

Підвищення ефективності управління приватним вагонним парком за рахунок відправницької маршрутизації порожніх вагонопотоків

Верлан А.І. (ТОВ „Трансінвестсервіс”),
Козаченко Д.М., Вернигора Р.В. (ДНУЗТ)

Залізничний транспорт є однією з базових галузей економіки країни. У 2011 році частка залізничного транспорту у загальному вантажообігу (без урахування трубопровідного транспорту) склала 84% [1]. Саме тому ефективність функціонування залізничної галузі суттєво впливає на загальний стан економіки країни. Залізнична інфраструктура України переважно була сформована за часів Радянського Союзу. В той же час, за роки незалежності України в структурі вантажопотоків та парку вантажних вагонів відбулися суттєві зміни. Обсяги перевезень з 1991 р. по 2011 р. скоротилися більше ніж у два рази; вантажні порти, орієнтовані на імпорту було переорієнтовано на експорт; на кордонах України з державами СНД з'явилися прикордонні передавальні станції; доля вагонів власності іноземних держав та операторів, незалежних від Укрзалізниці досягла 45%. У зв'язку з цим питання відповідності транспортної інфраструктури існуючому характеру та обсягам перевезень в сучасних умовах є досить актуальним.

Одним з ефективних заходів організації вагонопотоків є відправницька маршрутизація. Аналіз даних щодо обсягу відправлених вантажів та частки навантаження відправницькими маршрутами (див. табл. 1 [1, 2]) показує наявність між ними сильного кореляційного зв'язку. Відповідне поле точок та лінія тренду наведені на рис. 1.

Таблиця 1 – Дані про обсяги роботи залізничного транспорту СРСР

Назва показника	Роки				
	1960	1970	1975	1980	1984
Перевезено вантажів, млрд. т.	1,884	2,896	3,621	3,728	3,910
Навантаження відправницькими маршрутами, %	34,7	39,2	46,1	46,8	43,8

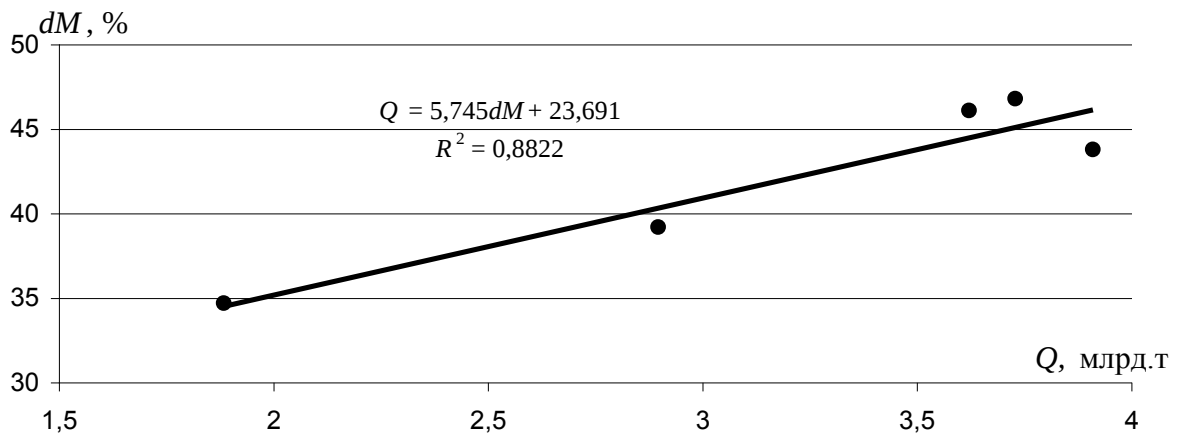


Рис. 1 – Кореляційний зв'язок між обсягами перевезень і рівнем відправницької маршрутизації на залізницях СРСР

