УДК 656.072-05 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.165.2016.87707

ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШВИДКІСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МЕРЕЖІ ЗАЛІЗНИЦЬ

Канд. техн. наук Г. С. Бауліна, асист. Г. Є. Богомазова, А. В. Скубяк

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СКОРОСТНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА СЕТИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Канд. техн. наук А. С. Баулина, ассист. А. Е. Богомазова, А. В. Скубяк

DEFINITION OF EFFICIENCY FOR USE SPEED TRANSPORTATION ON RAILWAY NETWORK

Phd. tehn. G. Baulina, assist. G. Bogomazova, A. Skubiak

У роботі проведено аналіз перевезення пасажирів швидкісними поїздами на мережі залізниць. Дослідження показали, що ефективність використання швидкісних перевезень залежить від попиту на швидкісні поїзди. У статті пропонується впровадження цих перевезень на тих напрямках, де є велика транспортна рухливість населення у поєднанні з їх платоспроможністю з урахуванням мінімальних експлуатаційних витрат залізниці.

Ключові слова: *пасажирські перевезення, попит, швидкісні поїзди, витрати залізниць.*

В работе проведен анализ перевозки пассажиров скоростными поездами на сети железных дорог. Исследования показали, что эффективность использования скоростных перевозок зависит от спроса на скоростные поезда. В статье предлагается внедрение этих перевозок на тех направлениях, где большая транспортная подвижность населения в сочетании с их платежеспособностью с учетом минимальных эксплуатационных расходов железной дороги.

Ключевые слова: *пассажирские перевозки, спрос, скоростные поезда, затраты железных дорог.*

The paper analyzed the high-speed passenger trains on the railway network, which showed that due to high speed and comfort of high-speed trains have gained wide acceptance among the population in Ukraine and worldwide. Operation of such railways lines brings significant revenue, provides a high level of profitability and rapid return on investment. But studies have shown that these results are not high in all areas of transportation. Therefore, the operation speed train feasibility depends on the demand for such transportation. Especially significant role assessment plays in implementing demand management measures profitability based on price optimization. The volume of passenger traffic is directly dependent on the size and nature of their passenger traffic fluctuations. In the article offered the high-speed traffic on those areas where high transport mobility people with their solvency in combination with minimal operating costs railroad industry bring great returns. To determine the direction of running the trains category «Intercity +» proposed objective function to minimize operating costs.

Key words: *passenger transportation, demand, high-speed train, costs of railways.*

Вступ. З часу виникнення залізниці вже минула не одна сотня років. Залізничний транспорт подолав довгий еволюційний шлях розвитку від ручної тяги масивних вагонеток до сучасних високошвидкісних експресів, що діють за

принципом магнітної левітації, які вже стали звичним явищем для багатьох країн світу.

Все більш широку популярність у світі отримує новий напрям у розвитку традиційних залізниць – високошвидкісний залізничний транспорт. Завдяки створенню високошвидкісних сполучень залізниці багатьох країн отримують друге «дихання», і після деякого спаду залізничний транспорт знову переживає бурхливе піднесення. Завдяки високій швидкості і комфорту високошвидкісні поїзди завоювали широке визнання у населення.

Проектування і будівництво високошвидкісних магістралей набувають в усьому світі все більших масштабів. Їх експлуатація приносить залізницям значні доходи, забезпечує високий рівень рентабельності і швидку окупність капіталовкладень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепцією [1] передбачається створення в Україні мережі швидкісних залізничних магістралей для сполучення столиці України з великими обласними та промисловими центрами, а також з країнами Західної Європи та СНД. Перспективи розвитку та підвищення ефективності функціонування залізничної галузі за рахунок впровадження швидкісного залізничного руху, визначивши результативність їх функціонування для економіки країни, розглядаються в роботі [2]. У статті [3] подано кілька наукових підходів щодо визначення економічної доцільності впровадження в Україні високошвидкісного руху та запропоновано результати їх досліджень. Три сценарії реформування залізничної інфраструктури багатьох країн світу наведені в роботі [4], які можуть бути застосовані на залізничній мережі України. При цьому підкреслюється, що найбільш перспективний шлях для України – розвивати так званий прискорений рух (до 160 км/год) на базі наявних шляхів. Ефективність перевезення пасажирів під час свят доведено авторами в роботі [5] у вигляді моделі прогнозування нечіткого попиту на пасажирські перевезення, яка може бути застосовна для прогнозування попиту на перевезення пасажирів високошвидкісними магістралями. Для залучення більшої кількості пасажиропотоку на високошвидкісних лініях у дослідженні [6] пропонується підвищувати рівень сервісного обслуговування користувачів за допомогою мультимедійних послуг.

