

УДК 656.072-05

**ПЕРСПЕКТИВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ
ЗАЛІЗНИЧНОЇ ПАСАЖИРСЬКОЇ ГАЛУЗІ ШВИДКІСНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ**

Кандидати техн. наук О. М. Костенніков, Г. С. Бауліна, асист. Г. Є. Богомазова,
магістранти Д. В. Нікішин, М. В. Панкратов

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДЖОРОЖНОЙ
ПАСАЖИРСКОЙ ОТРАСЛИ СКОРОСТНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

Кандидаты техн. наук А. М. Костенников, А. С. Баулина, ассист. А. Е. Богомазова,
магистранты Д. В. Никишин, М. В. Панкратов

**PROSPECTS IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE RAILWAY PASSENGER
SECTOR OF HIGH SPEED TRANSPORTATIONS**

Phd. tehn. O. Kostennikov, Phd. tehn. G. Baulina, assist. G. Bogomazova,
masters D. Nikishyn, M. Pankratov.

Закономірності статистичних транспортних епіциклів, виявлені в аналітичному вигляді, залишаються справедливими також при глобальному зниженні пасажирських перевезень в Україні. Для цього необхідно лише скорегувати величину емпіричних постійних, що входять у формули. Аналіз дослідження величини пасажиропотоку при швидкісному русі довів, що в Україні дійсно є зростаючий попит на такі перевезення, особливо на певних напрямках. Тому успіх розвитку цієї галузі перевезення залежить від ухвалення важливих документів державного рівня.

Ключові слова: пасажирські перевезення, перспективи швидкісних поїздів, ефективність.

Закономерности статистических транспортных эциклов, обнаруженные в аналитическом виде, остаются справедливыми также при глобальном сокращении пассажирских перевозок в Украине. Для этого необходимо лишь скорректировать величину эмпирических постоянных, входящих в формулы. Анализ исследования величины

пассажиропотока при скоростном движении доказал, что в Украине действительно есть растущий спрос на такие перевозки, особенно на определенных направлениях. Поэтому необходимо развивать эту отрасль перевозок, но без решений на уровне государства, без важных государственных документов ничего не будет.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, спрос, перспективы скоростных поездов, эффективность.

As a result of the conducted research it can be concluded that in Ukraine only speeding up of passenger transportation is gaining momentum. The analytical foundations of statistical transport epicycles remain valid also with the global reduction of passenger traffic in Ukraine, for this it is only necessary to adjust the magnitude of the empirical constants included in the formula. An analysis of the study of the amount of passenger traffic in high-speed traffic has shown that there is a growing demand for such transport in Ukraine, especially in certain directions. Therefore, it is necessary to develop this transportation industry, but without decisions at the state level, there will be nothing without important state documents. There should be a clear plan for the development of high-speed traffic, and, possibly, in the future and high-speed. Of course, there is a need for a comprehensive solution to issues related to infrastructure, rolling stock manufacturing, investment, etc.

Key words: passenger transportation, demand, the prospects of high-speed trains, efficiency.

Вступ. З часу виникнення залізниць пройшло вже майже два століття. Залізничний транспорт подолав довгий еволюційний шлях розвитку від ручної тяги масивних вагонеток до сучасних високошвидкісних експресів, що діють за принципом магнітної левітації, які вже стали звичним явищем для багатьох країн світу.

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

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Концепцією [1] передбачається створення в Україні мережі швидкісних залізничних магістралей для сполучення столиці України з великими обласними та промисловими центрами, а також з країнами Західної Європи та СНД. Сьогодні залізниці вже не повною мірою

відповідають сучасним вимогам, які висуваються до транспорту, насамперед щодо тривалості поїздок. Максимальна дозволена швидкість руху пасажирських поїздів на залізницях залишається невисокою порівняно з європейськими залізницями. Аналіз обсягів перевезень пасажирів [2] довів, що одним із напрямків забезпечення подальшого зростання кількості перевезень є збільшення швидкостей руху пасажирських поїздів.

