

УДК 656.023

**ВПРОВАДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ**

Кандидати техн. наук С. М. Продащук, Г. В. Шаповал,  
магістранти О. В. Тоцька, О. В. Марченко, Д. О. Белан

**ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ**

Кандидаты техн. наук С. Н. Продащук, А. В. Шаповал,  
магистранты О. В. Тоцкая, О. В. Марченко, Д. А. Белан

**INTRODUCTION OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN PASSENGER TRANSPORTATION**

Ph.D. Candidates of Techn. Scien. S. Prodashchuk, G. Shapoval,  
master student O. Totska, O. Marchenko, D. Bielan

*У статті запропоновано впровадити високошвидкісний пасажирський рух в Україні за технологією SkyWay. Проведено аналіз існуючого стану високошвидкісних та швидкісних перевезень на залізницях України та аналіз динаміки пасажиропотоків на різних видах*

транспорту для визначення конкурентоспроможності запропонованої технології на транспортному ринку. На базі статистичних досліджень запропоновано оптимальний маршрут для впровадження інноваційної технології SkyWay.

**Ключові слова:** SkyWay, динаміка пасажиропотоків, високошвидкісний рух, пасажирські перевезення.

*В статье рассмотрена возможность внедрения высокоскоростного пассажирского движения в Украине по технологии SkyWay. Проведен анализ существующего состояния высокоскоростных и скоростных перевозок на железных дорогах Украины и анализ динамики пассажиропотоков на разных видах транспорта для определения конкурентоспособности предложенной технологии на транспортном рынке. На основе статистических исследований предложен оптимальный маршрут для внедрения инновационной технологии SkyWay.*

**Ключевые слова:** SkyWay, динамика пассажиропотоков, высокоскоростное движение, пассажирские перевозки.

*The article considers the possibility of introducing high-speed passenger traffic in Ukraine using SkyWay technology. The analysis of the existing state of high-speed transportation on the railways of Ukraine is carried out. Due to the deterioration of railways and rolling stock, the maximum speed is 120 km/hours. High-speed traffic requires high-speed line or magnetic suspension. And the railway track in Ukraine was not replaced.*

*Currently, Ukrainian railways require more competition and motivation to improve the efficiency of work and the quality of services, as well as public investment. To introduce high-speed traffic in Ukraine, it is necessary to significantly modernize the railway tracks, which is quite expensive.*

*Today, the most optimal option for the introduction of high-speed transport in Ukraine is the construction of a new main for the launch of string transport. This is a special car on steel wheels, placed on string rails, which are held on supports. Strings are reliably protected from external influences by an armored body and composite filler.*

*The dynamics of passenger traffic on different types of transport is also analyzed. Based on these data, the competitiveness of the proposed SkyWay technology in the transport market was determined. Based on the data of the State Statistics Service of Ukraine, the analysis of the time series was carried out.*

*When implementing the proposed technology, taking into account all the above parameters, a tariff for transportation is proposed that is close to the established tariff for the flight between the known points.*

*An oriented graph is constructed and the intensity of passenger traffic is calculated to determine the cities with the most stable indicators. An optimal route for the introduction of innovative technology SkyWay is proposed. This is the route Kiev - Lviv.*

*Based on the results of the economic impact assessment, the payback period of the new Kyiv-Lviv highway will be about 15 years. This will allow the railways to obtain additional profits from passenger transportation, which at this time are unprofitable.*

**Keywords:** SkyWay, dynamics of passenger flows, high-speed traffic, Passenger Transportation.

**Вступ.** Пасажирські перевезення відіграють особливу роль у діяльності транспорту та задоволенні потреб населення у пересуванні. Однак, відповідно до статистичних даних за 2016 рік, збитки

від цих перевезень склали 11 млрд грн. За підсумками першого півріччя 2017 року «Укрзалізниця» отримала 4,93 млрд грн чистих збитків [1, 2].

В Україні через зношеність залізничних колій та рухомого складу максимальна швидкість, з якою можуть рухатися поїзди, – 120 км/год. І це тільки поїзди категорії «Інтерсіті+». Швидкість руху вітчизняних поїздів є значно меншою. В Україні відсутні високошвидкісні перевезення, оскільки високошвидкісний транспорт – це транспорт, який рухається зі швидкістю більше 200 км/год звичайними та більше 250 км/год – спеціалізованими коліями. Як правило, для руху таких поїздів потрібні високошвидкісні магістралі або магнітна підвіска. При впровадженні поїздів категорії «Інтерсіті+» виробництва компанії «Hyundai Rotem» залізничне полотно не було змінено. Проведений аналіз швидкості руху поїздів категорії «Інтерсіті+» при проходженні коліями ПАТ «Укрзалізниця» протягом 2017 року [3] свідчить про те, що середня маршрутна швидкість складає лише 96,1 км/год.

Досвід експлуатації денних швидкісних поїздів підтверджує доцільність їх впровадження. Тому сьогодні актуальним є завдання впровадження швидкісного залізничного транспорту в Україні, що дасть змогу підвищити конкурентоспроможність, скоротити збитковість пасажирських перевезень та забезпечити розвиток української залізниці. Але для того щоб отримати максимальний прибуток від швидкісних пасажирських перевезень, необхідно дослідити попит на ці перевезення на певних напрямках з урахуванням мінімізації експлуатаційних витрат залізниці [4].

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання впровадження швидкісного руху в Україні досліджували Бутько Т. В. [5], Кірдіна О. Г. [6], Ломотько Д. В. [7], Прохорченко А. В. [8, 9] та багато інших вчених.

Впровадження високошвидкісного руху потребує вирішення багатьох задач. Досі проводяться дослідження щодо економічної доцільності, геополітичного

розташування, можливих маршрутів, динаміки пасажиропотоків та ін. Міністерством інфраструктури 22 лютого 2018 р. підписано меморандум про запуск проекту транспортних інновацій НуреUA. Саме ним розпочнуть «розвиток новітніх транспортних технологій в Україні, в першу чергу швидкісної транспортної системи «Hyperloop»[10].

