

УДК 656.222.3

*Д-р техн. наук Т.В.Бутько,
В.М. Михайлик*

ПІДХОДИ ДО ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНИХ ЗБІРНИХ ПОЇЗДІВ ДЛЯ ВИКОНАННЯ МІСЦЕВОЇ РОБОТИ

Актуальність. У сучасних умовах технологія виконання місцевої роботи на дирекціях залізничних перевезень (ДН) характеризується значними непродуктивними простоями як рухомого складу на вантажних станціях і на станціях примикання під'їзних колій, так і самого вантажу, що знижує конкурентоспроможність залізничного

транспорт у цілому. Така ситуація обумовлена як коливанням обсягів перевезень на транспортному ринку і відсутністю гнучкої системи планування, так і відсутністю відносної автономності у використанні маршрутних поїздів. Як показує світовий досвід, сучасні підходи до виконання технології місцевої роботи повинні бути спрямованими на

використання автономних збірних поїздів, які мають дві кабіни управління. Спираючись на вищезазначене, тема наукової статті є актуальною.

Постановка наукового завдання.

Впровадження гнучкої автоматизованої технології місцевої роботи, яку засновано на концепції використання автономного збірного поїзда, потребує формалізації процесу перевезень на дирекції залізничних перевезень у вигляді динамічної оптимізаційної задачі, рішенням якої має бути оперативний план заведення-вивезення вантажів зі станцій ДН, який відповідає мінімальним експлуатаційним витратам на виконання перевізного процесу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Питання вдосконалення місцевої роботи на залізничному транспорті досить широко висвітлювались у публікаціях як вітчизняних, так і зарубіжних вчених (А.А. Аветикян, Т.В. Бутько, А.С. Гершвальд, І.А. Гірьова, М.І. Данько, А.О. Ковальова, Д.В. Ломотько, В.К. Мироненко, А.А. Рeger, А.Т. Осьмінін, А.В. Риженіков, М.М. Кузнецов та ін.).

Виклад основного матеріалу.

Впровадження гнучкої автоматизованої технології місцевої роботи, яку засновано на концепції використання автономного збірного поїзда, потребує формалізації процесу перевезень у вузлі або дирекції залізничних перевезень у вигляді динамічної оптимізаційної задачі. Цільову функцію моделі можна подати у двох варіантах:

Перший варіант – цільова функція представляє суму експлуатаційних витрат за період планування і приведених капітальних витрат на закупівлю автономних збірних поїздів.

Другий варіант – цільова функція представляє тільки суму експлуатаційних витрат на виконання місцевої роботи за період планування.

Множину можливих альтернатив в обох випадках доцільно подати як сумісну

систему обмежень на технічні і технологічні параметри процесу перевезень.

Модель, яку сформовано за першим варіантом, є більш універсальною, тому що вона надасть можливість визначати не тільки технологічні параметри місцевої роботи (напрямки курсування автономних збірних поїздів, час їх прибуття та ін.), але й технічні – зокрема оптимальну кількість автономних збірних поїздів для умов конкретного залізничного вузла або дирекції залізничних перевезень. Другу модель можна вважати складовою частиною першої, але при заданій кількості автономних збірних поїздів вона надасть можливість раціонально планувати їх роботу.

Вибір оптимального плану виконання місцевої роботи [1] відповідно до вищезапропонованих моделей в основному залежить від обсягів заведення та вивезення вантажів на станціях примикання і вантажних станціях залізничного вузла або дирекції залізничних перевезень та їх розташування у просторі та часі. Такі умови потребують, з одного боку, дослідження і прогнозування динаміки надходження вантажів [2], враховуючи інерційність системи, а з іншого – дослідження особливостей топології залізничних вузлів або інших підсистем транспортної мережі.

З урахуванням цього представимо залізничний вузол або ДН як зважений граф $G(I, J)$, вершинами якого є залізничні станції, а ребрами – колії, що їх з'єднують. Таким чином, множина $I(i=1, n)$ – це множина вершин, тобто залізничних станцій, а множина $J(j=1, m)$ – це множина ребер, тобто колій, що їх з'єднують. Надамо вагу вершинам і ребрам графа $G(I, J)$. Як функції на вершинах оберемо інтенсивність вантажопотоку $\lambda_i = \lambda(i, t)$, де t – час у межах інтервалу планування. При цьому, якщо величина $\lambda(i, t) > 0$, то станція

Організація перевезень і управління на транспорті

i в момент t виконує операції навантаження і потік надходить у систему, якщо $\lambda(i,t) < 0$, то станція i в момент t виконує операції вивантаження, якщо $\lambda(i,t) = 0$, то станція i або закрыта для вантажних операцій, або їх не виконує на момент часу t . Виходячи із сутності

цільових функцій моделей, доцільно у якості ваги ребер обрати довжину колій $S(j)$ та їх пропускну спроможність $r(j)$. Ці величини будемо вважати постійними.

