

3. Von Birgelen C., Serruys P.W., de Feyter P.J. et al. Electrocardiogram-gated intravascular ultrasound image acquisition after coronary stent deployment facilitates online three-dimensional reconstruction and automated lumen quantification. *J. Am. Coll. Cardiol.*, 1997 Aug; 30(2): 436-43.
4. <http://www.slicer.org/>.
5. <http://www.itksnap.org/pmwiki/pmwiki.php>.
6. <http://www.vtk.org/>.
7. <http://implant-assistant.ru/>.
8. <http://www.materialise.com/materialise/view/en/2970306-SimPlant.html>.
9. <http://www.materialise.com/mimics>.
10. <http://volumegraphics.de/products/vgstudiomax/index.html>.

УДК 656.025:510.223

# ВИЗНАЧЕННЯ ЦІЛОВОЇ ФУНКЦІЇ ПРІОРИТЕТНОГО ВІДПРАВЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ ПОЇЗДІВ ЗІ СТАНЦІЇ

**О.В. Лаврухін**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра управління експлуатаційною роботою  
Українська державна академія залізничного транспорту  
пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050  
Контактний тел.: (057) 730-10-88  
E-mail:creattel@mail.ru

*Сформована цільова функція щодо визначення пріоритетності відправлення поїздів з залізничних станцій*

*Ключові слова: обіг вантажного вагону, елементи обігу, термін доставки, відстань прямування, цільова функція*

---

*Сформирована целевая функция для определения приоритетности отправления поездов с железнодорожных станций*

*Ключевые слова: оборот грузового вагона, элементы оборота, срок доставки, расстояние следования, целевая функция*

---

*Formed objective function to determine the priority of sending trains from railway stations*

*Key words: turnover of freight cars, circulation elements, delivery time, movement distance, target function*

## Вступ

Одним з основних експлуатаційних показників залізничного транспорту, який характеризує якість його роботи та вважається невід'ємним елементом технічного нормування роботи залізничних підрозділів є обіг вантажного вагону. В наукових роботах [1] зазначається той факт, що на даний момент цей показник використовують лише як звітний і фактично не використовується в оперативній роботі.

Відповідно до цього доцільно розглянути можливість використання параметру обігу вантажного вагону та його елементів не тільки як звітних але як оперативних показників, які будуть відтворювати не тільки рівень якості використання рухомого складу (вантажних вагонів) але й характеризувати економічну ефективність від здійснення перевезень.

## Аналіз досліджень

З цією метою доцільно дослідити класичну трьохчлену формулу обігу вантажного вагону [2]:

$$O_v = \frac{1}{24} \left[ \frac{l_o}{v_d} + \frac{l_o}{L_{tex}} t_{tex} + k_m t_b \right], \tag{1}$$

де  $l_o$  – повний рейс вагону, км;  
 $v_d$  – середня дільнична швидкість, км/год;  
 $L_{tex}$  – вагонне плече (характеризує відстань пробігу вагонів між технічними станціями на яких відбувається технічне обслуговування), км;  
 $t_{tex}$  – середній простій вагонів на одній технічній станції, год.;  
 $k_m$  – коефіцієнт місцевої роботи;  
 $t_b$  – середній простій вагона, що приходить на одну вантажну операцію, год.

Дослідження формули (1) повинно ґрунтуватися на детальному аналізі елементів, які характеризують обіг вантажного вагону та завдяки яким можна буде підвищити економічну ефективність роботи галузі.

Відповідно до цього доцільно даний аналіз провести виходячи з існуючих ринкових умов.

Таким чином, оскільки продукцією залізничного транспорту є – перевезення [3], тобто фактично прибутковість залізничного транспорту залежить від дальності, на яку переміщується вантаж, то має сенс припустити, що при збільшенні величини  $l_0$  відбудеться позитивна прибуткова тенденція. Для доведення визначеного положення доцільно деталізувати дану величину шляхом розкладання її на складові елементи, звідси:

$$l_0 = l_v + l_{пор}, \quad (2)$$

де  $l_v$  - вантажний рейс, км (представляє собою відстань, яку проходить вагон від пункту навантаження до пункту вивантаження);

$l_{пор}$  - порожній рейс, км (відстань, яку проходить вагон від пункту вивантаження до пункту нового навантаження).