При цьому, зростанню обсягів перевезень вантажів в 2,1 рази за період з 1960 по 1984 роки відповідало підвищення обсягів перевезень вантажів маршрутами на 26%. Порушення економічних зв'язків та загальний економічний спад, що відбувався в результаті розпаду СРСР, призвів до різкого падіння обсягів залізничних перевезень [3] яке тривало до 1999 року, коли було перевезено всього 29,2% від обсягів 1990 року (рис. 2). Відповідно, відбувалося і скорочення обсягів перевезення відправницькими маршрутами. Так у 2001 році лише 26,6% вантажів відправлялось відправницькими маршрутами. Однак, незважаючи на відсутність суттєвого зростання обсягів перевезень вантажів, починаючи з 2004 року відбулося різке зростання показника відправницької маршрутизації до рівня 42...45% (рис. 3).

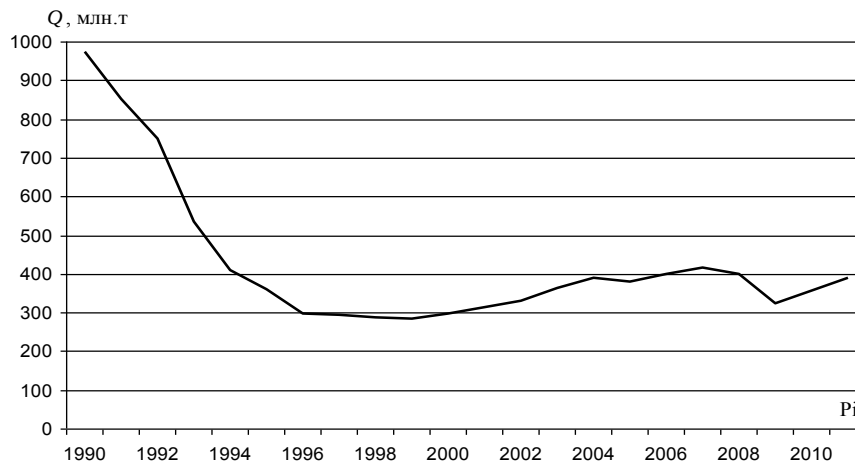


Рис. 2 – Динаміка відправлення вантажів залізничним транспортом України

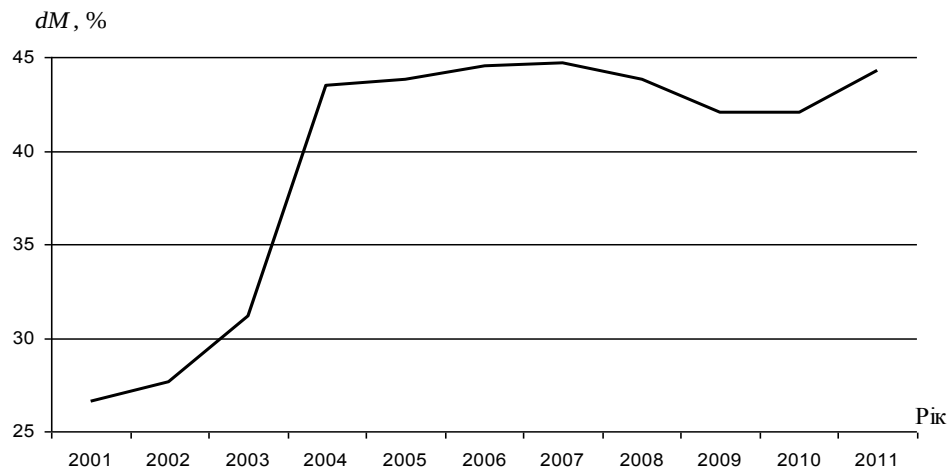


Рис. 3 – Динаміка зміни частки перевезень відправницькими маршрутами

Основною причиною цього зростання є зміна структури парку вантажних вагонів за власниками. З кінця 90-х років в Україні почав активно зростати парк приватних вагонів. Враховуючи те, у що загальному випадку економія, яка досягається в результаті маршрутизації вагонопотоків, може бути визначена за виразом

