УДК 656.025.2

Василь Габа, к.т.н., професор

*(професор кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць»
Державного університету інфраструктури та технологій, м. Київ)*

Тетяна Грушевська, к.т.н.

*(доцент кафедри «Управління комерційною діяльністю залізниць»
Державного університету інфраструктури та технологій, м. Київ)*

ДОСЛІДЖЕННЯ ЙМОВІРНОСТІ ВИБОРУ ПАСАЖИРОМ ВИДУ ТРАНСПОРТА НА КОНКУРЕНТНОМУ ТРАНСПОРТНОМУ РИНКУ

У статті розглянуто проблеми, що існують у пасажирському приміському комплексі та впливають на вибір пасажиром виду транспорту на конкурентному транспортному ринку. Для підвищення конкурентоспроможності залізничних пасажирських перевезень проаналізовано фактори, які безпосередньо впливають на конкурентну боротьбу на ринку транспортних послуг.

Ключові слова: *пасажир, залізничний транспорт, автомобільний транспорт, конкурентний транспортний ринок, приміське сполучення, ймовірність вибору.*

Вступ. Приміські пасажирські перевезення є соціально значущим, важливим сегментом конкурентного транспортного ринку [1]. Це особливо яскраво проявляється при транспортному обслуговуванні великих міст, де приміські залізничні перевезення часто витісняються маршрутними таксі, які надають кращу якість послуг за співставною вартістю проїзду. Концентрація приміських перевезень у великих містах та безперервне зростання обсягів приміських пасажиропотоків обумовлюється формуванням сучасної житлової забудови в приміських зонах великих міст, організацією у приміських зонах місць відпочинку та спортивно-оздоровчих закладів, підвищенням культурного рівня населення.

Для здійснення переміщень у приміському сполученні пасажирів постійно обирають той чи інший вид транспорту. Цими видами транспорту можуть бути маршрутні автобуси, маршрутні таксі у приміському сполученні, залізничний транспорт та індивідуальні автомобілі. Значний вплив мають фактори, які приваблюють пасажирів або відштовхують їх від того чи іншого виду перевезень: термін перебування пасажирів в дорозі; час відправлення та прибуття як на основні, так і на проміжні станції; зручність розкладу; рівень комфорту в поїздах; вартість проїзду; безпека руху; незалежність від кліматичних умов; початкові та кінцеві витрати часу, пов'язані з організацією поїздки.

Враховуючи сучасні тенденції розвитку приміських пасажирських перевезень, існує загальна потреба ймовірності вибору пасажиром виду транспорту на конкурентному транспортному ринку.

DOI: 10.32703/2617-9040-2019-33-2-16

Аналіз останніх досліджень і постановка проблеми. У зв'язку із необхідністю підвищення конкурентоспроможності приміських пасажирських перевезень все більшої актуальності набуває завдання зацікавити пасажирів до послуг залізничного транспорту. Тому з метою покращення ефективної організації приміських пасажирських залізничних перевезень необхідно досліджувати вплив факторів на ймовірність вибору виду транспорту на конкурентному транспортному ринку, враховуючи статистичні дослідження транспортного ринку.

