

УДК 656.073.23

Асп. О.О. Шапатіна

Postgraduate O.O. Shapatina

**ВИЗНАЧЕННЯ СФЕРИ ЕФЕКТИВНОСТІ
БІМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

**DEFINING THE SCOPE OF THE EFFECTIVENESS
OF BIMODAL TRAFFIC**

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

Постановка проблеми у загальному вигляді, її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. В сучасних умовах актуальною задачею для залізничного транспорту є перерозподіл частини вантажу, що перевозиться автомобільним транспортом, на залізничний транспорт та забезпечення можливості перевезень вантажів "від дверей до дверей" з найменшими витратами енергетичних ресурсів та забрудненням навколишнього середовища. При цьому залізницям відводиться вирішальна роль у змішаних перевезеннях вантажів.

Досвід економічно розвинутих країн доводить, що ефективність міжнародних автомобільно-залізничних перевезень зростає. За оцінками спеціалістів, для України, яка має стійкі автомобільні

зв'язки з державами Центральної та Західної Європи, а також з країнами СНД, розвиток комбінованих перевезень має стратегічний характер. Найбільшого ефекту на ринку транспортних послуг можна досягти завдяки організації комбінованих перевезень у мережі міжнародних транспортних коридорів [1].

Слід відмітити тенденції росту обсягів змішаних перевезень у всіх країнах, особливо у Європі, у зв'язку із створенням загальноєвропейського внутрішнього ринку. Фактором, що стимулює збільшення обсягів змішаних перевезень, є також відкриття тунелю під Ла-Маншем та вживання Росією заходів спільно з європейськими фірмами щодо організації транспортних коридорів «Схід-Захід» та «Північ-Південь».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання змішаних, комбінованих, інтермодальних перевезень у міжнародному сполученні висвітлювались у роботах таких вчених, як: Аветикян М.А., Бутько Т.В., Гаджинський А.М., Галабурда В.Г., Данько М.І., Донченко А.В., Дьомін Ю.В., Кірпа Г.М., Котенко А.М., Крупа А.Г., Ломотько Д.В., Мироненко В.К., Миротин Л.Б., Мямлін С.В., Павленко А.П., Пшінько О.М., Савчук О.М., Тітов Н.Ф., Троцький М.В., Яновський П.О. та інших вітчизняних і закордонних вчених.

Метою статті є визначення сфери ефективності бімодальних перевезень в Україні.

Виклад основного матеріалу. Розвиток автомобільних шляхів загального користування відстає від темпів автомобілізації країни. Протягом 1990-2010 рр. їх протяжність практично не збільшувалася. Щільність автомобільних шляхів в Україні у 6,6 разу менша, ніж у Франції (відповідно 0,28 та 1,84 км доріг на 1 км² площі країни). Протяжність швидкісних шляхів в Україні становить 0,28 тис. км, у Німеччині – 12,5 тис. км, у Франції – 7,1 тис. км, а рівень фінансування одного кілометра автошляхів в Україні відповідно у 5,5-6 разів менший, ніж у зазначених країнах.

Незадовільним є транспортно-експлуатаційний стан автошляхів: 51,1% не відповідає вимогам за рівністю, 39,2% — за міцністю. Середня швидкість руху на автошляхах України у 2-3 рази нижча, ніж у західноєвропейських країнах [2].

Останнім часом Єврокомісією активно підтримуються науково-технічні проекти, які спрямовані на розвантаження автошляхів від вантажних перевезень. Внаслідок такої політики в країнах Євросоюзу постійно удосконалюються технічні засоби комбінованого транспорту та технології перевезень [3].

