

УДК 656. 027 (100)

**ІНТЕГРАЦІЯ УКРАЇНСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ШВИДКІСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ДО МІЖНАРОДНОЇ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ**

Канд. техн. наукт Ю. В. Шульдінер, магістр В. М. Кальян

**ИНТЕГРАЦИЯ УКРАИНСКИХ ПАССАЖИРСКИХ СКОРОСТНЫХ ПЕРЕВОЗОК В МЕЖДУНАРОДНУЮ ТРАНСПОРТНУЮ СЕТЬ**

Канд. техн. наук Ю. В. Шульдинер, магистр В. М. Кальян

**INTEGRATION OF UKRAINIAN PASSENGER HIGH-SPEED TRANSPORTATION TO INTERNATIONAL TRANSPORT NETWORK**

Cand. of techn. Y. Shuldiner, master student V. Kalyan

*У статті розглянуто перспективи розвитку високошвидкісних перевезень в Україні. За результатами моделювання з використанням мереж Петрі визначено варіанти організації міжнародних пасажирських залізничних перевезень з мінімальними витратами часу та запропоновано шляхи оптимізації міжнародних пасажиропотоків при перетині кордонів.*

**Ключові слова:** *пасажирський швидкісний рух, міжнародні перевезення, моделювання, залізничний транспорт, інфраструктура залізниць.*

*В статье рассмотрены перспективы развития высокоскоростных перевозок в Украине. По результатам моделирования с использованием сетей Петри определены варианты организации международных пассажирских железнодорожных перевозок с минимальными затратами времени и предложены пути оптимизации международных пассажиропотоков при пересечении границы.*

**Ключевые слова:** *пассажирские скоростные перевозки, международные перевозки, моделирование, железнодорожный транспорт, инфраструктура железных дорог.*

*The article examines the prospects for the development of high-speed traffic in Ukraine, the main obstacles for further development of high-speed traffic and the possibility of international passenger rail transport based on the experience of other countries. The main purpose of the article is to analyze the implementation and development of international high-speed passenger services, such as the strengths and competitiveness of international passenger rail transportation. This work analyzes the possibility of increasing the shuttle speed and reduce the length of trains on international directions, the prospects of high-speed passenger traffic from Europe, with 1435 mm railway track and simplification of customs formalities at the border.*

**Keywords:** *passengers high-speed transportations, the International transportations, modeling, railway transport, railways infrastructure.*

**Вступ.** Забезпечення ефективного функціонування залізниць України на ринку транспортних послуг вимагає подальшого розвитку і впровадження нових інформаційних технологій у сфері організації пасажирських перевезень. При цьому необхідно покращити якість обслуговування пасажирів, зберегти конкурентоспроможні позиції та підвищити ефективність роботи за рахунок скорочення витрат і збільшення доходів.

Враховуючи геополітичне розташування нашої країни та намагання досягти європейського рівня у всіх сферах економіки, на сьогоднішній день розвиток у сфері залізничного руху набуває все більшої актуальності. За часи існування України пасажирські залізничні перевезення мали переважно збитковий характер. На сьогодні ця галузь реформується. На державному рівні запроваджено програму модернізації й реструктуризації пасажирських перевезень (Розпорядження Кабінету Міністрів України № 979-р «Про схвалення Концепції Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів»). Враховуючи, що швидкісні перевезення є вагомим показником розвитку країни у транспортній галузі та соціально-економічній сфері в цілому, актуальність розвитку та інтеграція швидкісного руху має велике значення.

На сьогоднішній день для нашої країни швидкісний рух знаходиться в межах 140-160 км/год. У світі ця швидкісна планка дещо вища і знаходиться на рівні

200-250 км/год, що дає змогу переймати закордонний досвід для покращення та розвитку мережі швидкісних перевезень України.

Варто звернути увагу, що зараз рівень розвитку залізничної транспортної системи стає більш актуальним з кожним днем, а для України створення швидкісних перевезень у міжнародному сполученні – це не що інше, як можливість вийти на міжнародний рівень [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відповідно до Стратегії розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року у нашій державі розглядають можливості впровадження інтеграції наших залізниць до європейської мережі. Наукові дослідження у сфері підвищення швидкості руху поїздів проводили і проводять науково-дослідні інститути, вчені й фахівці України та інших країн світу. Питання підготовки колії до швидкісного та високошвидкісного залізничного руху були розглянуті у роботах професорів А. Ф. Золотарського, М. А. Чернишова, О. П. Єршкова та М. А. Фрішмана.