В роботі [5] теоретично обґрунтовано підходи щодо формування раціональної топології мережі швидкісних залізничних перевезень, які нададуть змогу забезпечити підвищення економічної ефективності перевезення пасажирів швидкісними поїздами. Для вирішення поставленої задачі в роботі розроблено математичну модель еволюційного розвитку транспортної системи на основі поєднання фізичної гравітаційної моделі для визначення кореспонденцій потоків пасажирів та методу системи мурашиних колоній для пошуку ефективного варіанта розвитку топології мережі.

В умовах впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів виникає необхідність у визначенні раціональної топології залізничної мережі для максимального задоволення потреб на ринку транспортних послуг. У роботі [8] проведено аналіз сучасного стану досліджень у галузі проблем проектування мереж та запропоновано модель для пошуку раціональної мережі залізниць яка дасть змогу визначити топологію мережі, що відповідає реальним умовам функціонування залізниць України.

Для оптимізації діяльності залізничних вузлів при здійсненні швидкісних пасажирських перевезень у роботі [11] запропонована модель визначення оптимальної кількості рейкових автобусів, яка реалізована у вигляді дворівневої задачі стохастичного програмування з квантильним критерієм, яка дає можливість здійснювати розподіл транспортних одиниць за напрямками залежно від випадкового попиту на перевезення та оптимальних

тарифів на перевезення. У [12] запропоновано нову концепцію формування оптимальних тарифів на перевезення.

**Визначення мети і завдання дослідження.** Метою роботи є удосконалення технології перевезень пасажирів високошвидкісним транспортом за рахунок впровадження струнного транспорту на основі прогнозних значень обсягів пасажиропотоку на залізницях України.

Для досягнення поставленої мети необхідним є розв'язання таких завдань: проведення статистичного аналізу часового ряду обсягів перевезення пасажирів залізницями України та її конкурентами між містами України; визначення оптимального маршруту для впровадження високошвидкісних перевезень.

**Основна частина дослідження.** Найоптимальнішим варіантом для розвитку високошвидкісного транспорту в Україні є побудова нової магістралі для впровадження струнного транспорту. Це спеціальний автомобіль на сталевих колесах, розміщений на струнних рейках, встановлених на опорах. Одною з основних переваг SkyWay є те, що в ньому не використовуються зараз модні, але малоефективні, енергоємні, ненадійні і небезпечні системи, такі як магнітна підвіска, повітряна подушка, ефект екрана, турбіна, реактивний двигун тощо. Порівняно з іншими видами транспорту SkyWay має найнижчу вартість транспортної системи, найменші витрати палива. Для початку цілком достатньо швидкості 350–450 км/год. [13].

Для оптимального функціонування інноваційного транспорту необхідно проаналізувати обсяги перевезення пасажирів залізницями України, аби передбачити поведінку системи та її здатність до адаптації. На сьогодні задача прогнозування є актуальною та невід'ємною частиною щоденної роботи багатьох компаній. На раціональне планування роботи залізничного транспорту великий вплив мають прогнозні

значення обсягів перевезень вантажів і пасажирів [14].

Часові ряди обсягів перевезення пасажирів – це дані спостережень, які не відображають додаткової інформації (наприклад, вплив зовнішніх факторів: політичної ситуації, державного регулювання, сезонності та ін.), але прогнози, виконані за їх допомогою, є найбільш точними. Статистичний аналіз часових рядів необхідний для побудови математичної моделі прогнозування обсягів пасажиропотоку на залізничному транспорті при впровадженні струнного транспорту.

Було проведено аналіз часового ряду. Аналіз проводився на основі даних Державної служби статистики України з 2010 р. по 2016 р. (рис. 1, 2).

При статистичному аналізі помітне значне скорочення пасажиропотоку на залізничному транспорті. Водночас скоротився пасажиропотік на автомобільному та водному транспорті, хоча автомобільний транспорт на сьогоднішній день залишається лідером пасажирських перевезень. На авіаційному транспорті, навпаки, спостерігається збільшення кількості перевезених пасажирів та досягнення її стабільності. Така тенденція обґрунтовується введенням безвізу, скороченням пасажиропотоку у напрямку до Російської федерації, значним зносом залізничної інфраструктури, як наслідок низька швидкість руху. Тобто конкуренцію залізничному транспорту на даному етапі може скласти повітряний, адже він набагато швидший та комфортніший. Конкурувати з повітряним транспортом залізничний може у питаннях безпеки, надійності, масовості, зниження сумарного забруднення довкілля та встановлення низьких тарифів на перевезення. При впровадженні денних високошвидкісних поїздів з урахуванням усіх вищезазначених параметрів, що характерні для повітряного транспорту, доцільно встановити тариф на перевезення, приблизний встановленому тарифу на переліт між певними пунктами.

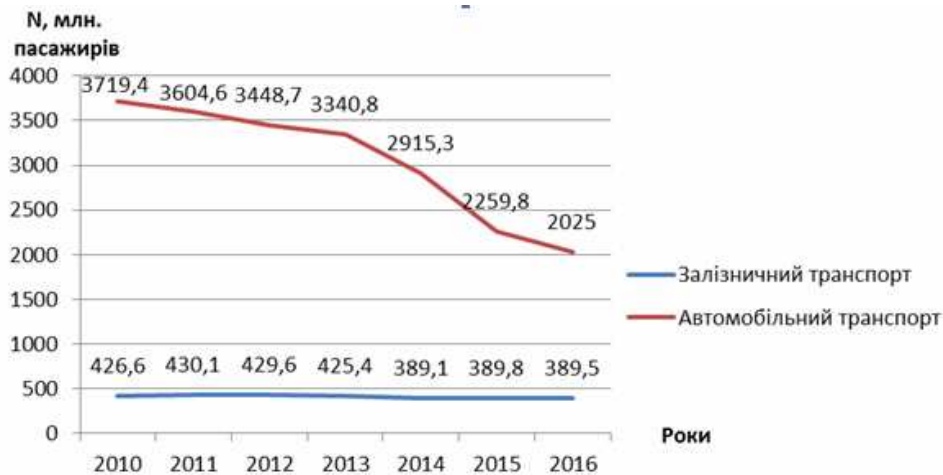


Рис. 1. Аналіз динаміки пасажиропотоків на залізничному та автомобільному транспорті за період з 2010 по 2016 рр., млн пас.