$$E_{\text{ек}} = E_{\text{пер}} - E_{\text{мар}} - E_{\text{д}},$$

де $E_{\text{пер}}$, $E_{\text{мар}}$ – відповідно, витрати, що пов'язані з пропуском немаршрутизованого та маршрутизованого вагонопотоків; $E_{\text{д}}$ – витрати, пов'язані з додатковим простоем вагонів, який виникає при зменшенні потужності струменя після виділення маршрутизованого вагонопотоку.

В умовах різної власності на вагони величина $E_{\text{д}}$ для окремого власника не має економічного змісту. Це призводить до зменшення добового розміру вагонопотоку, при якому маршрутизація є ефективною.

Найбільш складними проблемами, що виникають у сучасних умовах, є управління порожніми вагонопотоками. Радянська система організації роботи залізниць ґрунтувалась на експлуатації об'єднаного парку вантажних вагонів. Консолідація ресурсів залізничного транспорту під єдиним управлінням забезпечувала максимальне завантаження технічних засобів залізничного транспорту. Так, коефіцієнт порожнього пробігу вагонів в СРСР складав 25...30%. Це досягалось за рахунок високого коефіцієнту здвоєних операцій, що складав біля 44,3% [2], та знеособленого регулювання порожніми

вагонопотоками. В цьому зв'язку переважна частина інфраструктури залізниць та промислових підприємств була орієнтована на обслуговування завантажених вагонопотоків. Зокрема, рівень маршрутизації порожніх вагонопотоків з місць вивантаження складав лише 9,2%. Відповідним чином була сформована і інфраструктура залізничного транспорту; при цьому її потужність для забезпечення порожніх вагонопотоків є суттєво меншою, ніж для завантажених. Так, на технічних станціях для порожніх вагонів зазвичай виділялось 1...2 колії. На вантажних та промислових станціях у значній кількості випадків порожні вагони відправлялись разом з завантаженими. В той же час, технологія обслуговування вагонопотоку порожніх приватних вагонів є аналогічною до обслуговування завантажених вагонопотоків, коли кожен вагон направляєється отримувачу як вантаж на своїх колесах за окремим комплектом перевізних документів. Це призводить до дефіциту інфраструктури і, як наслідок, до зменшення швидкості просування вагонопотоків. Так за даними ВАТ „РЖД” швидкість просування порожніх вагонопотоків на 23% нижча ніж завантажених [4].

Наразі значна кількість приватних вагонів рухається по кільцевим маршрутам. У зв'язку з цим ефективним засобом удосконалення логістики перевезення вантажів у приватних вагонах може бути відправницька маршрутизація порожніх вагонопотоків з тих місць вивантаження, де завантажені вагони прибувають у складі маршрутів.

В якості прикладу в статті розглянуто процес перевезення залізничної сировини з ПАТ „Полтавський ГЗК” в транспортний вузол ТОВ „Трансінвестсервіс” („ТІС”), де здійснюється її перевантаження на морський транспорт. Обслуговування перевезень забезпечується приватними вагонами. При цьому завантажені вагони слідує від станції Золотнішине Південної залізниці до промислової станції Хімічна („ТІС”) у складі маршрутів, а порожні вагони зі станції Хімічна у складі передаточних поїздів направляються на станцію Чорноморська Одеської залізниці, де з них формують наскрізні поїзди на станцію Золотнішине.

На підставі аналізу інформації про дислокацію та стан вагонів визначено їх обіг з поділом по окремим елементам (див. табл. 2).

