

III ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

УДК 656.02

ОСНОВНІ КРИТЕРІЇ РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ТРАНСПОРТНОЇ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

*Біліченко В.В.
Буренніков Ю.Ю.
Добровольский О.Л.
Степанов В.В.*

Вінницький національний технічний університет

Разработанная методика позволяет учесть основные параметры при моделировании маршрутной сети возвести к минимуму влияние субъективных факторов на результаты моделирования.

The developed method allows to take into account basic parameters at the design of route network to erect to the minimum influence of subjective factors on the results of design.

Вступ

Найбільш ефективним способом одержання раціонального варіанту маршрутної мережі (ММ) є евристичні алгоритми, з активною участю проектувальника в процедурі формування раціонального набору маршрутів.

Основним завданням створення раціональної математичної моделі в даний час варто вважати точний розрахунок транспортних характеристик роботи маршрутів і пересувань пасажирів для заданого варіанта ММ, котрий є складовою частиною всіх алгоритмів маршрутизації. В якості робочої гіпотези використовується наступне твердження: зріст кількості маршрутів приводить до поліпшення значення критерію ефективності раціональної ММ з одного боку та підвищення трудомісткості вибору раціонального варіанта і зниження імовірності відшукування оптимального варіанта ММ з іншого боку.

В даному дослідженні визначається раціональна величина припустимої непрямолінійності маршрутів, що дозволяє гарантувати одержання найкращих результатів рішення задачі маршрутизації за допомогою інтерактивних процедур.

Постановка задачі. Для досягнення мети дослідження визначено математичну залежність критерію ефективності оптимального варіанта маршрутної мережі від припустимої непрямолінійності маршрутів.

Основна частина

Основне завдання, що стоїть перед будь-якою математичною моделлю – розрахунок значення критерію ефективності об'єкта дослідження, тому першим питанням моделювання є вибір об'єктивного критерію ефективності функціонування міського пасажирського транспорту. У сфері пасажирських перевезень дотепер не існує єдиної думки щодо змісту критерію. У розробленій моделі використовується найбільш досконалий у даний час критерій, заснований на вартісній оцінці транспортної стомлюваності пасажирів і фінансових витрат транспортних підприємств:

$$E = \sum_i^N \sum_j^N \sum_l^m \left[h_{lij} \cdot \sum_k^n (A \cdot t_{ock} + B \cdot t_{nk}) \right] + T_n \cdot \sum_i^G [C_{nepi} \cdot V_e + C_{nocmi}] \cdot N_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

де E – критерій ефективності маршрутної мережі за розрахунковий період, грн.;
 N – кількість транспортних районів у місті, од.;

m - кількість можливих варіантів шляху проходження з i у j , од.;

h_{lij} - кількість пасажирів, що ідуть по шляху l з району i у район j , люд.;

n - кількість посадок (маршрутних поїздок) на шляху l , од.;

A - вартість 1 години очікування ТЗ, грн/год;

B - вартість 1 години поїздки в ТЗ, при $\gamma = 1$, грн/год;

$t_{очк}$ - час очікування k -й посадки, год.;

t_{nk} - тривалість k -й маршрутної поїздки, год.;

γ_0 - динамічний коефіцієнт використання пасажиромісткості;

T_n - тривалість розрахункового періоду, год.;

G - кількість марок транспортних засобів, що працюють на маршрутах, од.;

$C_{непр}$, $C_{пост}$ - відповідно змінні і постійні витрати на експлуатацію транспортних засобів i -й марки;

V_{ei} - експлуатаційна швидкість транспортних засобів i -й марки, км/год.;

N_i - потрібна кількість транспортних засобів i -й марки для задоволення пасажиропотоку маршруту, од.

Використання цього критерію дозволяє врахувати різнобічність і комплексність транспортного процесу перевезення пасажирів у містах. Напрямок зміни цього критерію – зменшення сумарних витрат суспільства та транспорту. Для задання потреб населення в пересуванні у вигляді матриці кореспонденцій найкраще всього підходить гравітаційна модель [1]. Вона достатньо точно описує закономірності розселення мешканців міст при відомих об'ємах пасажирообігу транспортних районів. Це дозволяє завдати на рівні вихідних даних різні варіанти розташування зон тяжіння і при цьому отримати досить реальні варіанти розселення. Для формування варіантів трасування маршрутів у широких межах відстаней, розроблений новий алгоритм (рис. 1).

