

УДК 656.212

*Канд. техн. наук П.В. Долгополов,
О.Г. Бужор, О.В. Волков, В.В. Шаповалов*

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕГУЛЮВАННЯ
ПОРОЖНІХ ВАГОНІВ ТА ПЛАНУВАННЯ ЇХ РЕЗЕРВУ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ПОЛІГОНІ**

Представив д-р техн. наук, професор О.М. Котенко

Вступ і актуальність теми. В сучасних умовах функціонування залізничного транспорту ефективність його перевізного процесу залежить від багатьох факторів, одним з яких постає якісна організація порожніх вагонопотоків на розгалужених залізничних полігонах.

Тому на даний час для залізниці та компаній-операторів актуальною є задача оптимізації регулювання порожніх вагонів, а також планування їх оперативного резерву на сортувальних станціях та станціях масового навантаження працівниками диспетчерського апарату на основі математичних методів та їх реалізації в рамках інформаційно-керуючих систем.

Економічні оцінки свідчать про зростання вантажообігу на вітчизняному залізничному транспорті в майбутньому на рівні близько 3% на рік. Проте через значне

фізичне зношення рухомого складу більшість вагонів потребує заміни, що в умовах нестачі фінансових ресурсів може призвести до значного дефіциту вагонного парку [1,2].

Таким чином, необхідно проводити подальші наукові дослідження з метою скорочення обігу вантажного вагона шляхом мінімізації непродуктивних простоїв рухомого складу та їх впровадження на транспорті.

Постановка задачі. У даній науковій роботі запропоновано удосконалення процесу розвезення порожніх вагонів та управління запасами порожніх вагонів шляхом впровадження додаткових оперативних функцій персоналу, з реалізацією на відповідних автоматизованих робочих місцях (АРМ).

Під час наукових досліджень проаналізовано існуючу систему регулювання парку порожніх вагонів та дійдено висновку, що в умовах домінування вагонного парку власності компаній-операторів є необхідним подальший розвиток та застосування ймовірного планування передислокації порожніх вагонів не на декаду, а на більш короткі терміни. При плануванні на декаду майже завжди мають місце фактори, що не охоплені плануванням.

При цьому, якщо вантажовласник у зв'язку з виробничою необхідністю потребує додаткової кількості порожніх вагонів, залізниця змушена або відмовляти, або змінювати загальний план забезпечення порожніми вагонами за рахунок зменшення їх подачі іншим вантажовласникам. Це знижує якість транспортних послуг та збільшує порожній пробіг, що обумовлено необхідністю повторної передислокації вагонного парку в розріз плану.

Основний зміст досліджень.

Досліджено, що через нерівномірність перевізного процесу та неузгодженість між підприємствами залізниці надходження вагонів на станції має стохастичний

характер. Це призводить до того, що деякі станції нерідко зазнають недостачі вагонів.

У більшості випадків на мережі є у наявності надлишкова кількість вагонів, і при цьому виконується умова $N_{nop} > N_{nomp}$, де N_{nop} – середньодобова кількість порожніх вагонів на даній станції згідно з декадною заявкою вантажовідправника; N_{nomp} – потреба станції у порожніх вагонах. Тоді на деякій станції можна підвищити гарантію задоволеності її потреби у вагонах шляхом створення на ній резерву N_{mp} з урахуванням обмеження

$$N_{mp} < (N_{nomp}^{max} - N_{nop}^{min}). \quad (1)$$

Оптимальний розмір технологічного резерву порожніх вагонів, необхідних в умовах нестабільності замовлень і ймовірного характеру попиту на вагони. Дану задачу можна вирішити за допомогою теорії управління запасами.

На основі попередніх досліджень зроблено висновок про доцільність організації резерву порожніх вагонів на станціях навантаження за системою з фіксованим розміром замовлення (рис. 1).