В роботах таких авторів як С. В. Вершинський, О. Я. Коган, В. Ф. Ушкалов, М. Л. Коротенко, В. Д. Данович, М. О. Радченко, В. А. Лазарян викладено дослідження процесів взаємодії колії та рухомого складу при високих швидкостях.

Науковим основам удосконалення поздовжнього профілю і плану залізниць з використанням математичних моделей присвячені роботи професорів Є. П. Блохіна, В. В. Рибкіна, А. А. Босова,

Г. Л. Аккермана, А.К. Дюніна, І. І. Кантора, І. В. Турбіна, В. О. Бучкінаю.

Проблемою визначення економічної ефективності впровадження швидкісних перевезень в Європі займається французька фірма «SYSTRA», якою саме розроблені теоретичні та практичні підходи щодо вирішення цього питання [2].

Вирішенням задач цієї різнобічної проблеми займалися за кордоном професори Н. Балух, А. Тіль, К. Мацубара, Ф. Бірман та ін.[2].

**Визначення мети та задачі дослідження.** Основною метою статті є аналіз впровадження та розвитку міжнародних швидкісних пасажирських перевезень, а саме:

- переваги та конкурентоспроможність міжнародних пасажирських залізничних перевезень;

- можливість збільшення маршрутних швидкостей й зменшення тривалості руху на міжнародних напрямках;

- організація перевезень з країнами Європи, що мають залізничну колію 1435 мм;

- спрощення митних формальностей на кордоні.

**Основна частина дослідження.** Велика провізна спроможність залізниць України, стабільність їх роботи та порівняна дешевизна перевезень сприяли тому, що залізничний транспорт був і залишається у країні основним перевізником пасажирів у міжміському (далекому) та приміському сполученні. Міжнародні пасажирські перевезення до країн Європи здійснюються переважно авіаційним та автотранспортом [3].

Головним конкурентом даного виду сполучення на відстанях обслуговування від 400 до 700 км є автомобільний транспорт. При цьому автомобільний транспорт виграє за параметрами вартості перевезень, яка у два рази нижча. Тим не менше він суттєво програє за часом подорожі та комфортом. А авіаційний транспорт хоч і забезпечує перевагу в часі

на відстані більше 500 км, проте залишається занадто дорогим. Більш того, якщо врахувати час проїзду між центром міста та аеропортом та час, що витрачається на оформлення формальностей (реєстрація на рейс) та час очікування вильоту, часові переваги авіаційного транспорту значно зменшуються [4].

Високошвидкісні залізничні перевезення в державах Західної Європи стали серйозним конкурентом для авіатранспорту, а в деяких випадках – для особистих легкових автомобілів. Час руху є чи не найважливішою складовою користування швидкісними пасажирськими перевезеннями міжнародного рівня, тому необхідно, щоб час подорожі був співрозмірним або ненабагато більшим, ніж при подорожі літаками. Через значну обмеженість фінансових ресурсів і наявність високорозвиненої і незавантаженої мережі залізниць, найбільш доцільно для нашої країни перейняти досвід Німеччини та Італії щодо модернізації і спрямлення існуючих магістралей для реалізації швидкісного руху. Значна частина загального обсягу пасажирських перевезень (до 90 %) при відстанях поїздок до 500 км, при їх тривалостях до трьох годин виконується залізницею. При відстанях перевезень більше 1000 км відбувається конкуренція між залізницями й авіатранспортом. Переможцем в цій боротьбі за першість на транспортному ринку вийде той вид транспорту, який надасть пасажирам більш широкий сервісний спектр послуг вищої якості та гарантовану безпеку.

Однак сьогодні залізниці вже не повною мірою відповідають сучасним вимогам, які висуваються до транспорту, насамперед щодо тривалості поїздок.

Незважаючи на вжиті за останні роки заходи з оновлення верхньої будови колії, земляного полотна та рухомого складу, максимально дозволена швидкість руху пасажирських поїздів на залізницях України залишається порівняно невисокою

– 120 км/год (крім напрямків Київ - Харків та Київ - Дніпропетровськ з максимальною швидкістю руху 140 км/год). Маршрутна швидкість руху пасажирських поїздів на основних напрямках ще нижча (55-65 км/год) [3,9,10].