Це дозволяє розраховувати ланцюжки транспортних районів між пунктами призначення і відправлення. Він заснований на принципі нещільної черги, уперше реалізованому в методі Дійкстри-Мінті [2], що дозволяє домогтися високої швидкодії алгоритму і майже лінійної залежності між кількістю транспортних районів і тривалістю розрахунків.

Як обмеження на розглянуті варіанти ММ у моделі використовуються умови повного транспортного обслуговування населення. Тобто значення критерію ефективності розраховуються тільки для тих схем, у яких маршрутами охоплюються всі транспортні райони міста та усі ланки маршрутної мережі. Це дозволяє уникнути можливих втрат частки перевезень пасажирів та досягнути порівняння результатів різних розрахунків.

В даний час важко знайти таке українське місто, в якому функціонував би тільки один вид транспорту. Це можливо тільки в малих містах, у яких вирішення завдання маршрутизації не є важливим завданням, що обумовлено незначними масштабами об'єкта й укладом життя мешканців таких міст. Тому бажано, щоб при вирішенні завдання маршрутизації враховувалися особливості різних видів транспорту.

Основні розходження між маршрутами різних видів транспорту для даного завдання полягають у рівні комфорту, вартості і часу поїздки. Пішохідна доступність маршрутів не може бути в даний час належним образом врахована через неточність сучасних моделей маршрутної мережі і недостатність даних про транспортні потреби населення такого ступеню точності.

Вартість поїздки не робить значного впливу на критерій ефективності маршрутної мережі [3] через значно менші масштаби в порівнянні з транспортною стомлюваністю пасажирів, але неврахування цього чинника приводить до суттєвих похибок у розрахунках, через складність розрахунків прийемо його постійним.