Останні дослідження з питань підвищення якості транспортних послуг, визначенні факторів, що впливають на формування пасажиропотоків залізничних приміських перевезень у наукових роботах зустрічаються частіше. Серед публікацій доцільно відзначити роботу [1], в основі якої досліджено закономірності розподілу обсягу перевезень пасажирів між залізничним та автомобільним транспортом у приміському сполученні. Слід зазначити, що запропонована регресійна модель зміни частки пасажирів дозволяє встановити вплив параметрів транспортного процесу на вибір пасажиром виду транспорту. У роботі [2] розглянуто фактори, які впливають на ефективність та якість приміських пасажирських перевезень, проблеми розвитку і перспективні шляхи покращення існуючої системи організації приміських перевезень пасажирів України з урахуванням досвіду закордонних залізниць. Методика оцінки потенційного пасажиропотоку, що утворюється завдяки розвитку приміських кotedжних містечок наведена у роботі [4]. Проте не враховано розрахункові формули, що дають можливість здійснити практичні розрахунки ймовірності вибору потенційним пасажиром того чи іншого виду транспорту. Методи конкуренції для підвищення конкурентоспроможності залізничних пасажирських перевезень запропоновано у роботі [5]. Це підтверджує перспективність вибору потенційним пасажиром залізничного виду транспорту. Експериментальні дослідження вибору пасажиром одного з наявних альтернативних маршрутів слідування від початкової до кінцевої зупинки показали наявність функціонального взаємозв'язку між ймовірністю вибору маршруту пересування від часу чекання пасажиром транспортного засобу та наведені у роботі [11]. Однак не наведено технологічні та організаційні фактори, що впливають на вибір виду транспорту пасажиром. Постановка задачі вибору маршруту переміщення, що враховує можливість використання пасажиром не одного, а декілька маршрутів запропонована у роботі [12]. Проте, розподіл пасажиропотоків по маршрутам визначається ймовірністю вибору пасажиром маршруту переміщення пропорційно його привабливості. Автор роботи [13] обґрунтовує вплив часу очікування пасажиром транспортного засобу на зупинці. Результуюча модель розподілу пасажиропотоку по маршрутах являє собою функцію щільності ймовірності об'єму пасажиропотоку, який накопичується на зупиночному пункті до моменту прибуття транспортного засобу. Однак таке твердження справедливе в тому випадку, якщо всі допоміжні характеристики альтернативних маршрутів однакові. У роботі [15, 16] доведено, що важливим фактором вибору виду транспорту є розклад руху транспортного засобу, що дозволяє пасажирам планувати свої подорожі.

В той же час, незважаючи на різноманітність поглядів, актуальним та відкритим залишається питання подальшого дослідження ймовірності вибору пасажиром виду транспорту на конкурентному транспортному ринку.

Метою і завданням дослідження є дослідити ймовірність вибору пасажиром виду транспорту на конкурентному транспортному ринку.

Для розв'язання вказаного науково-прикладного завдання передбачається:

- розробити математичну модель для оцінювання ймовірностей станів системи

конкурентного транспортного ринку «пасажир – альтернативні конкуруючі перевізники»;

- встановити аналітичні залежності, які дозволять здійснити практичні розрахунки ймовірності вибору потенційним пасажиром того чи іншого виду транспорту;

- обґрунтувати фактори, що впливають на вибір виду транспорту.

Матеріали та методи дослідження. Характерною особливістю приміських пасажирських перевезень, у порівнянні з іншими видами залізничних пасажирських сполучень, є: коливання пасажиропотоків по годинах доби, днях, місяцях і сезонах, перевезення великої кількості пасажирів на короткі відстані, різке падіння пасажиропотоку по мірі віддалення від головної станції. У багатьох вузлах добовий пасажиропотік обчислюється десятками тисяч осіб, що вимагає значних розмірів руху приміських поїздів. Якщо кількість далеких поїздів на напрямку може змінюватися в межах від 1 до 70, то кількість приміських поїздів – від 5–10 до 300 пар на добу і більше. Проте застаріла матеріально-технічна база зношена більш, ніж на 90%, оновлення парку відбувається повільними темпами. У такій ситуації залізниці вимушені скорочувати кількість приміських поїздів на багатьох напрямках. Відповідно найбільша кількість дорікань пасажирів припадає саме на приміські перевезення, що призводить до поступової втрати позиції лідера приміських перевезень пасажирів у конкурентній боротьбі з маршрутним автотранспортом, який на теперішній час має успішний розвиток [2, 12, 15].

Разом з цим підвищуються вимоги до якості обслуговування пасажирів, швидкості та зручності перевезень для повного задоволення вимог та бажань споживачів, тому ефективна організація приміських перевезень і високоякісне обслуговування пасажирів у сучасних умовах перехідного розвитку галузі неможливі без дослідження організаційних і технологічних факторів формування попиту на залізничні пасажирські перевезення [3, 13].