Радикальним заходом, який надасть залізницям змогу зберегти передові позиції у сфері пасажирських перевезень, є створення мережі швидкісних магістралей, що забезпечить значне зростання обсягів залізничних перевезень, у тому числі за рахунок залучення пасажирів з інших видів транспорту. Це підтверджує і досвід Західної Європи, де завдяки підвищенню швидкості руху поїздів залізниці мають перевагу перед авто- та авіатранспортом на відстані 250-500 кілометрів і на рівних конкурують з авіацією у діапазоні 500-1000 кілометрів. Залучення залізницями нових обсягів перевезень сприятиме підвищенню мобільності населення та розширенню міжнародного співробітництва.

З метою впровадження швидкісного руху у міжнародному сполученні необхідно розв'язати проблеми, які раніше не стояли перед залізничним транспортом. Це усунення та спрощення митних і прикордонних оформлень при прямуванні пасажирів до іншої країни. Впровадженню швидкісного руху пасажирських поїздів у міжнародному сполученні сприятиме з'єднання мережі швидкісних залізниць України із закордонними швидкісними і високошвидкісними залізницями, зокрема, розглядаються виходи до інших країн через прикордонні передавальні станції.

Для аналізу послідовності проходження технологічних операцій при швидкісних пасажирських перевезеннях доцільно розробити імітаційну модель організації швидкісних маршрутів з використанням мережі Петрі, яка являє собою графічний та математичний засіб моделювання, що застосовується до систем керування та прогнозування різних типів (див. рисунок).

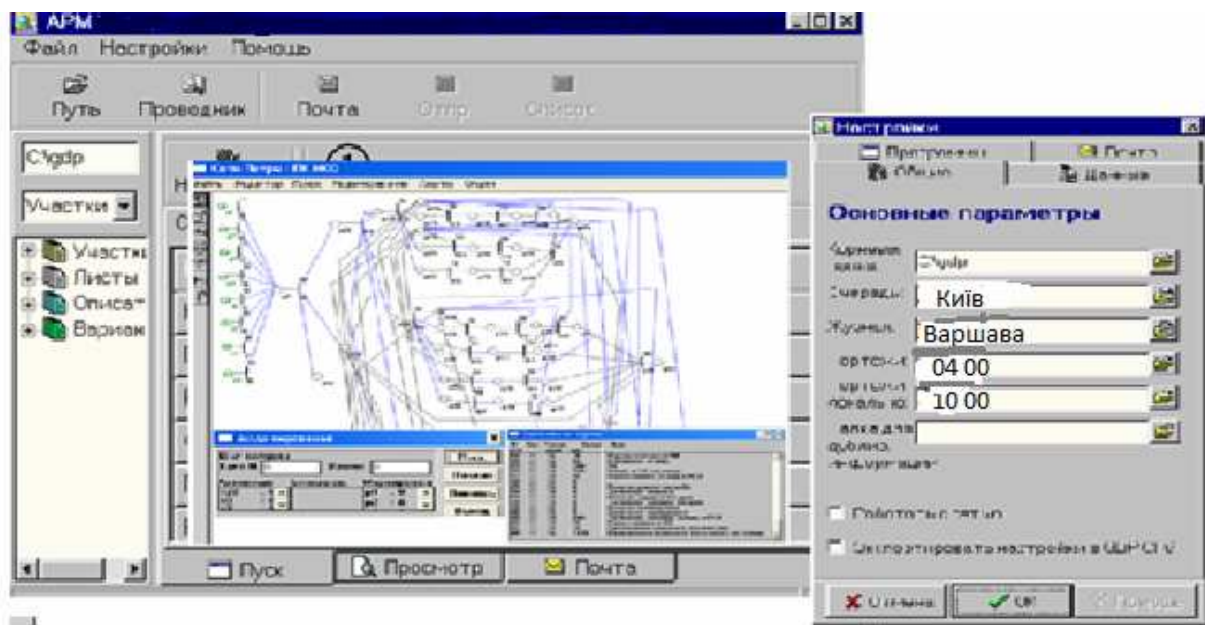


Рис. Вікно програмного інтерфейсу моделювання швидкісних пасажирських перевезень у міжнародному сполученні

Для отримання результатів моделювання розроблено програмний продукт, в основу якого покладено математичну модель, що відображає організацію руху та враховує можливі очікування на прикордонних передавальних станціях за різних умов. При моделюванні враховано комплексний підхід до визначення критерію впливу відмов у підсистемі передачі міждержавного вагонопотоку України та суміжних держав, що дозволяє мінімізувати можливості затримок поїздів та враховує зовнішні фактори впливу на систему з боку митних та інших служб.