На сьогодні через Україну курсують маршрутні контейнерні поїзди та поїзди комбінованого транспорту. З усіх видів комбінованих перевезень залізницями з різною шириною колії донедавна основними були контейнерні. Водночас територію України щорічно перетинають тисячі автопоїздів вітчизняних та іноземних власників. Контрейлерні перевезення давно і успішно застосовуються в західних країнах. Найбільш цікавий варіант контрейлерних перевезень – це використання роудрейлерів (бімодальний транспорт). Роудрейлери - це контейнери або причеми з комбінованою ходовою частиною, здатні пересуватися як по автостраді, так і по рейках. Роудрейлери можуть кріпитися і до автомобіля-тягача, і до локомотива, утворюючи цілі поїзди. Роудрейлер перевозить вантаж на 12% більше, ніж традиційний контрейлер [4].

Роудрейлерна (бімодальна) технологія перевезення контейнерів RailRunner [5] базується на експлуатації спеціальних платформ, що транспортуються, як з використанням автомобільної тяги, так і залізничної колії шляхом встановлення платформи на спеціальні візки.

Різні автори обґрунтовують доцільність використання бімодальних перевезень для різних обсягів вантажу та на різних відстанях, базуючись на різних критеріях оптимальності.

Оптимальний обсяг вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях можна визначити мінімізуючи витрати на транспортування вантажів. Сумарні витрати на перевезення вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях визначаються за формулами (1) та (2) відповідно

$$P_{\text{бім}} = QC_1 E_n + Q_p L \left(a_1 + \frac{b_1}{Q} \right) + 2Q_p \left(a_2 + \frac{b_2}{Q} \right) + Q_p L E_n \left(a_3 + \frac{b_3}{Q} \right) + Q(E_{\text{збіл}} + E_n l_{\text{збіл}}) + Q_p L C_1 \frac{E_n}{365k_{\text{зм1}} \lg(1+Q)}, \quad (1)$$

$$P_{авт} = QC_2E_n + Q_pL(d_1 + \frac{f_1}{Q}) + 2Q_p(d_2 + \frac{f_2}{Q}) + Q_pLE_n(d_3 + \frac{f_3}{Q}) + Q(E_{зб2} + E_n l_{зб2}) + Q_pLC_2 \frac{E_n}{365k_{зм2} \lg(1+Q)}, \quad (2)$$

де Q – обсяг вантажів, що перевозяться за рейс, т, $Q=1000 \div 5000$;

C_1, C_2 – вартість перевезення 1 т вантажів, грн, $C_1=120, C_2=130$;

E_n – коефіцієнт нерівномірності прибуття або відправлення вантажів, $E_n=0,15$;

Q_p – обсяг перевезень вантажів за рік, т, $Q_p=730000$;

L – середня відстань перевезень, км, $L=1650$;

a_1, d_1 – змінні поточні транспортні витрати на 1ткм, грн, $a_1=0,00121, d_1=0,03269$;

b_1, f_1 – умовно-постійні поточні транспортні витрати на 1ткм, грн, $b_1=0,04848, f_1=0,07676$;

a_2, d_2 – змінні витрати на навантаження-вивантаження 1 т вантажів, грн, $a_2=0,07676, d_2=0,171$;

b_2, f_2 – умовно-постійні витрати на навантаження-вивантаження 1 т вантажів, грн, $b_2=4,968, f_2=0,404$;

a_3, d_3 – змінні одноразові транспортні витрати на 1ткм, грн, $a_3=0,00036, d_3=0,00431$;

b_3, f_3 – умовно-постійні одноразові транспортні витрати на 1ткм, грн, $b_3=0,00714, f_3=0,00516$;

$E_{зб1}, E_{зб2}$ – річні змінні поточні витрати на збереження 1 т вантажів, грн, $E_{зб1}=764, E_{зб2}=772$;

$l_{зб1}, l_{зб2}$ – відповідні одноразові витрати на збереження 1 т вантажів, грн, $l_{зб1}=11,6, l_{зб2}=13,2$;

$k_{зм1}, k_{зм2}$ – коефіцієнт, що коректує зміну швидкості доставлення в залежності від кількості вантажу, $k_{зм1}=124,4, k_{зм2}=25,8$.

