

УДК 656.072:338.47:519.872.6

Р.О. Цікалова, здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти

Львівський національний університет імені Івана Франка, Україна

УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТРАНСПОРТНОЇ КОМПАНІЇ**R.O. Tsikalova, the achiever of the second (master's) level of higher education**

Ivan Franko National University of Lviv, Ukraine

MANAGEMENT OF THE LOGISTIC SYSTEM EFFICIENCY OF PASSENGER TRANSPORTATION COMPANY

Проблема проектування логістичних систем (TNDP) досліджувалась протягом десятиліть, включаючи проектування маршрутів та розкладу руху, визначення частоти маршруту та обсягів парку фірми-перевізника [4]. На практиці процес оптимізації системи передбачає п'ять етапів: 1) проектування маршруту; 2) налаштування частоти руху; 3) розклад руху; 4) розмір парку та 5) розклад екіпажу [5].

Методи оптимізації, розроблені та застосовані до TNDP, можна розділити на дві категорії: точні методи пошуку та евристичні методи. Методи точного пошуку в своїх дослідженнях розглядали Ян Шан'яо, Хао-Лей Чен, Ральф Бордорфер, Мартін Гротшель, Марк Фетч. В своїх роботах вони будували та впроваджували моделі розкладу руху транспортного засобу та визначали способи вирішення проблем автобусних перевізників.

Евристичні методи, застосовувані до оптимізації транспортних систем, включають генетичні алгоритми, пошук табу та мурашиний алгоритм. До таких досліджень відносять роботи Меттью Тома, Чендера Мохана, Борха Белтрана, Стефано Каррезе, Ернесто Чипріані, Марка Петреллі. В якості цільової функції, в цих роботах, найчастіше виступають витрати перевізника (обсяг парку, довжина маршруту) та витрати пасажирів (час пересадки, час поїздки).

Евристичні підходи, що базуються на генерації популяцій (рішень), включають три етапи. Спочатку генеруються маршрути-кандидати на основі характеристик мережі та визначених обмежень. По-друге, створюється набір початкових рішень на основі набору маршрутів-кандидатів. По-третє, протягом послідовних ітерацій (поколінь), визначається оптимальне рішення в процесі перехрещення та мутацій попередніх рішень.

Логістична система часто представляється у вигляді графа з вузлами, що представляють станції, і дугами (маршрутами), що вказують на зв'язок між вузлами. Кожен маршрут проходить від фіксованого початку до фіксованого пункту призначення через серію вузлів та напрямків із фіксованою частотою залежно від часу доби та дня тижня.

За інформацією про маршрути в мережі та за матрицею попиту можна визначити, яку частину попиту можна задовольнити. Для кожної поїздки, яка може бути включена в розклад, існує “обмеження транспортного засобу” та “обмеження поза транспортним засобом”. Перше може включати в себе вартість маршруту, час зупинки транспортного засобу на кожній станції тощо. Обмеження поза транспортним засобом може включати час очікування пасажира на станції пересадки та час поїздки до зупинок.

Проблема TNDP фокусується на процесі оптимізації. Метою дослідження є управління логістичною системою враховуючи мінімізацію витрат перевізника та пасажирів. Таким чином, TNDP може бути сформульований наступним чином:

$$\sum_{k=1} x_r^{od,k} + E_{od} = d_{od}, \quad \forall (o, d) \in \varphi, k \in S_{od} \quad (1)$$

де $x_{ij,r}^{od,k}$ – обсяг пасажиропотоку на шляху к маршруту (OD), E_{od} – незадоволений попит на маршруті OD, d_{od} – сукупний попит на маршруті OD.

Обмеження (1) відображає те, що потоки через шляхи маршрутів для кожної пари OD і незадоволений попит на маршруті OD повинні дорівнювати сукупному попиту на маршруті.

$$\sum_{k=1} x_{ij,r}^{od,k} \leq C * f_r, \quad \forall (o, d) \in \varphi, k \in S_{od} \quad (2)$$

де $x_{ij,r}^{od,k}$ – обсяг пасажиропотоку на шляху k в маршруті, C – місткість транспортного засобу, f_r – частота руху на маршруті r.