Серед факторів, що впливають на формування попиту є позитивні – фактори зростання (такі, що збільшують обсяги перевезень) та негативні – фактори зменшення (такі, що їх зменшують) [4]. Серед позитивних факторів зростання, що впливають на розвиток приміських залізничних перевезень слід відзначити наступні: ціни на паливе, що постійно зростають; розвиток приміської житлової забудови; незадовільний стан мережі автомобільних доріг та їх завантаженість; безпека перевезень. З негативних факторів зменшення залізничних приміських перевезень можна зазначити такі: доставка пасажирів тільки до приміських залізничних станцій, з необхідністю пересадки на інші види транспорту, значні інтервали у русі електропоїздів.

В Україні існує ринок транспортних послуг, зокрема з перевезення пасажирів [5, 14, 16]. Залізничний транспорт забезпечує велику провізну спроможність, особливо у години пік (ранішній та вечірній), коли автомобільні дороги в умовах м. Києва та підходів до нього перевантажені, а «пробки» стали масовим явищем. Приміський залізничний транспорт є більш надійним у сенсі виконання графіка руху, не залежить від погодних умов, у порівнянні із автомобільним транспортом, та має нижчу ціну проїзду. Крім того, залізничний транспорт більш безпечний, ніж автомобільний. Понад 86 % пасажирів залізниць перевозиться у приміському сполученні, а це складає більше третини загального приміського пасажиропотоку.

Автомобільний транспорт є найбільш мобільним та доступним, однак ціна проїзду у два, а то і три рази більша. Основною сферою застосування автомобільного транспорту є підвезення та розвезення пасажирів між пунктами їх безпосереднього проживання у передмісті та зупинними пунктами приміських електропоїздів, а також обслуговування приміського пасажиропотоку не у піковий період.

Власний (приватний) автомобільний транспорт вважається найзручнішим (для тих, хто може собі його дозволити мати). Однак в часи пік автомобільні дороги перевантажені, що є причиною численних заторів та автомобільних пробок. Собівартість перевезень збільшується, особливо зараз, коли середня вартість пального перевищує 29 грн. за літр.

Для дослідження впливу технології та організації залізничних приміських перевезень на їх обсяги в умовах конкуренції на транспортному ринку застосуємо як досвід побудови аналогічних математичних моделей [6, 7], так і аналогію з марковськими процесами [8], при яких система переходить із стану в стан (і перебуває в них з ймовірностями та) під дією певних потоків подій, які (потоки) мають інтенсивність .

Розглянемо систему конкурентного транспортного ринку «пасажир – альтернативні перевізники», де кількість пасажирів у визначений період часу може бути перевезена залізничним або автомобільним транспортом, причому рішення приймає пасажир, враховуючи економічні, організаційно-технологічні та інші переваги чи недоліки цих видів транспорту [9, 10].

Гіпотеза полягає в тому, що інтенсивність потоку подій залежить від економічних та організаційно-технологічних параметрів транспортного обслуговування, різні сполучення яких роблять інтенсивності потоків більш чи менш інтенсивними, а різні стани системи – більш чи менш ймовірними.

Орієнтований граф станів системи наведено на рис. 1.

Рис. 1. Орієнтований граф станів системи
(S_i, p_i – i -й стан системи та ймовірність знаходження системи в i -му стані)

де

- S_0, p_0 – відсутність пасажирів;
- S_1, p_1 – наявність пасажирів, вибір транспорту;
- S_2, p_2 – перевезення залізничним видом транспорту;
- S_3, p_3 – перевезення автомобільним видом транспорту;
- S_4, p_4 – перевезення приватним видом транспорту (приватне авто).

Як стан S_2 розглядатимемо перевезення пасажирів обраним для цього залізничним транспортом, стан S_3 – перевезення автомобільним транспортом, а стан S_4 – перевезення приватним видом транспорту (автомобіль). Таким чином, ці три види транспорту розглядаємо як конкурентні, альтернативні. Описаним станам поставимо у відповідність їхні ймовірності і запишемо систему рівнянь балансу потоків для фінальних ймовірностей станів. Ця система, складена за відомими правилами [10], має вигляд:

$$\begin{cases} \lambda_{01} \cdot p_0 = \lambda_{20} \cdot p_2 + \lambda_{30} \cdot p_3 + \lambda_{40} \cdot p_4 \\ (\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}) \cdot p_1 = \lambda_{01} \cdot p_0 \\ \lambda_{20} \cdot p_2 = \lambda_{12} \cdot p_1 \\ \lambda_{30} \cdot p_3 = \lambda_{13} \cdot p_1 \\ \lambda_{40} \cdot p_4 = \lambda_{14} \cdot p_1 \\ p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 = 1 \end{cases} \quad (1)$$

