

УДК 656.027

## ОРГАНІЗАЦІЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ НА НАПРЯМКУ

Кандидати техн. наук А. О. Ковальов, С. М. Продащук,  
магістранти В. О. Слободянюк, І. І. Шульженко, О. В. Горбатенко

## ORGANIZATION OF HIGH-SPEED MOVEMENT IN THE DIRECTION

PhD (Tech.) A. Kovalov, PhD (Tech.) S. Prodashchuk, master V. Slobodianiuk,  
master I. Shulzhenko, master O. Horbatenko

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.192.2021.223773>

---

**Анотація.** У статті проаналізовано стан швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень в Україні, виявлено основні чинники, що впливають на можливість впровадження таких перевезень. Запропоновано використати чистий дисконтований дохід, який можна отримати під час реалізації проєкту і після його закінчення, для економічного обґрунтування доцільності організації швидкісного та високошвидкісного руху. Наведено метод визначення потрібних інвестицій з джерел, необхідних для реалізації великомасштабних проєктів і терміну окупності інвестиційного проєкту.

**Ключові слова:** швидкісні та високошвидкісні перевезення, пасажирські перевезення, інвестиційний проєкт, впровадження.

**Abstract.** The article considers the effectiveness of the introduction of speed and high-speed traffic. The experience of foreign countries shows that the development of high-speed rail traffic has increased competitiveness between different modes of transport, population mobility, reduced the loss of passenger traffic by attracting additional passenger traffic and increased profits. The state of speed and high-speed passenger traffic in Ukraine is analyzed, the main factors influencing the possibility of introduction of such traffic are revealed. The main ones are: lack of state financial support and private investment for the modernization of the railway or the construction of specialized tracks, the purchase of special rolling stock. In conclusion, attention should be paid to improving the state of the railway infrastructure to increase the profits of the railway and the ability to further invest in the implementation of such projects.

The method of determining the required investments from the sources necessary for the implementation of large-scale projects of public importance, which depend on the internal rate of return on the project, the internal rate of return in the industry and capital investment in the project. Economic justification of the expediency of the organization of high-speed and high-speed traffic in Ukraine is an investment project, which provides for a phased investment in construction, which will further receive annual profits from passenger transportation. To solve this type of problem, it is proposed to use the net discounted income that can be obtained during the project and after its completion. It takes into account the income achieved in a given year of calculation, the costs incurred in the same year, the discount rate set by the investor and the payback period of the project.

If the demand factor for transportation fluctuates, it is possible to calculate the company's income for the following years and determine the payback period of the investment project.

**Keywords:** speed and high-speed transportation, passenger transportation, investment project, implementation.

**Вступ.** Залізниці України до останнього часу забезпечували потреби економіки і населення в перевезеннях завдяки надлишку технічних потужностей, створених за часів СРСР за рахунок централізованого бюджетного фінансування. За більш ніж 25 років капіталовкладення в оновлення основних засобів відбувались виключно за рахунок власних коштів залізниць, що не задовольняло потреб галузі в оновленні основних засобів, особливо рухомого складу. Практично не виділялись кошти з місцевих бюджетів на придбання електро- та дизель-поїздів для перевезень пасажирів у приміському сполученні, збитки від приміських пасажирських перевезень повністю не відшкодовувались. Майже вичерпано резерви провізних спроможностей через граничну зношеність і низьку продуктивність пасажирського рухомого складу. На сьогодні технічний ресурс залізниць практично вичерпано. Потрібні повне технічне переоснащення, оновлення та модернізація об'єктів інфраструктури залізниць [1].

**Мета та задачі дослідження.** Метою дослідження є визначення ефективності впровадження високошвидкісного руху в Україні. Завдання дослідження:

- проаналізувати стан швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень в Україні, виявити основні чинники, що впливають на можливість впровадження таких перевезень;

- визначити можливу ефективність впровадження в Україні високошвидкісного пасажирського руху.