Визначення мети та задачі дослідження. Для сучасної України значення транспорту дуже велике, тому що саме транспорт з’єднує різні регіони в єдину країну. Прагнення до якнайшвидшого подолання відстаней – одна з природних потреб людини, тому і ведеться боротьба за швидкість на всіх видах транспорту.

Основні завдання, які ставляться в даній роботі, – дослідження попиту на пасажирські швидкісні перевезення в Україні за окремими напрямками, підвищення покриття території, що обслуговується поїздами «Інтерсіті» та «Інтерсіті+», задоволення потреби населення у швидкісних перевезеннях з найменшими витратами галузі.

Основна частина дослідження. Пасажирське сполучення між окремими населеними пунктами постійно розвивається. Історія розвитку швидкісного залізничного транспорту України починається з 2012 року, коли виникає кардинально інший погляд на рівень якості перевезення пасажирів та надання сервісних послуг.

Зараз вже складно уявити собі пасажирські залізничні перевезення без поїздів «Інтерсіті+». Українці гідно оцінили і їх комфорт, і швидкість, з якою вони пересуваються. А чотири роки тому, коли такі поїзди тільки вийшли на лінію, багато хто поставився до цієї події з великою часткою скепсису: максимальна швидкість, з якою рухалися поїзди в Україні, становила 120 км/год, тепер вони пересуваються зі швидкістю 160 км/год.

Практично всі маршрути мають популярність у пасажирів. Наразі населеність швидкісних поїздів у середньому доходить майже до 80 %, тобто перевезення рентабельні. Так, за перші 5 місяців 2016 р. філії «Українська залізнична швидкісна компанія» («УЗШК») ПАТ «Укрзалізниця» вдалося отримати 10 млн 66 тис. грн чистого прибутку, а в цілому фінансовий результат від перевезень за цей час склав 28 млн 408 тис. грн. Послугами «УЗШК» за цей період скористалося понад 1 млн 352 тис. пасажирів.

З початку курсування швидкісних поїздів (травень 2012 р.) перевезено 7,6 млн пасажирів, із них 84 % пасажирів перевезено в чотирьох основних напрямках:

- у харківському – 2,6 млн пас.;
- у дніпропетровському (до Дніпропетровська, Красноармійська та Запоріжжя) – 1,7 млн пас.;
- у донецькому (до Донецька, Костянтинівки) – 1,1 млн пас.;
- у львівському (до Львова та Трускавця) – 1 млн пас.;
- в інших (кримський, одеський, криворізький, тернопільський напрямки) – 0,7 млн пас.

Пошук найбільш економічно обґрунтованих рішень у визначенні напрямку високошвидкісних пасажирських перевезень – одне з ключових завдань, актуальних для всіх залізниць Європи, де тривають реформи. Оптимальне рішення цієї проблеми дозволить покращити ситуацію у сфері пасажирських залізничних перевезень. Тому необхідно провести дослідження пасажиропотоків для виявлення попиту на перевезення пасажирів швидкісними поїздами.

Важливу роль при організації руху пасажирського транспорту відіграє нерівномірність розподілу пасажиропотоків за годинами та окремими ділянками діючих маршрутів. Для формування оптимальної або раціональної маршрутної сітки, так само як і для ефективного використання рухомого складу та забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів, необхідно знати напрямки, розміри та ступінь нерівномірності пасажиропотоків.

З 2013 року по 2015 рік середнє завантаження поїздів класу «Інтерсіті +» в Україні збільшилось з 49 до 64 % відповідно. При цьому заселеність вечірнього рейсу Київ – Харків у другому кварталі 2015 р. досягла неймовірного показника в 91 %. Середнє завантаження поїздів «Інтерсіті +» за I та II півріччя 2015 р. у відсотках подано в таблиці.

