

сумісності з урахуванням вимог безпеки, надійності, доступності, екології тощо. З метою наближення європейських директив до функціонування залізничного транспорту України АТ «Укрзалізниця» пропонує вантажовідправникам «Договір про перевезення вантажів на особливих умовах - за розкладом руху маршрутних поїздів». Прямування маршрутних поїздів по дільницях здійснюється за розкладом руху, що визначається за участю Перевізника, який встановлює: напрямки перевезення маршрутних поїздів, дату та час відправлення і прибуття поїздів на станції, номери поїздів.

Для виконання умов графіку руху на великі відстані (напрямки) необхідне повне ув'язування графіку руху поїздів по дільниці і технології роботи технічних станцій. Задачу складання узгодженого графіку руху поїздів з технологією роботи станцій напрямку можна віднести до класу задач оптимізації з багатьма змінними та вибором рішення в умовах невизначеності. Для рішення даної задачі застосований метод, що використовує евристичні уявлення для представлення загальної задачі у вигляді визначено послідовності чотирьох основних задач. В основу метода покладено ідею про пошук раціональних рішень для одних змінних при фіксованих інших.

[1] Стратегія АТ «Укрзалізниця» на 2019-2023 роки. – Режим доступу : <https://agropolit.com/spetsproekty/572--strategiya-at-ukrzaliznitsya-na-2019-2023-roki>. – Загл. з екрану. - (Дата звернення 20.02.2021).

[2] Dick, C. T. Transitioning from flexible to structured heavy haul operations to expand the capacity of single-track shared corridors in North America / C. T. Dick, M.Darkhan // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part F Journal of Rail and Rapid Transit. - 233(6). - 2019. - P. 629-639.doi:10.1177/0954409718804427.

[3] Panchenko A., Prokhorchenko A., Panchenko S., Dekarchuk O., Gurin D., Medvediev I. Predicting the estimated time of cargo dispatch from a marshaling yard. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. No 4, Issue 3 (106). P. 6-15. doi: 10.15587/1729-4061.2020.209912 (видання індексується в базі Scopus Q2).

**УДК 656.22**

## **УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ШЛЯХОМ ІНТЕЛЕКТУАЛІЗАЦІЇ УПРАВЛІННЯ МІСЦЕВОЮ РОБОТОЮ**

### **IMPROVING THE FUNCTIONING OF RAILWAY TRANSPORT DIRECTORATES BY INTELLECTUALIZING THE MANAGEMENT OF LOCAL WORK**

*Док. техн.наук, професор Т.В. Бутько, магістрант М.С. Ковшик,  
магістрант К.О. Алексеєнко*

*Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

*Dr. Sc., professor T.V. Butko, Postgraduate M.S. Kovshyk,  
Postgraduate K.O. Alekseenko  
Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

Сучасні підходи з удосконалення технології місцевої роботи повинні бути спрямовано на підвищення конкурентоспроможності залізничного транспорту ,

тобто на зменшення експлуатаційних витрат за рахунок надання залізничній підсистемі(Дирекції залізничних перевезень – ДН) властивостей інваріантності, яку доцільно розглядати як компроміс між її стійкістю та гнучкістю. Ці підходи обумовлено сучасними тенденціями коливання обсягів навантаження та вивантаження, що доведено статистичними дослідженнями щодо їх динаміки.

Це означає, що технічні і технологічні параметри місцевої роботи повинні бути залежними від амплітуди коливань обсягів перевезень у часі та у просторі, що в свою чергу передбачає використання засад інтелектуалізації при управлінні ДН.

Проведені статистичні дослідження по різних ДН АТ «Укрзалізниця» свідчать, що обсяги навантаження/вивантаження коливаються в межах:

$$K_n = 1,1 \div 1,7,$$

де  $K_n$  - коефіцієнт нерівномірності.

Це свідчить про необхідність формування практично в оперативному режимі змінно-добового плану роботи ДН на засадах автоматизації, що в свою чергу потребує формалізації технології роботи ДН у вигляді оптимізаційної математична моделі.

Системний підхід до процесу виконання місцевої роботи дозволяє уявити ДН як динамічну дискретну систему, гнучкість якої можливо забезпечити за рахунок надання відносної автономності її елементам – збірним поїздам [1]. Така гнучка технологія роботи ДН буде економічно доцільною і конкурентоспроможною у порівнянні з маршрутними поїздами, коли для кожного збірного поїзду буде знайдено маршрут з мінімальними відстанями при виконанні обов'язкової умови вивезення або завезення всього вантажу «точно у термін» в умовах існуючої кон'юнктури на транспортному ринку на період планування. В інші періоди планування, яким будуть відповідати інші обсяги перевезень, схеми маршрутів можуть змінюватись, що відповідає процесам самоорганізації системи. Такий підхід потребує формалізації процесу перевезень на ДН у вигляді динамічної оптимізаційної моделі.

Просторову складову оптимізаційної моделі, що відбиває топологію ДН доцільно представити у вигляді зваженого графу  $G(I, J)$ , де  $I(i = \overline{1, n})$ , – множина вершин, тобто залізничних станцій, а  $J(j = \overline{1, m})$  - множина ребер, тобто колій, що з'єднують станції. У якості функцій на вершинах обрано інтенсивність вагопотоку  $\lambda_i = \lambda(i, t)$ , де  $t$  – час в межах інтервалу планування [2]. У якості ваги ребер доцільно обрати довжину колій  $S(j)$  та їх пропускну спроможність  $r(j)$ . Ці величини в умовах конкретного ДН можна вважати постійними.

Спираючись на вищенаведені передумови, цільову функцію оптимізаційної моделі у вигляді сумарних експлуатаційних витрат у неявному вигляді, доцільно надати наступним чином:

$$C = f(G(I, J), \lambda(i, t), K) \quad (1)$$

де  $K$  - кількість локомотивів у голові збірних поїздів.

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. Сіконенко<sup>1</sup>, Канд. техн. наук Д.В. Шумик<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)*

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

*<sup>1</sup>Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)*

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