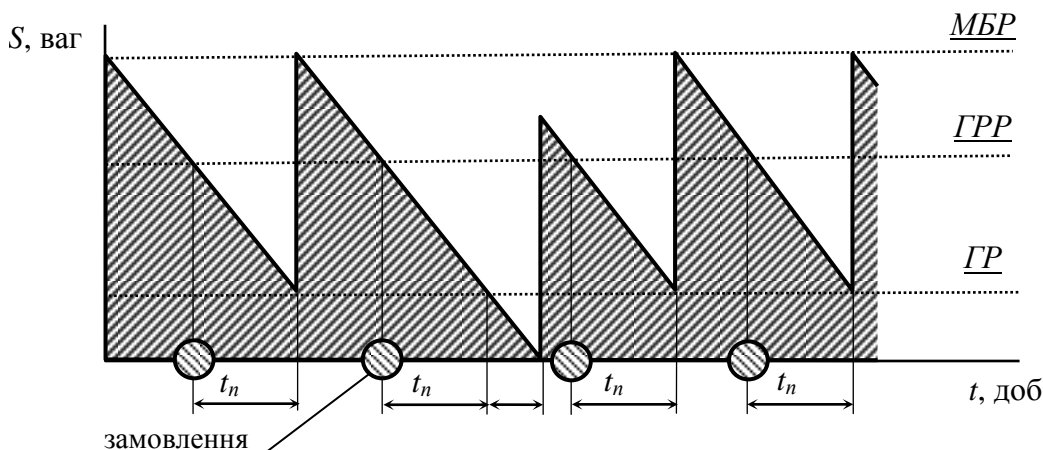


Рис. 1. Система з фіксованим розміром замовлення

При функціонуванні даної системи розмір замовлення строго зафіксований і змінюється в умовах роботи. Визначення розміру замовлення є першим завданням, що вирішується при роботі з даною системою керування запасами.

При використанні даної системи гарантійний резерв (ГР) дозволяє забезпечувати потребу вагонів на термін ймовірної затримки їх надходження.

Граничний рівень резерву (ГРР) визначає кількість вагонів, при досягненні якої необхідне нове замовлення вагонів. Величина ГРР розраховується таким чином, що чергова партія вагонів на станцію повинна надійти у момент зниження поточного резерву до ГР.

Максимальний бажаний резерв (МБР) визначається для відстеження доцільного завантаження колій за критерієм мінімізації сукупних витрат.

У системі з фіксованим розміром замовлення МБР завжди має меншу величину. Це приводить до економії на витратах за рахунок скорочення колій, займаних вагонами, що, у свою чергу, складає перевагу системи з фіксованим розміром замовлення перед системою з фіксованим інтервалом часу між замовленнями [3].

Якщо виконується умова $N_{пор} < N_{нотр}$, то на даній станції немає ресурсу і потрібно використовувати ресурс інших станцій.

Тепер розглянемо ситуацію, коли $N_{пор} > N_{нотр}$. В такому випадку, згідно з діючою технологією, надлишкові вагони надходять в регулювання без створення резерву на даній станції. З використанням надлишкових вагонів виникає можливість підвищення гарантії виконання плану навантаження і скорочення експлуатаційних витрат.

Таким чином, метою даних досліджень є зменшення порожнього пробігу вагонів при максимальному забезпеченні незапланованих перевезень.

При дослідженнях зібрано статистичний матеріал про навантаження вагонів $N_{нотр}^i$ у кожний день періоду, що досліджується. Визначено також надлишки порожніх вагонів $N_{пор}^i$ на кожній станції.

Якщо величини $N_{нотр}^i$ і $N_{пор}^i$ є незалежні і однаково розподілені, то ймовірність $P_{рез}$ резерву в розмірі $N_{тр}$ задана користувачем.