Порівнюючи залізничне пасажирське швидкісне сполучення з європейськими країнами, бачимо, що середнє завантаження наших поїздів класу «Інтерсіті+» задовільне. Наприклад, у Польщі середня завантаженість поїздів «Pendolino» дуже неоднорідна. Так, на найпопулярнішому напрямку Варшава – Краків – Варшава завантаження є на рівні 79-85 %, на всіх інших – менше 37 %. Варшава – Катовіце – взагалі 25 %. Завантаження поїздів «České dráhy» (державний пасажирський залізничний оператор Чехії) у 2014 році склало 26 % [7].

Планування перспективного розвитку залізничної транспортної системи для результативного освоєння заданих (прогнозних) обсягів перевезень може бути досягнуто за рахунок збалансованого розвитку транспортної мережі і побудови оптимальної схеми потоків при умові обмеженості капіталовкладень. У дослідженні складних виробничих систем частіше стали застосовуватися методи моделювання, які відкидають можливість у численних допущеннях, що вводяться при аналітичних методах вирішення задач масового обслуговування. Методи моделювання дають можливість отримати оцінку показників якості організації обслуговування для будь-яких періодів часу, разом з тим аналітичний метод слушний лише для моментів, коли процес обслуговування постійно визначений у часі [8].

Таблиця

Середнє завантаження поїздів «Інтерсіті +» за І та ІІ півріччя 2015 р.

Номер поїзда	Напрямок перевезення	І півріччя 2015 р., %	ІІ півріччя 2015 р., %
726	Київ – Харків	85	91
725	Харків – Київ	76	86
724	Київ – Харків	77	83
723	Харків – Київ	71	79
721	Харків – Київ	62	71
722	Київ – Харків	53	67
732	Запоріжжя – Київ	81	88
736	Київ – Запоріжжя	70	78
734	Київ – Красноармійськ	74	84
733	Красноармійськ – Київ	76	82
711	Костянтинівка – Київ	60	65
712	Київ – Костянтинівка	48	58
763	Київ – Одеса	37	74
761	Київ – Одеса	-	65
764	Одеса – Київ	32	62
762	Одеса – Київ	-	56
742	Трускавець – Київ	64	71
741	Київ – Трускавець	45	60
743	Київ – Львів	57	69
744	Львів – Київ	39	47
748	Тернопіль – Київ	55	67
747	Київ – Тернопіль	45	60
740	Київ – Кривий Ріг	26	35
739	Кривий Ріг – Київ	24	29

Динаміка пасажирського попиту є найважливішим фактором, що визначає способи та інструменти управління рентабельністю швидкісних перевезень. Прогноз доходу на близьку і далеку перспективу, вибір заходів щодо підвищення лояльності потенційних пасажирів, визначення оптимального набору внутрішньовагонного сервісу, аналіз впливу конкурентної сфери – ці та інші питання вимагають оцінки характеристик пасажирського попиту.

Особливо істотну роль оцінка попиту відіграє в реалізації заходів управління прибутковістю на базі цінової оптимізації. Однак для дієвості відповідних заходів управління суттєвою є наявність необхідного пасажирського контингенту, тобто необхідного рівня попиту.

Обсяг пасажирських перевезень перебуває у прямій залежності від величини пасажиропотоків та характеру їх коливання. Попит на переміщення, який характеризується ознакою типу пасажирів, місцями зародження та призначення поїздок, а також маршрутом, може бути виражений залежно від деякої множини соціально-економічних характеристик. Чималий вплив на попит перевезення швидкісними поїздами має платоспроможність населення, або, іншими словами, кількість потенційних пасажирів, що спроможні купити перевізні білети у відповідний клас поїзда за запропонованою ціною. Для визначення величини попиту на перевезення, що залежить від низки факторів, введемо поняття функції попиту

$$Q_d = f(Z, Z_{зв}, W, G, R, N, V, T, O, B, S, K), \quad (1)$$

де Q_d – об'єм попиту пасажирів на перевезення у швидкісних поїздах у певному регіоні;

Z – ціна перевізного квитка на швидкісний поїзд;

$Z_{зв}$ – ціна перевізного квитка на поїзд звичайного курсування;

W – поточний дохід споживачів транспортних послуг;

G – платоспроможність населення даного регіону;

R – наявність альтернативних перевезень;

N – період часу, в тому числі сезонність перевезень;

V – швидкість руху;

T – час, що витрачається на перевезення;

O – доступність (інформація про послуги, що надаються, – реклама);

B – безпека перевезення;

S – зручність у перевезенні;

K – транспортна рухливість населення.