**Аналіз останніх досліджень.** Питання впровадження швидкісного та високошвидкісного руху в Україні досліджувались у роботах [2–5]. Впровадження високошвидкісного руху потребує вирішення багатьох завдань. Досі проводяться дослідження щодо економічної доцільності, геополітичного розташування, можливих маршрутів, динаміки пасажиропотоків та інше.

Найоптимальнішим варіантом для розвитку високошвидкісного транспорту в Україні є побудова нової магістралі, яка дозволить розділити залізничну лінію окремо для вантажного руху та пасажирського руху, зменшити коефіцієнт знімання та збільшити швидкість вантажних перевезень, їхню вартість за рахунок беззупинного руху та пропускання пріоритетних поїздів. Такий підхід дозволяє повністю реалізувати незалежну економічну модель, що довела свою ефективність у Японії та США [6, 7].

На вибір правильного рішення щодо побудови нової магістралі впливають обсяги пасажиропотоку, а також необхідні потреби в матеріальних, трудових і фінансових ресурсах.

Досвід закордонних країн доводить, що розвиток високошвидкісного залізничного руху підвищив конкурентоспроможність між різними видами транспорту, мобільність населення, скоротив збитковість пасажирських перевезень шляхом залучення додаткових пасажиропотоків і збільшив прибутки.

Тому сьогодні актуальним є завдання впровадження високошвидкісного залізничного руху в Україні.

В Україні через зношеність залізничних колій і рухомого складу максимальна швидкість, з якою можуть рухатися поїзди, – 160 км/год. І це тільки Hyundai. Швидкість вітчизняних поїздів коливається на різних ділянках від 20 до 117 км/год. В Україні нема високошвидкісних перевезень, бо високошвидкісний транспорт – це транспорт, який рухається зі швидкістю більше 200 км/год звичайними коліями та більше 250 км/год спеціалізованими.

Тобто в Україні є тільки швидкісний рух. Проте запуск поїздів з підвищеними швидкостями та меншим часом руху підтверджує їхню доцільність.

Однак в Україні є значна кількість перешкод для розвитку високошвидкісних перевезень. Найголовніше – це відсутність

коштів для модернізації залізничного полотна або побудови спеціалізованих колій, придбання рухомого складу з експлуатаційною швидкістю більше 200 км/год, а також для електрифікації залізничних ділянок, що є екологічно привабливим і дешевим при експлуатації рухомого складу, для побудови високих ухилів і колій з великими радіусами.

Усе перераховане неможливе без державної фінансової підтримки та приватних інвестицій. Усі витрати покриває АТ «Укрзалізниця» при тому, що пасажирські перевезення є збитковими, а підвищення тарифів можливе лише при покращенні якості перевезення.

Україна має всі необхідні потужності для розвитку та впровадження інноваційної технології, проте АТ «Укрзалізниця» не в змозі фінансувати такий дороговартісний проєкт без допомоги держави та приватних інвестицій.

Внаслідок цього слід на початку приділити увагу покращенню стану залізничної інфраструктури для підвищення прибутків АТ «Укрзалізниця» та

можливості в подальшому інвестувати кошти в реалізацію подібних проєктів.

**Основна частина.** У європейських країнах велику увагу приділяють залізничному полотну. Воно є основою комфортної та швидкої поїздки, зменшуються витрати на технічне обслуговування. Наприклад, у Японії не всі колії спеціалізовані, а швидкісні поїзди рухаються з середньою швидкістю 130 км/год при проєктних 400 км/год, однак усе залізничне полотно завжди знаходиться в ідеальному стані, що дає змогу перевозити пасажирів комфортно, швидко та за високі ціни на квитки. У Франції постійно модернізують залізничні лінії, аби досягти більшої надійності та економічності.

Тому слід врахувати європейський досвід і поліпшити залізничну інфраструктуру. Під поліпшенням інфраструктури слід розуміти посилення залізничного полотна та придбання нового швидкісного рухомого складу.

Проведено аналіз динаміки пасажиропотоків на різних видах транспорту за період з 1995 до 2019 рр. (рис. 1, 2).

