

РОЗРОБКА ТРАНСПОРТНОЇ МОДЕЛІ МІСТА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто створення транспортної моделі міста з можливістю подальшого отримання значної кількості різноманітних даних та показників функціонування транспортної системи міста, які можна виводити у графічній і табличній формах в інтерфейсі програмного середовища.

Ключові слова: інфраструктура міста, пасажиропотоки, планування, транспортна модель, попит, завантаження, ефективність.

Abstract

The creation of a transport model of the city with the possibility of further obtaining a significant amount of various data and indicators of the functioning of the transport system of the city, which can be displayed in graphical and tabular forms in the software environment.

Keywords: city infrastructure, passenger flows, planning, transport model, demand, loading, efficiency.

Для реалізації будь-якого заходу транспортної інфраструктури в місті (будівництво елементів ВДМ, впровадження методів ОДР, вдосконалення організації руху ГТ тощо) необхідні вхідні дані (здебільшого це значення інтенсивності транспортних, пасажирських і пішохідних потоків), на основі яких виконується техніко-економічний розрахунок, за результатами якого приймається рішення щодо їх доцільності та ефективності.

При техніко-економічному аналізі заходів, які за своїми масштабами є так званими методами «лінійного» та «мережевого» характеру [3, 6], важливим завданням є оцінка їх впливу на усю ВДМ. Тобто потрібно визначити як зміняться характеристики дорожнього руху при зміні параметрів ВДМ.

Як відзначено у розділі 2 для оцінки умов руху при впровадженні спеціальних смуг на перегонах вулиць, необхідно встановити прогноз зміни інтенсивності ТП на неперіоритетних смугах та їх розподіл по ВДМ.

Щоб вирішувати такі завдання останнім часом, особливо у транспортному плануванні, використовують інструменти стратегічного транспортного моделювання (макрорівень моделювань), за допомогою яких створюють транспортні моделі міст або регіонів (областей) [6]. Транспортна модель – це масив даних про характеристики транспортної системи, наприклад, міста і здійснювані у ній транспортні процеси.

За допомогою транспортної моделі та її даних можна встановлювати прогнози зміни транспортних, пасажирських і пішохідних потоків при впровадженні тих чи інших заходів дорожньо-транспортної інфраструктури і оцінювати їх зміни як на локальному рівні, так і в масштабах цілої системи.

Для створення транспортної моделі міста чи регіону використовуються різні спеціалізовані програмні забезпечення, однак найпоширенішим у світовій практиці є середовище VISUM. Основною його перевагою є те, що це середовище дає змогу інтегрувати усі види транспорту в одну модель, в результаті чого, при зміні параметрів одного з видів транспорту, можливо визначити взаємовплив на усі інші.

Транспортна модель у середовищі VISUM складається з двох основоположних моделей – моделі пропозиції (мережі) та моделі попиту. Хоча цей поділ виражений економічними поняттями, проте він добре узгоджується з класичним формулюванням транспортної системи міста та з характеристиками її основних елементів [2]. Модель пропозиції утворюють ВДМ з відповідним облаштуванням та мережі різних видів транспорту з їх специфічними особливостями. Модель попиту це дані про кількість поїздок або переміщень між найменшими одиницями простору у місті, якими є транспортні райони. Їх розміри, як правило, не перевищують довжину пішохідної досяжності [1]. Попит на транспорт (водії, пасажирів та пішоходи) є визначальним у транспортній моделі, оскільки його кількість і просторово-часовий розподіл визначають потрібні зміни як на елементах ВДМ, так і в транспортній системі загалом. Аналогом важливості моделі попиту у транспортній системі можна вважати підсистему «Транспортні потоки» в системі «Дорожні умови – Транспортні потоки» [4]. З огляду на ці особливості, саме це середовище вибрано для створення транспортної моделі міста Львова, на ВДМ якого здійснюватиметься експериментальна перевірка ефек-

тивності теоретичних досліджень.

Створення транспортної моделі міста в середовищі VISUM складається з 5 блоків і виконується у такій послідовності (рис. 1). Першим етапом цієї послідовності є формування вхідних даних, введення яких виконується по чергово, відповідно до блоку моделювання. До них належить дані про ВДМ, мережу ГТ, просторово-структурні дані, дані про транспортну «поведінку» та дані для калібрування моделі.