За аналізом всієї системи з'ясовано, що прямування швидкісного маршруту є складною подією, яка складена з затримок на деяких етапах. Протилежна до неї подія є проходження маршруту без перешкод на всіх етапах, що є добутком подій, тобто незатримка на етапі проходження кордону і т.д. Результати обчислюються за формулою

$$P\left(\sum_{i=1}^m \Pi_i\right) = \left[ 1 - \prod_{j=1}^m (1 - P(\Pi_j)) \right], \quad (1)$$

де  $\Pi_i$  - перешкода при прямуванні на  $i$ -тому етапі.

Обчислимо кількість можливих перешкод за одиницю часу ( $M_{cp}$ )

$$M_{cp} = N_{cp} \cdot P\left(\sum_{i=1}^m \Pi_i\right), \quad (2)$$

де  $N_{cp}$  – кількість вагонів, що проходять крізь станцію, за одиницю часу;

$\sum_{i=1}^m \Pi_i$  – вірогідність затримання в системі.

Якщо поїзд затримується при прямуванні, то позначимо через  $t_{cp}$  середній час затримки та розрахуємо вагоногодні

затримки, що має технічні або технологічні проблеми ( $T_{M_i}$ )

$$T_{M_i} = t_{cp} N_{cp} \cdot P\left(\sum_{i=1}^m \Pi_i\right). \quad (3)$$

Знаючи вартість вагоногодина простою, можна отримати функцію вартості затримки поїзда ( $F$ )

$$F = C_{\epsilon z} \cdot t_{cp} N_{cp} \cdot P\left(\sum_{i=1}^m \Pi_i\right), \quad (4)$$

де  $C_{\epsilon z}$  – можлива вартість простою на прикордонних передавальних станціях.

За допомогою отриманої функції вартості затримок поїздів при технічній та технологічній обробці у системі передачі вагонопотоку між країнами можна обчислити і зменшити витрати на організацію швидкісного маршруту.

На сьогодні, поки безвізовий режим з країнами Європи у стадії впровадження, здійснення міжнародних європейських рейсів можливе за умов отримання Шенгенської візи та проходження митних формальностей. Тому поки що доцільно використати досвід інших країн з оформлення міжнародних залізничних рейсів. На зразок авіаційного транспорту митні процедури слід проводити у пункті відправлення та призначення. Також існують варіанти, де повторний досмотр здійснюється більш формально, що надає змогу заощадити час тривалості подорожі. У зв'язку з перспективами приєднання України до Євросоюзу або спрощенням процедур при перетині кордонів міжнародні залізничні рейси стають більш реальними й актуальними [7, 8].

Моделювання організації швидкісного пасажирського руху у міжнародному сполученні за умов усунення митних формальностей дозволяє відобразити процес перетину кордону за різних умов та отримати достовірні результати щодо часових витрат, а також

відобразити технологію швидкісного перевізного процесу в цілому.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Результати моделювання міжнародних швидкісних перевезень визначили найбільш «вузькі» місця на шляху міжнародної інтеграції залізниць України. Для України можливість введення швидкісного руху міжнародного рівня можлива лише за умови вирішення ряду проблем. У імітаційній моделі найбільшою за часовими витратами є проблема невідповідності ширини колії, оскільки стандарт 1435 мм не відповідає коліям нашої країни, де всі колії складають 1520 мм [3]. У подальших дослідженнях слід розглянути можливі шляхи вирішення цього питання.

1. Побудова окремих швидкісних ліній з колією європейського стандарту в 1435 мм, що дадуть можливість приєднати свою мережу до швидкісних ліній LGV, як це впроваджено в Іспанії, де стандартна колія складає 1674 мм.

2. Найбільш поширеним способом для поєднання колій 1520/1435 мм є заміна візка вагона. Для цього на прикордонних станціях розміщуються додаткові колії для проведення таких процедур. Даний підхід має суттєвий недолік, а саме збільшення часу обороту вагонів, значні затрати технологічних та виробничих ресурсів.

3. Актуальною постає проблема розробки розсувних колісних пар, що здатні без зупинки руху змінити ширину колісних пар. В європейській залізничній практиці відомі декілька систем

автоматичного переходу вагонів з однієї колії на іншу. До таких систем відноситься: система «Talgo» (Іспанія), система «DBAG/Rafil» (ФРН), система «БТ» (Болгарія), система SUW2000 (Польща).