Проведений аналіз перевезення пасажирів швидкісними поїздами на мережі залізниць показав, що ефективність використання швидкісних перевезень залежить від попиту на швидкісні поїзди, тому необхідне впровадження цих перевезень на тих напрямках, де велика транспортна рухливість населення у поєднанні з їх платоспроможністю з урахуванням мінімальних експлуатаційних витрат залізниці [3]. Перспективи розвитку та підвищення ефективності функціонування залізничної галузі за рахунок упровадження швидкісного залізничного руху, визначивши результативність їх функціонування для економіки країни, розглядається в роботі [4].

Визначення мети та завдання дослідження. Метою дослідження є визначення раціональних варіантів перевезення пасажирів при підвищенні швидкості руху поїздів.

Завданням є дослідження перспективи підвищення ефективності функціонування залізничної пасажирської галузі швидкісних перевезень, а також визначення закономірностей статистичних транспортних епіциклів при глобальному зниженні пасажирських перевезень в Україні.

Основна частина дослідження. Проектування і будівництво високошвидкісних магістралей набуває у всьому світі все більших масштабів. Їх експлуатація приносить залізницям значні доходи, забезпечує високий рівень рентабельності і швидко окупність капіталовкладень.

Досвід експлуатації високошвидкісного залізничного транспорту ряду зарубіжних країн свідчить про те, що економічно ефективний пасажиропотік, який припадає на ВШМ, не повинен бути меншим ніж 5-6 млн люд на рік. Очевидно, що аналіз реального прогнозу соціально-економічного розвитку агломерацій, які тяжіють до ВШМ, і очікувана величина пасажиропотоку на основних напрямках організації високошвидкісного руху поїздів залишаються основними завданнями в галузі досліджень щодо впровадження високошвидкісних залізничних магістралей.

Для України найбільш актуальними питаннями на теперішній час є організація швидкісного пасажирського руху, розбудова міжнародних транспортних коридорів з урахуванням вектора національної політики на Схід-Захід; формування вітчизняної логістично-транспортної системи; об'єднання з іншими суб'єктами транспортної мережі при формуванні єдиної транспортної системи України. Ці проблеми неодноразово ставали об'єктом дослідження науковців.

Зменшення перебування пасажирів на шляху прямування – актуальна проблема для всіх видів транспорту. На залізничному

транспорті зниження часу поїздки можливе за рахунок зменшення кількості і тривалості стоянок поїздів на шляху прямування, підвищення ходової швидкості пасажирських поїздів або реалізації комплексу цих заходів.

Підвищити швидкість руху можна як на діючих лініях при пропуску змішаного потоку пасажирських і вантажних поїздів, так і шляхом спорудження спеціалізованих високошвидкісних магістралей при пропуску тільки пасажирських поїздів. Однак при русі швидкісних пасажирських поїздів у змішаному потоці погіршуються умови пропуску як звичайних пасажирських поїздів, так і вантажних, через що виникають додаткові зупинки при обгонах. Це у свою чергу знижує пропускну спроможність лінії. Таким чином, чим вища швидкість руху пасажирських поїздів на лінії, тим менше можна пропустити вантажних і тим вищі експлуатаційні витрати на їх переміщення.

Світовий досвід країн показує, що найбільшу швидкість руху можна реалізувати при організації високошвидкісного руху поїздів на спеціалізованих високошвидкісних магістралях. Однак будівництво ВШМ і спеціалізованого рухомого складу потребує значних капіталовкладень, що обчислюються мільярдами доларів. Інвестування в такому обсязі не завжди можливе. У цьому випадку як альтернативний варіант можна розглядати організацію швидкісного пасажирського руху на лініях з поєднаним рухом вантажних і пасажирських поїздів: до 140-160 км/год після капітального ремонту колії й до 200 км/год на реконструйованих лініях.

За наявними прогнозами швидкісний рух у найближчому майбутньому може охопити значно ширший сектор пасажирських перевезень, ніж високошвидкісний, так як його організація не пов'язана з будівництвом нової лінії, хоча й потребує істотних витрат на реконструкцію. У деяких випадках

реалізацію швидкісного руху пропонують розглядати як етап перед організацією високошвидкісного руху на одному й тому ж напрямку. З викладеного вище випливає, що питання підвищення швидкостей руху пасажирських поїздів при організації як швидкісного, так і високошвидкісного руху, потребує більш глибокого вивчення.