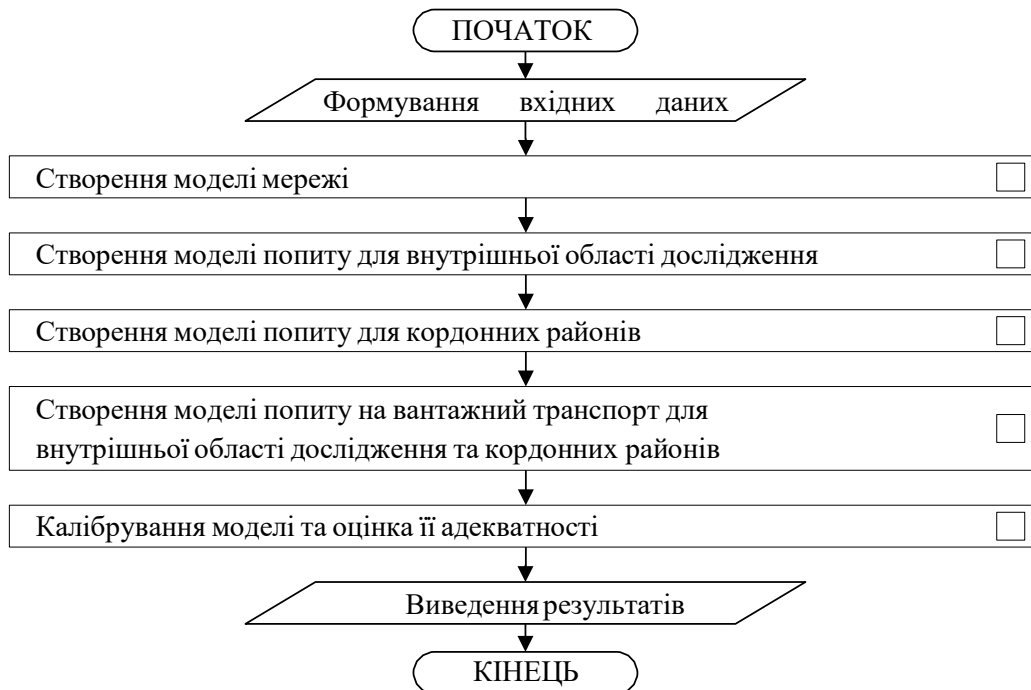


Рисунок 1 – Послідовність створення транспортної моделі міста в середовищі VISUM

Розробка в середовищі VISUM моделі пропозиції (блок 1) розпочинається із створення видів транспорту. У моделі Львова, відповідно до функціональних характеристик транспортної системи міста, визначено такі види транспорту: індивідуальний транспорт (ІТ); громадський транспорт (ГТ), що складається з автобусів, тролейбусів, трамваїв; велосипедний транспорт; пішохідний рух; вантажний транспорт.

Після цього, на основі топологічної електронної карти, створюється ВДМ, елементи якої (перехрестя та перегони) подаються у вигляді вузлів та дуг. Розробка моделі ВДМ здійснювалась шляхом повного оновлення існуючих вузлів і дуг, доповнення новими (до 43 % від загальної кількості). Вузли та дуги наповнювались такими характеристиками: назва; кількість смуг руху; пропускна здатність; допустима швидкість руху різних видів транспорту; категорія вулиці чи дороги; тип перехрестя чи примикання (нерегульоване, регульоване, саморегульоване); схема організації дорожнього руху (двосторонній рух, односторонній рух, частково односторонній рух) тощо.

У третій частині цього блоку територія міста поділяється на транспортні райони (зонування території планування), і до кожного з них створюються примикання, які в такий спосіб приєднуються до ВДМ. У моделі Львова створено 530 транспортних районів, з яких 49 є на околицях міста та 14 кордонних районів. На основі моделі ВДМ, розробляється модель мережі ГТ, яка формується з маршрутів руху, режимів їх роботи (розкладів руху) та зупинок. У моделі мережа ГТ складається з 10 трамвайних, 11 тролейбусних та 114 автобусних маршрутів (з них 53 міські, 51 приміські та 10 міжміські). Обсяги та кількісний склад елементів, що утворюють у VISUM модель мережі ГТ і модель пропозиції загалом, наведені у додатку В.

Для визначення попиту на транспорт існують два принципові підходи. Перший підхід ґрунтується на натурних дослідженнях руху потоків (транспортних та пасажирських) в елементах ВДМ, з яких визначають матриці кореспонденцій. Другий – здійснюється за допомогою різних математичних моделей. Хоча на практиці ці два підходи здебільшого поєднуються, де першим – доповнюють або калібрують ті результати, що отримуються математичним шляхом.

Після завершення моделювання попиту для внутрішньої області дослідження необхідно врахувати кореспонденції, що утворюються на її границях (на в'їздах і виїздах із міста). Тобто створити модель попиту для кордонних районів (блок 3, див. рис. 1). Моделювання цього попиту здійснюється окремо для ІТ та ГТ.