З цієї системи рівнянь спочатку знайдемо p_1 , а потім усі інші ймовірності станів:

$$p_1 = \frac{1}{1 + \frac{\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}}{\lambda_{01}} + \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{20}} + \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{30}} + \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{40}}} ; \quad (2)$$

$$p_2 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{20}} ; \quad (3)$$

$$p_3 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{30}} ; \quad (4)$$

$$p_4 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{40}} ; \quad (5)$$

$$p_0 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}}{\lambda_{01}} ; \quad (6)$$

Якщо припустити, що кожний стан системи перевезень здійснюється з рівною ймовірністю, то можна знайти найбільш ймовірний розподіл потоків.

Визначимо інтенсивності пасажиропотоків, використовуючи при цьому як натуральні, так і економічні параметри транспортного обслуговування. Отже, інтенсивності пасажиропотоків такі [10]:

$$\lambda_{01} = \frac{B}{T} , \quad (7)$$

де B – економічна вигода пасажирів від проїзду транспортом загального користування, у порівнянні з приватним транспортом, грн;

T – період часу (годин, діб тощо), год.

$$B = C_{\epsilon} - \frac{(C_a + C_z + C_{np})}{3} , \quad (8)$$

де C_{ϵ} – вартість проїзду під час поїздки приватним автомобілем, грн;

C_a – вартість проїзду громадським автомобільним транспортом, грн;

C_z – вартість проїзду залізничним транспортом, грн;

C_{np} – вартість проїзду приватним авто, грн;

Економічна вигода, яка розраховується за формулою 8, містить усереднену вартість проїзду громадським транспортом (в тому числі і приватним авто) – $\frac{(C_a + C_z + C_{np})}{3}$, що зумовлено: по-перше, близькістю величин тарифів

залізничного і автомобільного транспорту в ближніх приміських зонах в умовах конкуренції; по-друге, вихідною рівноймовірністю вибору пасажиром того чи іншого виду транспорту.

Перехід із стану «немає пасажирів» у стан «є пасажир» є тим імовірнішим, чим більшу вигоду може забезпечити перевезення пасажирів. Наприклад, чим більша

різниця вартості перевезень приватним авто у порівнянні з транспортом загального користування, тим інтенсивнішим буде пасажиропотік λ_{01} . Таким чином, визначення інтенсивності потоку λ_{01} базується на цілком логічних економічних передумовах [10].

Очевидно, що чим більшими є питомі економічні вигоди від перевезення пасажирів за одиницю часу, тим швидше відбувається перевезення пасажирів (система повертається у стан «немає пасажирів»), але лише для того, щоб розпочати новий цикл отримання вигод (повертається у стан «є пасажирі»).

Вихідні дані для моделювання ймовірностей станів системи конкурентного транспортного ринку «пасажир – альтернативні перевізники» та визначення проміжних величин (в приватному авто 4 пасажирі) наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Вихідні дані для моделювання ймовірностей станів системи конкурентного транспортного ринку «пасажир – альтернативні конкуруючі перевізники» та визначення проміжних величин (у приватному авто 4 пасажирі)

Вид транспорту	Параметри, одиниці виміру						
	j	τ_j , год	q_j , місць	L_j , км	V_j , км / год	z_j , год	C_j , грн
Залізничний	2	0,8	836	63,3	56,4	4,93	9,00
Автомобільний	3	0,4	30	85	65	1,82	28,50
Приватний	4	0,2	5	80	75	1,28	55,42
Величини, що не залежать від вибору виду транспорту							
А, пасажирів		Т, год			В, грн		
15000		18			190,69		

Результати перевірки адекватності моделі (в приватному авто 4 пасажирі) наведено в табл. 2. При вищенаведених параметрах ймовірність вибору [11] потенційним пасажиром залізничного транспорту складає $P_{zm}=0,44$.