Для плідного (продуктивного) функціонування швидкісних пасажирських перевезень залізничній адміністрації треба враховувати не тільки попит пасажирів на перевезення, а ще прагнути до мінімізації загальної вартості експлуатації швидкісних поїздів у певному регіоні країни. Тому цільова функція ефективності експлуатації швидкісних поїздів між окремими регіонами i та j набуває вигляду:

$$C(x_{ij}) = \sum\sum (F(t_{ij}) + M(l_{ij})) \cdot \frac{E_d \cdot I}{x_{ij}} \to \min, \quad (2)$$

де C – експлуатаційні витрати залізниці на переміщення швидкісного поїзда у певному регіоні, грн;

x_{ij} – місткість швидкісного поїзда, що курсує між станціями i та j, пас.;

$F(t_{ij})$ – фіксовані витрати на переміщення поїзда між станціями i та j, що залежать від часу перебування t поїзда у русі;

$M(l_{ij})$ – змінні експлуатаційні витрати на один поїзд, що залежать від відстані l переміщення поїзда;

E_d – коефіцієнт еластичності попиту;

I – індекс сезонності, який враховує мінливість у потребі у перевезеннях залежно від пори року, дня тижня, часу доби.

Коефіцієнт еластичності попиту – числовий показник, що характеризує, в якій мірі змінюються витрати на перевезення при збільшенні пасажиропотоку,

$$E_d = \frac{\Delta Q}{\Delta P}, \quad (3)$$

де ΔQ – зміна попиту;

ΔP – зміна грошових витрат.

Отримавши результати розрахунків за цільовою функцією ефективності експлуатації швидкісних поїздів, дійшли висновку, що загальні експлуатаційні витрати залізниці прямо пропорційні кількості перевезених пасажирів. Тому для одержання оптимального значення кількості пасажирів у поїзді треба враховувати обмеження за попитом на перевезення.

Результати розрахунку залежності експлуатаційних витрат залізниці на переміщення швидкісного поїзда у певному регіоні від кількості пасажирів у поїзді та від попиту на перевезення подано на рисунку у вигляді двох кривих, що перетинаються.

З рисунка бачимо, що чим більше пасажирів купили квитки на поїзд, тим меншими є витрати залізниці. Але якщо існує ймовірність перевезення малої кількості пасажирів, то залізниця ризикує зазнати більших витрат. Експлуатаційні витрати залізниці будуть прийнятними у точці перетину двох кривих. Таким чином, пасажиромісткість швидкісного поїзда для розрахункового регіону буде складати приблизно 470 пасажирів.