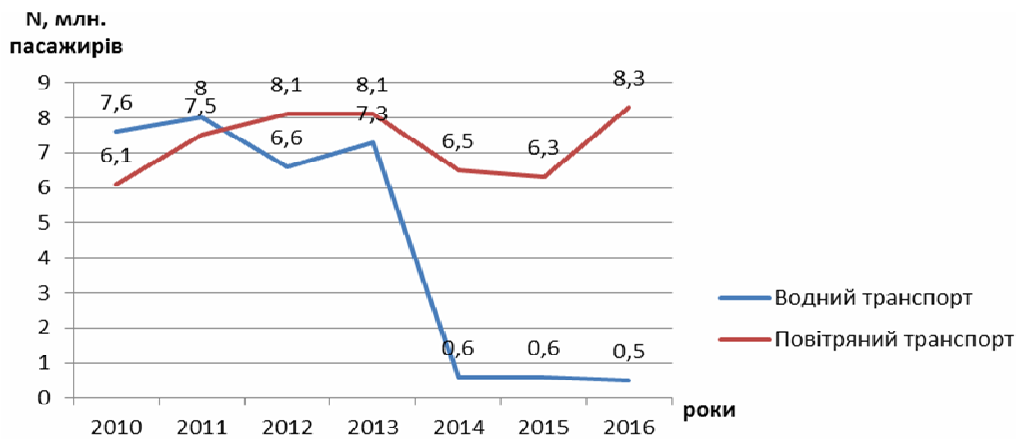


Рис. 2. Аналіз динаміки пасажиропотоків на повітряному та водному транспорті за період з 2010 по 2016 рр., млн пас.

Для доцільного впровадження високошвидкісного транспорту необхідно керуватися кількістю перевезених пасажирів та відстанню між станціями для зменшення одноразових витрат та строку окупності. Було побудовано орієнтовний граф та визначено інтенсивність пасажиропотоку. Інтенсивність переходу елемента з одного стану в інший стан:

$$\lambda_{ij} = \frac{1}{t}; \quad (1)$$

де  $t$  – час переходу елемента з одного стану в інший.

Висока інтенсивність пасажиропотоку спостерігається на напрямках Харків–Київ, Харків–Дніпро, Львів–Київ та Дніпро–Київ (рис. 3). А найчастіше українці їздять з Києва до Харкова та з Києва до Львова. У них майже однакові показники.

Для ефективного вирішення питання впровадження високошвидкісного транспорту в Україні проведено дослідження пасажиропотоку між найбільшими

станціями за наведеною статистикою Міністерства інфраструктури [15]. Аналіз

даних виконано за допомогою програмного продукту STATISTICA [16].

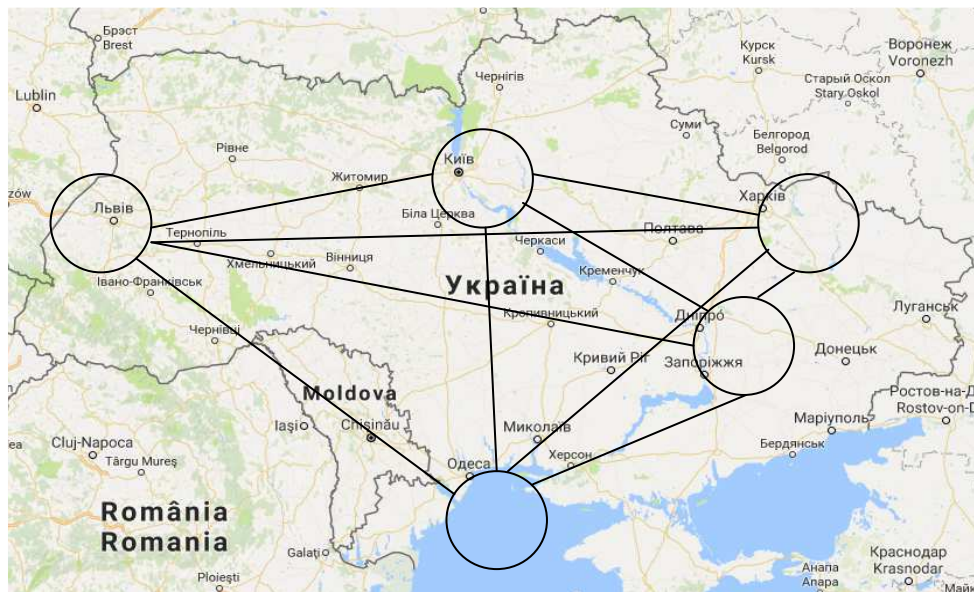


Рис. 3. Орієнтовний граф інтенсивності пасажиропотоків

На гістограмі (рис. 4) наведені криві щільності нормального розподілу. Статистика Колмогорова – Смирнова дорівнює приблизно 0,3. Чим менше ця величина, тим ближче розподіл випадкової величини до нормального. З наведеної гістограми зроблено висновок, що найбільший пасажиропотік спостерігається на станції м. Київ. Тому при впровадженні високошвидкісного транспорту пунктом відправлення обрано м. Київ. До того ж середня заробітна плата жителів м. Київ за вересень 2017 року склала 11423 грн, що значно перевищує середньомісячну зарплату по будь-якій області України окремо майже вдвічі. Для порівняння, у Харківській області середня заробітна плата – 6660 грн, в Одеській – 6624 грн, Львівській – 6784 грн, Київській – 7274 грн, що є підставою для припущення про можливість жителів Києва дозволити собі користуватися транспортом з високою вартістю проїзду [15].

При виборі пункту призначення було проведено порівняння наступних міст з

найбільшими обсягами пасажиропотоку: Львів, Харків та Одеса.

Для статистичного аналізу застосовано одновимірний спектральний аналіз Фур'є, який використовується для аналізу неперіодичних сигналів, для врахування коливання пасажиропотоків та визначення міста з найбільш стабільними показниками.

Одеса – курортне місто. На рис. 5 видно, що пасажиропотік зростає саме в часи курортного сезону.