Таблиця 2. Результати перевірки адекватності моделі
(в приватному авто 4 пасажирів)

Розрахункові величини	Залізничний транспорт	Автомобільний транспорт	Приватний транспорт
1	2	3	4
j	2	3	4
$\lambda_{01} = \frac{B}{T}$, грн/год	10,59	10,59	10,59
z_j , год	4,93	1,82	1,28
C_j , грн	9,00	28,50	55,42
$\lambda_{1j} = \frac{C_j - C_0}{z_j}$, грн/год	43,10	106,38	129,77
$\lambda_{j0} = \frac{C_j}{T}$, грн/год	0,50	1,58	3,08
1	2	3	4
$p_1 = \frac{I}{I + \frac{\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}}{\lambda_{01}} + \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{20}} + \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{30}} + \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{40}}}$	0,0045	0,0045	0,0045
$p_0 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{12} + \lambda_{13} + \lambda_{14}}{\lambda_{01}}$	0,1182	0,1182	0,1182
$p_2 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{20}}$	0,3870	0,3870	0,3870
$p_3 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{30}}$	0,3016	0,3016	0,3016
$p_4 = p_1 \cdot \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{40}}$	0,1887	0,1887	0,1887
$p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_4$	1	1	1

Використовуючи дані табл. 2 можна встановити, що при наведених вихідних даних ймовірність вибору залізничного транспорту P_{zm} , якщо у пасажирів немає іншого вибору, ніж між залізничним і автомобільним транспортом, складатиме:

$$P_{zm} = \frac{p_2}{p_2 + p_3 + p_4} \quad (\text{така методика розрахунку є коректною, оскільки ймовірності вибору того чи іншого виду транспорту – це ймовірності подій, що утворюють повну групу, сума ймовірностей яких завжди дорівнює одиниці}).$$

Підставляючи з

табл. 2 виділені темним фоном значення p_2 (для залізниці), p_3 (для автотранспорту) і p_4 (для приватного транспорту), отримаємо

$$P_{zm} = \frac{0,3870}{0,3870 + 0,3016 + 0,1887} = 0,44, \text{ тобто шанси залізниці порівняно з}$$

автотранспортом і приватним авто оцінюються приблизно як 44 до 56, що є досить нестійкою ринковою перевагою. Як збільшити ці шанси? Відповідь дає запропонована математична модель.

Наприклад, якщо скоротити час τ_j – час до початку подорожі, що необхідний пасажиру для того, щоб дістатися до потрібного місця призначення, збільшити швидкість перевезення – до такого рівня, як у автомобільних перевізників, то ці шанси розподіляться вже як 48 до 52.

Розглянемо залежність ймовірностей переваги залізничного транспорту залежно від відстані перевезення та вартості квитка. Результати розрахунків наведено на рис. 1 – 3.

Рис. 1. Залежність вартості проїзду від відстані поїздки (приватне авто, залізничний транспорт, автомобільний транспорт)

де

1 – U_{j1} – вартість поїздки приватним авто, грн;

2 – U_{j2} – вартість поїздки залізничним транспортом, грн;

3 – U_{j3} – вартість поїздки автомобільним транспортом, грн;

4 – U_{j4} – вартість поїздки приватним транспортом, грн;

Рис. 2. Залежність ймовірностей вибору пасажиром певного виду транспорту від відстані поїздки

де p_2 – ймовірність того, що система знаходиться в стані S_2 ;

p_3 – ймовірність того, що система знаходиться в стані S_3 ;

p_4 – ймовірність того, що система знаходиться в стані S_4 ;

З наведених рис. 1 – 2 можна зробити висновок, що чим більша відстань перевезення, тим більше переваги пасажирів віддають залізничному транспорту.