Якщо i -й порожній вагон призначено до j -го вантажного фронту, то для моделювання вводимо умовну змінну $\xi_{ij}=1$, а у протилежному випадку $\xi_{ij}=0$. Тоді, якщо всі заявки вантажовласників можна задовольнити порожніми вагонами, що знаходяться на даний час на дільниці, задачу про оптимальні призначення вагонів під навантаження у вузлі доцільно сформулювати як знаходження ненегативних значень ξ_{ij} , які мінімізують

$$\sum_{i,j} \xi_{ij} \cdot c_{ij}.$$

При перевищенні кількості порожніх вагонів порівняно з їх потребою на станції під навантаження доцільно сформувати матрицю ефективностей з фіктивними заявками на навантаження. У протилежному випадку до матриці вводиться кількість порожніх вагонів, що фіктивно знаходяться на дільниці.

Якщо нестачу вагонів у межах базової дільниці покрити неможливо, розглядається доцільність одного з таких варіантів:

- компенсувати нестачу вагонами з інших (прилеглих) дільниць;
- наданням вантажовідправнику вагонів іншого роду, якщо така заміна дозволена Правилами перевезень вантажів залізничним транспортом;
- відстрочка навантаження з використанням понижуючого коефіцієнта до розміру перевізної плати.

Необхідно також враховувати, що на транспортному ринку має місце цілий ряд обмежень, які обумовлено наявністю певних договорів між виробниками та

споживачами, переробною спроможністю терміналів тощо.

Крім заборони перевезення вагонів між певними станціями важливою умовою для розв'язання задачі є також і те, що сумарна потреба станцій навантаження у вагонах перевищує сумарну їх кількість, що звільнюється з-під вивантаження. Як видно, у межах логістичного полігона, що досліджується, дотримано умову

$$\sum_{i=1}^m p_i < \sum_{j=1}^n w_j, \quad (2)$$

тобто задача для даного полігона є відкритого типу.

З метою врахування зазначених факторів на обсяги перевезень за різними напрямками для визначення оптимального плану регулювання порожніх вагонів з пунктів їх вивантаження до пунктів навантаження доцільно застосовувати математичний апарат транспортних задач відкритого типу з обмеженнями.

При побудові моделі враховано можливу доцільність формування маршрутів з порожніх вагонів одного роду, яку визначено дотриманням умови

$$n_{пор} \cdot (\sum t_{ек} + t_{назн}) \geq c_{пор} \cdot m_{пор}, \quad (3)$$

де $n_{пор}$ – розмір добового порожнього вагонопотоку, ваг;

$\sum t_{ек}$ – вагоно-години економії на попутних технічних станціях, ваг.год;

$t_{назн}$ – скорочення часу простою порожніх вагонів на станціях призначення, год;

$c_{пор}$ – параметр накопичення порожніх вагонів;

$m_{пор}$ – кількість вагонів у порожньому маршруті, ваг;

$$t_{назн} = t_{расф}^H - t_M^H, \quad (4)$$

де $t_{расф}^H$ – витрати часу на обробку вагонів, що надходять у переробку, год;

t_M^H – витрати часу на обробку вагонів, що надходять у маршрутах з однорідних вагонів, ваг.

Результатом моделювання є остаточно транспортна таблиця, у якій містяться обсяги перевезень p_{ij} між усіма парами "пункт відправлення – пункт призначення".

Задачі організації порожніх вагонопотоків у поїзди вирішує диспетчерський апарат всіх рівнів управління. Для цього необхідна єдина крізна технологія управління перевізним процесом, що виключає дублювання функцій за рахунок диференціації інформаційного забезпечення на різних рівнях управління. Таким чином, для реалізації запропонованої математичної моделі на залізничному полігоні доцільно використовувати існуючі інформаційно-керуючі системи у рамках Єдиної автоматизованої системи керування вантажними перевезеннями Укрзалізниці (АСК ВП УЗ Є) [4].

Як термінали системи доцільно включити такі АРМ: старшого дорожнього диспетчера (ДГПС), чергового по району оперативного управління (ДГП), поїзних диспетчерів (ДНЦ), АРМ вантажовідправника.