Результати одновимірного аналізу показують три найбільших піки періодограми за частотою (рис. 6). Найбільший з них – на частоті 0,0811 (рис. 6, а). Частота 0,0811 відповідає значенню 12 періоду, тобто кількості одиниць часу, необхідних для повного циклу, що чітко відображено на графіку спектральної щільності (рис. 6, б). У даному випадку за одиниці часу обрано місяці року [16]. Тобто наявна циклічність у 12 місяців (1 рік). Різке збільшення обсягів пасажиропотоку спостерігається щоліта, після чого йде на спад.

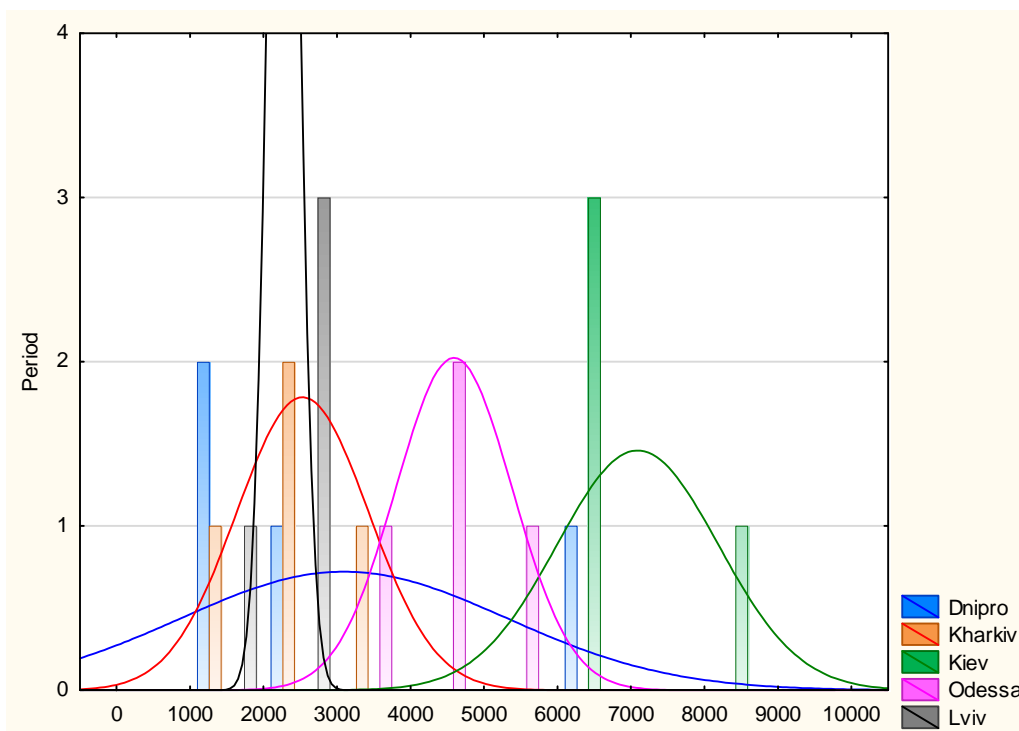


Рис. 4. Гістограма обсягів пасажиропотоку найбільших станцій України

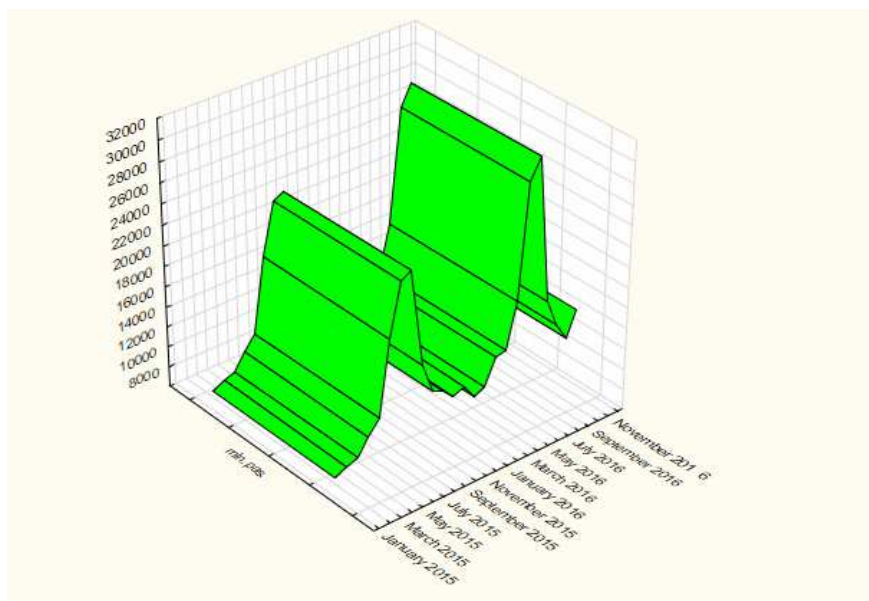


Рис. 5. Обсяги пасажиропотоку м. Одеса за період 2015–2016 рр.

Сезонна компонента відіграє важливу роль у впровадженні високошвидкісного транспорту та впливає на завантаженість рухомого складу. Тобто існує припущення, що через нестабільність системи, в курортний період інноваційним транспортом

будуть користуватися частіше, а після – пасажиропотік зменшиться і потреба в запуску поїздів скоротиться, а отже, збільшиться строк окупності та тариф на перевезення.



