

УДК 656.222.23

*Д-р техн. наук Д.В. Ломотко,  
канд. техн. наук А.О. Ковальов,  
асп. О.В. Ковальова*

*Doct. of techn. sciences D.V. Lomotko,  
cand. of techn. sciences A.O. Kovalov,  
postgraduate O.V. Kovalova*

## УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ТРАНСПОРТНИХ РЕСУРСІВ НА ХАРКІВСЬКІЙ ДИРЕКЦІЇ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

### IMPROVING THE PERFORMANCE OF AUTOMATED DISTRIBUTION TRANSPORT RESOURCES AT THE KHARKOV RAILWAY DEPARTMENT

**Вступ.** Залізничний транспорт відіграє важливу роль на ринку товарів вітчизняних виробників. Важливим етапом поліпшення ефективності функціонування залізниць України є удосконалення технології роботи, у першу чергу з вагонним парком. До основних процесів управління на залізничному транспорті належать операції з вантажними вагонами, пов'язані з навантаженням, формуванням, переміщенням, вивантаженням і регулюванням їх перевезення в порожньому стані.

**Актуальність.** Підвищення ефективності роботи з парком вантажних вагонів за рахунок створення нових та удосконалення існуючих автоматизованих систем оперативного керування перевезеннями та автоматизованих систем керування вагонними парками Укрзалізниці є на сьогоднішній день одним з найактуальніших питань, пов'язаних із прийняттям ефективних регулювальних заходів з передислокації та раціонального використання транспортних засобів і задоволення потреб вантажовласників.

**Постановка проблеми.** Відсутність системи підтримки прийняття рішення для

визначення ефективності розподілу рухомого складу, а саме з урахуванням наявності транспортних ресурсів необхідної категорії придатності для перевезення заданої номенклатури вантажів, їх кількості, можливості подання під навантаження з мінімальними витратами, пов'язаними з експлуатаційними показниками, не дає можливості якісного надання послуг вантажовласникам.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Питанням, пов'язаним із ефективністю розподілу порожнього рухомого складу за рахунок оновлення інформаційної системи певних АРМ, забезпеченням вантажовласників достатньою кількістю транспортних засобів у повному обсязі, у наш час приділяється велика кількість наукових праць [1, 2, 3]. У роботі [4] розглядаються питання, пов'язані з нестачею рухомого складу та несвоєчасним поданням вагонів під навантаження з причини низької пропускної спроможності станцій, але недостатньо приділяється уваги придатності цих засобів під навантаження, своєчасній подачі під навантаження, розташуванню технічних

станцій і станцій формування, на яких необхідно здійснити навантаження.

**Виклад основного матеріалу.**

Останнім часом характерним є вдосконалення існуючих і створення нових рівнів інформатизації в організації перевезень. На залізничному транспорті створюються автоматизовані системи управління різними процесами. До числа завдань, що вирішуються цими системами, належить оперативне планування експлуатаційної роботи та управління технологічними процесами, до складу яких належать питання, пов'язані з розподілом парку порожніх вантажних вагонів і забезпеченням навантаження.

В Україні з 2007 року впроваджена в експлуатацію та функціонує Автоматизована система керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ) [5]. Порядок планування перевезень вантажів в автоматизованому режимі визначає «Технологія планування перевезень вантажів в автоматизованій системі АС МІСПЛАН», що у свою чергу є підсистемою АСК ВП УЗ. Дана технологія враховує виконання замовлень вантажовідправників на перевезення. З урахуванням сконцентрованої наявності порожнього рухомого складу на крупних технічних і вантажних станціях: Основа, Харків-Сортувальний, Золочів, Шебелинка, а також станціях, на яких виконується документальне оформлення власних вантажних операцій і вантажних операцій прикріплених станцій: Лихачеве, Краснопавлівка, Красноград, Зміїв, Козача Лопань, штату ДНЦОВ, що складається з одного змінного вагонорозпорядника на правах чергового по дирекції, за основу прийнято полігон Харківської дирекції залізничних перевезень.

