

МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ТРАНСПОРТНОЇ МАРШРУТИЗАЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В умовах зростання автомобілізації завдання підвищення ефективності роботи громадського транспорту набуває комплексного характеру, і крім питання забезпечення транспортних потреб населення, його слід розглядати з точки зору мінімізації навантаження на навколишнє середовище та забезпечення безпеки дорожнього руху. Одним із рішень є перехід з приватних автомобілів на громадський транспорт без шкоди для мобільності населення. Це можна забезпечити, значною мірою, за рахунок підвищення якості управління громадським транспортом у місті.

В роботі розглянуто існуючі методи вирішення задач транспортної маршрутизації.

Ключові слова: перевезення, рухомий склад, управління, міські автобусні перевезення, транспортна система.

Abstract

In the context of increasing motorization, the task of increasing the efficiency of public transport becomes complex, and in addition to meeting the transport needs of the population, it should be considered from the perspective of minimizing the burden on the environment and ensuring road safety. One solution is to switch from private cars to public transport without harming the mobility of the population. This can be achieved, to a large extent, by improving the quality of public transport management in the city.

The paper considers existing methods for solving transport routing problems.

Keywords: transportation, rolling stock, management, urban bus transportation, transport system.

При проектуванні (вдосконаленні) мережі автобусних маршрутів необхідно враховувати, що вона повинна [1]:

- відповідати структурі пасажиропотоків;
- по можливості з'єднати центри формування пасажиропотоку з точками їх тяжіння в найкоротших напрямках;
- забезпечити найменшу пересадку комунікацій: основні точки тяжіння повинні мати безпосереднє сполучення з центром міста, об'єктами зовнішнього транспортного вузла і по можливості один з одним;
- кінцеві зупинки громадського транспорту повинні розташовуватися в тих районах міста, де є можливості для розвороту і стоянки транспортних засобів.

Дотримання цих умов в теорії пасажирських перевезень [2] здійснюється за допомогою поетапного виконання наступних дій:

1. Поділ міста на проектний і транспортний райони із зазначенням центру ваги пасажиропотоків. Розміри транспортних зон повинні бути такими, щоб їх мешканці не користувалися транспортом при пересуванні в межах районів, а зона пішохідного підходу від найбільш віддаленої точки до транспортної лінії, що проходить територією району, не перевищувала 500-700 м.
2. Визначення чисельності населення в кожному розрахунковому транспортному районі.
3. Поділ населення на групи і переміщення його за категоріями і подальше визначення загальної кількості переміщень між районами.
4. Побудова картограми пасажиропотоків.
5. Визначення оптимальних маршрутів пересування за принципом мінімальних тимчасових витрат.

Знаходження оптимального маршруту відноситься до розряду комбінаторних задач [6], і для проектування (вдосконалення) мережі автобусних маршрутів необхідно врахувати і порівняти всі можливі варіанти. У зв'язку з тим, що повний пошук варіантів маршруту неможливий, для вирішення проблеми були розроблені евристичні та метаевристичні методи. Крім того, розроблені також точні методи, призначені для вирішення завдань малих розмірів в розумні терміни [5].

До точних методів вирішення проблем маршрутизації найчастіше відносяться:

- динамічне програмування;
- стохастичне програмування;
- спосіб розгалужень і меж;
- метод відгалужень і обрізів.

До метаевристик відносять такі алгоритми [3]:

- пошук з винятками;
- імітація відпалу;
- детермінований відпал;
- генетичний алгоритм;
- алгоритм мурашиної колонії і т.д.

У спеціалізованому програмному пакеті PTV VISUM рішення задачі маршрутизації може здійснюватися або методом розгалужень і меж (Пошук «Search Branch & Bound» [7]), або зводиться до задачі знаходження найкоротших шляхів.

При застосуванні методу розгалужень та меж («Пошук Branch & Bounds») в транспортній моделі PTV VISUM для кожної зони пасажиропотоку формується дерево пошуку відповідних часткових маршрутів, в якому зберігаються всі досить хороші варіанти маршрутів. В результаті існує не один найкращий маршрут, а багато хороших варіантів, що додатково забезпечує диференційований розподіл попиту на транспорт між маршрутами. Для оцінки якості розглянутих варіантів маршруту PTV VISUM використовує так званий «опір пошуку», що представляє собою суму таких функцій, як час у дорозі і частота пересадок. Особливістю розгалуженого і граничного методу, адаптованого для PTV VISUM, є те, що жоден варіант маршруту, який був би оптимальним на певному рівні досліджень, принципово не видаляється.

