

УДК 656.13.072

А. А. Кашканов, к. т. н., доц.;

І. Є. Стенжицька, асп.

ОПТИМІЗАЦІЯ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА БАЗІ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО- ЛОГІСТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Проаналізовано складові логістичної системи міського пасажирського транспорту. Запропоновано математичну модель оптимізації параметрів маршрутів з урахуванням поведінки учасників перевезень на основі використання інформаційно-логістичних технологій.

Вступ

Суспільна сутність людини та виробничі відношення визначають необхідність інформаційного обміну та невиробничих контактів людей в різних сферах їх діяльності, що пов'язано з пішохідними і транспортними пересуваннями. Транспорт в місті відіграє роль кровоносної системи живого організму. Він забезпечує можливість життєдіяльності міста тобто виконання адміністративних, господарських, соціальних, культурних та багатьох інших функцій. Значне накопичення транспортних засобів на території міста викликає відомі усім наслідки процесу автомобілізації: зниження швидкості руху, збільшення затрат часу на пересування, різке зростання кількості дорожньо-транспортних пригод, порушення екологічного балансу. Це призводить до створення некомфортних умов існування для громадян на користування транспортом міста та обумовлює необхідність більшої уваги спеціалістів до транспортних питань. Таким чином, існує необхідність розвитку питань теорії міських пасажирських перевезень та створення таких систем організації руху, які б забезпечували максимальну якість пасажирських перевезень за мінімальних витрат часу та мінімальної собівартості в умовах подальшого розвитку автомобілізації.

Аналіз публікацій

Перспективи стійкого розвитку міст в Європі пов'язують зі стимулюванням транспорту загального користування [1, 2]. Активізація перевезень міським пасажирським транспортом полягає у переключенні частини пасажиропотоків з індивідуального на транспорт загального користування і у створенні збалансованішої транспортної системи, що знижує екологічне навантаження на міське середовище, підвищує швидкість і безпеку поїздок [3—5]. Підвищення якості автобусного сполучення та загальне удосконалення пасажирських перевезень у різних містах в умовах ринкової економіки є актуальною задачею. Вона потребує нових наукових досліджень та обґрунтованого комплексу заходів для поліпшення всього технічного процесу перевезень [6, 7].

Метою роботи є розробка моделі оптимізації руху на маршрутах міського пасажирського транспорту шляхом використання інформаційно-логістичних технологій, яка б дозволила визначити оптимальні параметри маршрутів з урахуванням поведінки учасників перевезень.

Модель оптимізації параметрів міських пасажирських перевезень

В логістичній системі міського пасажирського транспорту компроміс між її складовими елементами досягається на основі централізованого керування місцевими органами влади та застосування логістичних інформаційних технологій, оснований на широкому використанні ЕОМ.

В структурному плані інформаційну логістичну систему можна представити у вигляді бази даних (інтервали руху, кількість рухомого складу на маршрутах, потреба в перевезеннях та пасажиропотоки) та банка моделей (математичні моделі, які використовуються для опису взаємодій в логістичній системі, планування і прогнозування).

Функціонування інформаційної системи дозволяє отримати уяву про стан пасажирської мережі та своєчасно корегувати роботу міського пасажирського транспорту.

Для розв'язання задач розподілу рухомих одиниць по маршрутах і вибору оптимальної кількості рухомих одиниць на кожному маршруті доцільно скористатись як складовою частиною банку моделей, такою моделлю ізольованого маршруту [3]:

$$\begin{cases} I = \frac{t_p N}{N - t_{nb} P/Z}, & \text{якщо } \frac{t_p N}{N - t_{nb} P/Z} \geq I_0; \\ I = I_0, & \text{якщо } \frac{t_p N}{N - t_{nb} P/Z} < I_0; \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} t_p = t_p^0, & \text{якщо } I \geq I_0; \\ t_p = I_0 (N - t_{nb} P/Z), & \text{якщо } I < I_0, \end{cases}$$

де N — кількість транспортних одиниць на маршруті; I — інтервал руху між транспортними одиницями, год.; t_p — час руху по маршруту без урахування часу простою на зупинках, год.; Z — середня завантаженість транспортної одиниці, пас.; P — пасажиропотік за годину, пас./год.; t_{nb} — час посадки—висадки, год.; I_0 — мінімальний інтервал між транспортними одиницями, год; t_p^0 — мінімальний час руху по маршруту без урахування часу простою на зупинках, год.

