

УДК 656.223.3

# ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ СИСТЕМИ ФОРМУВАННЯ СОСТАВІВ ПОЇЗДІВ. ПРАКТИЧНИЙ АСПЕКТ

**Д. В. Ломотько**

Доктор технічних наук, професор\*

E-mail: den@kart.edu.ua

**А. О. Ковальов**

Кандидат технічних наук, доцент\*

E-mail: oksanapesochin@mail.ru

**О. В. Ковальова**

Асистент\*

E-mail: oksanapesochin@mail.ru

\*Кафедра управління вантажною і комерційною роботою  
Українська державна академія залізничного транспорту  
майд. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050

*В наведеній роботі розглянуті проблеми забезпечення пунктів навантаження порожнім рухомих складом. Запропоновано вдосконалення системи вантажних перевезень за рахунок транспортування найбільшої кількості вантажу за заявками вантажовласників з найменшими витратами основних ресурсів, тим самим отримуючи максимальний прибуток*

*Ключові слова: наявність порожніх вагонів, пункт накопичення, пункт формування, матриця заявок*

*В данной работе рассмотрены проблемы обеспечения пунктов погрузки порожним подвижным составом. Предложено усовершенствование системы грузовых перевозок за счет максимального количества перевезенного груза по заявкам грузовладельцев с наименьшими затратами основных ресурсов, тем самым получая максимальную прибыль*

*Ключевые слова: наличие порожних вагонов, пункт накопления, пункт формирования, матрица заявок*

## 1. Вступ

Забезпечення задоволення потреб вантажовласників у перевезенні їх продукції з мінімальними витратами і точно в строк є одною з основних задач залізничного транспорту. Наявність порожніх транспортних засобів у необхідному стані для виконання запланованого обсягу вантажної роботи має істотний вплив на якість проведення перевізного процесу на мережі залізниць.

## 2. Актуальність

У сучасних умовах на організацію перевезень вантажів суттєво впливають два фактори: наявність у необхідній кількості порожнього рухомого складу для передачі його у пункти навантаження і формування составів поїздів, та технічний стан транспортних засобів. Актуальною і важливою складовою при організації виконання заявок вантажовласників є урахування вартості забезпечення порожніми вагонами різного типу з пунктів їх накопичення у пункти навантаження і формування составів.

## 3. Аналіз літературних даних і постановка проблеми

Велика кількість праць відомих науковців присвячена проблемам, пов'язаним із організацією перевезень вантажів, в основі яких полягає забезпечення потреб вантажовласників у перевезенні їх продукції. В

працях [1 – 4] основою для ефективного рішення таких питань пропонуються показники наявності рухомого складу необхідного типу, та необхідної кількості. В [5 – 8] розглянуті питання вдосконалення взаємодії учасників перевізного процесу взагалі, але не враховується можливість відсутності транспортних ресурсів у потрібному технічному стані для перевезення необхідної номенклатури вантажів. В [9 – 10] автором запропоновані підходи до формування составів необхідної якості, але є необхідність висвітлення практичних аспектів та проведення розрахунків.

## 4. Основний матеріал

Розглянемо підходи, запропоновані в [9], з точки зору пунктів накопичення с урахуванням вартості поставки вагонів зазначеного типу в необхідному технічному стані. В пункті  $A_i$  через  $A_i=A_i(\Pi)$  зазначено кількість вагонів типу  $\Pi$ , а через  $a_{ik}$  - кількість вагонів типу  $\Pi$  технічного стану  $\chi_k$ . Очевидно

$$A_i = \sum_{k=1}^n a_{ik} \tag{1}$$

Обозначимо через  $A = A(\Pi)$  матрицю

$$A = \{a_{ik}\}^{2 \times k} = \begin{pmatrix} a_{11}a_{12} \dots a_{1n} \\ a_{21}a_{22} \dots a_{2n} \\ \dots \dots \dots \\ a_{a1}a_{a2} \dots a_{an} \end{pmatrix}, \tag{2}$$

яку назвемо матрицею наявності вагонів типу П (вона ж є матрицею накопичення вагонів типу П).

Задоволення заявки. Заявка визначається матрицею заявок. Згідно матриці заявок потребується надати  $Z_{jk}$  - вагонів типу П в пункт  $\beta_j$ , якості не нижче  $K$ . Нехай ця заявка задоволена і надано вагонів  $y_{jk}$ . Тобто, в пункт  $\beta_j$  надані вагони типу П якості  $\chi_k$ . Ці вагони можуть бути надані із пунктів  $A_i$ , где  $i=1,2,\dots,\alpha$ . При цьому з пункту  $A_i$  в пункт  $\beta_j$  вагонів типа П якості  $\chi_k$  надано  $x_{ijk}$ . Маємо

$$y_{jk} = x_{1jk} + x_{2jk} + \dots + x_{\alpha jk}, \quad j=1,2,\dots,\beta; k=1,2,\dots,n, \quad (3)$$

або

$$y_{jk} = \sum_{i=1}^{\alpha} x_{ijk}, \quad i=1,2,\dots,\beta; k=1,2,\dots,n. \quad (4)$$

При цьому вагони типу П повинні бути в наявності у відповідних пунктах та у відповідній кількості, що відображено в нерівностях

$$a_{ik} \geq x_{i1k} + x_{i2k} + \dots + x_{i\beta k}, \quad (5)$$

або, що теж

$$a_{ik} = \sum_{j=1}^{\beta} x_{ijk}, \quad i=1,2,\dots,\alpha; k=1,2,\dots,n. \quad (6)$$

Ці нерівності будемо називати нерівностями наявності вагонів.