Проведемо раціоналізацію параметрів для підвищення ймовірностей переваги залізничного транспорту. За результатами розрахунків будемо двохвимірну таблицю залежностей ймовірності переваги залізничного транспорту від відстані і швидкості, що наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Залежність переваги залізничного транспорту від маршрутної швидкості V та інтервалу τ_3

$V \backslash \tau_3$	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74
0,4	0,393	0,395	0,397	0,399	0,401	0,402	0,404	0,406	0,407	0,408
0,5	0,388	0,390	0,392	0,394	0,395	0,397	0,399	0,400	0,402	0,403
0,6	0,383	0,385	0,387	0,389	0,390	0,392	0,393	0,395	0,396	0,397
0,7	0,378	0,380	0,382	0,384	0,385	0,387	0,388	0,390	0,391	0,392
0,8	0,373	0,375	0,377	0,379	0,380	0,382	0,383	0,385	0,386	0,387
0,9	0,369	0,370	0,372	0,374	0,375	0,377	0,378	0,380	0,381	0,382
1	0,3641	0,3659	0,3676	0,3692	0,3707	0,3721	0,3735	0,3748	0,3760	0,3772

На підставі табл. 3 побудовано графік, що відображено на рис. 3.

Рис. 3. Ймовірність вибору пасажиром залізничного транспорту

Аналіз результатів розрахунків показує адекватність запропонованої математичної моделі прогнозу розподілу обсягів перевезень пасажирів на конкурентному транспортному ринку у разі можливості вибору того чи іншого виду транспорту.

Аналогічно за допомогою запропонованої математичної моделі можна оцінити вплив інших організаційних та технологічних факторів на вибір пасажиром того чи іншого виду транспорту.

Висновки. Запропонована математична модель для оцінювання ймовірностей станів системи конкурентного транспортного ринку «пасажир – альтернативні конкуруючі перевізники» дає можливість оцінити шанси залізничного транспорту на здійснення перевезень на цьому ринку залежно від технологічних, організаційних та інших факторів перевезення.

Запропоновані аналітичні залежності та розрахункові формули дають можливість здійснити практичні розрахунки ймовірності вибору потенційним пасажиром того чи іншого виду транспорту (на прикладі залізничного й автомобільного транспорту), надано рекомендації технологічного та економічного характеру щодо збільшення ймовірності вибору пасажиром для поїздки залізничного транспорту (підвищення шансів залізничних перевізників на транспортному ринку).

Виявлено аналітичні залежності ймовірності вибору пасажиром кожного з видів транспорту (шансів видів транспорту) від періоду доби, що дає можливість більш раціонально використовувати переваги залізничного транспорту для більш ефективного транспортного обслуговування пасажиропотоків.

Встановлено, що значний ефект для збільшення обсягів перевезень пасажирів залізничним транспортом в умовах його конкуренції з автомобільним дає удосконалення організації перевезення пасажирів, передусім шляхом скорочення тривалості очікування поїздки та збільшення маршрутних швидкостей.