Головним критерієм якості автобусних міських перевезень вважається мінімум часу, витраченого пасажиром на пересування [3—5, 7]. На наш погляд, такий критерій не відповідає вимогам всіх суб'єктів перевезень і враховує лише інтереси пасажирів. В цьому випадку протиріччя між суб'єктами перевезень (пасажирів і власниками рухомого складу) різко загострюється через те, що організація перевезень потребуватиме значного підвищення витрат на перевезення, а отже собівартості і в кінцевому результаті збільшення тарифу (ціни) за ці перевезення, що вже вступає в протиріччя з інтересами пасажирів.

Зрозуміло, що оптимізувати міську автобусну мережу за допомогою одного якісного критерію практично неможливо. В умовах ринкових відносин значно зростає значення економічних важелів, які слід поєднати з якісними, щоб досягти бажаних результатів. Тому критерієм оптимізації для визначення кількості транспортних одиниць та інтервалу руху між ними може бути сума витрат пасажирів на їх доставку (добуток витрати часу пасажирів на очікування та проїзд до місця слідування і вартості пасажирогодини) та затрати транспортних організацій на організацію руху B_{mp} .

$$\Sigma B = B_{mp} + B_{ng} t_{nac} \rightarrow \min, \quad (2)$$

де B_{ng} — вартість пасажирогодини, грн./год. (вартість пасажирогодини можна визначити шляхом ділення місячної заробітної плати пасажирів на місячний фонд робочого часу); t_{nac} — витрати часу пасажирів на очікування та проїзд до місця слідування [5]

$$t_{nac} = (0,5 + d_M T_M) P, \quad (3)$$

де d_M — середня частка довжини маршруту, яку проїздять пасажирів (визначається як відношення середньої дальності поїздки пасажирів до довжини маршруту); T_M — час руху транспортних одиниць по маршруту [7]:

$$T_M = t_p + \frac{I t_{nb} P}{Z}. \quad (4)$$

Функція $\Sigma B(N)$ визначає характер залежності кількості рухомого складу від приведених річних експлуатаційних витрат та капітальних вкладень B_{mp} , обсягу пасажироперевезень (P) і витрат часу на очікування транспорту $t_o = (t_{nac} - t_p)$, яка з урахуванням нерегулярності руху та підходу пасажирів до зупинок міської автобусної мережі може бути досліджена методом моделювання (рис.).

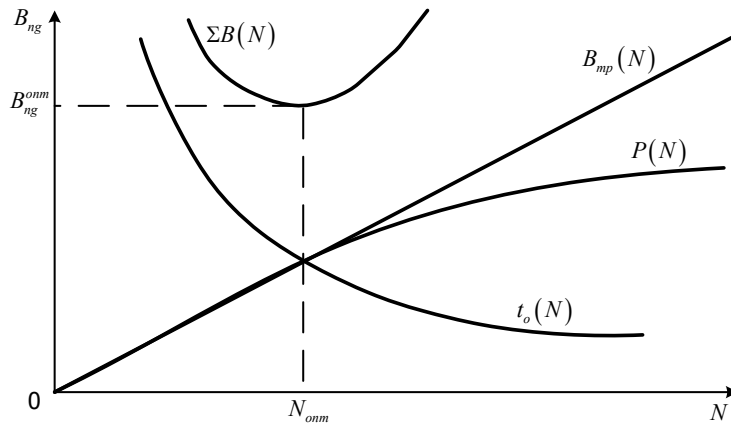


Схема моделювання оптимальної кількості автобусів на маршруті

Залежності t_o і P від N в першому наближенні можна виразити рівнянням

$$t_o = a/N; \quad P = bN^c, \quad (5)$$

де a, b, c — деякі постійні.

Функція сумарних приведених витрат $\Sigma B(N)$ має явно визначений мінімум, який відповідає оптимальній кількості рухомого складу в мережі.

Враховуючи, що критерій оптимізації перевезень (2) включає регулювальні заходи (швидкісні та скорочені рейси, взаємодопомогу маршрутів, тобто передачу частин автобусів з одного маршруту на інший при неспівпаданні годин «пік»), при розподілі рухомого складу в години «пік» можна визначити коефіцієнт дефіциту (надлишків) транспортних засобів для максимального навантаження транспортної мережі

$$K_{DN} = N_{\max}^F / N_{\max}^P, \quad (6)$$

де N_{\max}^F — максимальна кількість (фактична) рухомого складу, який транспортне господарство зможе випустити на маршрути; N_{\max}^P — розрахункова кількість автобусів, яка забезпечує із заданою якістю перевезень фактичний пасажиропотік.