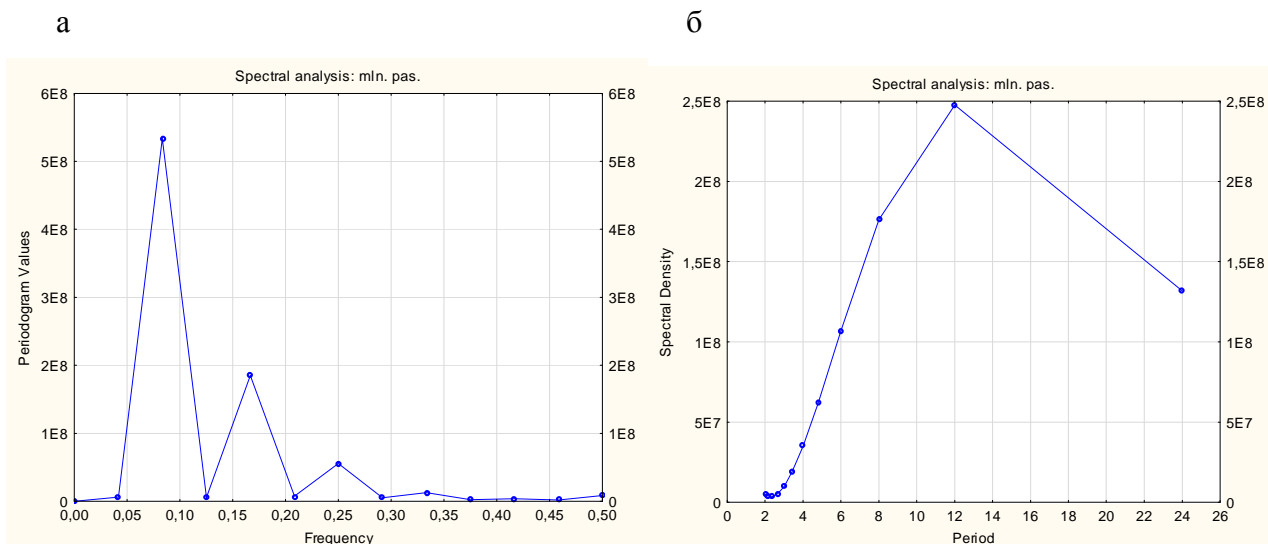


Рис. 6. Спектральний аналіз часового ряду:  
а – графік періодограми; б – графік спектральної щільності

Харків – це столиця студентства, тож основною частиною пасажирів є молодь, яка не має можливості користуватися транспортом з високою вартістю проїзду і використовує надані пільги на проїзд.

Проведено аналіз пасажиропотоку м. Харків (рис. 7).

Для того щоб уникнути випадкових коливань, періодограму було згладжено

(рис. 8, а). Два найвиразніших піки зображено на частотах 0,0857 та 0,252. Їм відповідають значення періодів 4 місяці та 12 місяців відповідно (рис. 8, б). Тобто обсяги пасажиропотоків зростають щороку через кожні 4 місяці. Графік періодограми більш циклічний, ніж для м. Одеса.

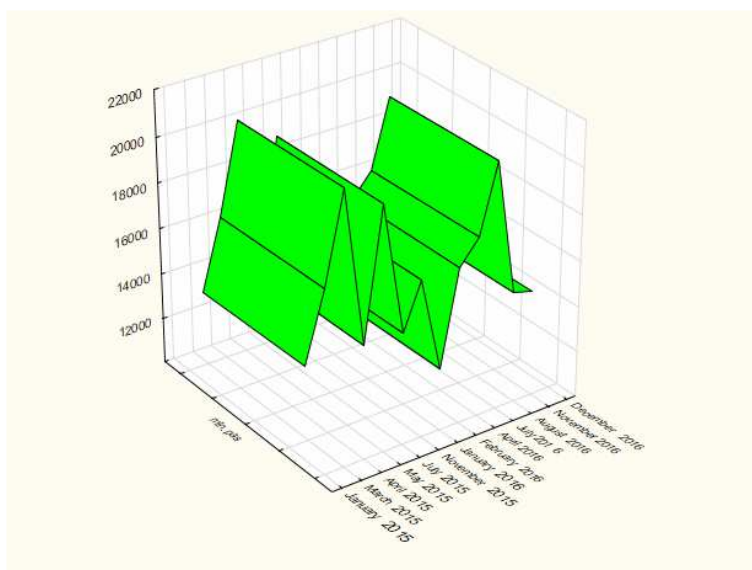


Рис. 7. Обсяги пасажиропотоку м. Харків за період з 2015 до 2016 рр.



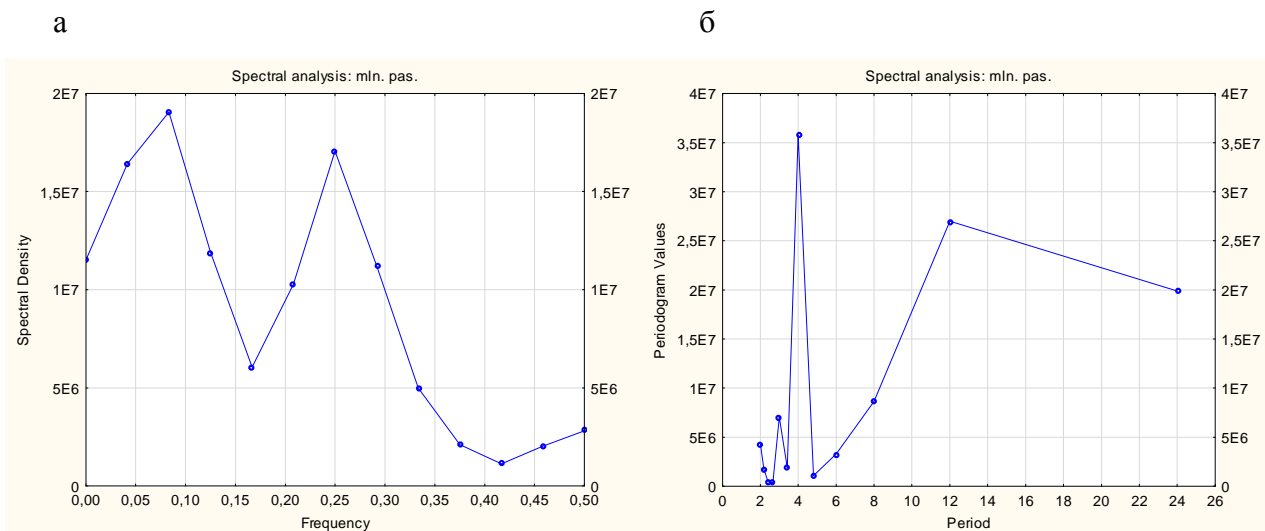


Рис. 8. Спектральний аналіз часового ряду:  
а – графік спектральної щільності; б – графік періодограми

До Львова їдуть з усієї України, і в основному це туристичний потік, який протягом двох років є стабільним (рис. 9). Відповідно до проведеного статистичного аналізу визначено, що пасажиропотоки до м. Харків та м. Львів подібні. Сезонна

компонента спостерігається, але не така значна, як для пасажиропотоку до м. Одеса. Тобто у цих напрямках завжди спостерігатиметься необхідність у перевезеннях.

