

Система обмежень включає: обмеження по швидкості пересування збірного поїзда; обмеження по часовому вікну заїзду збірного поїзда по i -тій станції; обмеження, пов'язані з часом роботи локомотивної бригади; обмеження, пов'язані з часом виконання локомотиву технічного огляду ТО-2; обмеження, пов'язані з пропускною спроможністю дільниць.

Аргументом цільової функції (1), є топологія ДН ($G(I, J)$), що представлено у вигляді квадратної матриці суміжності, або в загальному вигляді – прямокутною матрицею інцидентності. Аналіз матриць, яка відбиває топологію ДН АТ «Укрзалізниця» свідчить, що їх розміри коливаються в межах: для матриць інцидентності від (37x39) до (122x137), для матриць суміжностей від (37x37) до (122x122), що свідчить про велику розмірність задачі. Аргумент цільової функції (1) $\lambda(i, t)$ представляє прогнози залежності $\lambda(i, t) = f(i, t)$, які отримано шляхом використання апарату штучних нейронних мереж. Таким чином, цільова функція (1) – представляє матричну функцію, а рішенням оптимізаційної моделі є змінно – добовий план місцевої роботи ДН. При цьому, залежно від топології ДН збірні поїзди можуть рухатися як за маятниковою схемою, так і по маршрутах, що представляє цикли графу з певними властивостями (цикли Ейлера або Гамільтона).

Сформовану оптимізаційну модель за теорією обчислювальної складності доцільно віднести до класу NP - повних задач. Для пошуку достатньо оптимального плану місцевої роботи пропонується використати апарат генетичних алгоритмів.

Запропонована процедура знаходження достатньо оптимального плану місцевої роботи ДН дозволяє сформувати інтелектуальну технологію управління місцевою роботою.

[1] Характеристика систем та їх властивості: Конспект лекцій / Т.В. Бутько, О.М. Ходаківський, В.В. Петрушов, В.М. Прохоров. – Харків: УкрДАЗТ, 2010.–37 с.

[2] Тарасов В.А., Герасимов Б.М., Левин И.А., Корнейчук В.А. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений: Теория, синтез, эффективность. – К.: МАКНС, 2007.-336 с.

УДК 656.222.4

РАЦІОНАЛІЗАЦІЯ ПРОПУСКУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ РІЗНИХ КАТЕГОРІЙ В УМОВАХ ЗМІШАНОГО РУХУ

RATIONALIZATION OF PASS BY FOR PASSENGER TRAINS OF VARIOUS CATEGORIES UNDER MIXED MOTION

Канд. техн. наук Г.М. Сіконенко¹, Канд. техн. наук Д.В. Шумик¹

¹Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

Cand. Sc.(Tehn.) G. Sikonenko, Cand. Sc.(Tehn.) D. Shumyk

¹Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Підвищення швидкості руху пасажирських поїздів вимагає відокремлення пасажирського і вантажного руху та передбачає гігантські інвестиції, які у

передових країнах реалізуються у вигляді національних проектів з державним фінансуванням. У реаліях нашого сьогодення це неможливо, тому необхідно розглядати прогресивні методи оптимізації пасажирського руху на лініях зі змішаним рухом. Графік руху поїздів є технологічною основою, яка регламентує взаємодію багаточисельних залізничних підрозділів при організації перевезень, істотно впливає на стабільність і ритмічність перевезень.

Прискорення дальніх пасажирських перевезень було й залишається однією з основних проблем розвитку залізниць у всіх індустріально розвинених країнах світу [1] й, насамперед, у країнах Західної Європи і Японії, що викликано рядом причин:

- прагненням забезпечити масові перевезення пасажирів у регіонах з високою щільністю населення;
- бажанням створити умови для зведення до мінімуму тривалості поїздок, що при досить високому рівні комфорту залучає пасажирів на залізничний транспорт і поліпшує його економічні показники;
- необхідністю збільшення перевізної спроможності існуючих залізничних ліній;
- економією енергетичних ресурсів, у першу чергу, нафтопродуктів шляхом переключення пасажирських потоків з авіаційного й автомобільного транспорту на залізничний;
- усвідомленням негативних наслідків нестримної автомобілізації, особливо в екологічному відношенні.