Упровадження швидкісних і прискорених поїздів тісно пов'язане з ім'ям Георгія Кірпи. Один вагон денного поїзда (68 місць) на більшості напрямків може перевезти у 2,5 рази більше пасажирів, ніж плацкартний (54 місця) за рахунок повного обороту за добу. Це істотно покращує економіку перевезень. Програма запуску швидкісного руху почалася в липні 2002 року із запуском швидкісного поїзда Київ-Харків.

До 2002 року пасажирські поїзди в Україні не рухалися швидше ніж 120 км/год, незважаючи на те, що всі пасажирські локомотиви і вагони сконструйовані відповідно до галузевого стандарту на швидкість руху до 160 км/год.

Для їх запуску було проведено суттєву реконструкцію інфраструктури, у тому числі електрифікація, збільшення радіуса кривих, перекладення колії, упровадження стрілок з безперервною поверхнею кочення.

Відповідно до прийнятої в країнах Європи та СНД практики, рух пасажирських поїздів зі швидкістю до 140 км/год може відбуватися на існуючих лініях поруч із вантажним рухом. У той же час ділянки, призначені для пропуску швидкісних поїздів зі швидкістю 161-200 км/год, повинні, як правило, звільнятися від вантажного руху для запобігання руйнуванню головної колії через надзвичайне навантаження на неї.

Для пропуску зі швидкістю 200 км/год локомотивів і вагонів звичайного типу мінімальний радіус кривої повинен становити не менше 1910 м. Тим часом, на більшості кривих на напрямках,

де намічений пропуск швидкісних поїздів, їх радіус становить 500-700 м. Збільшити радіус до 1910 м можна тільки в окремих місцях, а в більшості випадків довести його до нормативів неможливо. Рішенням є спеціальний рухомий склад з примусовим нахилом кузова в кривих. У напрямку швидкісного руху залізниця сьогодні перетинається з автомобільними дорогами здебільшого на одному рівні (~ 87 %).

Найбільшою проблемою на сьогоднішній день є те, що з урахуванням чотирирічної діяльності ДП «УЗШК» настав період важких видів ремонту, і всі сили кинуті на якісну підготовку до цього.

В Україні високошвидкісний рух (до 300 км/год) навряд чи буде можливий у близькому майбутньому. Справа в тому, що для таких швидкостей потрібна окрема лінія, де руху поїздів не заважатимуть ні перетини з іншими магістралями (хіба що через тунель або шляхопровід), ні велика кількість поворотів малого радіуса. Її будівництво, виходячи з міжнародного досвіду, коштуватиме кілька десятків, якщо не сотень, мільярдів доларів. Наприклад у Китаї вартість будівництва одного кілометра такої траси становить \$ 10-20 млн.

Розвинена залізнична інфраструктура – одна з небагатьох переваг, якими ще володіє Україна. Згідно зі звітом про глобальну конкурентоспроможність [5] за критерієм оцінки залізничної інфраструктури наша країна посідає 25-те місце у світі (рис. 1), випереджаючи сусідні Росію (26-те) і Польщу (55-те). Якість залізничної інфраструктури оцінюється світовими економістами на рівні 4,3 бали, що перевищує середній показник, із 7 можливих. Але хронічна нестача грошей на модернізацію з кожним роком робить вітчизняні залізничні перевезення все менш конкурентоспроможними.

За чотири роки роботи ДП «УЗШК» пасажир прийняв швидкісний рух і вимагає подальшого розвитку.