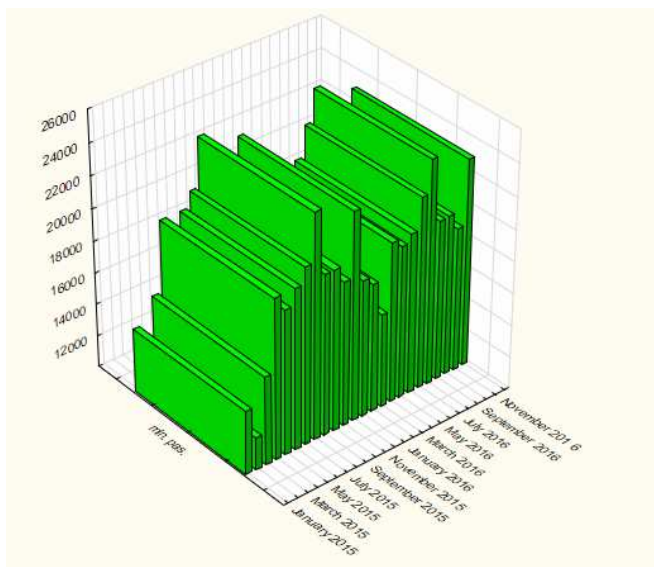


Рис. 9. Обсяги пасажиропотоку м. Львів за період з 2015 до 2016 рр.

На графіку спектральної щільності (рис. 10, а) виявлено три найбільших піки на частотах 0,0833, 0,25 та 0,50.

Найбільший з них – на частоті 0,0833. Тобто з року в рік для повного циклу необхідно 4 місяці.

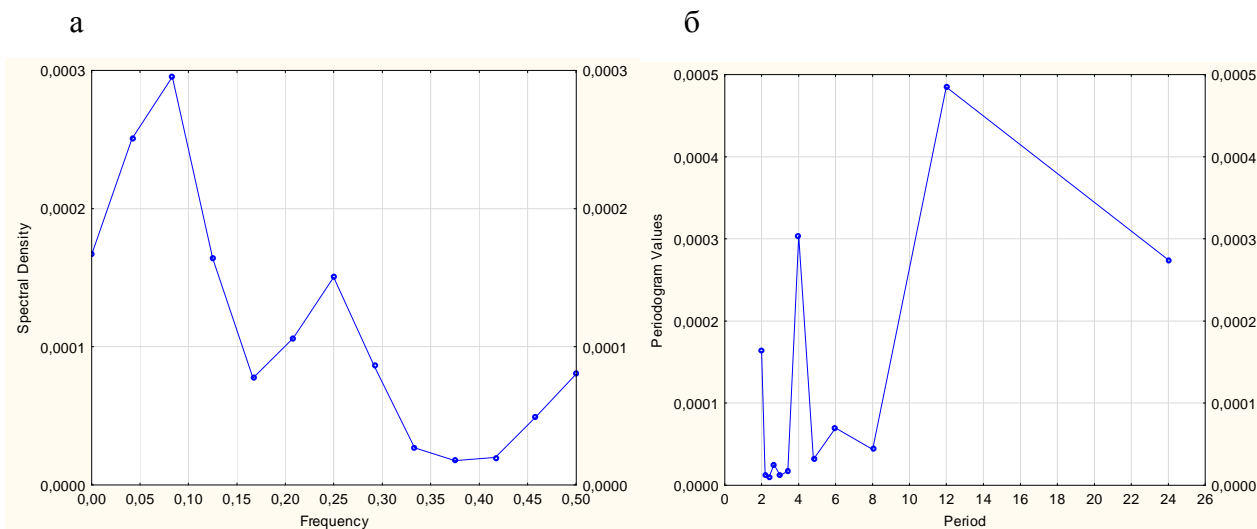


Рис. 10. Спектральний аналіз часового ряду:  
а – графік спектральної щільності; б – графік періодограми

Для впровадження інноваційного транспорту SkyWay потрібен стабільний пасажиропотік. Аналіз пасажиропотоку м. Одеса не задовольняє цю умову через низьку циклічність. Циклічність пасажиропотоків міст Харків та Київ однакова – 4 місяці. Отже, обсяги перевезень не значно вплинуть на стабільність системи у порівнянні з показниками м. Одеса.

Для кінцевого результату було порівняно обсяги пасажиропотоків м. Харків та м. Львів за період з 2015 по 2016 рр. (рис. 11). На гістограмі чітко виражено перевагу пасажиропотоків м. Львів. Тому впровадження високошвидкісного транспорту доцільно запропонувати на маршруті Київ–Львів.

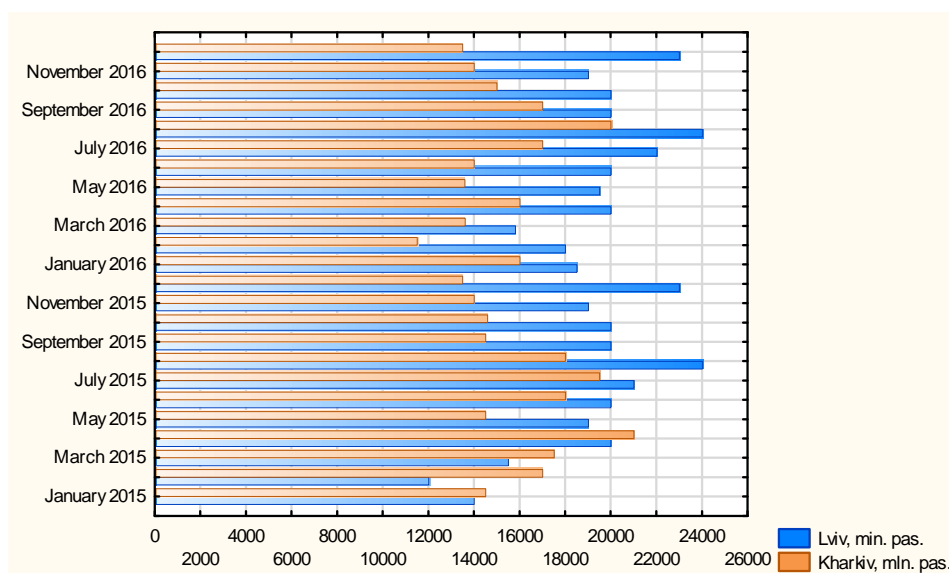


Рис. 11. Обсяги пасажиропотоків м. Харків та м. Львів за період з 2015 по 2016рр.

