного вузла задаються відповідні атрибути (номер, тип, ім'я, пропускну здатність, регулювання у вузлі, додаткові значення). Відрізки пов'язують вузли і відображають геометрію транспортної мережі.

Для кожного відрізка вказуються відповідні атрибути (номер, назва, тип, пропускну спроможність, кількість смуг, швидкість, дозволені системи транспорту).

Статистичні дані для вузлів та відрізків отримуються з різних інформаційних джерел. Характеристики відрізка в прямому і зворотному напрямках руху задаються окремо.

Транспортна пропозиція громадського пасажирського транспорту (ГПТ) складається з зупиночних пунктів, маршрутів та розкладу руху. Маршрути руху ГПТ проходять по існуючим відрізкам і вузлам через задані зупиночні пункти. Інформація про зупиночні пункти, маршрути та розклад руху ГПТ отримуються з різних джерел інформації і заносяться в програмний комплекс PTV Vision® VISUM.

Аналіз існуючої транспортної пропозиції планується виконати за результатами обстежень:

а) 167 маршрутів руху транспортних засобів, які експлуатуються КП «Київпаstrанс», а саме:

- 34 маршрутів автобусів, які працюють в режимі маршрутного таксі;
- 70 автобусних маршрутів звичайного руху;
- 41 маршруту троллейбусів;
- 22 маршрутів трамваїв;

б) 137 маршрутів автобусів, які експлуатуються приватними фірмами.

До збору даних про обсяги та особливості формування пасажиропотоків на усіх 304 маршрутах залучені й студенти Національного авіаційного університету, Національного транспортного університету, Київського національного університету будівництва та архітектури.

Транспортний попит кількісно і якісно визначає потребу мешканців міста в переміщенні, розраховується за даними:

- статистики про населення (відомості про населення, працездатність населення, робочі місця, робочі місця у сфері послуг, кількість студентів і навчальних місць тощо);
- статистики про розподіл кореспонденцій по цілях поїздок;
- про загальний поділ транспортних потоків за видами транспорту на території, яка досліджується.

Побудова моделі транспортного попиту можлива при формалізації території, яка досліджується. Остання поділяється на певну кількість областей - транспортних районів, в якості яких виступають умовно відокремлені територіальні утворення, підібрані з урахуванням порівняльної ідентичності в плані соціальних і економічних показників всередині даних районів.

За наявними укрупненими даними статистики по адміністративних районах Києва було прийнято рішення поділити місто на 407 транспортних районів (рисунок 1).

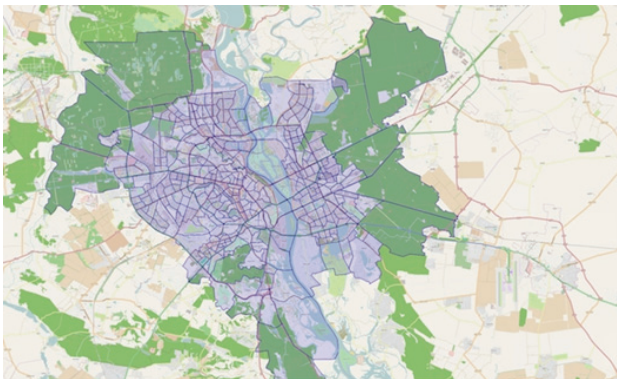


Рис. 1. Транспортне районування міста Києва та передмістя (загалом 407 транспортних районів)

Для розрахунку попиту в дорожньо-транспортній моделі міста Києва використана класична чотирирохступенева модель, в роботі якої можливо виділити чотири етапи:

1. Генерація попиту (Trip Generation);
2. Розподіл попиту (Trip Distribution);
3. Вибір режиму (Mode Choice);
4. Перерозподіл (Traffic Assignment).