На рисунку подано в загальному вигляді топологію ДН Полтава.

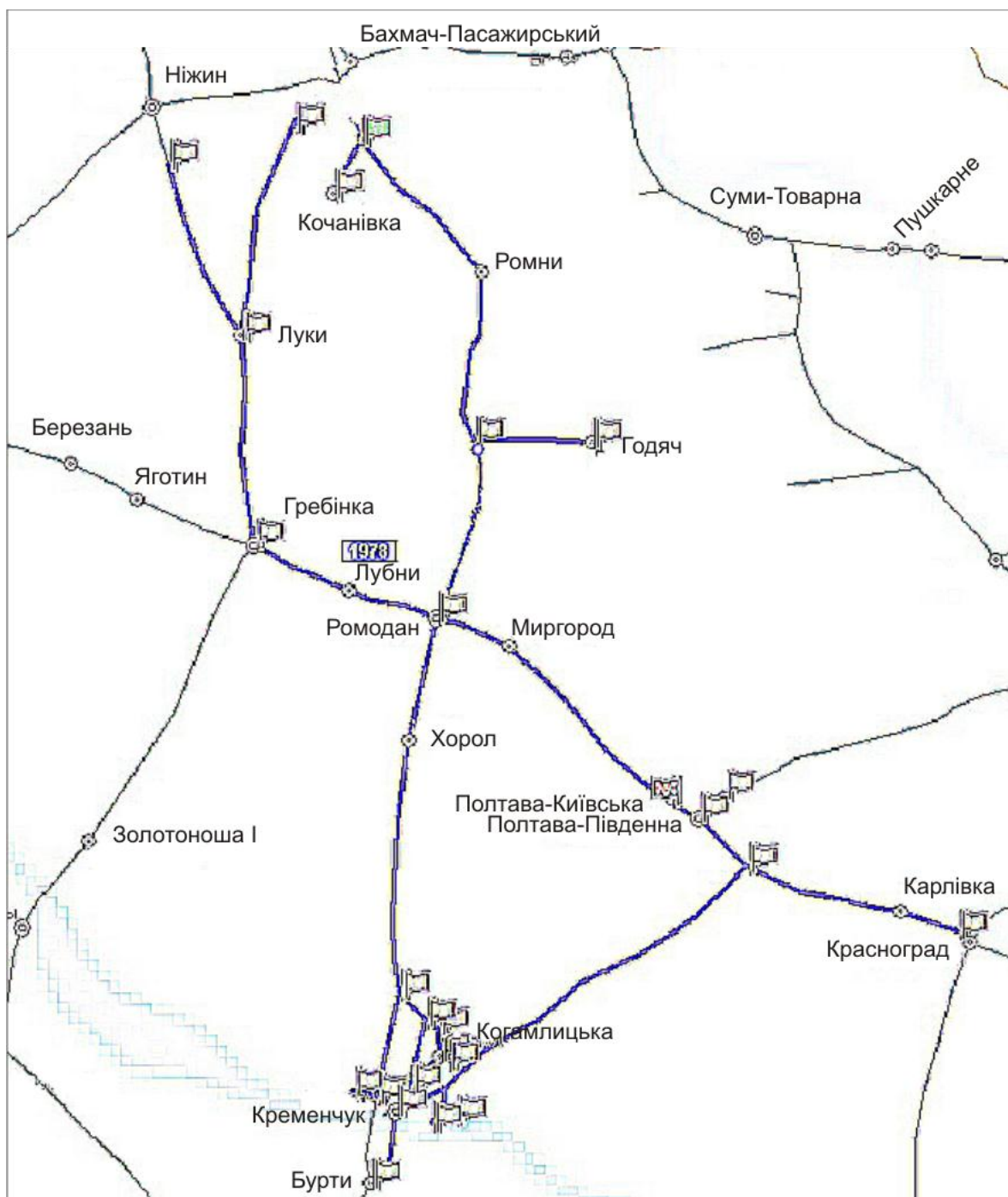


Рис. 1. Загальний вигляд топології ДН Полтава

Спираючись на вищенаведені передумови, цільові функції моделей можна надати у неявному вигляді таким чином:

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

де K – кількість задіяних автономних збірних поїздів для виконання місцевої роботи у залізничному вузлі або ДН із топологією $G(I, J)$.