Згідно з експертними оцінками, а також даними Державного комітету статистики були прийняті граничні значення цих параметрів [6]. Змінюючи величину Q для порівнювальних варіантів організації перевезень, можливо визначити оптимальну зону ефективності показників використання бімодальних і автомобільних перевезень, яка забезпечує найменші експлуатаційні витрати у порівнянні з іншими варіантами організації перевезень вантажів.

За результатами зміни величини Q побудовано графічну залежність сумарних витрат на перевезення вантажів від обсягу перевезень вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях (рис. 1).

Як видно з наведеної графічної залежності, сумарні витрати на перевезення вантажів при автомобільних перевезеннях при однакових обсягах перевезень Q, Q_p та на однакою відстань перевезень L у декілька разів вище, ніж при бімодальних. Це підтверджує доцільність організації перевезення вантажів бімодальними

поїздами. Перевіримо тенденцію зміни витрат на бімодальні перевезення при обсягах перевезень $Q=1000, 2000, 3000, 4000, 5000$ т, які мають значення $\Delta P_1=735774, \Delta P_2=765260, \Delta P_3=773399,$

$\Delta P_4=776921$ т. Тобто спостерігається тенденція до збільшення темпу витрат при зростанні обсягу перевезень вантажів. Звідси доцільно оцінити оптимальний обсяг вантажів для бімодальних перевезень.

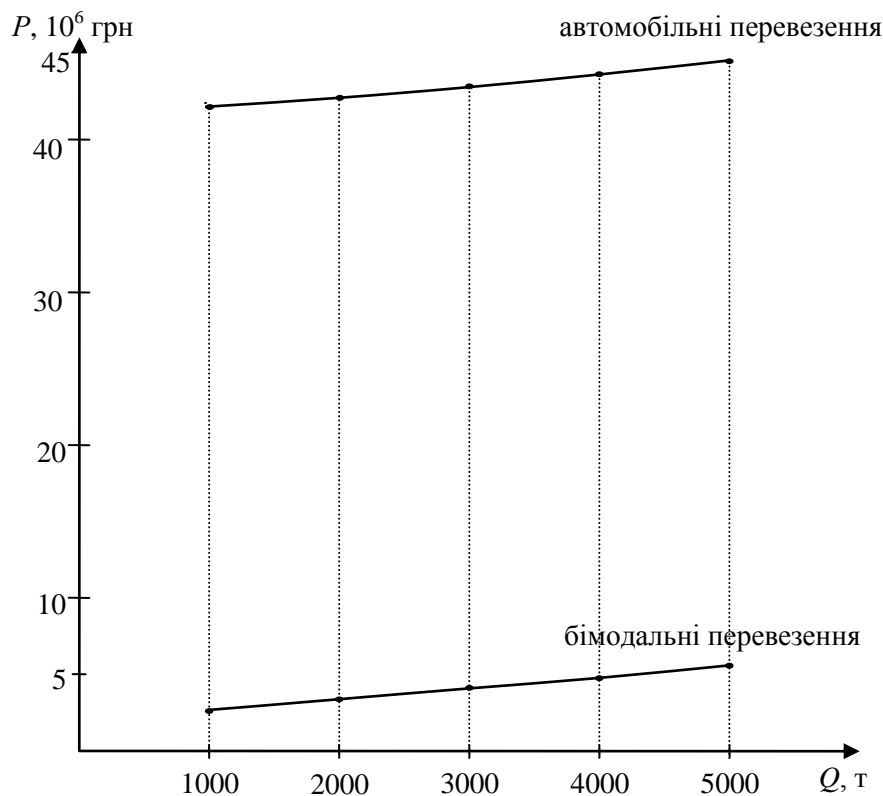


Рис. 1. Залежність сумарних витрат на перевезення вантажів від обсягу перевезень вантажів при бімодальних та автомобільних перевезеннях