Завершальним етапом моделювання є виведення різноманітних даних (кількісних показників) у графічній і табличній формах (порядок виведення визначається користувачем відповідно до завдань та потреб):

- показники дорожнього руху на вулично-дорожній мережі і, зокрема, на кожному її елементі (швидкість сполучення, тривалість руху, рівень використання пропускної здатності, добова та погодинна інтенсивність руху, середня тривалість транспортних затримок тощо);
- розподіл інтенсивності транспортних і пасажирських потоків на вулично-дорожній мережі міста впродовж доби (години);
- рівень завантаження вуличної дорожньої мережі (ВДМ) в певний період доби;
- показники маршрутної мережі громадського транспорту (час обороту на маршруті, тривалість рейсу, експлуатаційна швидкість, тривалість руху між зупинками, кількість пересадок, інтервал руху тощо).

Побудова транспортних моделей дозволила вирішити упродовж 2013-2015 рр. декілька локальних для міста проблем, а саме розрахувати варіанти оптимізації пішохідно-транспортних потоків на Вокзальній площі, у зоні ТРЦ «Вирлиця» (проспект Бажана), «Фуршет» біля ст.м. «Видубичі» (вул.Інженерна, 1), офісно-готельного комплексу на бул.Лесі Українки, тощо.

Серед найбільш актуальних проектів, виконаних фахівцями А+S, варто відзначити наступні: транспортні моделі Москви, Санкт-Петербурга, Алмати, Сочі, Ставрополя, Пермського краю, Московської, Тверської та Ростовської областей, в тому числі транспортна модель траси М-4 «Дон», обхід Одінцово, а також траси М-3 «Україна» при експлуатації в платному режимі.

Далі наведено приклади роботи 1-ї ітерації Інформаційної системи «Транспортна модель Києва» (рисунки 2-4).



Рис. 2. Результати розрахунку картограми автомобільного транспорту (1-ша ітерація ІС ТМК, поточний стан)



Рисунок 3. Результати розрахунку картограми пасажиропотоків (1-ша ітерація ІС ТМК, поточний стан)

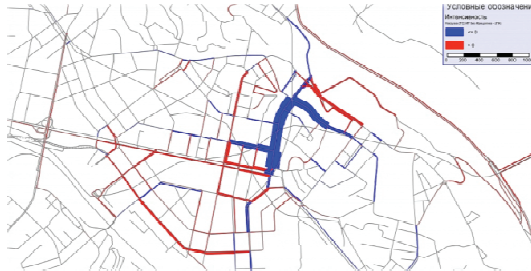


Рис. 4. Приклад застосування ІС ТМК: що буде якщо зробити Хрещатик повністю пішохідним (синім – зменшення інтенсивності, червоним – збільшення)

Очікувані результати створення транспортної моделі Києва:

- розробка комплексу заходів щодо підвищення ефективності та функціонування транспортної системи міста Києва;
- розробка документів стратегічного і поточного транспортного планування в місті Києві;
- створення та експлуатація інформаційно-довідкової системи моніторингу транспортного комплексу міста Києва;
- створення механізму надання інформації щодо функціонування транспортного комплексу органам влади і зацікавленим особам;
- розробка заходів щодо вдосконалення схем руху транспорту, підвищення безпеки дорожнього руху та зниження негативного впливу транспортного комплексу на навколишнє середовище.

Висновки

1. Будівництво вокзалів, аеропортів, транспортно-пересадочних вузлів, нових станцій метрополітену, реконструкція трамвайних ліній, оновлення рухомого складу міського транспорту супроводжується вирішенням комплексу соціально-економічних, містобудівних, транспортних, інженерних та ін. питань.
2. Сучасним інструментом стратегічного вирішення проблем організації та управління дорожнім рухом, а також надійною підтримкою побудови довгострокових прогнозів розвитку транспортної інфраструктури міста є транспортна модель міста, яку успішно використовують у практичній діяльності муніципалітетів багатьох країн.
3. Трансфер технологій європейського рівня дозволить підняти рівень управлінських рішень КМДА та відповідних спеціалізованих організацій та підприємств стосовно формування транспортної пропозиції та задоволення транспортного попиту.
4. Участь студентів у розробці базової комп'ютерної прогнозно-транспортної моделі дозволить забезпечити сучасний рівень підготовки майбутніх спеціалістів у галузі містобудування, дорожнього будівництва та архітектури.