Для першого варіанта моделі аргумент K є змінною величиною, для другого варіанта – величина K є параметром моделі. Як обмеження необхідно врахувати такі чинники:

- обмеження по швидкості пересування;

$V_{aj} \leq V_{xj}$, де V_{aj} – швидкість пересування автономного збірного поїзда по j -му ребру, V_{xj} – норма ходової швидкості;

- обмеження по вантажопідйомності автономного збірного поїзда:

$$\sum_{i=1}^P \int_{t_{0i}}^{t_{ki}} \lambda_i(i) dt \leq Q_a, \quad (2)$$

де Q_a – максимальна вантажопідйомність автономного збірного поїзда;

t_{0i} – момент початку вантажних операцій на i -й станції;

t_{ki} – момент закінчення вантажних операцій на i -й станції;

P – кількість станцій у циклі заїзду автономного збірного поїзда;

- обмеження по часовому вікну $2\Delta t$ заїзду автономного збірного поїзда $\nu \in [1, K]$ по i -й станції:

$$t_{iv}^3 \in [t_{iv}^r \pm \Delta t],$$

де t_{iv}^3 – реальний час заїзду ν -го автономного збірного поїзда на i -ту

станцію; t_{iv}^r – розрахунковий час заїзду ν -го поїзда на i -ту станцію.

- обмеження, які пов'язані із часом роботи локомотивної бригади при експлуатації автономного збірного поїзда

$$t_{експл} \leq 12 - \sum_{i=1}^P t_i^B - t_{ПЗ};$$

$$t_{експл} = (\sum_{i=1}^P S_i(j)) / V_\delta, \quad (3)$$

де t_i^B – час на проведення вантажних операцій на i -й станції;

$t_{ПЗ}$ – час на здавання-приймання автономного збірного поїзда локомотивною бригадою (норма прийнята $t_{ПЗ}=1$ год);

P – кількість станцій у циклі заїзду автономного збірного поїзда;

V_δ – середня дільнична швидкість поїзда;

12 – тривалість роботи локомотивної бригади;

- обмеження, які пов'язані із часом виконання технічного огляду ТО-2 автономним збірним поїздом при їх експлуатації

$$t_{ТО-2} \in [24 - 48], \text{ год},$$

де [24-48], год – період часу, год, в межах якого встановлено проведення технічного огляду ТО-2 в депо, цей період включає час на проведення вантажних операцій t_i^B , час ходу по дільницях, час на заміну локомотивної бригади;

- обмеження, які пов'язані із пропускнуною спроможністю дільниць:

$$\sum_j N_{вант.j}^{наявн} - \sum_j N_{вант.j}^{вик.} \geq \sum_j K_j, \quad (4)$$

де $\sum_j N_{вант.j}^{наявн} = r_j$ – наявна пропускна спроможність j -ї дільниці у поїздах;

$\sum_j N_{\text{вант. } j}^{\text{вик.}}$ – потрібна пропускна спроможність для виконання плану перевезень.

При цьому окремо необхідно враховувати ці обмеження для парного та непарного руху.

Висновок. Таким чином, пропонується формалізувати процес виконання місцевої роботи, що базується на концепції використання автономних збірних поїздів, у вигляді оптимізаційної задачі, рішенням якої буде формування плану виконання перевезень місцевих вантажів.

Список літератури

1. Осьминин, А.Т. О новом подходе к расчету плана формирования местных (внутриузловых) вагонопотоков [Текст] / А.Т. Осьминин // Материалы межвузовской с международным участием научно-практической конференции, посвященной 20-ти летию института «За технический прогресс на железных дорогах». – Самара: СамИИТ, 1993. – Ч. 1. – С. 16.

2. Осьминин, А.Т. Выбор рациональной организации местных вагонопотоков в железнодорожном узле [Текст] / А.Т. Осьминин // Материалы первой международной научно-практической конференции «Инфотранс-96». – С.Пб., 1996. – С. 342-352.

Ключові слова: оптимізаційна задача, місцева робота, автономний збірний поїзд, система планування, математична модель, динаміка надходження вантажів.

Анотації

Запропоновано використання автономних збірних поїздів для перевезень місцевих вантажів. Розроблено оптимальний план виконання місцевої роботи, яка в свою чергу залежить від вантажообігу на станціях примикання та вантажних станціях ДН Полтави. У зв'язку з цим, проаналізовано варіанти топології ДН Полтава, сформовано математичну модель для формалізації технологічного процесу виконання місцевої роботи.

Предложено использование автономных сборных поездов для перевозок местных грузов. Разработан оптимальный план выполнения местной работы, которая в свою очередь зависит от грузооборота на станциях примыкания и грузовых станциях ДН Полтава. В связи с этим, проанализирован вариант топологии ДН Полтава, сформирована математическая модель для формализации технологического процесса выполнения местной работы.

The use of autonomous composite trains for the transportation of local loads is proposed. Is developed optimal plan the fulfillment of local work, which in turn, depends on freight traffic at the stations of contiguity and the cargo stations DN Poltava. In connection with this, is analyzed the version of topology DN Poltava, mathematical model for the formalization of the technological process of fulfilling the local work is formed.