Згідно з математичним описом виконання заявок вантажовідправників розроблено математичну модель, основою якої є завдання забезпечення заявки відправника необхідним транспортним ресурсом. Критерієм такого виконання

заявки виступають мінімальні витрати вагоно-кілометрів і вартість подачі вагонів певної категорії придатності під навантаження. Виконання заявки може визначатися поняттями, в основі яких є формування составів поїздів з урахуванням категорії придатності. На основі категорії придатності вагонів формуємо якість составів. Для цього на множині вагонів вводимо частковий порядок, визначаючи для деяких пар составів відношення: состав кращого технічного стану та состав гіршого технічного стану. Через те, що порядок частковий, не між будь-якою парою існує відношення «краще-гірше», деякі пари залишаються непорівняними. Однак на множині існує єдиний состав найкращої якості та єдиний состав найгіршої якості. Будь-який інший состав знаходиться між ними, тому для составів з будь-яким технічним станом існує кращий або рівний. Тоді на множині составів можна ввести порядок, індукований порядком, введеним раніше на множині заявок. Порядок індукується точним виконанням заявок. Це дозволить зробити висновок, чи точно виконана заявка або виконана краще чи гірше, ніж було потрібно. Тим самим повною мірою визначиться поняття «заявка виконана не гірше ніж». Це забезпечить можливість надання необхідного транспортного ресурсу та виконання заявки вантажовідправника згідно з його потребою.

Запропоновано такий опис математичної моделі формування составів, на основі якої створено АРМ.

Задано полігон залізниці у вигляді оснащеного графа  $G$ . Оснащення виконується величиною відстані між пунктами накопичення і формування.

Нехай  $[G]=[r_{ij}]$  – оснащена матриця інцидентності,  $i, j=1, 2, \dots, l$ , де  $l$  – множина вершин графа (елементами матриці є відстань між вершинами-пунктами);  $A=\{A_i\}_1^{\alpha}$  – множина пунктів накопичення вагонів,  $B=\{B_j\}_1^{\beta}$  – множина пунктів

навантаження вагонів,  $\chi = \{\chi_{\kappa}\}_{\gamma}^{\beta}$  – множина технічних станів вагона.

Окрім того, задано:  $A$  – матриця накопичення, тобто матриця, що описує кількість вагонів необхідної категорії, які знаходяться в певних пунктах;  $Z$  – матриця заявок, тобто кількість вагонів вказаної якості, що потрібна у вказаних пунктах;  $Z'$  – матриця заявок, що відкориговані.

Метою моделювання є формування составів станом не гірше ніж у заявці за умови мінімізації пробігів. Тоді цільова функція має вигляд

$$\Phi(x_{ijk}) = \sum_{i=1}^{\alpha} \sum_{j=1}^{\beta} \sum_{k=1}^{\gamma} r_{ij} \omega_k x_{ijk} \quad (1)$$

де  $r_{ij}$  – відстань між пунктами формування та накопичення (елементи матриці  $G$ );

$\omega_k$  – вартість вагона відповідної категорії придатності  $k$ ;

$x_{ijk}$  – кількість вагонів категорії придатності  $k$ , що направляються з пункту  $A_i$  в пункт  $B_j$  згідно з відкоригованою заявкою.

Відповідно схематичне зображення поданої моделі має такий вигляд, як на рис. 1.

Розглянемо на прикладі роботу моделі.

Задано 3 пункти накопичення:  $A_1, A_2, A_3$ , 2 пункти формування:  $B_1, B_2$ , сортувальна станція  $C$  (рис. 2).