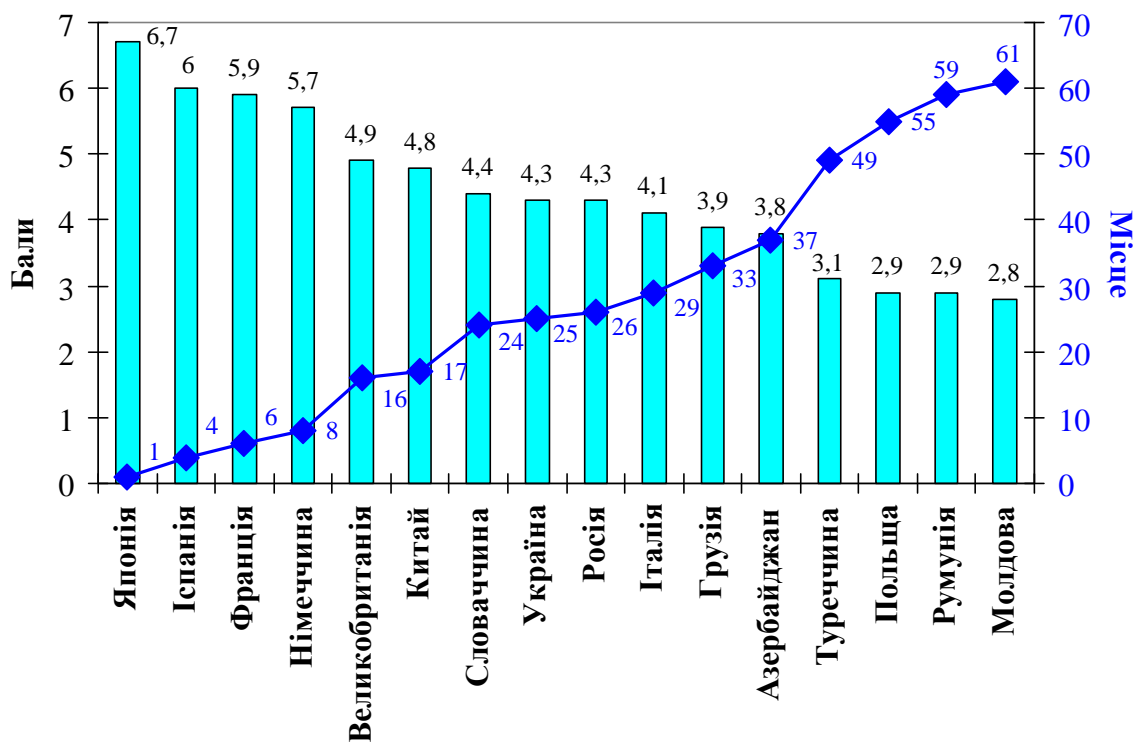


Рис. 1. Оцінка якості залізничної інфраструктури різних країн та місце, що вони посідають у світовому рейтингу

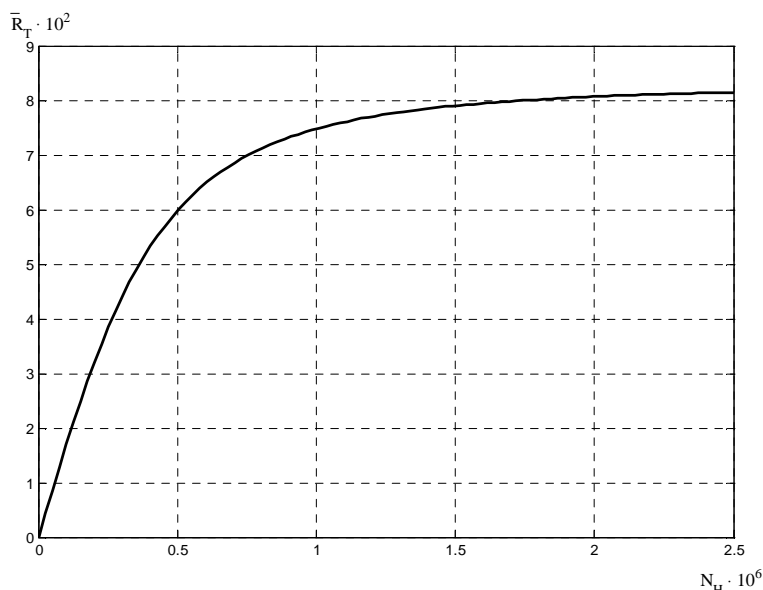
За час існування швидкісних пасажирських перевезень відбулося суттєве підвищення їх ефективності. У першу чергу за рахунок оптимізації курсування швидкісних пасажирських поїздів, перегляду періодичності курсування та регулювання графіків поїздів відповідно до попиту населення.