Крім того, повинна виконуватися система нерівностей та рівнянь, яка забезпечує якість.

$$\begin{cases} Z_{j1} \geq y_{j1} \\ Z_{j1} + Z_{j2} \geq y_{j1} + y_{j2} \\ \dots \\ \sum_{k=1}^{k_0} Z_{jk} \geq \sum_{k=1}^{k_0} y_{jk}, \text{ де } k_0 = 1, 2, \dots, n. \\ \sum_{k=1}^n Z_{j2} = \sum_{k=1}^n y_{jk}, \text{ де } j = 1, 2, \dots, \alpha \\ Z_{jn} \leq y_{jn} \end{cases} \quad (7)$$

Складемо функцію витрат. Витрати по першій заявці на надання вагонів типу П. Заявка буде мати наступний вигляд

$$Z_j = Z_{j1} + Z_{j2} + \dots + Z_{jn}, \text{ де } j=1,2,\dots,\beta.$$

Заявка задовольняється наступним чином: позначимо через  $\omega_k$ -вартість надання одного вагона типу П на один кілометр. Тоді сумарна вартість  $S = S(x_{ijk})$  надання вагонів типу П технічного стану  $\chi_k$  з пункту накопичення  $A_i$  в пункт формування  $\beta_j$  буде дорівнювати

$$S(x_{ijk}) = \omega_k r_{ij} x_{ijk}. \quad (8)$$

Вартість надання вагонів типу П, технічного стану  $\chi_k$  з усіх пунктів  $A_i$  в пункт  $\beta_j$  буде дорівнювати

$$\begin{aligned} S(y_{jk}) &= S(x_{1jk}) + S(x_{2jk}) + \dots + \\ &+ S(x_{\alpha jk}) = \sum_{i=1}^{\alpha} S(x_{ijk}) = \sum_{i=1}^{\alpha} \omega_k r_{ij} x_{ijk}, \end{aligned} \quad (9)$$

де  $j=1,2,\dots,\beta; k=1,2,\dots,n$ .

Сумарна вартість надання в пункт  $\beta_j$  вагонів будь-якої якості

$$\begin{aligned} S(Y_j) &= S(y_{j1}) + S(y_{j2}) + \dots + \\ &+ S(y_{jn}) = \sum_{k=1}^n S(y_{jk}) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{\alpha} S(x_{ijk}) = \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{\alpha} \omega_k r_{ij} x_{ijk}, \end{aligned} \quad (10)$$

де  $Y_j = \sum_{k=1}^n y_{jk}, j=1,2,\dots,\beta$ .

Повна вартість виконаної заявки

$$\begin{aligned} S(Y) &= S(Y_1) + S(Y_2) + \dots + S(Y_{\beta}) = \\ &= \sum_{j=1}^{\beta} S(Y_j) = \sum_{j=1}^{\beta} \sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{\alpha} S(x_{ijk}) = \sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{\beta} \sum_{k=1}^n \omega_k r_{ij} x_{ijk}. \end{aligned} \quad (11)$$

Таким чином, отриману функцію будемо називати цільовою функцією

$$S(Y) = \sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{\beta} \sum_{k=1}^n \omega_k r_{ij} x_{ijk}. \quad (12)$$

Змінними є  $x_{ijk}$ , їх кількість  $\alpha\beta n$ .

Змінні задовольняють системі рівнянь та нерівностей

$$\begin{cases} \text{I} \left\{ \begin{aligned} &\sum_{j=1}^{\beta} x_{ijk} \leq a_{ik}, \quad i=1,2,\dots,\alpha; k=1,2,\dots,n \\ &\sum_{k=1}^k Z_{jk} \geq \sum_{k=1}^{k_0} y_{jk}, \quad k_0 = 1, 2, \dots, n-1 \end{aligned} \right. \\ \text{II} \left\{ \begin{aligned} &\sum_{k=1}^n Z_{jk} \geq \sum_{k=1}^n y_{jk}, \quad j=1,2,\dots,\beta \end{aligned} \right. \end{cases} \quad (13)$$

де  $y_{jk} = \sum_{i=1}^{\alpha} x_{ijk}$ .

Підсистема I - забезпечує кількість, підсистема II - забезпечує якість.