З аналізу формули (2) виходить, що на прибутковість у позитивний бік буде оказувати вплив величина  $l_v$ , а у негативний  $l_{пор}$  оскільки вона несе в собі тільки витрати на переміщення порожнього рухомого складу – непродуктивний пробіг вагону [2]. З цього слідує, що величина  $l_0$  буде мати позитивну прибуткову динаміку при  $l_{пор} \rightarrow 0$ , тобто:

$$l_0 \rightarrow \max, \quad \text{при } l_{пор} \rightarrow 0. \quad (3)$$

Але фактично в реальних умовах дотримання цієї умови практично неможливе із-за існування різноманітного рухомого складу який є не взаємозамінним, тому в даному випадку достатньою може рахуватися наступна умова:

$$l_0 \rightarrow \max, \quad \text{при } l_{пор} \rightarrow \min. \quad (4)$$

З цього виходить той факт, що в подальшому при формуванні моделі визначення пріоритетності при відправленні поїздів зі станції необхідно закласти в неї умову надання пріоритету тим поїздам, які нададуть більший економічний ефект, що залежить від відстані прямування, але це на означає, що для отримання максимального прибутку залізниця повинна „накручувати” зайві кілометри. В даному випадку повинна діяти умова раціонального співвідношення дальності і часу прямування. На вибір маршруту слідування як правило впливають наступні фактори:

- кількість перегінних колій на дільницях прямування;
- електрифікація напрямку;
- обладнання дільниць основними засобами зв'язку (автоблокування та напівавтоблокування);
- пропускна спроможність дільниць;
- наявність „вікон”;
- довжина дільниць;
- припустимі швидкості руху.

Наступним елементом обігу вантажного вагону, який оказує впливає на економічну ефективність роботи залізничного транспорту є вагонне плече  $L_{тех}$ . Від величини цього показника залежить через яку відстань будуть перероблюватися вагони. По аналогії з попереднім елементом буде справедливим положення, що для отримання найбільшого економічного ефекту значення величини вагонного плеча повинно бути максимальним, тобто

$$L_{тех} \rightarrow \max, \quad \text{при } t_{тех} \rightarrow \min. \quad (5)$$

Згідно до умови (5) при формуванні моделі визначення пріоритетності відправлення поїздів зі станції необхідно також (поряд з умовою (4)) враховувати умову надання пріоритету тим поїздам, які нададуть більший економічний ефект від максимального довшини слідування вантажних вагонів без технічного обслуговування, але це не повинно негативно відбиватися на тривалості часу для виконання зазначеної операції.

Далі слід охарактеризувати з економічної точки зору вплив елементу  $t_v$  на величину обігу вагону. Відповідно до цього слід зазначити, що необхідно намагатися мінімальних значень даного показника, оскільки його збільшення негативно відбивається на прибутковості залізничного транспорту. Це ствердження ґрунтується на тому, що коли вантажний вагон знаходиться під вантажними операціями залізниця отримує плату за використання вагона, яка в рази менше тієї платні, яку залізниця може отримати за той же час від перевезень. З цього виходить умова

$$t_v \rightarrow \min, \quad \text{при } k_m \rightarrow 2. \quad (6)$$

Дотримання умови (6) повинно ґрунтуватися на застосуванні логістичних принципів роботи тобто підвозити вагони для виконання з ними вантажних операцій запобігаючи їх скопління на вантажних фронтах та місцях загального користування.

На практиці це означає, що при наявності на станції певної кількості готових до відправлення поїздів пріоритет у відправленні необхідно надати не тому поїзду, вагони якого дозволять отримати менший обіг, а тому, вагони якого дозволять отримати максимальний економічний ефект (в такій постановці задачі, таким може бути поїзд з максимальною відстанню прямування, мінімальним часом оброки на шляху прямування та мінімальним часом на виконання вантажних операцій). Таким чином задача вибору черговості відправлення поїздів зі станцій та їх просування включає в себе значну кількість параметрів, які оказують неоднозначний вплив на величину обігу та його економічну ефективність. В даному випадку позитивний економічний ефект може бути досягнутим не зменшенням загальної величини обігу вантажного вагону, а оптимальним співвідношенням елементів з яких він складається. Такий підхід, на відмінність від прийнятої на Укрзалізниці технології обліку обігу вагону, дозволить використовувати зазначений показник у оперативній роботі шляхом впливу на його елементи, які в свою чергу носять ознаки оперативності.