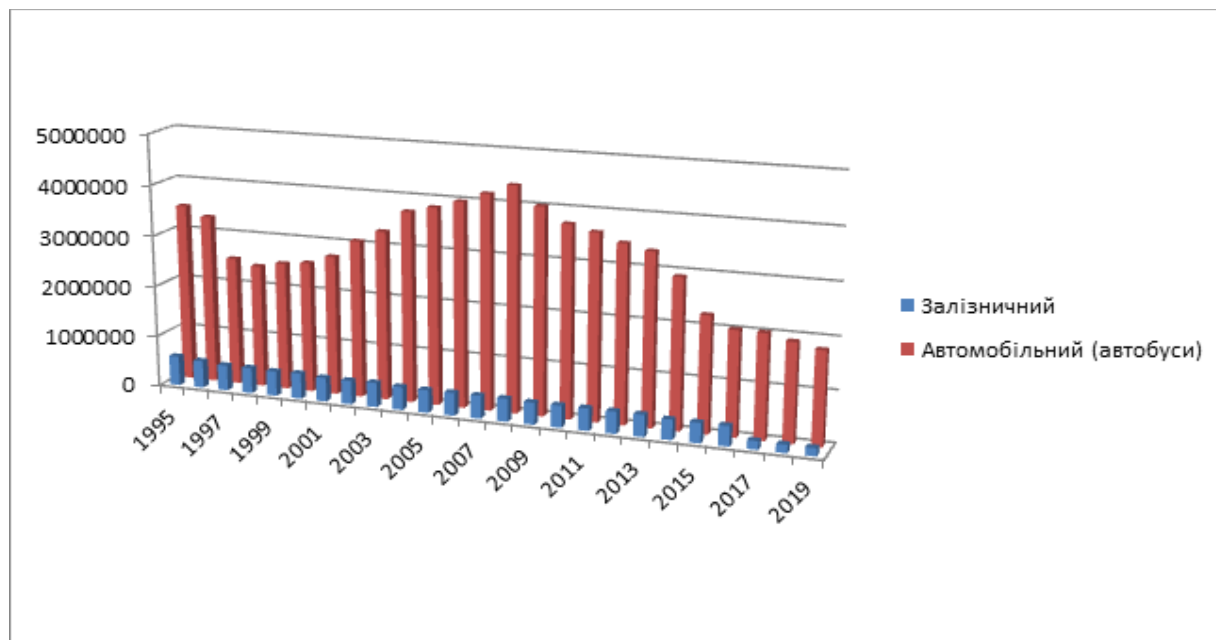


Рис. 1. Аналіз динаміки пасажиропотоків на залізничному та автомобільному транспорті за період з 1995 до 2019 рр.

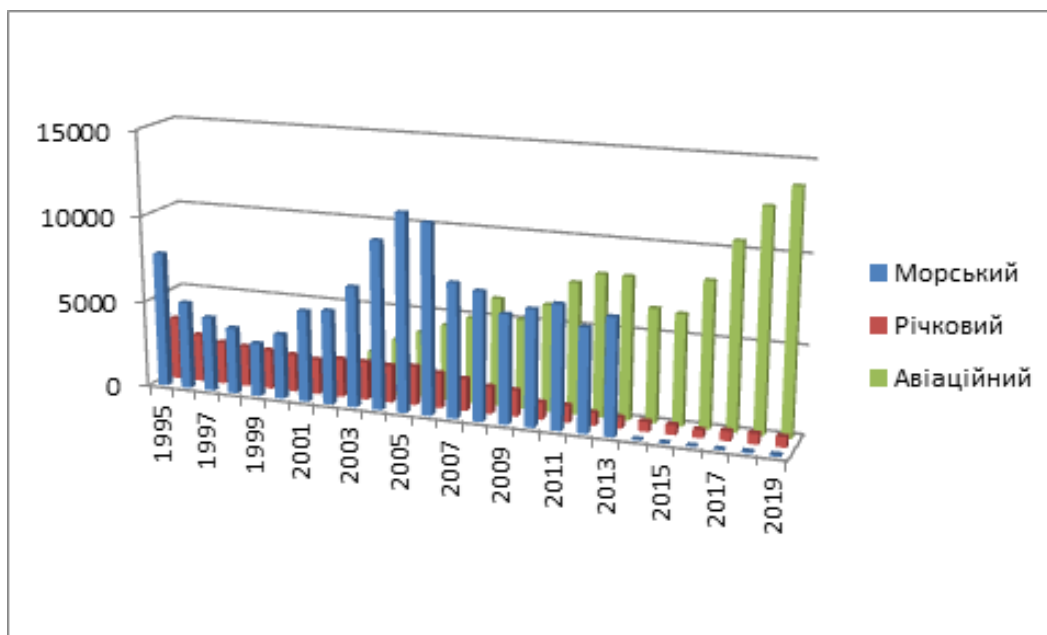


Рис. 2. Аналіз динаміки пасажиропотоків на морському, річковому та авіаційному транспорті за період з 1995 до 2019 рр.

При статистичному аналізі помітне значне скорочення пасажиропотоку на залізничному транспорті. Проте з 2014 р. статистичні дані наведено без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та частини тимчасово окупованих територій у Донецькій і Луганській областях. Частково це зумовлено значним зносом залізничної інфраструктури і, як наслідок, низькою швидкістю руху. На автомобільному, морському та річковому транспорті пасажиропотік також скоротився.

На авіаційному транспорті, навпаки, спостерігається збільшення кількості перевезених пасажирів і досягнення стабільності. Тобто конкуренцію залізничному транспорті на даному етапі може скласти повітряний, адже це набагато швидше та комфортніше. Конкурувати з повітряним транспортом залізничний може в питаннях безпеки, надійності, масовості, зниження сумарного забруднення довкілля та встановлення низьких тарифів на перевезення. Приблизно така сама ситуація складається і в європейських країнах [8], де залізничний транспорт при перевезеннях на

певні відстані успішно конкурує з іншими відповідними видами транспорту.

Поліпшувати залізничну інфраструктуру спочатку слід у пріоритетних напрямках [9, 10].

Після модернізації залізничної інфраструктури швидкісні поїзди зможуть досягати середньої швидкості 160 км/год, при цьому час руху зменшиться до трьох з половиною годин з урахуванням зупинок на найбільш населених станціях.

Таким чином, можна поступово модернізувати залізничні ділянки, зробити поїздки більш комфортними та швидкими, отримати за рахунок цього прибутки, які можна інвестувати в розвиток пасажирських перевезень і впровадження інноваційних технологій.

У статті наведено метод визначення потрібних інвестицій з джерел, необхідних для реалізації великомасштабних проєктів, що мають суспільну значущість. Реалізація великомасштабного проєкту, що має не тільки економічну, але і соціальну значущість, за рахунок власних коштів підприємства не завжди можлива, тому потрібно долучити до фінансування

інвесторів. Суб'єктами інвестиційної діяльності є інвестори, замовники, підрядники, користувачі об'єктів інвестиційної діяльності та інші особи.

Інвестори – суб'єкти, які здійснюють вкладення власних або залучених коштів в об'єкти інвестиційної діяльності. Як інвестори можуть виступати:

- органи, уповноважені управляти державним і муніципальним майном або майновими правами (державні інвестиції);
- громадяни, підприємства, підприємницькі об'єднання та інші юридичні особи (підприємницькі інвестиції);
- іноземні фізичні та юридичні особи, держави і міжнародні організації (іноземні інвестиції).

Допускається об'єднання коштів інвесторами для здійснення спільного інвестування.

У цьому разі виникає необхідність залучення капіталу зі сторони. Пропонується цільова функція, що дозволяє визначити виходячи з внутрішньої норми прибутковості за великомасштабними проектами суму залучених коштів для реалізації проекту,

$$I = \left( \frac{100\% - \frac{N * 100\%}{Z}}{100\%} \right) * K_{np} \rightarrow \min \quad (1)$$

з системою обмежень

$$\begin{cases} Z \leq N \Rightarrow ЧДД \geq 0 \Rightarrow \text{проект ефективний} \Rightarrow \\ \text{проект приймається} \\ Z > N \Rightarrow ЧДД < 0 \Rightarrow \text{потрібне додаткове джерело,} \end{cases} \quad (2)$$

де  $I$  – сума потрібних інвестицій для реалізації великомасштабних проєктів з державних джерел;

$N$  – внутрішня норма прибутковості за проєктом;

$Z$  – внутрішня норма прибутковості в галузі;

$K_{np}$  – капітальні вкладення за проєктом, грн;

$ЧДД$  – чистий дисконтований дохід, сума поточних вартостей усіх спрогнозованих, з урахуванням норми дисконтування, грошових потоків.

Як норма дисконтування приймається  $\gamma$ . Величину  $\gamma$  призначає головна особа з реалізації проєкту – людина, яка здійснює інвестиції. Як  $\gamma$  вона призначає очікувану норму прибутку від інвестицій. Наприклад, вона може прийняти  $\gamma = i$ , де  $i$  – банківська ставка відсотка за строковими депозитами. Якщо виявиться, що  $ЧДД = 0$ , то  $\gamma = i$ , та ефективність (прибутковість) інвестицій дорівнює ефективності (прибутковості)

зберігання грошей на строковому депозиті. Навряд чи в цьому випадку є сенс займатися інвестиціями у виробництво. Якщо  $ЧДД > 0$ , то  $\gamma > i$ , і інвестиції у виробництво ефективні.

Економічне обґрунтування доцільності організації швидкісного та високошвидкісного руху в Україні є інвестиційним проєктом, який передбачає поетапне вкладання коштів у будівництво, що дозволить надалі отримувати щорічно прибутки від перевезення пасажирів.

Для розв'язання задач такого типу використовують чистий дисконтний дохід, який можна отримати під час реалізації проєкту і після його закінчення. Цей показник визначають за формулою.

$$ЧДД = \sum_{t=0}^T (D_t - Z_t) \frac{1}{(1 + E)^t}, \quad (3)$$

де  $D_t$  – доходи, що досягаються на  $t$ -му році розрахунку;

$Z_t$  – витрати, здійснювані на той самий рік (відповідно до даних залізниці); грн;

$E$  – норма дисконту, що задається інвестором;

$T$  – період розгляду інвестиційного проекту, р.

Доходи транспортного підприємства від перевезень  $D$  можна визначити за формулою

$$D = VP \cdot P_{ав}, \quad (4)$$

де  $VP$  – вартість поїздки, грн;

$P_{ав}$  – величина попиту на перевезення (відповідно до даних залізниці), пас.

Вартість поїздки визначається за формулою

$$VP = DC_{вш} \cdot K_{шв} \cdot L_{роз}, \quad (5)$$

де  $DC_{вш}$  – середня дохідна ставка у високошвидкісному русі, грн/пас.км;

$K_{шв}$  – коефіцієнт підвищення вартості проїзду в пасажирському поїзді залежно від швидкості поїзда;

$L_{роз}$  – розрахункова дальність поїздки, для якої визначається вартість квитків при різних швидкостях руху.

Межа підвищення тарифів визначається за допомогою формули

$$DC_{вш} = DC_{нас} + \frac{C_{год}}{L} (T_{нас} - T_{вш}), \quad (6)$$

де  $DC_{нас}$  – середня дохідна ставка в пасажирському русі, грн/пас.км;

$C_{год}$  – оцінка часу пасажирів, грн/пас.год;

$L$  – дальність перевезень у високошвидкісному русі, км;

$T_{нас}$  – час перебування пасажирів в дорозі на відстань, що дорівнює середній дальності перевезень у пасажирському русі, год;

$T_{вш}$  – середній час поїздки пасажирів у високошвидкісному русі на відстань, що дорівнює середній дальності перевезень у високошвидкісному русі, год.

Термін окупності визначається за формулою

$$T = \frac{K}{P} + 1, \quad (7)$$

де  $K_{пр}$  – капітальні вкладення, грн;

$P$  – річний прибуток, грн.

За умови коливання чинника попиту на перевезення можна розрахувати доходи підприємства за наступні роки.

Для прикладу в роботі наведено результати розрахунків ЧДД на напрямку Київ–Львів за конкретними вихідними даними (табл. 1–5, рис. 3). Будівництво високошвидкісної магістралі планується протягом одного року і з міста Києва до Львова та зі Львова до Києва, що обґрунтовано достатнім пасажиропотоком, потужністю будівельних організацій і розташуванням ремонтних підрозділів.

Таблиця 1

Інвестиції в будівництво високошвидкісної магістралі

Найменування ділянки		Довжина ділянки, км	Інвестиції в будівництво за даними фірми «SYSTRA», млн євро
Початок	Кінець		
Київ	Біла Церква	65	327,3
Біла Церква	Вінниця	130	667,1
Вінниця	Хмельницький	110	564,4
Хмельницький	Тернопіль	105	511,4
Тернопіль	Львів	120	613,5
Разом		530	2683,7

Таблиця 2

## Загальні капіталовкладення

Найменування дільниці	Довжина дільниці, км	Капітальні вкладення у ВШМ, млн грн	Кількість поїздів, од	Вартість рухомого складу, млн грн	Вартість станцій млн євро	Вартість ремонтних підрозділів, млн євро	Загальні капіталовкладення, млн євро
Київ-Біла Церква	65	327,3	3	60	43,9	61,5	432,7
Біла Церква-Вінниця	130	667,1			17,3		684,4
Вінниця-Хмельницький	110	564,4			17,3		581,7
Хмельницький-Тернопіль	105	511,4			17,3		528,7
Тернопіль-Львів	120	613,5			43,9	61,5	718,9
Разом	530	2683,7	3	60	139,7	123,0	3006,4

Таблиця 3

## Робочий парк високошвидкісних поїздів

Початкова станція	Зупинки	Кінцева станція	Кількість відправлених пасажирів, тис.	Відстань, км	Час у дорозі, год	Кількість оборотів за добу	Кількість поїздів, од
Київ	Вінниця, Хмельницький, Тернопіль	Львів	1432,5	530	2,7	2,0	3,0

Таблиця 4

## Результати розрахунків вартості поїздки

Розрахункова швидкість високошвидкісного поїзда, км/год	Швидкість швидкісного пасажирського поїзда, км/год	Приріст швидкості руху пасажирського поїзда, км/год	Економія терміну поїздки, год	Існуюча дохідна ставка, євро/пас.км	Приріст дохідної ставки, євро/пас.км	Нова дохідна ставка без урахування коефіцієнта швидкості, євро/пас.км	Коефіцієнт підвищення вартості поїздки залежно від швидкості поїзда	Нова дохідна ставка з урахуванням коефіцієнта швидкості, євро/пас.км	Середня вартість поїздки без ПДВ на 530 км, євро
300	120	180	3,85	0,09	0,05	0,14	3,5	0,49	25,24

Таблиця 5

Розрахунки чистого дисконтного доходу за напрямком Київ-Львів після введення в експлуатацію ВШМ, млн євро

Рік	Доходи від перевезень	Експлуатаційні витрати	Амортизаційні відрахування	Капітальні вкладення	Чистий дохід	Коефіцієнт дисконтування	Чистий дисконтний дохід
1	0	0	0	3006,4	-3006,4	1	-3006,4
2	264,40	167,72	58,34	-	-2779,37	0,95	-2640,40
3	277,62	167,72	58,34	-	-2633,47	0,91	-2396,46
4	291,50	167,72	58,34	-	-2379,35	0,87	-2070,03
5	306,08	167,72	58,34	-	-2186,47	0,78	-1705,44
6	321,38	167,72	58,34	-	-2015,96	0,74	-1491,81
...	...	...	...	...	...	...	...
16	523,49	167,72	58,34	-	182,69	0,36	65,77



Рис. 3. Діаграма залежності ЧДД від терміну окупності проекту

Як бачимо, термін окупності вкладень настає на 16 рік.

**Висновки.** У статті проведено аналіз стану швидкісних і високошвидкісних пасажирських перевезень в Україні. Зроблено висновок про основні чинники, що впливають на впровадження таких перевезень, – недостатність державної фінансової підтримки та приватних

інвестицій для модернізації залізничного полотна або побудови спеціалізованих колій, придбання спеціального рухомого складу. Також розглянуто ефективність впровадження і розвитку в Україні проектів високошвидкісного пасажирського руху на основі розрахунків розмірів потрібних інвестицій у проєкт з визначенням терміну окупності.

#### Список використаних джерел

1. Інформація про Українські залізниці. URL: <https://mtu.gov.ua/content/informaciya-pro-ukrainski-zalznici.html> (дата звернення: 14.09.2020).



2. Шляхи удосконалення технологій мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень / Д. В. Ломотько, Д. Г. Воскобойников, М. С. Листопад, А. Д. Сірадчук. *Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна*. 2017. Вип. 13. С. 59-66.
3. Розроблення раціональної топології мережі швидкісних залізничних перевезень на основі методів колективного / А. В. Прохорченко, Л. О. Пархоменко, А. І. Дубчак, Є. О. Сільченко. *Збірник наукових праць УкрДУЗТ*. 2012. Вип. 133. С. 39-45.
4. Butko T., Prokhorchenko A., Golovko T., Prokhorchenko G. Development of the method for modeling the propagation of delays in non-cyclic train scheduling on the railroads with mixed traffic. *Eastern-European journal of enterprise technologies*. 2018. Vol. № 3(91). P. 30-40.
5. Бараш Ю. С., Момот А. В. Удосконалена методика визначення економічної ефективності будівництва та експлуатації високошвидкісної магістралі в Україні. *Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна*. 2013. Вип. 6. С. 7-22.
6. Найшвидші поїзди. URL: <https://proexpress.com.ua/uk/samye-bystrye-poezda/> (дата звернення: 14.08.2020).
7. Высокоскоростное движение США. URL: [https://pikabu.ru/story/vyisokoskorostnoe\\_dvizhenie\\_ssha\\_6521802](https://pikabu.ru/story/vyisokoskorostnoe_dvizhenie_ssha_6521802) (дата звернення: 14.09.2020).
8. Li Wang, Li-min Jia, Yong Qin, Jie Xu, Wen-ting Mo. A two-layer optimization model for high-speed railway line planning. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering)*. 2011. Vol. 12. Is. 12. P. 902-912.
9. Впровадження інноваційних технологій в пасажирських перевезеннях / С. М. Продащук, Г. В. Шаповал, О. В. Тоцька та ін. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2018. Вип. 178. С. 28-41.
10. Ковальов А. О., Пропплеткіна А. Є., Богатирьова В. Д. Визначення ефективності впровадження і розвитку високошвидкісного руху в Україні. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 164. С. 154-159.

---

Ковальов Антон Олександрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-21-97. E-mail: kovalov.uvkr@kart.edu.ua ORCID iD: 0000-0001-8546-3183.

Продащук Світлана Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-21-97. E-mail: [sp7728@ukr.net](mailto:sp7728@ukr.net). ORCID iD: 0000-0002-7673-3863.

Слободянюк Віталій Олександрович, магістрант групи TEMPUS-19 Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 0954767716.

Шульженко Іван Іванович, магістрант групи TEMPUS-19 Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 0509547646.

Горбатенко Ольга Вікторівна, магістрант групи TEMPUS-19 Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 0992247133.

Kovalov Anton, PhD (Tech.), Associate Professor, Department of Cargo and Commercial Work Management, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-21-97. E-mail: kovalov.uvkr@kart.edu.ua. ORCID iD: 0000-0001-8546-3183.

Prodashchuk Svitlana, PhD (Tech), Associate Professor, Department of Cargo and Commercial Work Management, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-21-97. E-mail: [sp7728@ukr.net](mailto:sp7728@ukr.net). ORCID iD: 0000-0002-7673-3863.

Slobodianiuk Vitalii, master of the group TEMPUS-19 Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 0509547646.

Shulzhenko Ivan, master of the group TEMPUS-19 Ukrainian State University of Railway Transport. Tel. 0509547646.

Horbatenko O. master of the group TEMPUS-19 Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 0992247133.

Статтю прийнято 18.09.2020 р.