## 5. Висновок

Таким чином, встановлена задача формування необхідних составів поїздів з урахуванням замовлень вантажовласників, а саме тих, що потребують заданої кількості та якості рухомого складу при перевезенні певної номенклатури вантажів, зведена до задачі лінійного програмування з необхідністю мінімізувати отриману функцію.

## Література

1. Правдин, Н. В. Використання апарату нечіткої логіки для оптимізації розподілу обмеженого ресурсу на залізничному полігоні [Текст] / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, В. А. Подкопаев // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2006. - № 4. – С. 10-14.
2. Чеклов, В. Ф. Автоматизована система розподілу порожніх вагонів [Текст] / В. Ф. Чеклов, В. М. Чеклова, О. І. Шеховцов // Вісник ДІАТ. Д. : ДІАТ, 2008. - № 2. - С. 13-18.
3. Kardos, T. Railway Technology Software by Rail Navigator Ltd [Електронний ресурс] / Tibor Kardos. – Режим доступу : [http://mobil.innoteka.hu/cikk/railway technology software by rail navigato ltd.490.html](http://mobil.innoteka.hu/cikk/railway%20technology%20software%20by%20rail%20navigator%20ltd.490.html).
4. Couto, A. The effect of high-speed technology on European railway productivity growth [Електронний ресурс] / António Couto // Journal of Rail Transport Planning & Management. – Режим доступу : <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210970612000030>.
5. Елисеєв, С. Ю. Оптимальное регулирование порожних вагонопотоков на железных дорогах России [Текст] / С. Ю. Елисеєв // Актуальные проблемы управления перевозочным процессом. – СПб. : ПГУПС, 2002. – С. 21.
6. Wetzel, H. Productivity Growth in European Railways: Technological Progress, Efficiency Change and Scale Effects [Електронний ресурс] / Heike Wetzel University of Lüneburg // Working Paper Series in Economics, 2011. – № 101. – Режим доступу : [www.leuphana.de/vwl/papers](http://www.leuphana.de/vwl/papers).
7. Чибісов, Ю. В. Підвищення ефективності вантажних перевезень у залізничному вузлі за рахунок вибору раціонального розподілу поїздопотоків по ділянкам вузла [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Ю. В. Чибісов. – Дніпропетровськ, 2012. - 23 с.
8. Акулиничев, В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог [Текст] : учеб. пособие для вузов ж. д. трансп. / В. М. Акулиничев, В. А. Кудрявцев, А. Н. Корешков и др. – М. : Транспорт, 1981. – 223 с.
9. Ковальова, О.В. Обґрунтування вибору та організації роботи системи формування составів поїздів. Теоретичні передумови [Текст] / О. В. Ковальова // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Т. 3, № 3(63). - С. 46-49.
10. Butkevičius, J. Development of marketing strategies in Lithuanian transport companies [Електронний ресурс] / J. Butkevičius, A. Vyskupaitis // Transport and Telecommunication Institute of the University of Applied Sciences. – Режим доступу : [http://www.tsi.lv/Transport-and-Telecommunication/v61\\_en/art22.pdf](http://www.tsi.lv/Transport-and-Telecommunication/v61_en/art22.pdf).

*У статті проведено докладний аналіз відомих пристроїв закріплення составів та загородження колій у сортувальних парках залізничних станцій. Зроблено висновок, що в існуючому вигляді жоден з розглянутих пристроїв не може бути використаний на вітчизняних залізницях без додаткового доопрацювання, проте доцільність їх застосування на мережі залізниць України є беззаперечною*

*Ключові слова: сортувальна станція, сортувальний парк, буферні упори, балочні гальмові пристрої, пристрої загородження колій*

*В статтє проведен подробний анализ известных устройств закрепления составов и заграждения путей в сортировочных парках железнодорожных станций. Сделан вывод, что в существующем виде ни одно из рассмотренных устройств не может быть использовано на отечественных железных дорогах без дополнительной доработки, однако целесообразность их применения на сети железных дорог Украины является бесспорной*

*Ключевые слова: сортировочная станция, сортировочный парк, буферные упоры, балочные тормозные устройства, устройства заграждения путей*

УДК 656.212.5

# АНАЛІЗ ВІДОМИХ ПРИСТРОЇВ ЗАКРІПЛЕННЯ СОСТАВІВ І ЗАГОРОДЖЕННЯ КОЛІЙ У СОРТУВАЛЬНИХ ПАРКАХ

М. Ю. Куценко

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра залізничних станцій та вузлів  
Українська державна академія залізничного  
транспорту  
пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050  
E-mail: maksimus84@meta.ua

## 1. Вступ

Сортувальні станції відіграють важливу роль у прискоренні доставки вантажів клієнтурі, скороченні

простоїв вагонів, забезпеченні їх схоронності. Тому в сучасних умовах, коли на перше місце виходять якісні показники роботи залізничного транспорту, роль сортувальних станцій і, особливо, сортувальних гірок не