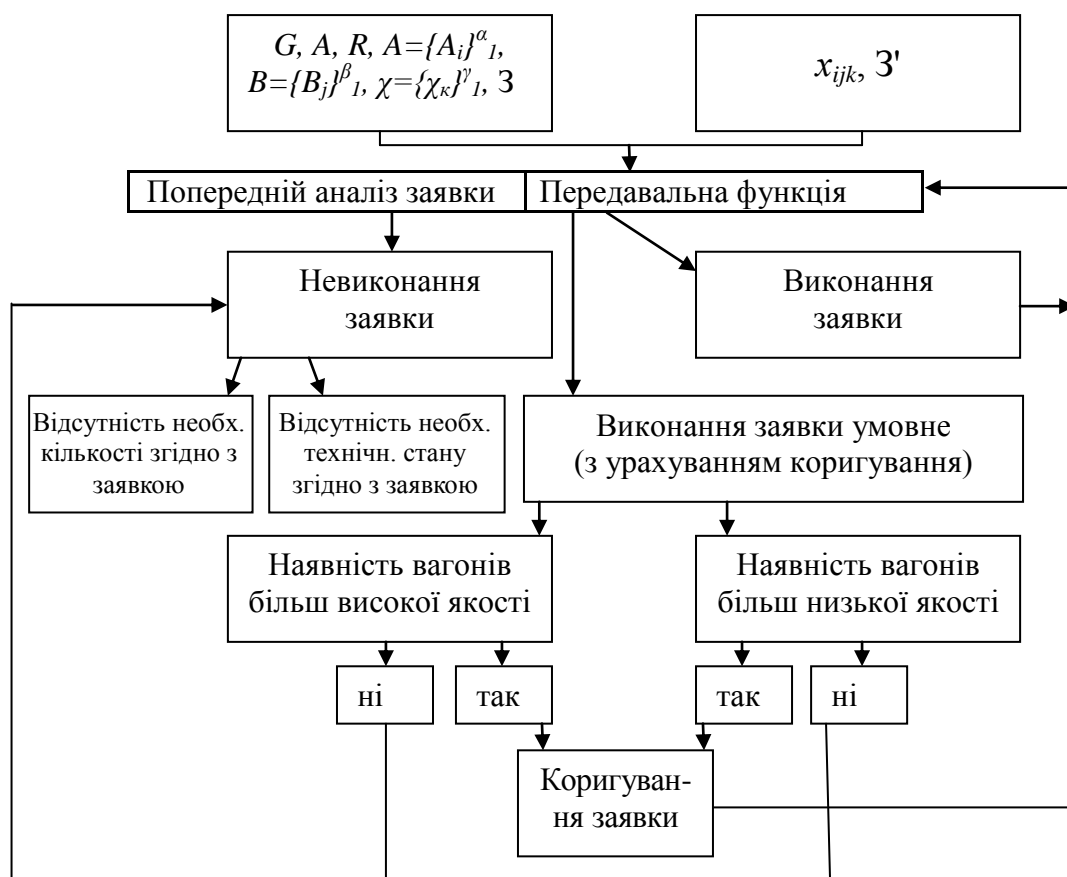


Рис. 1. Алгоритм виконання моделювання

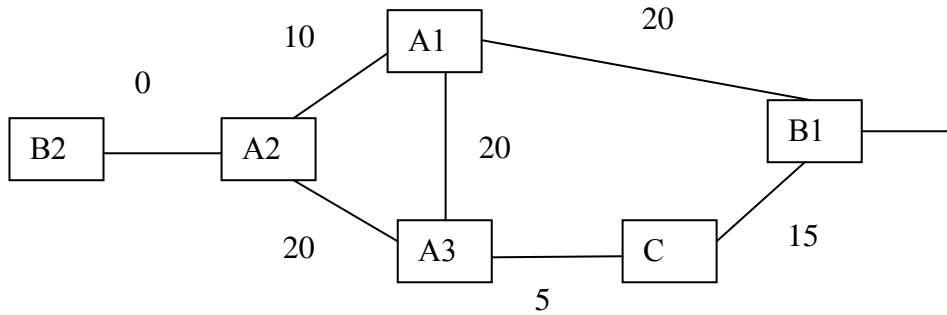


Рис. 2. Схема полігону залізниці, що розглядається

Виходячи з умов полігону матриця має вигляд

	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>C</i>
<i>A1</i>	–	10	20	20	–	–
<i>A2</i>	10	–	20	–	–	–
<i>A3</i>	20	20	–	–	–	5
<i>B1</i>	20	–	–	–	–	15
<i>B2</i>	–	–	–	–	–	–
<i>C</i>	–	–	5	15	–	–

Умовно пункт накопичення *A2* є пунктом навантаження *B2*, а відповідна матриця мінімальних відстаней має вигляд:

	<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>A3</i>	<i>B1</i>	<i>B2</i>	<i>C</i>
<i>A1</i>	0	10	20	20	10	25
<i>A2</i>	10	0	20	30	0	25
<i>A3</i>	20	20	0	20	20	5
<i>B1</i>	20	30	20	0	30	15
<i>B2</i>	10	0	20	30	0	25
<i>C</i>	25	25	5	15	25	0

Мінімальну відстань можна розрахувати з використанням стандартних алгоритмів. Матриця накопичення *A* має вигляд

	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$
<i>A</i> <sub>1</sub>	51	25	–	–
<i>A</i> <sub>2</sub>	100	50	2	4
<i>A</i> <sub>3</sub>	20	25	10	5
<i>B</i> <sub>1</sub>	17	100	12	9
<i>B</i> <sub>2</sub>	–	–	–	–
<i>C</i>	–	–	–	–

Вимоги заявки такі. У пункті В2 сформувати 25 вагонів з категорією придатності  $\chi_3$  відповідно до матриці накопичення А.

**Розв’язання задачі**

Варіант 1. Заявка виконується за умови забезпечення навантаження вагонами більш високої якості у необхідній кількості.

$\chi$	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$
B1	–	55	–	–
B2	–	55	5	–

Варіант 2. Заявка виконується за умови забезпечення навантаження вагонами більш низької якості у необхідній кількості.

$\chi$	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$
B1	50	40	2	–
B2	45	30	10	–

Варіант 3. Невиконання заявки, відсутність вагонів у необхідній кількості.