Таблиця 2 – Тривалість окремих елементів обігу вагонів

№	Елемент обігу вагона	t, год
1	Від прийому у ПАТ „Полтавський ГЗК” на станції Золотнішине до здачі на станції Хімічна („ТІС”)	26,12
2	Знаходження на під’їзній колії „ТІС”	23,72
3	Від прийому у „ТІС” на станції Хімічна до здачі ПАТ „Полтавський ГЗК” на станції Золотнішине	36,32
4	Знаходження на під’їзній колії ПАТ „Полтавський ГЗК”	20,96
ВСЬОГО		107,12

Отримані дані показують, що при існуючій організації вагонопотоків обіг вагона складає $\theta=107,12$ год. При цьому, тривалість завантаженого рейса на 10,2 години менше ніж порожнього. Причиною вказаної різниці є додаткова переробка порожнього вагонопотоку на станції Чорноморська.

Відправницька маршрутизація порожніх вагонопотоків дозволяє виключити необхідність переробки вагонів і підвищити ефективність перевезень за рахунок зменшення тривалості знаходження вагонів в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська». Теоретично встановлено, що середня величина цього зменшення може бути визначена за допомогою виразу

$$\Delta_T = cm \left(\frac{1}{N_B} - \frac{1}{N_{B.M}} \right) + t_{оч} - t_{оч.M} + t_{ч},$$

де c – параметр накопичення; m – склад поїзда; N_B , $N_{B.M}$ – відповідно, загальна кількість вагонів, що відправляється з „ТІС” та кількість вагонів у призначенні, яке маршрутизується; $t_{оч}$, $t_{оч.M}$ – відповідно, середній простій вагона в очікуванні відправлення у загальному вагонопотоці та у складі маршруту; $t_{ч}$ – середній простій вагона на станції Чорноморська.

В результаті аналітичних розрахунків встановлено, що скорочення часу знаходження вагонів ПАТ „Полтавський ГЗК” в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська» при маршрутизації порожніх вагонопотоків буде складати 7,91 години.

Для практичної перевірки ефективності маршрутизації порожніх вагонопотоків з „ТІС” на ПАТ „Полтавський ГЗК” в період з 19.06.2012 по 12.07.2012 реалізовано експеримент по формуванню відправницьких маршрутів на промисловій станції Хімічна.

При цьому у якості інфраструктурного забезпечення формування маршрутів на станції Хімічна було виділено дві колії для накопичення та відправлення поїздів із порожніх вагонів. Для порівняння було також розглянуто результати роботи в період з 5.06.2012 по 18.06.2012 та з 13.07.2012 по 27.07.2012, коли порожні вагони направлялись на станцію Чорноморська у передаточних поїздах за існуючою наразі технологією.

В результаті експерименту було отримано дві вибірки значень часу знаходження вагонів у системі «станція Хімічна – станція Чорноморська»: $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{N_x}\}$, що відповідає відправленню порожніх вагонів маршрутами (обсяг вибірки $N_x = 143$) та $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_{N_y}\}$, що відповідає існуючому порядку відправлення порожніх вагонів (обсяг вибірки $N_y = 123$). Гістограми відповідних випадкових величин представлені на рис. 4, а та б.