Для ефективного курсування швидкісних поїздів проведено аналіз факторів, що впливають на раціоналізацію впровадження поїзда у певному напрямку. Для моделювання транспортно-пасажирської взаємодії територій проаналізовано формування пасажиропотоків у транспортній системі. Розглянуто динамічну модель

пасажироутворення, яка відображає загальні закономірності попиту на транспортні послуги мешканців виділених територій. На основі обробки даних знайдена узагальнена залежність рухливості населення \bar{R}_T від кількості населення міста N_n (рис. 2), яку можна описати аналітичною залежністю

$$\bar{R}_T(N_n) = \frac{aN_n}{\sqrt{1 + bN_n^2}}, \quad (1)$$

де a і b – параметри, які визначаються з проведених досліджень.

Рис. 2. Залежність транспортної рухливості \bar{R}_T від кількості населення міста N_H

Досліджено в аналітичній формі закономірності нерівномірностей у часі t пасажиропотоків, тобто функції $F(t)$, що характеризує відношення обсягу перевезень у цей час до середнього його значення в розглянутому транспортному статистичному епіциклі. Нерівномірність пасажиропотоку (зміна в часі кількості пасажирів) може завдавати значних збитків транспортному підприємству при неузгодженні ритму роботи пасажирського транспорту зі структурою транспортної системи і попитом на транспортні послуги. Явище нерівномірності притаманне пасажирським перевезенням і його не можна не враховувати, тому вивчення його властивостей є основою для підвищення ефективності транспортного процесу. Надаючи транспортні послуги, підприємство може досягти високої економічної та соціальної ефективності лише тоді, коли існує адаптація транспортного процесу до змін у попиті на перевезення.

Проведені дослідження в різних містах України вказують на певні статистичні закономірності добових змін пасажиропотоку F_1 , тижневих F_2 та

сезонних F_3 . Узагальнені статистичні залежності мають свою частоту $\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1}$,

$\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2}$, $\omega_3 = \frac{2\pi}{T_3}$ та амплітудну характеристику.

Важливо відзначити, що величину пасажиропотоку будь-якого виду транспорту на конкретному напрямку завжди можна розрахувати, знаючи графік руху, місткість поїзда, відсоток його заповнюваності і т.д. Очевидно, що для впровадження нового конкурентоспроможного виду транспорту цього недостатньо, тобто необхідний більш глибокий аналіз розвитку тих регіонів і міст, між якими може будуватися нова високошвидкісна магістраль. Особливу увагу слід приділяти прогнозам величини пасажиропотоку з урахуванням впливу на нього найбільш значущих соціально-економічних факторів, що характеризують розглянутий полігон [7].

Згідно з [8] існують дві групи методів прогнозування: інтуїтивні, основані на судженнях і оцінках експертів, і формалізовані, які ґрунтуються на математичних моделях. Важливо

відзначити, що саме формалізовані методи дають змогу змоделювати процес зміни пасажиропотоку, визначивши математичну залежність між досліджуваним об'єктом і ознаками, що його характеризують. Відомо, що всі формалізовані методи поділяються на моделі предметної області і моделі часових рядів. Моделі предметної області добре відомі в термодинаміці, механіці, медицині, а використовувані в цьому дослідженні методи математичної моделі ґрунтуються на існуючих законах предметної області і відомих диференціальних рівняннях. У свою чергу моделі часових рядів описують залежність між об'єктами, що досліджуються, і на основі отриманої

залежності обчислюються прогнозні показники.

Оскільки дослідження перспективного пасажиропотоку потребує вивчення характеру зміни деякої кількості факторів, одним з найбільш очевидних методів прогнозування буде регресійний аналіз.

Як зазначається у [8], на основі зібраних статистичних даних можна визначити зв'язок між величиною пасажиропотоку і соціально-економічними факторами на полігоні, що тяжіє до ВШМ. Завдання зводиться до визначення множинної регресійної моделі, яка визначається рівнянням

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_1 + \beta_2 \cdot X_2 + \dots + \beta_n \cdot X_n + \varepsilon, \quad (2)$$

де Y – залежна змінна (відгук), що характеризує об'єкт, за яким спостерігають (пасажиропотік);

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – параметри лінійної регресії;

X_1, X_2, \dots, X_n – незалежні змінні (фактори, що пояснюють зміну Y);

ε – вектор випадкових помилок спостережень.