$\chi$	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$
B1	–	–	25	25
B2	–	10	10	10

Варіант 4. Заявка виконується згідно з заданою матрицею накопичення в повному обсязі.

$\chi$	$\chi_1$	$\chi_2$	$\chi_3$	$\chi_4$
B1	–	100	100	100
B2	50	50	50	–

У наведеному прикладі розглянуто варіанти виконання заявок з урахуванням наявності рухомого складу та його технічного стану при заданій матриці накопичення.

Поставлена задача формування необхідних составів поїздів з урахуванням замовлень вантажовласників, а саме потреби заданої кількості та якості рухомого складу для перевезення певної номенклатури вантажів, зводиться до задачі лінійного програмування. Запропонований метод виконання заявок, а саме розподіл рухомого складу під навантаження та забезпечення ним, дозволяє проаналізувати можливість забезпечення вантажовласників

необхідною кількістю транспортних ресурсів з урахуванням перевезення певної номенклатури вантажу з мінімальними витратами та максимальною можливістю схоронності вантажу. Рішення про варіант розподілу порожнього рухомого складу буде прийматися виходячи з того, що подача вагонів під навантаження повинна забезпечувати мінімальні витрати вагоно-кілометрів, а вантажовласникам транспортні ресурси належного технічного стану, заздалегідь і в необхідному обсязі.

**Висновок.** Удосконалення системи підтримки прийняття рішень в АРМ диспетчера-вагонорозпорядника дозволить виключити неможливість здійснення

подавання транспортних ресурсів під навантаження, тим самим зменшить кількість штрафних санкцій за несвоєчасну подачу порожніх вагонів. Забезпечення вантажовласників вагонами необхідного технічного стану підвищить схоронність вантажів при перевезенні та якість перевезення в цілому. Запропоновані варіанти використання составів дадуть можливість скоротити експлуатаційні

витрати за рахунок вибору способу подачі вагонів під навантаження з мінімальним пробігом від технічної станції до станції навантаження. З'явиться можливість аналізу подальшого забезпечення транспортними ресурсами вантажовласників необхідної категорії придатності з урахуванням обсягів перевезення та наявності різних типів вагонів.

### *Список літератури*

1. Чеклов, В.Ф. Автоматизована система розподілу порожніх вагонів [Текст] / В.Ф. Чеклов, В.М. Чеклова, О.І. Шеховцов // Вісник ДІАТ. – 2008. – № 2. – С.13-18.
2. Ломотько, Д.В. Системи підтримки прийняття рішень вузловим диспетчером при плануванні технології роботи залізничного вузла [Текст] / Д.В. Ломотько, Є.В. Запара, Я.В. Запара // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 122. – С. 12-21.
3. Данько, М.І. Удосконалення функціональних можливостей автоматизованого аналізу стану технічних засобів в частині прийняття керівних рішень на умовах ресурсозбереження [Текст] / М.І. Данько, А.М. Котенко, В.В. Кулешов, А.В. Кулешов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2009. – № 4/7(40). – С. 4-7.
4. Шеховцов, О.І. Розробка математичної моделі забезпечення порожнім рухомим складом спеціалізованих вантажних станцій [Текст] / О.І. Шеховцов // Вісник Донецької академії автомобільного транспорту. – 2011. – № 2. – С. 28.
5. Котенко, А.М. Удосконалення інформаційної технології роботи з вагонами власності підприємств у АСК ВП УЗ [Текст] / А.М. Котенко, А.В. Кулешов, В.В. Кулешов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 113. – С. 38-46.

**Ключові слова:** технологія роботи, виконання заявки, порожній вагон, категорія придатності, розподіл транспортних ресурсів, автоматизоване робоче місце.

### *Анотації*

У роботі запропоновано підходи до удосконалення автоматизованої системи розподілу транспортних ресурсів. Викладені методи дозволять вирішити завдання формування необхідних составів поїздів з урахуванням замовлень вантажовласників, а саме потреби заданої кількості та якості рухомого складу для перевезення певної номенклатури вантажів. Наведено можливі варіанти виконання, коригування або невиконання заявок на навантаження.

В работе предложены подходы к усовершенствованию автоматизированной системы распределения транспортных ресурсов. Изложенные методы позволят решить задачу формирования необходимых составов с учетом заявок грузовладельцев, а именно потребности заданного количества и качества подвижного состава для перевозки определенной номенклатуры грузов. Приведены возможные варианты выполнения, корректировки или невыполнения заявок на погрузку.

The paper proposed approaches to improve the automated distribution system of transportation resources. The method will solve the problem of the formation of the necessary trains including cargo orders, such as the needs of a given quantity and quality of the rolling stock for transportation of a range of goods. Shows options for implementation, adjustment or non-load applications.