Подамо формулу (1) у такому вигляді:

$$P_{\text{бim}} = A + B + C + D + E + F, \quad (3)$$

де A – витрати на перевезення вантажів,
 $A = QC_1E_n$;

B – поточні транспортні витрати,

$$B = Q_p L \left(a_1 + \frac{b_1}{Q} \right);$$

C – витрати на навантаження-

вивантаження вантажів, $C = 2Q_p \left(a_2 + \frac{b_2}{Q} \right);$

D – одноразові транспортні витрати,

$$D = Q_p L E_n \left(a_3 + \frac{b_3}{Q} \right);$$

E – витрати на збереження вантажів,

$$E = Q(E_{\text{зб1}} + E_n l_{\text{зб1}});$$

F – витрати на доставляння вантажу по прибутті або відправленні,

$$F = Q_p L C_1 \frac{E_n}{365 k_{\text{зм1}} \lg(1+Q)}.$$

Як видно з наведеного, при збільшенні обсягу перевезень вантажів Q складові A та E зростають, оскільки залежать від Q прямо пропорційно, а інші показники не змінюються, тому об'єднаємо їх в одну групу. Складові B, C, D, F – зменшуються, оскільки в формулі (3) Q обернено пропорційно шуканому параметру, і входять в другу групу. Просумуємо складові A та E між собою, а B, C, D і F між собою, отримаємо $K = A + E, Z = B + C + D + F$. Тоді витрати подамо як $P_{\text{бім}} = K + Z$, причому у цьому виразі параметр витрат K зростає, а параметр витрат Z зменшується.

Теоретично можна визначитися з точкою темпу зміни витрат за $P_{\text{бім}} = f(K, Z)$, взявши другу похідну, але у зв'язку із складністю та громіздкістю теоретичного розв'язання задачі, розглянемо її графічно. Побудуємо залежність $P_{\text{бім}} = f(K, Z)$, щоб визначитися з тенденцією впливу цих двох груп параметрів на темп зміни витрат. Покажемо, що оптимальне значення Q_{opt} залежить від Q_p , для цього задамося трьома значеннями $Q_{p1} = 730000$ т, $Q_{p2} = 800000$ т, $Q_{p3} = 600000$ т.