Основними користувачами оптимізованої інформації виступають ДГП та ДНЦ. На дані АРМ видається оптимальний варіант просування порожніх вагонопотоків на дільниці у вигляді графіка прогнозного руху поїздів з метою забезпечення вантажовідправників порожніми вагонами згідно з додатковими заявками.

Також для підвищення оперативності та зручності роботи диспетчерського персоналу на АРМ видаються такі дані:

- потреба у вагонах для навантаження відповідного вантажу;
- наявність вагонів на станціях після вивантаження та технічного огляду з

відміткою про їх придатність до перевезення того чи іншого вантажу;

- матриця розподілення порожніх вагонів під навантаження;

- план відправлення за призначеннями порожніх вагонів зі станцій відповідно до графіка руху поїздів.

Висновки. В результаті наукових досліджень побудовано математичну модель оптимізації регулювання порожніх вагонів і визначення їх резерву на станціях навантаження залізничного полігона.

Реалізація даної моделі як додаткової функціональної задачі АСК ВП УЗ Є дозволить залізниці, а також компаніям-операторам підвищити якість обслуговування вантажовласників через значно більш повне задоволення їх потреб у додатковому рухомому складі.

Також збільшення економічного ефекту досягнуто за рахунок оптимізації маршрутів слідування порожніх вагонів та скорочення обігу вантажного вагона загального парку.

Список літератури

1. Концепція державної програми реформування залізничного транспорту України [Текст] / Схвалено розпорядженням КМУ №651-р від 27.12.2006. // Магістраль. – №1 (1179). – 10-16 січня 2007 р. – С. 6.

2. Транспортна стратегія України на період до 2020 року / Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України №1555-р. від 16 грудня 2009 р.: [Електронний ресурс].– Режим доступу: <http://www.mintrans.gov.ua/uk/discussion/15621.html/> 10.12.2009.

3. Долгополов, П.В. Удосконалення експлуатації порожніх вагонів державних операторських компаній на основі логістичних принципів [Текст] / П.В. Долгополов, М.С. Водолажська, І.О. Єфімцева // 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 133. – С. 30-35.

4. Інформаційні системи та технології при управлінні залізничними перевезеннями [Текст]: навч. посібник / О.В. Лаврухін, П.В. Долгополов, В.В. Петрушов, О.М. Ходаківський. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 122 с.

Ключові слова: резерв порожніх вагонів, регулювання порожніх вагонів, залізничний полігон, оптимізація маршрутів слідування вагонів, скорочення обігу вагона.

Анотації

Розроблено математичну модель оптимізації регулювання порожніх вагонів і визначення їх резерву на станціях навантаження залізничного полігона. Реалізація даної моделі як додаткової функціональної задачі АСК ВП УЗ Є дозволить залізниці, а також компаніям-операторам підвищити якість обслуговування вантажовласників через значно більш повне задоволення їх потреб у додатковому рухомому складі.

Також збільшення економічного ефекту досягнуто за рахунок оптимізації маршрутів слідування порожніх вагонів та скорочення обігу вантажного вагона загального парку.

Разработана математическая модель оптимизации регулировки порожних вагонов и определения их резерва на станциях погрузки железнодорожного полигона. Реализация данной модели в качестве дополнительной функциональной задачи системы АСК ВП УЗ Є позволит железной дороге, а также компаниям-операторам повысить качество обслуживания грузовладельцев в результате значительно более полного удовлетворения их потребностей в дополнительном подвижном составе.

Также увеличение экономического эффекта достигнуто за счет оптимизации маршрутов следования порожних вагонов и сокращения оборота грузового вагона общего парка.

A mathematical model of optimization of control of empty cars and determining their reserve on railway stations is developed.

The implementation of the model as an additional functional problem of system “АСК ВП УЗ Є” will allow for railways and operator companies to improve the quality of service of clients as a result of significantly better meeting their needs of additional rolling stock.

An increase in economic benefits achieved also through the optimization of the routes of empty cars and acceleration of turnover of freight wagon fleet .