З урахуванням K_{DN} , максимальний випуск рухомого складу на i -й маршрут можна визначити з формули

$$N_{i\max}^F = N_{i\max}^P K_{DN}. \quad (7)$$

Алгоритм отримання розв'язку для запропонованої моделі апробовано на прикладі одного з маршрутів маршрутного таксі м. Вінниці. При цьому в якості вихідних даних були взяті: $P, T_M, t_p, t_{nb}, I_0, Z, d_M$, вартість експлуатації однієї транспортної одиниці протягом часу та місячний фонд заробітної плати. Обмеження на максимальне значення N не вводилось, а $N_{\min} = 1$.

Аналізуючи результати апробації моделі, встановлено:

- модель має загальний вигляд, що дозволяє її використовувати як для автобусного транспорту, так і для електротранспорту;
- математична модель дозволяє визначити оптимальну кількість транспортних засобів $N_{\text{онм}}$ та їх інтервалів руху $I_{\text{онм}}$ на окремому маршруті, базуючись на мінімально можливих фінансових втратах пасажирів і транспортних організацій;
- існує сильна залежність $N_{\text{онм}}$ від B_{ng} — при великих пасажиропотоках зі зростанням B_{ng} збільшується $N_{\text{онм}}$ і зменшується $I_{\text{онм}}$;
- для пасажиропотоків, близьких до номінальної місткості транспортних одиниць, застосування цієї моделі втрачає сенс, оскільки $N_{\text{онм}}$ приймається рівним одиниці і величина B_{ng} не впливає на зміну значення $N_{\text{онм}}$.

Висновки

Аналіз складових критерію оптимальності дозволяє виділити три істотних фактора:
 — критерій враховує економічні інтереси як пасажирів, так і перевізників;
 — модель завдяки цьому дозволяє знайти компроміс у втратах транспортних організацій і пасажирів;
 — показник вартості пасажирогодини визначає цільові категорії обслуговування пасажирів відповідно до пропонованого рівня транспортних послуг.
 Модель ізольованого маршруту дозволяє визначити оптимальну кількість рухомих одиниць і оптимальне значення інтервалів руху при мінімально можливих фінансових втратах пасажирів і транспортних організацій.
 Існує сильна залежність між оптимальною кількістю рухомого складу та вартістю пасажирогодини, тому ця модель має достатню ефективність для великих пасажиропотоків. Її використання ускладнюється у випадку наявності на маршруті рухомого складу різної пасажиромісткості, або різної вартості експлуатації транспортних засобів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Омельченко А. В. Стан та перспективи розвитку обслуговування пасажирів автомобільним транспортом у містах / А. В. Омельченко // Управління проектами, системний аналіз і логістика. — 2007. — № 4. — К. : НТУ. — С. 143—145.
2. Григору О. Д. Проблеми і шляхи удосконалення міських автобусних перевезень / О. Д. Григору // Вісник: Зб. Праць Національного транспортного університету та Транспортної академії України. — К. : РВВ НТУ, 2002. Вип. 7. — С. 226—228.
3. Логистика: Общественный пассажирский транспорт : учеб. для вузов / [Л. Б. Миротин, Ы. Э. Ташбаев, В. Д. Герми и др.] ; под общ. ред. Л. Б. Миротина. — М. : Экзамен, 2003. — 222с. — ISBN 5-94692-482-6.
4. Доля В. К. Методы организации перевозок пассажиров в городах / В. К. Доля. — Харьков : Основа, 1992. — 144с.
5. Пассажи́рские автомоби́льные перевозки : учебник для вузов / [В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширияев] ; под ред. В. А. Гудкова. — М. : Горячая линия — Телеком, 2004. — 447 с. — ISBN 5-93517-157-0.
6. Редзюк А. М. Вдосконалення управління автомобільним транспортом / А. М. Редзюк // Автошляховик України. — 2005. — № 2. — С. 3—9.
7. Спирин И. В. Перевозки пассажиров городским транспортом : учеб. пос. / И. В. Спирин. — М. : ИКЦ Академкнига, 2006. — 414 с. — ISBN 5-94628-050-3.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту

Надійшла до редакції 10.09.09
 Рекомендована до друку 20.10.09

Кашканов Андрій Альбертович — доцент, **Стенжицька Ірина Євгенівна** — аспірантка.

Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет