

УДК 656.027(477)

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ ВПРОВАДЖЕННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ В УКРАЇНІ

Д-р техн. наук. О. В. Лаврухін, асистент О. О. Шапатіна,
магістри С. В. Газаєв, Я. С. Аржановська, Д. О. Кульова

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ВНЕДРЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ В УКРАИНЕ

Д-р техн. наук. А. В. Лаврухин, ассистент О. А. Шапатина,
магистры С. В. Газаев, Я. С. Аржановская, Д. А. Кулёва

ANALYSIS OF PROSPECTS FOR THE INTRODUCTION OF HIGH-SPEED TRAFFIC IN UKRAINE

Doctor of technical sciences O. Lavrukhin, assistant O. Shapatina,
masters S. Gazaev, Y. Arzhanovska, D. Kuleva

У статті проведено аналіз щодо організації високошвидкісного руху за кордоном, визначено перспективи щодо впровадження та будівництва високошвидкісних магістралей в Україні.

Ключові слова: пасажирські перевезення, високошвидкісний рух, електропоїзд Hyundai.

В статье проведен анализ организации высокоскоростного движения за рубежом, определены перспективы по внедрению и строительству высокоскоростных магистралей в Украине.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, высокоскоростное движение, электропоезд Hyundai.

Today, speed and high-speed traffic is a perspective direction of development of transport. In order to implement high-speed passenger train in Ukraine was carried out a whole range of necessary measures, including the development of the necessary documentation, the adoption of state programs, the training of the railway infrastructure, procurement and testing of new equipment and training.

Despite the emergence of high-speed trains, passenger path did not appear in Ukraine, completely missing a specially equipped path, allowing speeds of up to 200 km/h. The limiting factor in the development of high-speed traffic in Ukraine is the high cost of building high-speed lines. But the experience of Western Europe and Asia has shown that the creation of a network of high-speed highways causes significant economic and social impact, which justifies the high cost of their construction.

Thus, the introduction of high-speed traffic in Ukraine is one of the components in the integration of Railway Transport of Ukraine into the global transport system, which will increase the flow of passengers in international communication.

Keywords: passenger transport, high-speed traffic, trains Hyundai.

Вступ. Завдяки своєму географічному розташуванню Україна протягом тисячо-

ліття служить містком між Європою та Азією, між Північчю і Півднем. Крім того,

вона покрита щільною мережею транспортних шляхів і має високорозвинений рухомий склад усіх видів транспорту. За даними англійського інституту «Рендел» [1], за коефіцієнтом транзитності (тобто за розвиненістю всіх видів транспортних зв'язків і відповідної їм інфраструктури) Україна посідає перше місце в Європі (коефіцієнт транзитності України становить 3,75; Польщі – 2,92).

На сьогодні українська мережа залізниць є однією з найрозвинутіших серед європейських країн. Україна займає лідируючу позицію серед країн Європи за обсягами пасажиро- та вантажоперевезень у межах держави і відіграє значну транзитну роль.

Пасажирські перевезення залізничним транспортом у загальній структурі прибутків від перевезень займають близько 10 %. Так, за підсумками січня - липня 2010 року українськими залізницями було перевезено 252,2 млн осіб, а пасажирообіг склав 30,9 млрд пас.км [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему високошвидкісного руху в Україні в різні часи досліджували такі українські вчені: Бараш Ю. С., Корженевич І. П. [3], Кірта Г. М., Босов А. А. [4], Дикань В. Л. [5], Курган М. [6] та ін.

Дослідження щодо реалізації високошвидкісного руху в Україні належать початку 70-х рр. ХХ ст., коли вчені Дніпропетровського відділення інституту механіки Академії наук України і Дніпропетровського інституту інженерів залізничного транспорту провели на діючій ділянці Балівка-Березанівка Придніпровської залізниці дослідні поїздки вагона-лабораторії з реактивною тягою зі швидкістю до 250 км / год.

У 1969-1974 рр. були розроблені пропозиції щодо будівництва високошвидкісних магістралей за напрямком Центр – Південь: Москва – Крим, Кавказ для конкуренції з авіаційним транспортом при середній швидкості руху – 300 км/год.

У 1988 році була прийнята Державна науково-технічна програма «Високошвидкісний екологічно чистий транспорт», що передбачає створення високошвидкісних магістралей «Центр – Південь».

У 2002 році було визначено можливі маршрути високошвидкісних залізничних ліній та обсяги пасажирських перевезень в Україні [7].

У 2003 році розроблено концепцію впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2005-2015 роках, але за відсутності коштів на будівництво її не було впроваджено [3].

У 2012 р. до ЄВРО-2012 було введено швидкісний рух на окремих напрямках між містами - учасниками футбольних змагань відповідно до документів [8, 9].

Таким чином, впровадження високошвидкісного руху в Україні є одною зі складових до інтеграції залізничного транспорту України у світову транспортну систему, що дасть змогу збільшити потоки пасажирів у міждержавному сполученні.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою даної роботи є визначення технологічно-економічної доцільності впровадження високошвидкісного руху на магістралях України.

Досягнення визначеної мети має ґрунтуватися на вирішенні двохетапного науково-практичного завдання. На першому етапі необхідно провести широкомасштабний аналіз закордонного досвіду експлуатації високошвидкісного залізничного транспорту. На другому етапі необхідним є виконання технологічно-економічного обґрунтування щодо доцільності впровадження високошвидкісного руху на залізничних магістралях України.

Наукова новизна полягає у вирішенні науково-технічної задачі обґрунтування технологічно-економічної доцільності щодо впровадження високошвидкісного руху на території України, що дасть можливість залізницям України інтегруватися у швидкісну мережу Європи.

Основна частина дослідження. З переходом України до ринкових відносин змінився попит на транспортні послуги, актуальним стало питання щодо використання існуючої мережі залізниць для швидкісних перевезень.

На сьогоднішній день швидкісний і високошвидкісний рух – це перспективний напрямок розвитку транспорту. Загальна довжина високошвидкісних магістралей у світі сьогодні становить близько 17 тис. км. Найбільшу протяжність мають високошвидкісні магістралі Китаю (понад 6 тис. км), Японії (2664 км), Іспанії (2656 км), Франції (2036 км), Німеччини (1334 км), Італії (923 км) (дані на момент 2012 року) [10].

Японська та іспанська концепції передбачають спорудження високошвидкісної магістралі, колійна система якої незалежна від решти залізничної мережі країни. Французька концепція передбачає будівництво високошвидкісних магістралей, що входять до загального складу мережі, однак призначених тільки для високошвидкісного рухомого складу [11]. Німецька та італійська концепції передбачають комплексну реконструкцію залізничних напрямків, при цьому здійснюється будівництво високошвидкісних ділянок і модернізація існуючих ліній із випрямленням головних шляхів за умови організації швидкісного та високошвидкісного руху при ширині колії 1435 мм.

Українська залізниця поки далека від європейських, японських та китайських швидкостей (понад 200 км/год) [12, 13]. Адже вони можливі тільки на виділених пасажирських шляхах, які не мають перетинів, обов'язково огорожені і технологія їх сумісності зовсім інша (включаючи технології управління та роботи систем безпеки), а рухомий склад високошвидкісних поїздів – спеціальний, а не адаптований.

Високошвидкісне сполучення потребує повної сумісності характеристик рухомого складу та інфраструктури

залізничного транспорту, у свою чергу, від сумісності рухомого складу та інфраструктури залежать безпека, ефективність та якість експлуатації, а також експлуатаційні витрати, тому в законодавстві Європейського Союзу цьому параметру приділяється значна увага.

Залізнична мережа України органічно вписується в європейську через Угорщину, Польщу, Молдову, Румунію та Словаччину. Однак вигідне з точки зору транспортних перевезень геополітичне розташування України не використовується у повній мірі. Вихід із цієї ситуації викладено в Концепції [8]. Крім реконструкції існуючих, передбачається будівництво нових ліній за техніко-технологічними параметрами, що забезпечують рух високошвидкісних поїздів зі швидкістю 300-350 км/год, що відповідає сучасним міжнародним стандартам.

Кабінет Міністрів України схвалив наприкінці 2004 року Державну цільову програму впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки. У 2010 році Міністерство інфраструктури та Укрзалізниця обрали базову модель – електропоїзд Hyundai (див. рисунок), що спроектований та побудований відповідно до українських умов, усі механізми поїзда адаптовані до технологічних, кліматичних та ландшафтних умов, інфраструктури і відповідають технічним вимогам Укрзалізниці. Технічні характеристики поїзда Hyundai наведено у таблиці.

Поїзди Hyundai були обрані для того, щоб з'єднати швидкісним сполученням міста, які приймали матчі Євро-2012: Київ, Львів, Харків та Донецьк. Перший Hyundai був переданий Україні в корейському місті Чангвон 20 грудня 2011 року.

Розклад руху перших експресів за напрямками Київ – Харків та Київ – Львів було оголошено 18 травня. 20 травня надійшли у продаж квитки на поїзди, за дві доби було продано близько 2000 квитків. Таким чином, українські пасажирів підтвер-

дили своє бажання користуватися сучасними комфортними швидкісними експресами.

На рисунку наведено розташування місць у вагонах поїзда Hyundai.

Таблиця

Технічні характеристики поїзда Hyundai

Країна-виробник	Південна Корея
Кількість вагонів у складі поїзда	9
Довжина головного вагона, м	22,38
Довжина проміжного вагона, м	22,20
Довжина рухомого складу, м	200,16
Загальна маса поїзда, т	461
Висота вагона, м	4,27
Ширина вагона, м	3,50
Максимальна швидкість, км/год	160
Кількість місць для сидіння	579
1-го класу	168 (вагон № 2, 5, 8)
2-го класу	411 (вагон № 1, 3, 4, 6, 7, 9)
Кількість місць для осіб з обмеженими фізичними можливостями	2

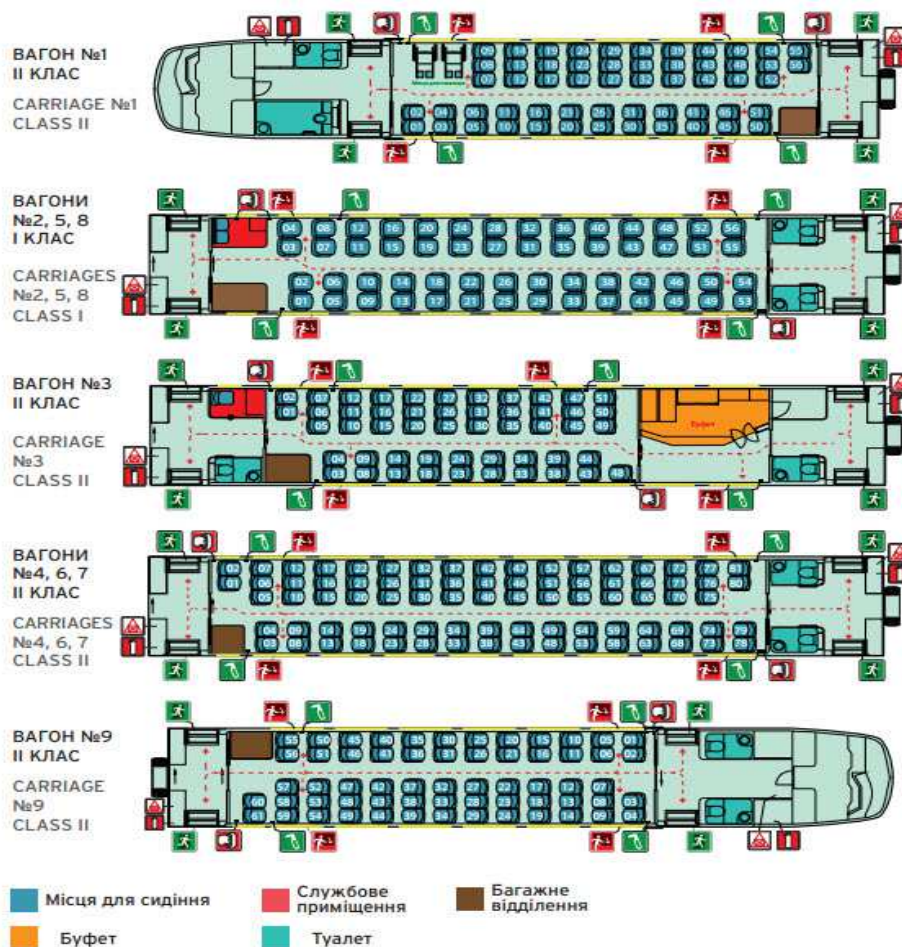


Рис. Розташування місць у поїзді Hyundai

На сьогодні одним із основних напрямів з великим пасажиропотоком є Київ – Харків. У цьому напрямі курсує велика кількість пасажирських поїздів. При обранні пасажирського поїзда основну увагу надають таким показникам, як швидкість доставки, вартість проїзду, комфорт та ін.

Технологічно-економічне обґрунтування буде здійснюватися на основі порівняння конкуруючих варіантів перевезення пасажирів у напрямі Київ – Харків поїздами 721/722 «Інтерсіті+» (Hyundai) та 63/64 «Оберіг».

Основним комплексним показником ефективності використання пасажирського рухомого складу є обіг пасажирського поїзда:

$$O(t_m^{\cdot}, t_m^{\ddot{)}, t_{\text{форм}}, t_{\text{об}}) = \sum t_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

при

$$\begin{cases} t_{\text{форм}} \geq t_{\text{норм}} \\ t_{\text{об}} \geq t_{\text{норм}} \\ v_{\text{вст}} \leq v_m^{\cdot}, v_m^{\ddot{)} \leq v_{\text{макс}} \end{cases}$$

де t_m^{\cdot} та $t_m^{\ddot{)}$ - час прямування пасажирського поїзда у прямому та зворотному напрямі, год.;

$t_{\text{форм}}$ та $t_{\text{об}}$ - час перебування складів у пунктах формування та обігу за нормативами, год;

$t_{\text{норм}}$ - нормативний час перебування під обробкою, год;

$v_{\text{вст}}$ - встановлена мінімальна швидкість руху по дільниці, км/год;

$v_{\text{макс}}$ - максимально припустима швидкість руху, км/год;

$$O_{ic} = 4 \text{ год } 40 \text{ хв} + 4 \text{ год } 35 \text{ хв} + 7 \text{ год } 29 \text{ хв} = 16 \text{ год } 44 \text{ хв},$$

- для поїзда «Оберіг»

$$O_{об} = 8 \text{ год } 16 \text{ хв} + 8 \text{ год } 5 \text{ хв} + 15 \text{ год } 59 \text{ хв} = 32 \text{ год } 20 \text{ хв}.$$

v_m^{\cdot} та $v_m^{\ddot{)}$ - швидкість прямування пасажирського поїзда у прямому та зворотному напрямі, км/год.

При визначенні чисельних значень обігу поїздів доцільно використовувати тільки час простою в пунктах обігу, оскільки саме цей час у значній мірі характеризує тривалість міжопераційних простоїв та підганяється в значній мірі під вимоги пасажирів.

Економічну доцільність поїзда визначають за формулою

$$C_i = \sum_{i=1}^k n_i \cdot N_i \cdot c_i, \quad (2)$$

де n_i - кількість місць у вагонах відповідного класу та типу;

N_i - кількість вагонів відповідного класу і типу;

c_i - вартість проїзду у вагонах відповідного класу та типу.

При цьому розрахована вартість проїзду, що припадає на одного пасажира, знаходиться з виразу

$$R_i = \frac{C_i}{N_i}. \quad (3)$$

Визначимо для статичних умов обіг швидкісного та пасажирських поїздів у напрямі Київ – Харків поїздами 721/722 «Інтерсіті+» та 63/64 «Оберіг».

Обіг складу відповідно до даних ПАТ «Українська залізниця» розраховується:
- для поїзда «Інтерсіті+»

Відповідно до таблиці та даних ПАТ «Українська залізниця» економічна ефективність поїзда «Інтерсіті+» розраховується:

$$C_{ic} = 56 \cdot 3 \cdot 375,08 + (56 + 51 + 81 \cdot 3 + 61) \cdot 245,02 = 163716,66 \text{ грн.}$$

Економічна ефективність поїзда «Оберіг» визначається:

$$C_{ob} = 40 \cdot 15 \cdot 282,49 + 20 \cdot 3 \cdot 526,41 = 201078,60 \text{ грн.}$$

Розрахована вартість проїзду, що припадає на одного пасажера, у поїзді «Інтерсіті+» становить:

$$R_{ic} = \frac{163716,66}{579} = 282,76 \text{ грн/пас.}$$

Розрахована вартість проїзду, що припадає на одного пасажера, у поїзді «Оберіг»

$$R_{ob} = \frac{201078,60}{660} = 404,66 \text{ грн/пас.}$$

Таким чином, порівнюючи перевезення пасажирів у напрямі Київ – Харків поїздами 721/722 «Інтерсіті+» та 63/64 «Оберіг», можна зробити висновок, що хоча рентабельність поїзда «Оберіг» більше на 19 %, однак на один склад поїзда «Оберіг» припадає 2 поїзди «Інтерсіті+». У перерахунку на одного пасажера вартість проїзду у складі «Інтерсіті+» на 30 % менша, ніж у поїзді «Оберіг». При цьому вартість білетів поїздів «Інтерсіті+» першого класу диференціюється залежно від часу придбання квитка, тобто вартість квитка, що придбано за 45 діб до відправлення поїзда, буде на 15 % дешевше.

Обіг складу «Інтерсіті+» у 2 рази менший, тобто вища швидкість доставки. Поїзди Hyundai мають підвищену комфортність, а також враховані місця для осіб з обмеженими фізичними можливостями.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Таким чином, досвід держав Західної Європи та Азії показав, що створення мережі високошвидкісних магістралей викликає вагомий економічний ефект, який виправдовує великі витрати на їх будівництво. Введення високошвидкісного руху в Україні дасть змогу зробити єдину мережу швидкісного руху, матиме попит серед користувачів послуг залізничного транспорту і, у свою чергу сприятиме підвищенню кількості транзитних пасажирів у напрямку Європа-Азія.

Зроблені розрахунки підтверджують ефективність використання швидкісних поїздів Hyundai на напрямі Київ – Харків, що мають більшу швидкість доставки, забезпечують комфортне перевезення та дозволяють залізницям України збільшити прибутки.

Список використаних джерел

1. Джангужин, Р. Україне пора бы воспользоваться своим коэффициентом транзитности [Текст] / Р. Джангужин // Зеркало недели. – 1998. – № 9. – С. 8.

2. Статистичний щорічник України за 2011 рік [Текст] / Державний комітет статистики України; за ред. О. Г. Осауленка. – К.: ТОВ "Август-трейд", 2012. – 559 с.
3. Розробка концепції впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2005–2015 роках [Текст] // Дніпропетр. нац. ун-т залізнич. трансп. ім. ак. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2004. – 127 с.
4. Босов, А. А. Формирование вариантов рациональной сети линий высокоскоростного движения поездов в Украине [Текст]: монографія / А. А. Босов, Г. Н. Кирпа. – Днепропетровск: ДНУЖТ им. ак. В. Лазаряна, 2004. – 144 с.
5. Дикань, В. Л. Обеспечение конкурентоспособности предприятия [Текст]: монографія / В. Л. Дикань. – Харьков: Основа, 1995. – 160 с.
6. Курган, М. Пілотні проекти високошвидкісних магістралей в Україні [Текст] / М. Курган // Українські залізниці. – 2015. – № 11–12 (29–30).
7. Предварительное технико-экономическое обоснование проекта высокоскоростных железных дорог в Украине [Текст] / «SYSTRA». – К., 2002.
8. Концепція впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2004-2015 роках [Текст] / Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К., 2004. – 43 с.
9. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року, затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2010 року № 2174 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-%D1%80>. – Загол. з екрана.
10. High Speed lines in the World. UIC High Speed Department Updated 1st July 2012.
11. Palacin, R. & Ralf, L. & Deniz, Ö. & Yan, N. High speed rail trends, technologies and operational patterns: a comparison of established and emerging networks. *Transport Problems: International Scientific Journal*. 2014. No. 9 (Special Edition). P. 123-129.
12. Jianping Z. Planning and Development of High-Speed Rail Network in China // Презентація доклада на VIII всемирном конгрессе по высокоскоростному железнодорожному транспорту. – Филадельфия, 2012.
13. Chinese high speed: in the wake of Wenzhou // *International Railway Journal*. 2012. – № 7. – P. 22.

Лаврухін Олександр Валерійович, д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-85. E-mail: tilavalval@gmail.com.

Шапатіна Ольга Олександрівна, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-85. E-mail: shapatina@ukr.net.

Газасєв Сослан Васильович, магістр групи МТ-TEMPUS-Б-15, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-85.

Аржановська Яна Сергіївна, магістр групи МТ-TEMPUS-Б-15, Український державний університет залізничного транспорту. Тел.: 730-10-85.

Кульова Дар'я Олександрівна, магістр Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 730-10-85.

Lavrukhin Oleksander, Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the department chair of manage freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: 730-10-85. E-mail: tilavalval@gmail.com.

Shapatina Olga, assistant of chair of Manage freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: 730-10-85. E-mail: shapatina@ukr.net.

Gazaev Soslan, master of a group MT-TEMPUS-B-15, Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: 730-10-85.

Arzhanovska Yana, master of a group MT-TEMPUS-B-15, Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: 730-10-85.

Kuleva Daria, master of a Ukrainian State University of Railway Transport. Ph.: 730-10-85.

Стаття прийнята 29.06.2016 р.