Для економічного обґрунтування інноваційного впровадження для обраного маршруту розроблено модель:

$$R_{zag}(L, N, M) = \sum_{i=1}^k (C_{od_i} + C_{ek_i}) \rightarrow \min, \quad (2)$$

де  $L$  – відстань між пунктами обслуговування пасажирів, км;

$N$  – кількість юнібусів, шт.;

$M$  – кількість рейсів, шт.;

$i$  – кількість маршрутів упровадження, шт.;

$C_{od_i}$  – одноразові витрати, грн;

$C_{ek_i}$  – експлуатаційні витрати, грн.

$$\text{при обмеженнях} \begin{cases} L_{розр} \geq L_{\min} \\ N \geq \frac{P_{\max}}{n} \\ \frac{24}{tN} \leq M \\ t_{\min} \leq t \leq 24 \end{cases}, \quad (3)$$

де  $t$  – тривалість повного обігу, год;

$P_{\max}$  – максимальний пасажиропотік за добу, пас.;

$n$  – кількість посадочних місць в юнібусі, шт.

Одноразові витрати

$$C_{od_i} = C_{пр_i} + C_{ест_i} + C_{рс_i} + C_{ін_i}, \quad (4)$$

де  $C_{пр_i}$  – вартість проектування, грн;

$C_{ест_i}$  – вартість побудови естакади, грн;

$C_{рс_i}$  – вартість рухомого складу, грн;

$C_{ін_i}$  – вартість інфраструктури, грн.

Експлуатаційні витрати

$$C_{ek_i} = C_{зп_i} + C_{ен_i} + C_{то_i} + C_{н_i}, \quad (5)$$

де  $C_{зп_i}$  – витрати на утримання персоналу, грн;

$C_{ен_i}$  – витрати на паливо/електричну енергію, грн;

$C_{то_i}$  – витрати на технічне обслуговування рухомого складу, грн;

$C_{н_i}$  – витрати на утримання станційних пристроїв, грн.

Період окупності

$$D = \frac{R_{zag}}{PS}, \quad (6)$$

де  $P$  – перспективний пасажирообіг за рік, пас.;

$S$  – встановлений тариф на перевезення пасажирів, грн.

Після розрахунків виявлено, що вартість впровадження високошвидкісної системи SkyWay на дільниці Київ – Львів дорівнює близько 42,46 млрд грн з приблизним строком окупності 15 років.

Тариф на перевезення пасажирів інноваційним транспортом має конкурувати з тарифом на повітряні пасажирські перевезення, оскільки відповідає вимогам швидкості та комфортності, до того ж є екологічно безпечнішим. Проте він не повинен його перевищувати, аби не втратити клієнтів. У даному випадку вартість квитка на проїзд в юнібусі може складати 2068 грн.

Можливе впровадження інноваційного транспорту SkyWay спочатку на невеликій ділянці, аби перевірити, як буде працювати дана технологія, скоригувати недоліки та уникнути непередбачуваних витрат, які можуть виникнути при впровадженні струнного транспорту на ділянках з великими відстанями. Для цього пропонується розглянути ділянку Київ – аеропорт Бориспіль. Мінімальний час проходження даного маршруту – 40 хвилин без урахування заторів. Юнібусом цей шлях можна буде подолати за 6 хвилин. У 2016 році аеропортом Бориспіль скористалося 6,34 млн пас. без урахування

транзитних пасажирів. Враховуючи існуюче завантаження та прогнозні дані, окупиться такий проект через 5 років. Вартість квитка – від 200 грн.

**Висновки.** Аналіз існуючого стану і розвитку високошвидкісного пасажирського руху в Україні і за кордоном довів, що, на відміну від європейських країн, в Україні немає підтримки залізничної інфраструктури. Близько 90 % складу українських поїздів зношені, залізничні колії потребують капітального ремонту. Тому швидкість перевезення пасажирів у поїздах категорії «Інтерсіті+» досягає максимального значення 160 км/год, а у звичайних поїздах – від 20 км/год до 117 км/год.

Для удосконалення технології перевезень пасажирів в Україні запропоновано впровадження високошвидкісного струнного транспорту. Проведено статистичний аналіз обсягів пасажирських перевезень різними видами транспорту і між різними містами України для визначення доцільного впровадження та допустимого тарифу на перевезення. За результатами оцінки економічного ефекту, період окупності складатиме 15 років, якщо прокласти нову магістраль між столицею України Києвом та Львовом. Це дасть можливість отримати додаткові прибутки залізниці від пасажирських перевезень, які на сьогодні є збитковими.

### Список використаних джерел

1. «Укрзалізниця» прогнозує 11 млрд грн. збитків від пасажирських перевезень // 5 канал [Електронний ресурс]. – 12.09.2017. – Режим доступу: URL: <https://www.5.ua/ekonomika/ukrzaliznytsia-prohnozuie-11-mlrd-hrn-zbytkiv-vid-pasazhyrskykh-perevezen-154830.html> (дата звернення: 28.11.2017).
2. Актуальні проблеми «Укрзалізниці» та можливі шляхи її вирішення // ПА «Публічний аудит» [Електронний ресурс]. – 11.10.2017. – Режим доступу: URL: <http://publicaudit.com.ua/reports-on-audit/aktualni-problemi-ukrzaliznitsi-ta-mozhlyvi-shlyahi-yih-virishennya/> (дата звернення: 28.11.2017).
3. Удосконалення систем супутникової навігації при розвитку пасажирського комплексу в умовах швидкісних перевезень [Текст] / В. В. Кулешов, Г. В. Шаповал, А. В. Кулешов [и др.] // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 173. – С. 96-106.
4. Бауліна, Г. С. Визначення ефективності використання швидкісних перевезень на мережі залізниць [Текст] / Г. С. Бауліна, Г. Є. Богомазова, А. В. Скуб'як // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 165. – С. 5-11.
5. Формування моделі розвитку залізничної системи швидкісних перевезень на основі принципів самоорганізації [Текст] / Т. В. Бутько, А. В. Прохорченко, Л. О. Пархоменко, І. В. Копаниця // Вісник нац. техн. ун-ту «Харківський політехнічний інститут». – 2011. – № 54. – С. 67-70.
6. Кірдіна, О. Г. Методологічні аспекти інвестиційно-інноваційного розвитку залізничного комплексу України [Текст] : монографія / О. Г. Кірдіна. – Харків : УкрДАЗТ, 2011. – 312 с.
7. Шляхи удосконалення технологій мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень [Текст] / Д. В. Ломотько, Д. Г. Воскобойников, М. С. Листопад, А. Д. Сірадчук // Зб. наук. праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень». – Дніпро : ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2017. – Вип. 13. – С. 59-66.
8. Розроблення раціональної топології мережі швидкісних залізничних перевезень на основі методів колективного [Текст] / А. В. Прохорченко, Л. О. Пархоменко, А. І. Дубчак, Є. О. Сільченко // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2012. – Вип.133. – С. 39-45.