4. Найбільш зручним підходом до вирішення цієї проблеми у нашій країні є наявність суміщених рейкових колій, або дві паралельні залізниці різних колій. В Україні уже існує відрізок колії «Дьяково-Чоп», де поїзди можуть проїхати з Румунії в Угорщину або Словаччину через Україну на звичайних візках, розрахованих на колії 1435 мм [6].

На сьогоднішній день, навіть не маючи розвиненої європейської інфраструктури, Україна вже має успішний досвід впровадження швидкісних пасажирських перевезень, останнім досягненням яких є поїзди Intercity та Intercity+. Поки що такі поїзди курсують лише по території нашої країни. Обсяги пасажирів швидкісними поїздами з кожним роком зростають. Так, пасажиропотік в період літніх місяців (червень-серпень) 2015 року становив 889 628 пасажирів, що майже вдвічі більше, ніж за аналогічний період 2014 року (480 154 пасажирів), та значно більше аналогічного показника 2013 року (580 211 пасажирів) [6]. Маючи такі показники, можна зробити висновок, що швидкісні пасажирські перевезення увійшли до нашого повсякденного життя і потрібні нашій країні, отже, існує доцільність створення швидкісних та високошвидкісних перевезень і на міжнародному рівні.

### *Список використаних джерел*

1. Константинов, Д. В. Розвиток швидкісних пасажирських перевезень на залізницях України [Текст]: тези доп. / Д. В. Константинов // Тези доп. 75-ї наук.-техн. конф. – У кн.: Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – 382 с.

2. Момот, А. В. Економічна ефективність високошвидкісних пасажирських залізничних перевезень в Україні [Текст]: дис... канд. економ. наук / А. В. Момот. – Дніпропетровськ, 2014. – 192 с.

3. Концепція Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки [Електронний ресурс]: розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2004 р. № 979-р. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/979-2004-p>.
4. Красноштан, О. М. Деякі аспекти маркетингової стратегії швидкісних залізничних перевезень [Текст] / О.М. Красноштан // Наук. вісник. – Херсон: Херсонський державний університет, 2013. – С. 72-74.
5. Високошвидкісні залізничні магістралі зарубіжної Європи [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://moyaosvita.com.ua/geografija/visokoshvidkisni-zaloznichni-ma-gistrali-zarubizhno%D1%97-yevropi/>
6. Якіменко, В.В. Перспективи розвитку швидкісного руху у міжнародному сполученні для України. Досвід інших країн у створенні швидкісних пасажирських перевезень [Текст] / В.В. Якіменко, В.В. Петрушов // Scientific Journal «ScienceRise». – 2015. – №10/2(15). – С. 32-34.
7. Шульдінер, Ю. В. Пропозиції щодо функціонування залізничних прикордонних станцій на базі створення транспортно-логістичних кластерів [Текст] / Ю.В. Шульдінер, Н.В. Омельчук // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 140. – С. 31-37.
8. Ukrainian railway speed company. Available at: <http://intercity.uz.gov.ua>.
9. Watling, D. P. Cordon toll competition in a network of two cities: Formulation and sensitivity to traveller route and demand responses [Text]: I П Shepherd, A. Koch - Transportation Research Part B: Methodological Vol. 76, June 2015, pp. 93-116.
10. Mahmoudi M, Finding optimal solutions for vehicle routing problem with pickup and delivery services with time windows: A dynamic programming approach based on state-space-time network representations [Text]: S. Чжоу / Transportation Research Part B: Methodological Vol. 89, July 2016, pp. 19-42.

Рецензент д-р техн. наук, професор Д.В. Ломотько

---

Шульдінер Юлія Володимирівна, канд. техн. наук, доцент кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. (050)982-65-60.  
E-mail: [julia.shuldiner@ukr.net](mailto:julia.shuldiner@ukr.net).  
Кальян Володимир Михайлович, магістрант ІППК. Тел.(067) 578-00-50. E-mail: [56184@ukr.net](mailto:56184@ukr.net).

Shuldiner Yulia Volodymyrivna, Ph. D., associate Professor of the Office of transport sytem and logistic of the Ukrainian state University of railway transport. Tel. (050)982-65-60. E-mail: [julia.shuldiner@ukr.net](mailto:julia.shuldiner@ukr.net).  
Kalyan Volodymyr Mykhailovich, Listener IPPK. Tel. (067) 578-00-50. E-mail: [56184@ukr.net](mailto:56184@ukr.net).

Стаття прийнята 17.06.2016 р.