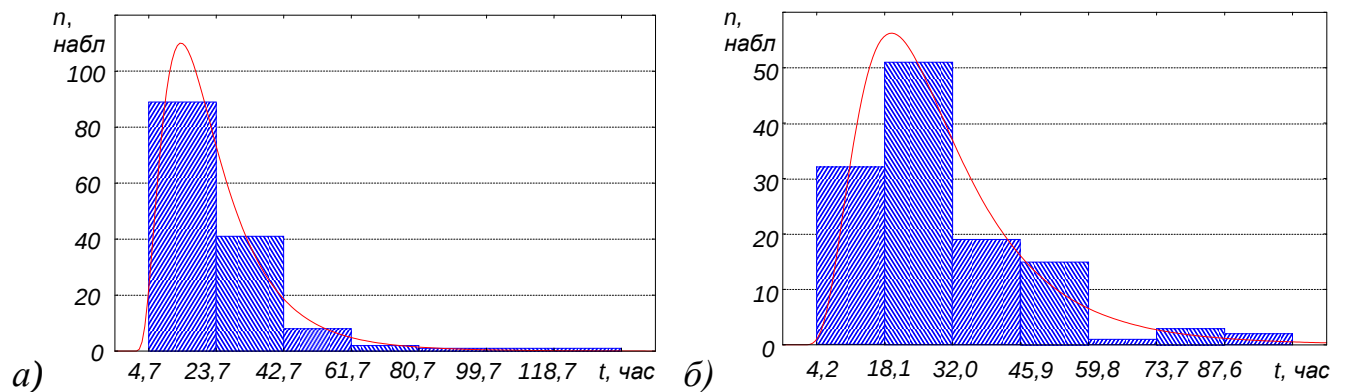


Рис 4. – Гістограми та функції щільності розподілу випадкової величини часу знаходження вагону в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська»: а – в умовах маршрутизації вагонопотоку; б – при існуючій організації вагонопотоків

Статистична обробка отриманих вибірок показала, що вони підпорядковані логарифмічно-нормальному закону розподілу. Параметри логарифмічно-нормального розподілу випадкових величин x та y наведено у табл. 3.

Таблиця 3 – Параметри логарифмічно-нормального розподілу випадкової величини часу знаходження вагона в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська»

Параметр	Вибірка X (експеримент)	Вибірка Y (існуюча технологія)
Масштабний параметр, μ	2,977	3,2559
Параметр форми, σ	0,5998	0,5405

Тривалість скорочення часу знаходження вагону в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська» являє собою випадкову величину Δ_3 . Математичне очікування та середнє квадратичне відхилення цієї випадкової величини можуть бути визначені як

$$\bar{\Delta}_3 = \bar{y} - \bar{x}, \quad s_{\Delta_3} = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}$$

та складають $\bar{\Delta}_3 = 6,94$ години і $s_{\Delta_3} = 19,46$ години.

Для визначення типу розподілу випадкової величини Δ_3 було виконано моделювання 300 її значень як різниці значень випадкових величин y та x . Гістограма випадкової величини Δ_3 наведена на рис. 5. Виконаний аналіз показав, що немає підстав відхиляти гіпотезу про нормальний розподіл величини Δ_3 .

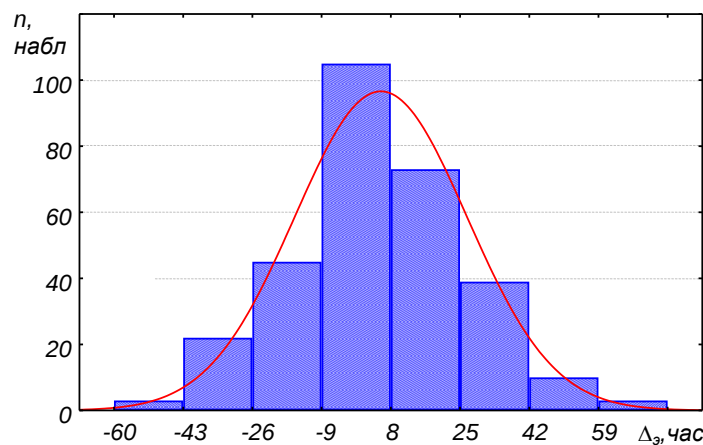


Рис. 5 – Гістограма та функція щільності розподілу випадкової величини скорочення часу знаходження вагону в системі «станція Хімічна – станція Чорноморська» при маршрутизації порожніх вагонопотоків

На підставі розрахованих параметрів випадкової величини Δ_3 визначено, що середнє скорочення тривалості знаходження вагонів у системі «станція Хімічна – станція Чорноморська» при маршрутизації порожніх вагонопотоків складає 6,94 год, при цьому із імовірністю 0,95 можна стверджувати, що середнє значення величини Δ_3 знаходиться у межах [3,47 год.; 10,41 год.]. При цьому теоретично розрахована величина $\Delta_T = 7,91$ год. повністю узгоджується з експериментально встановленим значенням $\Delta_3 = 6,94$ год. та знаходиться у межах [3,47; 10,41], що свідчить про правильність теоретичних викладок.