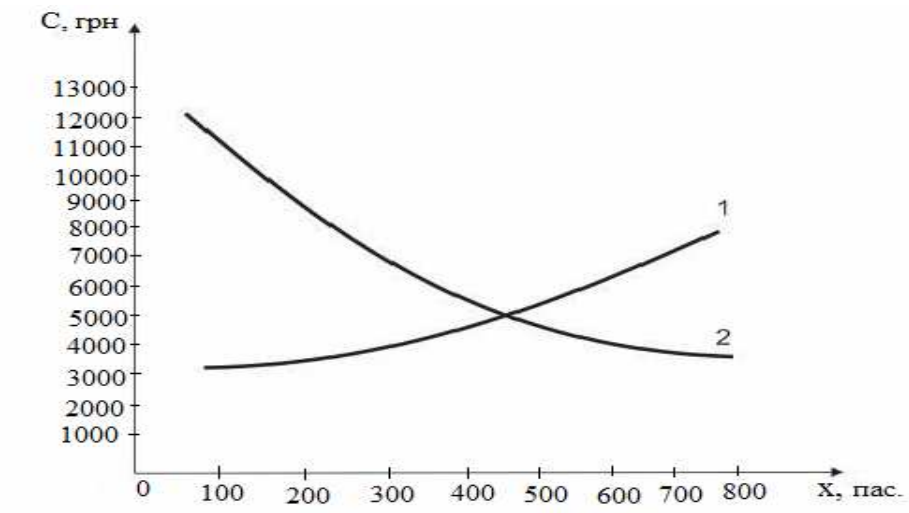

Рис. Залежність експлуатаційних витрат від місткості пасажирського поїзда:
1 – залежність від кількості пасажирів у швидкісному поїзді;
2 – залежність від попиту на перевезення

Сфера послуг на швидкісні перевезення має функціонувати таким чином, щоб повністю задовольняти потреби населення з якнайменшими витратами для залізничної галузі.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Як підсумок проведеного дослідження можна зробити висновок, що швидкісні перевезення набирають обертів, але не всі напрямки перевезення є рентабельними. Для того щоб отримати максимальний прибуток від швидкісних пасажирських перевезень, залізничній галузі треба дослідити попит на ці перевезення на певних напрямках з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат залізниці.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Концепції Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки [Текст]: затв. розпорядженням Кабінету Міністрів України від 31 груд. 2004 р. № 979-р // Офіційний вісник України. – 2005. – 21 січ. – С. 84.

2. Чупир, О. М. Проблеми та нові принципи функціонування будівельної сфери залізничного транспорту України [Електронний ресурс] / О.М. Чупир // Ефективна економіка / Дніпропетр. держ. аграр.-екон. ун-т. – Дніпропетровськ, 2012. – № 7. – Режим доступу: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=1264.

3. Бараш, Ю. С. Аналіз наукових підходів щодо обґрунтування економічної доцільності будівництва в Україні високошвидкісних магістралей [Текст] / Ю.С. Бараш, А.В. Момот // Вісник економіки транспорту і промисловості: зб. наук.-практ. статей / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2012. – № 40. – С. 83 – 86.

4. Коли полетять поїзди. Світовий досвід залізничних перевезень, який варто використати Україні [Електронний ресурс] / Корреспондент.biz // Кореспондент.net. – 2014. – 15 лип. – Режим доступу: http://ua.korrespondent.net/business/economics/3392395-korrespondent-koly-poletiat-poizdy-svitovyi-dosvid-zaliznychnykh-perevezen-yakyi-varto-vykorystaty-ukraini.

5. Dou, F. A train dispatching model based on fuzzy passenger demand forecasting during holidays [Text] / F. Dou, J. Xu, L. Wang, L. Jia // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2013. – № 6(1). – P. 320 – 335.

6. Xu, S. Analysis and Optimization of Resource Control in High-Speed Railway Wireless Networks [Text] / S. Xu, G. Zhu, C. Shen, Y. Lei, Z. Zhong // Mathematical Problems in Engineering. Hindawi Publishing Corporation. – Vol. 2014. – Art. ID 781654. – 13 P.

7. Выехать на классе: какие направления поездов Интерсити+ самые популярные [Электронный ресурс] / Центр транспортных стратегий // Режим доступа: http://cfts.org.ua/articles/vyekhat_na_klasse_kakie_napravleniya_poezdov_intersiti_samye_populyarnye_866.

8. Богомазова, Г. Є. Проблема вибору раціонального варіанта організації вагонопотоків [Текст] / Г.Є. Богомазова // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Харьков, 2011. – Вып. 1/3 (49) – С. 33 – 35.

Бауліна Ганна Сергіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85, 21-97.
Богомазова Ганна Євгенівна, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85.
Скубяк Артур Володимирович, магістр групи МЗ-TEMPUS-ОПУТ-515, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85.

Baulina Ganna, phd. techn. sciences, associate professor department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85, 21-97.
Bogomazova Ganna, assistant department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85, 21-97.
Skubiak Artur, master of the group MZ-TEMPUS-OPUT-515, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Стаття прийнята 27.09.2016 р.