Моделювання попиту на ІТ для кордонних районів реалізується за методикою, що запропонована Шиллером [5], яка здійснюється у три етапи:

- розрахунок руху із кордонних районів у райони області дослідження;
- розрахунок руху в кордонні райони із районів області дослідження;
- розрахунок транзитного руху – руху між кордонними районами.

Розрахунок контрольних сум матриць для усіх цих трьох етапів визначаються із загальних обсягів поїздок, що утворюються на кордоні області моделювання, тобто із значень інтенсивності ТП на в'їздах і виїздах із міста, які, як правило, встановлюються за результатами натурних досліджень.

Важливим етапом при побудові транспортної моделі міста є моделювання попиту на вантажний транспорт (блок 4, див. рис. 1). Модель попиту на вантажний транспорт для кордонних районів реалізується за аналогічним підходом як і для ІТ, а для внутрішньої області дослідження – на основі натурних даних про інтенсивності руху вантажного транспорту за методикою, що запропонована у [3] (модель готових потоків).

В якості даних використовуються значення інтенсивності руху вантажного транспорту на ключових перехрестях міста, які були визначені при натурних дослідженнях у 2012 – 2015 р.

Завершальним етапом розробки транспортної моделі (блок 5, див. рис. 1) є калібрування моделі та оцінка її адекватності. Основною метою калібрування є підвищення достовірності моделі попиту на транспорт, яка визначає адекватність транспортної моделі міста. Калібрування моделі попиту реалізується шляхом порівняння розрахованих значень (наприклад, інтенсивності транспортних і пасажирських потоків) із даними, що отримані в результаті натурних досліджень. У процесі калібрування необхідно досягти максимальної їх близькості.

Для калібрування попиту на ІТ використовуються значення інтенсивності транспортних потоків на ключових перехрестях міста, що були визначені при натурних дослідженнях у 2012 – 2015 р. В процесі калібрування ІТ також перевіряються параметри CR-функції на основі порівняння натурних і розрахункових швидкостей транспортних потоків на перегонах ВДМ.

Для калібрування попиту на ГТ використовуються значення пасажиропотоків на маршрутах і перегонах (тобто, пасажиропотік на усіх маршрутах, що проїжджають через визначений перегін вулиці). При цьому обсяги пасажиропотоків на кожному маршруті встановлюються за табличним методом [1]. Щоб оцінити адекватність моделі попиту на ІТ та ГТ, а отже, і транспортної моделі міста загалом, використовуються такі статистичні критерії, як середня абсолютна і відносна помилка та коефіцієнт кореляції.

Результатом створення транспортної моделі міста є встановлення різноманітної кількості даних та показників функціонування транспортної системи міста, які можна виводити у графічній і табличній формах в інтерфейсі програмного середовища. До них найперше належать дані про інтенсивність ТП на кожному елементі ВДМ, їх завантаженість, тривалість руху у «вільній» та «навантаженій» мережі, показники маршрутної мережі громадського транспорту (експлуатаційна швидкість, тривалість руху між зупинками, кількість пасажирів, що виходять та заходять на зупинках для кожного маршруту і загалом) тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Врубель Ю.А. Организация дорожного движения в двух частях / Ю.А. Врубель. – Мн.: Белорусский фонд организации дорожного движения, 1996. – 328 с.
2. Гаврилов Е.В. Организация дорожного руху / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля. – К.: Знання України, 2007. – 452 с.
3. Дмитриченко М.Ф. Основы теории транспортных процессов и систем. / М.Ф. Дмитриченко, Л.Ю. Яцківський, С.В. Ширяева, В.З. Докуніхін // Навчальний посібник для ВНЗ. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. – 336 с.
4. Доля В.К. Пасажирські перевезення: підручник. / В.К. Доля. – Харків.: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.
5. Поліщука В.П. Организация та регулювання дорожнього руху: підручник. / В.П. Поліщука, О.О. Бакуліч, О.П. Дзюба, В.І. Єресов та ін. – К.: Знання України, 2012. – 468 с.
6. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.

Біличенко Віктор Вікторович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bilichenko.v@gmail.com;

Цимбал Сергій Володимирович, канд. техн. наук, доцент кафедри автомобілів і транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Цимбал Ольга Василівна, аспірант кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: unicorne@ukr.net;

Каськун Марія Олександрівна, студентка групи 1ТТ-19м факультету машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: kaskunmartt19@gmail.com.

Bilichenko Victor V., Dr. Sc., Professor, Head of Car and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bilichenko.v@gmail.com;

Tsymbal Serhii V., Ph.D., Associate Professor of Cars and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net;

Tsymbal Olga V., post-graduate student of Car and Transport Management Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: unicorne@ukr.net;

Kaskun Mariia O., student of 1TT-19m group of the Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kaskunmartt19@gmail.com.