У маршрутизації оптимальний шлях також може бути визначений шляхом вирішення «задачі найкоротшого шляху». У цьому випадку дорожня мережа представляється у вигляді графіка, де дорожні розв'язки - це вершини, а дороги - це ребра, що з'єднують їх. Вулиці з одностороннім рухом можуть бути представлені орієнтованими краями. Цей метод також дозволяє вводити характеристики ребер для позначення пріоритетних напрямків руху. Ваги ребер можуть бути розраховані виходячи з довжини ділянки UDS або тимчасових і грошових витрат на рух по цій ділянці.

Існує безліч алгоритмів вирішення задачі на знаходження найкоротшого шляху, в залежності від формулювання задачі. Найбільш використовуваними є:

- алгоритм Дейкстри – знаходить найкоротший шлях від однієї з вершин графа до всіх інших. Алгоритм працює тільки для графів без ребер негативної ваги [4, 5];
- алгоритм Беллмана-Форда знаходить найкоротші шляхи від однієї вершини графа до всіх інших у зваженому графі. Вага ребер може бути негативним [5].

У PTV VISUM у разі використання методу пошуку найкоротшого шляху, який здійснюється лише за одним критерієм, визначається оптимальний варіант маршруту між двома транспортними районами. Процедура пошуку визначає шлях з найменшим «опором пошуку», тобто найкращим маршрутом буде вважатися той, для якого лінійна комбінація часу поїздки і частоти пересадок мінімальна.

У будь-якому випадку, який би метод вирішення цієї проблеми не використовувався, коригування маршрутів ГПТ повинна проводитися з певною періодичністю з урахуванням даних про транспортні потреби населення міста. Так як час у дорозі безпосередньо залежить від дорожньої ситуації на конкретній ділянці ВДМ, то при виборі оптимального варіанту маршруту необхідно мати повну і точну інформацію про характеристики транспортного потоку.

Висновки

Ефективне управління міськими автобусними перевезеннями в першу чергу передбачає оптимізацію маршрутної мережі, яка відноситься до розряду комбінаторних задач і може бути вирішена точними або метаевристичними методами. Однак, який би метод не використовувався, проектування або коригування маршрутів громадського транспорту повинно здійснюватися на основі повної, точної і достовірної інформації про транспортні потреби населення міста і даних про інтенсивність руху на тих ділянках ВДМ, де плануються зміни в русі ГПТ. Аналіз можливостей і призначення існуючих програмних розробок для моделювання дорожнього руху показав, що оптимальним варіантом вирішення проблеми управління громадським транспортом є спеціалізований пакет моделювання транспорту на макрорівні - PTV VISUM, в який вбудований пристрій для розрахунку відповідностей матриць і розподілу транспортних потоків по ділянках дорожньої мережі за принципом мінімізації витрат на доїзд до пункту призначення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дмитриченко М.Ф. Основи теорії транспортних процесів і систем. Навчальний посібник для ВНЗ / М.Ф. Дмитриченко, Л.Ю. Яцківський, С.В. Ширяєва, В.З. Докуніхін – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009 – 336 с.
2. Прокудін Г.С. Моделі і методи оптимізації перевезень у транспортних системах / Г.С. Прокудін. – К.: НТУ, 2006. – 224 с.
3. Форнальчик Є. Ю. Моделювання транспортних потоків. Навчальний посібник / Є. Ю. Форнальчик, В. В. Гілевич, І. А. Могила. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2020. 216 с.
4. Intelligent Transportation Systems – Problems and Perspectives: Increase of City Transport System Management Efficiency with Application of Modeling Methods and Data Intellectual Analysis / I. Makarova, R. Khabibullin [et al.]; ed. by A. Śladkowski [et al.] // Studies in Systems, Decision and Control. – Vol. 32. – Switzerland: Springer International Publishing AG, 2016. – P. 37-80.
5. Mussigmann, N. Mitigating Risk during Strategic Supply Network Modelling / N. Mussigmann, W. Kersten, T. Blecker // Managing Risk in Supply Chains. – 2006. – Vol. 1. –P. 213–226.
6. Sun, L. A New Robust Optimization Model for the Vehicle Routing Problem with Stochastic Demands / L. Sun // Journal of Interdisciplinary Mathematics. – 2014. – Vol. 17, Iss. 3. – P. 287-309
7. VISUM User Manual [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.chinautc.com/information/manage/UNCC_Editor/uploadfile/20081105144806983.pdf.

Ткачук Антон Сергійович – магістрант групи 1ТТ-24м, факультет машинобудування та транспорту, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tkachuk@vntu.edu.ua

Огневий Віталій Олександрович – канд. екон. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Ognevoy@ukr.net

Tkachuk Anton Serhiyovych – master's student of group 1TT-24m, Faculty of Mechanical Engineering and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tkachuk@vntu.edu.ua

Ognevyi Vitaliy Oleksandrovych - candidate. economy Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Automobiles and Transport Management, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Ognevoy@ukr.net