Величину пасажиропотоку між територіями (транспортними зонами) для швидкісного перевезення пасажирів пропонується визначати так:

$$x_{ij} = k_{ij} \cdot \rho_i S_i \cdot \rho_j S_j \cdot F(t) \cdot r_{ij}^n e^{-c_{ij} r_{ij}} \cdot Q_d, \quad (3)$$

де c_{ij} , k_{ij} , n – емпіричні постійні;

ρ_i , ρ_j – густина населення;

S_i , S_j – площі транспортних зон;

$F(t)$ – функція, якою описується зміна пасажиропотоку з часом t (нерівномірність пасажиропотоку);

r_{ij} – відстань між центрами транспортних зон;

Q_d – попит на перевезення.

Висновки. Після проведеного дослідження можна зробити висновок, що в Україні тільки набирають оберти швидкісні перевезення пасажирів. Виявлені в

аналітичному вигляді закономірності статистичних транспортних епіциклів залишаються справедливими також при глобальному зниженні пасажирських перевезень в Україні. Для цього необхідно лише скорегувати величину емпіричних постійних, що входять у формули. Аналіз дослідження величини пасажиропотоку при швидкісному русі довів, що в Україні дійсно є зростаючий попит на такі перевезення, особливо на певних напрямках. Тому необхідно розвивати цю галузь перевезення, але без рішень на рівні держави, без важливих державних документів нічого не буде. Повинна бути чітко спланована програма розвитку

швидкісного руху, а можливо, у подальшому і високошвидкісного. Звичайно ж, необхідне комплексне

вирішення питань, пов'язаних з інфраструктурою, виготовленням рухомого складу, інвестуванням і т. д.

Список використаних джерел

1. Про схвалення Концепції Державної цільової програми впровадження на залізницях швидкісного руху пасажирських поїздів на 2005-2015 роки [Текст]: розпорядження Кабінету Міністрів України від 31 грудня 2004 р. № 979-р // Офіційний вісник України. – 2005. – 21 січня. – С. 84.
2. Бауліна, Г. С. Формування цільової функції експлуатації швидкісних поїздів [Текст] / Г. С. Бауліна, В. С. Левченко // Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – Вип. 164. – С. 223-230.
3. 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.
4. Чупир, О. М. Проблеми та нові принципи функціонування будівельної сфери залізничного транспорту України [Електронний ресурс] / О. М. Чупир // Ефективна економіка / Дніпропетров. держ. аграрно-економіч. універ. – Дніпропетровськ, 2012. – № 7. – Режим доступу: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=1264>.
5. Taylor C. Railway Gazette International [Text] / UK, 2009. – № 10. – Р. 63, 65-66, 68-70.
6. Предварительное технико-экономическое обоснование проекта высокоскоростных железных дорог в Украине [Текст] / «SYSTRA». – К., 2002. – 48 с.
7. Алпысова, В. А. Моделирование и прогнозирование пассажиропотока высокоскоростной магистрали на примере поездов "Сапсан" направления Санкт-Петербург - Москва [Текст] / В. А. Алпысова, Н. С. Бушуев, Д. О. Миненко // Транспорт Урала. – Екатеринбург, 2014. – Вып. 2 (41). – С. 50-53.
8. Вуколов, Э. А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов Statistica и Excel [Текст]: учеб. пособие / Э. А. Вуколов. – 2-е изд., исправ. и доп. – М.: ФОРУМ, 2008. – 464 с.

Костенніков Олексій Михайлович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-19-89.
E-mail: aleksejkostennikov3@gmail.com.

Бауліна Ганна Сергіївна, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

Богомазова Ганна Євгенівна, асистент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85.

Нікішин Дмитро Володимирович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85.

Панкратов Максим Володимирович, магістрант ІППК (Проект ТЕМПУС IV) Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057)-730-10-85.

Kostennikov Oleksiy, phd. techn. sciences, associate professor department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85, 21-97.

Baulina Ganna, phd. techn. sciences, associate professor department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85, 21-97.

Bogomazova Ganna, assistant department of freight and commercial work, Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85, 21-97.

Nikishyn Dmytro, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 730-10-85.

Pankratov Maksim, gs of ESIRAT (project TEMPUS IV) Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 730-10-85.

Стаття прийнята 23.11.2017 р.