9. Development of the method for modeling the propagation of delays in non-cyclic train scheduling on the railroads with mixed traffic [Text] / T. Butko, A. Prokhorchenko, T. Golovko, G. Prokhorchenko // Eastern-European journal of enterprise technologies. Kharkiv: PC «Technology center», 2018. Vol. № 3(91). P. 30-40.
10. Hyperloop в Україні: як ми продовжимо традиції Ілона Маска // ПрАТ «Телерадіокомпанія «Люкс», Телеканал новин «24» [Електронний ресурс]. – К. : Телеканал новин «24», 2005-2018. – Режим доступу : URL:[https://24tv.ua/hyperloop\\_v\\_ukrayini\\_shho\\_tse\\_take\\_ta\\_yak\\_realizuyut\\_hyperloop\\_v\\_ukrayini\\_n930314](https://24tv.ua/hyperloop_v_ukrayini_shho_tse_take_ta_yak_realizuyut_hyperloop_v_ukrayini_n930314) (дата звернення: 28.11.2017).
11. Модель оптимізації пасажирських перевезень у крупному транспортному вузлі при використанні рейкових автобусів [Текст] / О. В. Розсоха, Г. В. Шаповал, А. В. Боков, Р. О. Щербинін // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2017. – Вип. 169. – С. 157-165.
12. Продашук, С. М. Нова концепція тарифної політики для внутрішніх залізничних вантажних перевезень [Текст] / С. М. Продашук, Г. Є. Богомазова, Р. А. Пурій // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків : УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 164. – С. 161-169.
13. Струнные технологии Юницкого: [Веб-сайт] [Електронний ресурс]. – Минск : 1977-2018. – Режим доступу : URL:<http://www.yunitskiy.com/> (дата звернення 28.11.2017).
14. Improvement of technology for management of freight rolling stock on railway transport [Text] / T. Butko, S. Prodashchuk, G. Bogomazova, G. Shelekhan, M. Prodashchuk, R. Purii // Eastern-European journal of enterprise technologies. Kharkiv: PC «Technology center», 2017. Vol. № 3 (87). P. 4-11.
15. ukrstat.gov.ua: [Веб-сайт] [Електронний ресурс]. – К. : Держстат України, 1998-2018. – Режим доступу : URL:<http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 28.11.2017).
16. Временные ряды в STATISTICA. Спектральный (Фурье) анализ: [Блог] [Електронний ресурс]. – портал Статосфера. – Режим доступу : URL:<http://statosphere.ru/blog/113-timeser-fourier.html> (дата звернення 20.12.2017).
17. Tao, R. Cost-Benefit Analysis of High-Speed Rail Link between Hong Kong and Mainland China / Tao R., Liu S., Huang C., Tam C. // Journal of Engineering, Project and Production Management. 2011; 1(1):36-45. – Режим доступу : URL:<https://doaj.org/article/44534f6b4faa4205a2ba25fa8fec22f6/>

---

Продашук Світлана Миколаївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: +38(057)730-10-26. E-mail: [sp7728@ukr.net](mailto:sp7728@ukr.net).

Шаповал Ганна Василівна, канд. техн. наук, доцент кафедри залізничних станцій та вузлів Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26. E-mail: [ann.shapoval@ukr.net](mailto:ann.shapoval@ukr.net).

Тоцька Оксана Вікторівна, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: +38(099)395-52-55. E-mail: [kharkov7487@gmail.com](mailto:kharkov7487@gmail.com).

Марченко Олег Владиславович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26.

Белан Дмитро Олександрович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26.

---

Продашук Светлана Николаевна, канд. техн. наук, доцент кафедры управления грузовой и коммерческой работой Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: +38(057)730-10-26. E-mail: [sp7728@ukr.net](mailto:sp7728@ukr.net).

Шаповал Анна Васильевна, канд. техн. наук, доцент кафедры железнодорожных станций и узлов Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: (057) 730-10-26. E-mail: [ann.shapoval@ukr.net](mailto:ann.shapoval@ukr.net).

Тоцкая Оксана Викторовна, магистрант ИППК (Проект ТЕМПУС) Украинского государственного университета железнодорожного транспорта. Тел.: +38(099)395-52-55. E-mail: [kharkov7487@gmail.com](mailto:kharkov7487@gmail.com).

Марченко Олег Владиславович, магістрант ИППК (Проект ТЕМПУС) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26.

Белан Дмитрий Александрович, магістрант ИППК (Проект ТЕМПУС) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-26.

Prodashchuk Svitlana Mykolaivna, PhD. Sc., assistant professor of Department of cargo and commercial work management Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: +38 (057) 730-10-26. E-mail: sp7728@ukr.net.

Shapoval Ganna Vasilivna, PhD. Sc., assistant professor of railway stations and junctions Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26. E-mail: ann.shapoval@ukr.net.

Totska Oksana Viktorivna, gs of ESIRAT (project TEMPUS) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: +38(099)395-52-55. E-mail: kharkov7487@gmail.com.

Marchenko Oleh Vladyslavovych, gs of ESIRAT (project TEMPUS) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26.

Bielan Dmytro Oleksandrovych, gs of ESIRAT (project TEMPUS) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-26.

Статтю прийнято 21.05.2018 р.