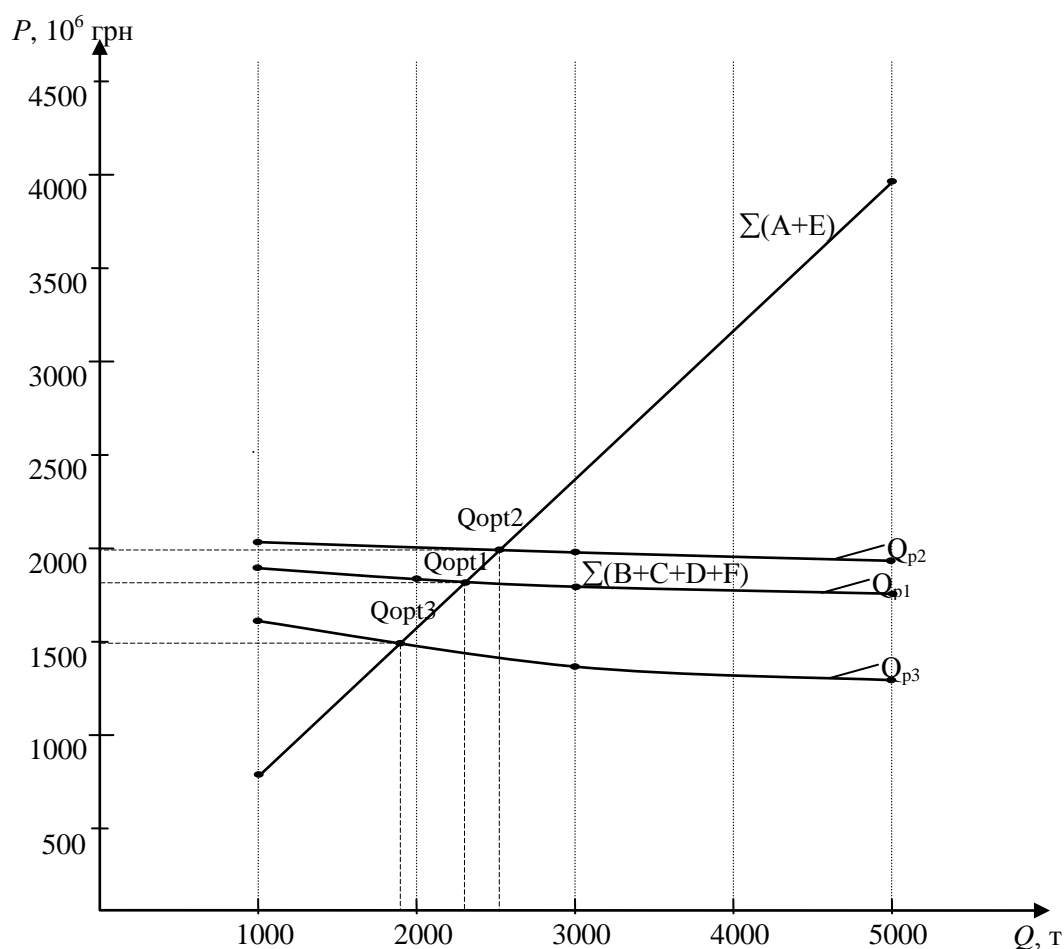


Рис. 2. Залежність сумарних витрат на перевезення вантажів від обсягу перевезень вантажів при бімодальних перевезеннях та знаходження оптимального обсягу перевезень вантажів

Як видно з рис. 2, з ростом Q_p змінюється оптимальне значення обсягу перевезень Q_{opt} , яке відповідає найбільш доцільному його значенню.

Задача пошуку ефективності бімодальних перевезень повинна вирішуватись комплексно, іншим напрямком оцінки ефективності бімодальних перевезень є пошук оптимального маршруту перевезень вантажів, тому що поряд з найменшими питомими витратами на перевезення вантажів досягається підвищення надійності доставлення вантажів. У зв'язку з тим, що стан автошляхів в Україні значно поступається за якістю закордонним автошляхам, це приводить до збільшення витрат на експлуатацію та ремонт.

Виконаний аналіз можливостей впровадження бімодальної технології

перевезення на транспортному ринку України показав, що на початковому етапі, який пов'язаний із допущенням до інфраструктури та сертифікацією транспортних засобів, адаптацією технології до місцевих умов, найбільш доцільно організувати на існуючих маршрутах перевезення контейнерів з морських портів до великих міст, таких як Київ, Харків, Дніпропетровськ, Донецьк та Луганськ.

В основу розрахунків може бути покладений метод лінійного програмування, зокрема симплекс-метод. Для прикладу розглянемо пошук оптимального маршруту перевезень вантажів бімодальними поїздами за формулою (4).

Цільова функція матиме такий вигляд:

$$C_{mp} = \sum (C_{ij} X_{ij}) \rightarrow \min ,$$

$$C_{mp} = C_1 a + C_2 b + C_3 c + C_4 d + C_5 e + C_6 f \rightarrow \min , \quad (4)$$

де $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ – транспортні витрати, що пов'язані з перевезенням 1 т вантажу за маршрутами, грн;

a, b, c, d, e, f – обсяг вантажів, що перевозяться, т;

v, w – потужність портів, т;

x, y, z – потреба великих міст у вантажах (обсяг попиту), т,

а обмеження в даному випадку будуть мати такий вигляд:

$$a+b+c \leq v; \quad d+e+f \leq w; \quad a+d=x; \quad b+e=y; \\ c+f=z; \quad a \geq 0; \quad b \geq 0; \quad c \geq 0; \quad d \geq 0; \quad e \geq 0; \\ f \geq 0; \quad C_{mp} \geq 0.$$

Подана модель дозволяє визначитись з пошуком оптимальних маршрутів доставлення вантажів. Незважаючи на досить розвинену термінальну інфраструктуру в початкових та кінцевих

пунктах, термін окупності технічних засобів на цих маршрутах складає декілька років.