В 2019 році пасажирооборот залізничним транспортом склав понад 28,4 млрд. пас-км, що становить 26,5% від загального за всіма видами транспорту та 95,7% у порівнянні з 2014 роком [2]; у 2020-2021рр. у зв'язку з карантинними обмеженнями обсяги скоротились у тричі. Проведений аналіз чисельності населення та його рухливості свідчить про дві тенденції: по-перше зменшення загальної кількості, по-друге поступове переміщення населення у крупні адміністративні та промислові центри. Данні тенденції підтверджують необхідність розвитку пасажирського, в тому числі і швидкісного, руху між ними.

Одним із важливих критеріїв привабливості при виборі виду транспорту пасажиром є час у дорозі. Спектр організаційних заходів для прискорення доставки пасажирів є обмеженим. Одним із найбільш дієвих є оптимізація кількості та розташування зупинок для пасажирських поїздів різних категорій, особливо швидкісних [3]. При оптимізації кількості зупинок необхідно знайти баланс між швидкістю доставки та зменшенням частоти обслуговування кожної станції.

Залізнична мережа складається з множини станцій $\{S\}$ та множини $\{i, j\}$ спрямованих ребр графу які позначають прямування поїзда зі станції відправлення i та прибуття j . Множина $\{O, D\}$ визначає станції відправлення та призначення для струменів пасажиропотоків. Множина $\{k\}$ позначає сукупність поїздів які прямують по полігону у визначений проміжок часу. Час руху між

відповідними станціями з урахуванням додаткового часу на розгони та уповільнення позначено як T_{ij} . Бінарна змінна x_{ijk} позначає вибір чи буде поїзд k надавати прямі послуги пасажиропотоку від станції i до станції j розташованій по маршруту прямування; $x_{ijk} = 1$ при транзитному прямуванні $x_{ijk} = 0$ при прямуванні з зупинками. Величина y_{ijk}^{OD} представляє собою пасажиропотік що прямує від станції i до станції j у поїзді k та здійснили посадку на стації O а висадку на станції D . Також можуть бути періоди коли пасажиропотоки по деяким станціям незначні і за графіком будуть відсутні поїзда із зупинками позначимо незадоволений попит на перевезення через Z^{OD} .

Оптимізацію пропуску зупинок можна сформулювати як:

$$P = \sum_O \sum_D \sum_k \sum_i \sum_{j:j>i} y_{ijk}^{OD} (T_{ij} + x_{ij} \cdot s_{ij}) + \sum_O \sum_D \gamma Z^{OD} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де s_{ij} – загальна тривалість зупинок від станції i до станції j з урахуванням додаткового часу на розгін та уповільнення;

γ – коефіцієнт витрат, який перетворює незадоволений попит на перевезення у пасажиро-години.

Для усунення ускладнень змішаної цілочисельної моделі у зв'язку зі значною розмірністю пропонується використовувати евристичний пошук на основі генетичного алгоритму.

У результаті розрахунків На основі отриманих даних будується графік руху пасажирських поїздів на змішаних лініях з визначеною кількістю стоянок по розрахованим станціям.

[1] Profillidis, V.A. High-Speed Railways: Present Situation and Future Prospects [Text] / V.A. Profillidis, G.N. Botzoris // Journal of Transportation Technologies. – 2013. -3. –P. 30–36.

[2] Офіційний сайт Держкомстата України [Електронний ресурс] / Режим доступа <http://www.ukrstat.gov.ua/> - (Дата звернення 15.03.2021). – Загл з екрану.

[3] Freyss, M. Continuous approximation for skip-stop operation in rail transit [Text] / M. Freyss, R. Giesen, J.C. Muñoz // Transp. Res. C Emerg. Technol. – 2013. – №36. – P.419–433.

УДК 656.2

ВПЛИВ ЕКОНОМІКО-ГЕОГРАФІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

THE INFLUENCE OF ECONOMIC AND GEOGRAPHICAL FACTORS ON THE FORMATION OF TRANSPORTATION

*Канд. техн. наук Г.І. Нестеренко, канд. техн. наук М.І. Музикін,
канд. техн. наук С.І. Бібік, М. Звяга
Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені
академіка В. Лазаряна (м. Дніпро)*