Ефект від маршрутизації порожніх вагонопотоків полягає у скороченні необхідного парку вантажних вагонів для забезпечення перевезень та відповідних експлуатаційних витрат, скороченні витрат на переробку вагонів на станції Чорноморська та перечеплення поїзних локомотивів на ній. Додаткові витрати на організацію маршрутів з порожніх вагонів виникають на „ТІС” і пов’язані з необхідністю спорудження і утримання додаткової колійної ємності та збільшенням простоїв вагонів інших призначень через зменшення потужності струменя. Розрахунки виконано для теоретичного скорочення обігу вагонів $\Delta_t=7,91$ год. (очікуваний ефект) та мінімального скорочення обігу вагонів, який підтверджено в результаті експерименту $\Delta_{\min}=3,47$ год. (мінімальний ефект) для перспективних обсягів перевезень 5 млн. т. на рік. Узагальнені техніко-економічні показники маршрутизації порожніх вагонопотоків наведено у табл. 4.

Таблиця 4 – Техніко-економічні показники ефективності маршрутизації порожніх вагонопотоків

№ п/п	Показник	Очікуване значення	Мінімальне значення
1	Скорочення парку вантажних вагонів, ваг	90	40
2	Скорочення капітальних вкладень на розвиток парку вантажних вагонів, млн. грн.	51,8	23,0
3	Скорочення амортизаційних відрахувань на парк вантажних вагонів, млн. грн. на рік	2,59	1,15
4	Скорочення витрат на переробку вагонопотоку по станції Чорноморська, млн. грн. на рік	3,6	3,6
5	Скорочення витрат на перечеплення локомотивів по станції Чорноморська, млн. грн. на рік	0,3	0,3
6	Скорочення кількості пошкоджень вагонів в результаті сортування на гірці, ваг/рік	52	52
7	Збільшення кількості колій на ст. Хімічна	2	2
8	Капітальні вкладення на збільшення кількості колій, млн. грн.	16	16
9	Експлуатаційні витрати на додаткову колійну ємність, млн. грн. на рік	0,8	0,8
10	Збільшення робочого парку вагонів інших призначень на „ТІС”	16	16

Додаткові витрати ТОВ „Трансінвестсервіс”, можуть бути компенсовані за рахунок надання залізницею знижок ПАТ „Полтавський ГЗК” до тарифу на перевезення порожніх вагонів та збільшення вартості переробки вантажів у „ТІС”. В цілому серед-

ній економічний ефект в логістичному ланцюзі постачання залізорудної сировини з ПАТ „Полтавський ГЗК” у транспортний вузол ТОВ „Трансінвестсервіс” складає 8,6 млн. грн. на рік, а мінімальний – 3,6 млн. грн. на рік.

Таким чином, в сучасних умовах зростання парку приватних вагонів, маршрутизація порожніх вагонопотоків з місць вивантаження може стати дієвим засобом підвищення ефективності використання рухомого складу та зменшення витрат по перевезенням масових вантажів. Інфраструктурним забезпеченням такої організації вагонопотоків є розвиток колійної ємності підїзних колій, де здійснюється масове вивантаження для можливості підбирання порожніх вагонів по отримувачам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сайт служби статистики України [Електрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Сотников ????
3. Транспорт і зв'язок України – 2010. Статистичний збірник [Текст] – К.: Державна служба статистики. – 2011. – 267 с.
4. Избыток вагонного парка на сети РЖД сокращает пропускные способности инфраструктуры [Электрон. ресурс] – Режим доступа: <http://www.rzd-partner.ru/news/2012/09/28/381773.html>