Висновки

1. При використанні бімодальної технології перевезень сумарні витрати на перевезення вантажів значно менші, ніж при автомобільній за однакових умов, що підтверджує доцільність організації перевезення вантажів бімодальними поїздами.

2. У зв'язку з ростом цін на розвиток інфраструктури, а саме на покращення стану автошляхів, збільшенням витрат на паливно-мастильні матеріали та на ремонт сфера застосування автомобільного транспорту зменшується.

3. Передача частини вантажів на бімодальні перевезення дозволить автогалузі стабілізувати роботу і відновити інфраструктуру, таким чином, зменшується

завантаженість автомагістралей, скорочуються шкідливі викиди, знижується аварійність, забезпечується збереження дорожнього полотна.

4. Комплекс заходів з маршрутизації та оптимальний розподіл між автомо-

більними та бімодальними перевезеннями дозволить зменшити транспортні витрати, дає значний економічний ефект для транспортної галузі України.

Список літератури

1. Баттис, Ф. Транспортные проблемы периферийных регионов Европы [Текст] / Ф Баттис // Железные дороги мира. – 2000. – № 1. – С. 21–25.

2. Транспорт в Україні. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uk.wikipedia.org/wiki/>. – Загол. з екрану.

3. Мукмінова, Т.А. Комбінований залізничний транспорт: сучасні виклики [Текст] / Т.А. Мукмінова // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 5. – С. 24-30.

4. Грузовые автомобильные перевозки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.carlson.ru/gruzovye-avtomobilnye-perevozki-str97.html>. – Загл. с экрана.

5. Пшинько, А.Н. Бимодальные технологии для обслуживания агропромышленного комплекса [Текст] / А.Н. Пшинько, С.В. Мямлин, Д.Н. Козаченко, Ч. Фоскетт, В. Грааф // Тезисы 2 междунар. науч.-практ. конф. «Интеграция Украины в международную транспортную систему». – Днепропетровск: ДНУЖТ, 2010. — С. 50-51.

6. Статистичний щорічник України за 2009, 2010, 2011 рік. Державний комітет статистики України [Текст] / За ред. О.Г. Осауленка. – К.: ДП «Інформаційно-аналітичне агенство». – 2011-2012. – 56 с.

Ключові слова: комбіновані перевезення, ефективність бімодальних (роудрейлерних) перевезень, спеціалізований рухомий склад.

Анотації

У статті обґрунтовується сфера ефективності бімодальних (роудрейлерних) перевезень в Україні. Визначається оптимальний обсяг вантажів, що будуть перевозитись бімодальними поїздами, порівняно з автомобільним транспортом. За допомогою лінійного програмування, а саме симплекс-методом визначається оптимальний маршрут перевезень вантажів від морських портів до великих міст бімодальними поїздами.

В статье обосновывается сфера эффективности бимодальных (роудрейлерных) перевозок в Украине. Определяется оптимальный объем грузов, которые будут перевозиться бимодальными поездами, по сравнению с автомобильным транспортом. С помощью линейного программирования, а именно симплекс-методом, определяется оптимальный маршрут перевозки грузов от морских портов до крупных городов бимодальными поездами.

In the article the area efficiency of bimodal (roadrailer) transportation in Ukraine. Determine the optimal amount of cargo to be transported roadrailer trains compared to road transport. Using linear programming, namely the simplex method is determined by the optimal route cargo from ports to major cities roadrailer trains.