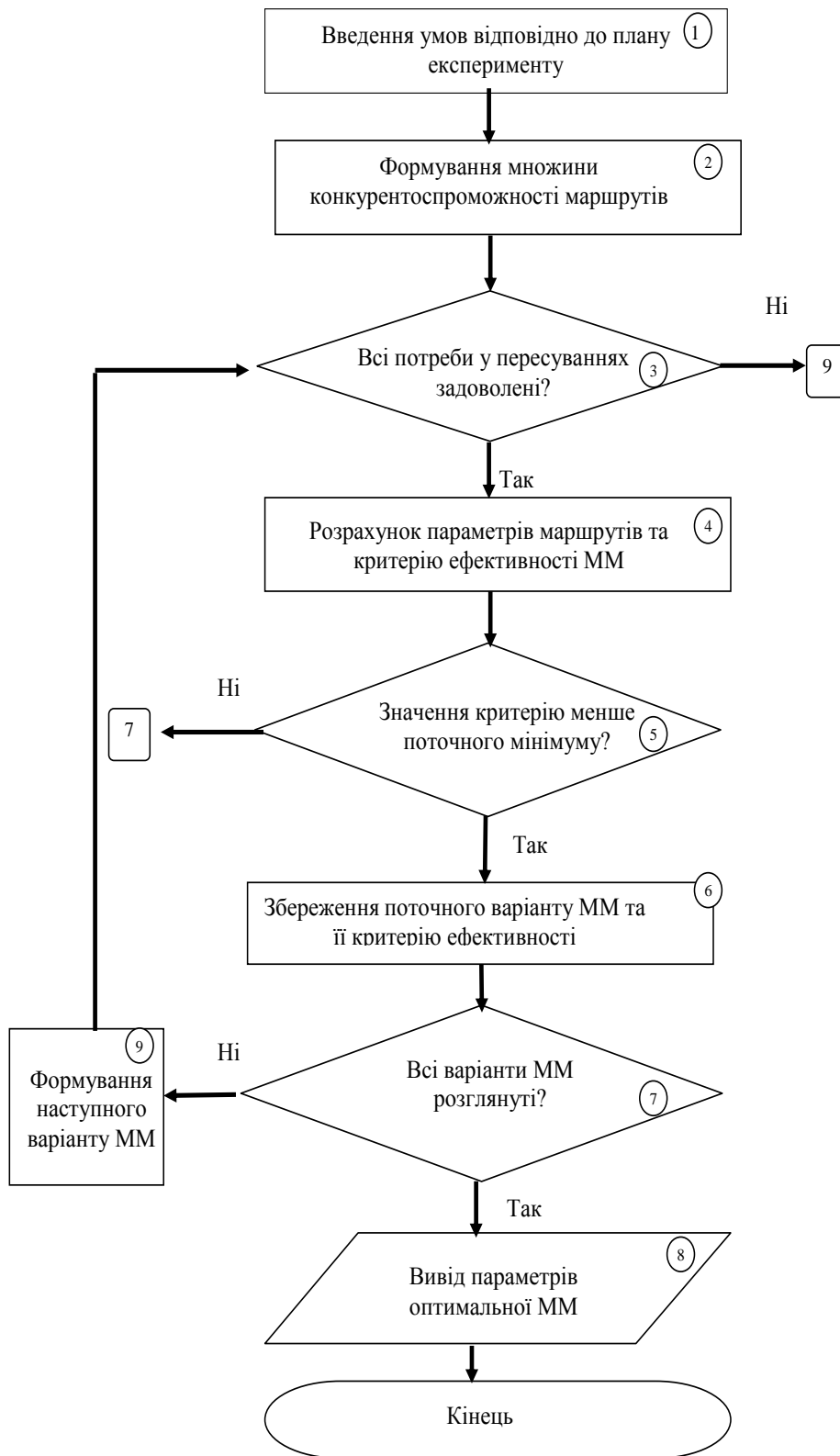


Рис.1. Схема алгоритму пошуку раціонального варіанту ММ

$$B_n = \sum_i^N \sum_j^N \sum_l^m \left[h_{lij} \cdot \sum_k^n B_k \right] \approx const, \quad (2)$$

де B_n – фінансові витрати пасажирів на транспортні пересування за розрахунковий період, грн.;

B_k – вартість k -й маршрутної поїздки, грн.

Комфортабельність поїздки в моделі оцінюється ступенем заповнення салонів транспортних засобів, що цілком достатньо для розрахунку значення критерію ефективності ММ.

Що стосується інших розходжень між видами транспорту, то при відомій відстані поїздки її тривалість визначається швидкістю сполучення, що залежить від характеристик транспортних засобів і способу організації руху на маршруті.

Тому в моделі функціонування ММ міського пасажирського транспорту, створеній для цілей визначення раціональної непрямолінійності маршрутів, передбачена можливість задання швидкості сполучення на маршруті.

Таким чином, врахування розходжень між видами транспорту шляхом задання різної швидкості сполучення на маршрутах і проведення розрахунків є можливим лише в рамках мономаршрутної мережі.

Для визначення імовірності вибору пасажиром маршруту в моделі, розробленої для проведення експерименту, використовується калібрована модель, запропонована в [4]:

$$P_l = \frac{A_l}{\sum_j^m A_j}, \quad (3)$$

де P_l – ймовірність вибору l -го шляху пересування;

A_l – розрахункова функція привабливості l -го шляху пересування.

Значення функції A_l визначаються в залежності від моделі розподілу потоків пасажирів.

Для експоненціальної моделі: $A_l = \text{Exp}(\Pi_l)$. (4)

де Π_l – функція привабливості шляху пересування.

Таким чином, врахування розходжень між видами транспорту за допомогою завдання різної швидкості сполучення на маршрутах і проведення розрахунків є можливим в рамках мономаршрутної мережі.

Висновок

Розроблена модель має закінчений характер, адекватно описує процедуру вибору пасажиром варіанту шляху пересування і дозволяє відносно легко визначити конкретні значення коефіцієнтів шляхом проведення обстежень.

Для одержання коефіцієнтів в моделі необхідно проведення самостійних досліджень у кожному місті. Звідси можна зробити висновок про випадковий характер значень коефіцієнтів моделі і для вирішення поставленого завдання вони можуть задаватися вільно.

Отже, на наш погляд, неврахування такої важливої складової як рівень комфортності перевезень, що у свою чергу може суттєво впливати на попит населення у бажанні скористатися тим чи іншим видом міського пасажирського транспорту може суттєво спотворювати результати моделювання. Результатом не врахування такого фактора, як рівень комфортності перевезень може бути нерівномірність завантажень різних видів транспорту. Особливо це стосується муніципального автомобільного парку, який у більшості вітчизняних містах є морально і матеріально застарілим.

Література

1. Доля В.К. *Організація пасажирських перевезень у містах*. Х.: Нове слово 2002. – 140с.
2. Сафронов Э.А. *Транспортные системы городов и регионов: Учебное пособие*. Издательство АСВ. – М., 2008. – 272 с.
3. Лубяный П.В. *Модель функционирования системы городского пассажирского транспорта. (Пути повышения эффективности эвристических алгоритмов маршрутизации городского пассажирского транспорта)* // *Вестник Херсонского государственного технического университета*. – Херсон, 2002. - № I(14). - С. 370 - 372.
4. Самойлов Д.С. *Городской транспорт*. – М.: Стройиздат, 1983. – 384 с