Тобто запропонований підхід дозволить застосовувати показник обігу вагону не тільки як звітний, який характеризує ефективність використання вагонного парку за минулий період, але і як оперативний, який дозволить у оперативному режимі впливати на економічну ефективність виконання поїзної роботи.

---

### Формування функції

---

Оскільки даний підхід вимагає узагальнення значної кількості параметрів, які є різними за своєю природою то задачу визначення пріоритетності відправлення поїздів зі станції на основі їх технологіко-економічних характеристик доцільно віднести до класу слабкоструктурованих і вирішувати на основі застосування методів нечіткої логіки. З цією метою необхідно сформувати, у неявному вигляді, цільову функцію, яка буде відтворювати внутрішню залежність між параметрами, які безпосередньо оказують вплив на величину обігу вантажного вагону з метою досягнення його оптимальних значень. До зазначених параметрів можливо віднести наступні: термін доставки вантажів, кількість вагонів з простроченим терміном в складі поїзда, відстань прямування поїзду, час на виконання вантажних операцій з вагонами в даному поїзді, час на переробку на попутних технічних станціях (транзит з переробкою та без переробки).

Врахування визначених параметрів повинно забезпечити визначення раціональної послідовності – пріоритетності  $P$  при прийнятті рішення щодо відправлення певних складів зі станції. Визначена пріоритетність, на основі наведених параметрів, повинна забезпечити отримання оптимального обігу вантажного вагону  $Q_{\text{вант}}$ , тобто:

$$P(p_1, p_2, p_3, p_4, p_5) = Q_{\text{вант}} \rightarrow \text{opt}, \quad (7)$$

де  $p_1$  - термін доставки вантажів, год.;  
 $p_2$  - кількість вагонів з простроченим терміном в складі поїзда, ваг.;  
 $p_3$  - відстань прямування, поїзду, км;  
 $p_4$  - час на виконання вантажних операцій з вагонами в даному поїзді;  
 $p_5$  - час на переробку на попутних технічних станціях (транзит з переробкою та без переробки), год.;

Згідно сформованої цільової функції виходить, що пріоритетність відправлення поїздів зі станції залежить від такого співвідношення визначених параметрів та їх ознак, яке надасть можливість досягнути оптимального значення обігу вантажного вагону з економічної точки зору. Слід зазначити той факт, що в даному випадку мова йде не про оптимізацію значення обігу кожного конкретного вагону, а про досягнення оптимальних значень для цілого складу або значної його групи, яку прийнято називати ядром. Такий підхід надасть можливість оптимізувати розрахунки шляхом узагальнення вхідних параметрів по кожному вагону.

---

### Висновки

---

На основі аналізу показника обігу вантажного вагону в даній науковій роботі було сформовано цільову функцію щодо визначення пріоритетності відправлення поїздів з залізничних станцій. Дана функція дозволяє визначити оптимальні співвідношення параметрів, які впливають на величину обігу вантажного вагону з метою оперативного регулювання поїздопотоку. При врахуванні сформованої цільової функції при пропуску поїздів по станціях буде досягнуто суттєве скорочення експлуатаційних витрат за рахунок мінімізації непродуктивних простоїв вагонів під схрещеннями, обгонами та в очікуванні виконання вантажних операцій.

---

### Література

1. Бутько Т.В. Удосконалення управління процесом просування поїздопотоків на основі стабілізації обігу вантажного вагону / Т.В.Бутько, О.В.Лаврухін, Ю.В.Доценко // Зб.наук.праць / ДонІЗТ УкрДАЗТ, 2010. – Вип.22. – с.18 – 26.
2. Сотников Е.А. Эксплуатационная работа железных дорог (состояние, проблемы, перспективы) / Сотников Е.А. – М.: Транспорт, 1986. – 256 с.
3. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте / Под ред. Грунтова П.С. – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.