Обмеження (2) визначає пропускну здатність маршруту.

$$L_{\min} \leq L_i \leq L_{\max}, \quad i \in r \quad (3)$$

де L_i – довжина маршруту i, L_{\min} – довжина найкоротшого маршруту, L_{\max} – довжина найдовшого маршруту.

Нерівність (3) обмежує довжину маршруту в межах мінімальної та максимальної довжини.

$$f_{\min} \leq f_i \leq f_{\max}, \quad i \in r \quad (4)$$

де f_i – частота руху маршруті r, f_{\min} – мінімальна частота руху, f_{\max} – максимальна частота руху.

$$\min Z_1 = \sum_{r \in \varphi} \sum_{k \in P_{od}} x_r^{od,k} * (t_{in}^{od,k} + t_w^{od,k}) + t_c * \sum_{r \in \varphi} E_{od} \quad (5)$$

де $t_{in}^{od,k}$ – час подорожі на шляху k маршруту OD, $t_w^{od,k}$ – час очікування на шляху k маршруту OD, t_c – штраф за не задоволений попит.

$$\min Z_2 = C_{km} * \sum_{r \in \varphi} L_r * f_r + C_{hr} * \sum_{r \in \varphi} T_r * f_r, \quad (6)$$

де C_{km} – експлуатаційні витрати фірми-перевізника на один кілометр, C_{hr} – оплата праці персоналу на одну годину, T_r – довжина маршруту в годинах.

Цільова функція представлена (5) відображає витрати пасажирів – сума витрат часу пасажирів та штрафу за поїздку пасажирів, попит якого не був задоволений. Витрати часу пасажирів включає дві частини: час подорожі та час очікування пасажирів на транспортний засіб.

Друга цільова функція (6) є функцією довжини маршруту та частоти маршруту, а також тривалості маршруту та частоти маршруту. Перше походить від експлуатаційних витрат транспортного засобу, які залежать від загальної пройденої відстані. Ці витрати включають паливо, обслуговування транспортного засобу, вартість ремонту тощо. Друга частина рівняння представляє витрати на подорожуючий персонал, що визначається загальним часом поїздки. Ці витрати включають оплату праці екіпажу. Параметри C_{km} та C_{hr} гарантують, що експлуатаційні витрати та витрати на оплату праці персоналу визначаються окремо.

Таким чином, цей приклад аналізу логістичної системи спрямований на представлення процесу оцінки мережевого планування відповідно до інформації про маршрути та попиту пасажирів.

Побудована модель пропонує враховувати як ефективність подорожей пасажирів, так і фірми-перевізника. Оскільки процес TNDP дуже складний у вирішенні, пропонується ефективний алгоритм, заснований на вдосконаленому NSGA-II. Запропонований алгоритм

генерації початкового набору маршрутів базується на інтуїтивному спостереженні, максимізації попиту на поїздки, що є ключовим компонентом під час проектування логістичної мережі. Результатом управління ефективністю транспортної системи є визначення сукупності маршрутів та збалансування витрат пасажирів та фірми-перевізника.

Література:

1. Гашук П.М., Дубно М.В., Нефьодов О.Ф. Ідентифікація й нормування потенціалу автомобіля: Монографія. Львів: Тріада ПЛЮС, 2007. 240 с.
2. Кальченко В. І., Кальченко В. В., Венжега В. І., Рудик А. В. Шляхи покращення економічних і екологічних характеристик автомобілів. Вісник Чернігівського державного технологічного університету, 2010. №45. С. 35-38.
3. Шаталов М.А., Мичка С.Ю. Впровадження адаптивних систем автоматизації транспортно-логістичних операцій підприємства: теорія і практика, 2016. С. 387-391.
4. Guihaire, Valerie, Hao, Jin-Kao. Transit network design and scheduling: A global review. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 2008. Volume 42. Issue 10. P. 1251-1273.
5. Krstanoski N. Trunk with Branches Public Transport Line Scheduling under Condition of Uniform Headway Operation. Journal of Public Transportation, 2017. Issue 7. P. 89.
6. Zhao, F., Ubaka I. Transit Network Optimization: Minimizing Transfers and Optimizing Route Directness. Journal of Public Transportation, 2004. Issue 7. P. 67-82