ЛІТЕРАТУРА

1. Григорова Т.М., Давідіч Ю.О., Доля В.К. Розробка моделі розподілу обсягів перевезень пасажирів між видами приміського транспорту [Текст] / Т.М. Григорова, Ю.О. Давідіч, В.К. Доля // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – Т.3/3 (75). – С. 10–14.
2. Константинов Д.В., Клепо Є.О. Актуальні напрямки розвитку сучасних приміських перевезень залізниць України [Текст] / Д.В. Константинов, Є.О. Клепо // Збірник наукових праць УкрДУЗТ, 2015, вип. 156. – с.129–135.
3. Габа В.В., Грушевська Т.М. Організаційні і технологічні фактори формування попиту на залізничні приміські пасажирські перевезення [Текст] / Габа В.В., Грушевська Т.М. // Автошляховик України. – 2017. – №1–2 (249–250) – С. 73–77.
4. Дослідження факторів, що впливають на формування пасажиропотоків залізничних приміських перевезень у великих міських агломераціях [Текст] / [А.А. Поздняков, В.К. Мироненко, О.О. Позднякова, О.М. Гудков] // Збірник наукових праць ДЕУТУ. Серія «Транспортні системи і технології». – К.: ДЕУТУ, 2016. – Вип. 29. – С. 261–274.
5. Бараш Ю.С., Чаркіна Т.Ю. Аналіз ринку пасажирських залізничних перевезень в умовах реформування галузі [Текст] / Ю.С. Бараш, Т.Ю. Чаркіна // Вагонний парк. – 2017. – №3-4 (120-121). – С. 35 – 38.
6. Натурні дослідження та математичні моделі приміських пасажирських перевезень / В.К. Мироненко, В.В. Габа, В.І. Мацюк та ін. / Наукоємні технології №4 (24). – 2014. – С. 496 – 502.
7. Використання натурних досліджень і математичних методів для вдосконалення організації приміських пасажирських перевезень. Залізничний транспорт України / В.К. Мироненко, В.В.Габа, Т.М. Грушевська // №2. – 2014. – С. 3 –8.
8. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. – 2-е изд., стер. – М.: Наука. – Гл. изд. физ.-мат. лит., 1988. – 208 с.
9. Мироненко В.К. Математична модель організації залізничних приміських пасажирських перевезень на конкурентному транспортному ринку [Текст] / В.К. Мироненко, Т.М. Грушевська, О.Г. Родкевич // Збірник наукових праць ДЕУТУ. Серія «Транспортні системи і технології». – К.: ДЕУТУ, 2014. – Вип. 25. – С. 189 – 195.
10. Габа В.В., Грушевська Т.М., Костюшко В.П. Дослідження впливу технології та організації залізничних приміських перевезень на їхні обсяги в умовах конкуренції [Текст] / В.В. Габа, Т.М. Грушевська, В.П. Костюшко // Збірник наукових праць ДЕУТУ. Серія «Транспортні системи і технології». – К.: ДЕУТУ, 2016. – Вип. 28. – С. 223 – 233.
11. Нефедов Н.А. Экспериментальное исследование вероятности выбора пассажиром маршрута следования [Текст] / Н.А. Нефедов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – Т.2/3 (68). – С. 40–44.
12. Ke, Q. Passenger route choice model and algorithm in the urban rail transit network [Text] / Q. Ke, Z. Peng, Q. Zhi-peng // Journal of Industrial Engineering and Management. – 2013. – Vol. 6 (1). – P. 113–123.
13. Vegano, C. Bus Use Behavior in Multi-Route Corridors [Text] / C. A. Vegano. – Massachusetts Institute of Technology, 2013. – 140 p.
14. Haramina H., Talan I., Mihaljević B. Improvement of suburban railway services by Infrastructure and timetable modifications based on Simulation modelling [Text] / H. Haramina, I. Talan, B. Mihaljević // Transport problems. – 2018. – Vol. 13, Issue 3. – P.15–27.
15. Rakhmangulov, A. & Sladkowski, A. & Osintsev, N. & Mishkurov, P. & Muravev, D. Dynamic optimization of railcar traffic volumes at railway nodes. In: Sladkowski, A. (ed.) Rail transport—systems approach. Studies in systems, decision and control 87. Cham: Springer. 2017. P. 405–456.
16. Rangaraj, N. An analysis of cyclic timetables for suburban rail services. Bombay: Industrial Engg and O.R. programme. Available at: <http://www.ieor.iitb.ac.in/files/faculty/narayan/cyclic-timetables.pdf>.

REFERENCES

1. Hryhorova T.M., Davidich Yu.O., Dolia V.K. (2015). *Rozrobka modeli rozpodilu obsiahiv perevezen pasazhyriv mizh vydamy prymiskoho transportu*. Vostochno-Evropeyskyi zhurnal peredovykh tekhnolohiyi. – 2015. – T.3/3 (75). – S. 10–14.
2. Konstantinov D.V., Klepo Ye.O. (2015). *Aktualni napriamky rozvytku suchasnykh prymyskykh perevezen zaliznyts Ukrainy*. Zbirnyk naukovykh prats UkrDUZT, 2015, Vyp. 156. – s.129–135.
3. Haba V.V., Hrushevska T.M. (2017). *Orhanizatsiini i tekhnolohichni faktory formuvannia popytu na zaliznychni prymiski pasazhyrski perevezennia*. Avtoshliakhovyk Ukrainy. – №1–2 (249–250) – S. 73–77.

4. Pozdniakov A.A., Myronenko V.K., Pozdniakova O.O., Hudkov O.M. (2016) *Doslidzhennia faktoriv, shcho vplyvaiut na formuvannia pasazhyropotokiv zaliznychnykh prymiskykh perevezen u velykykh miskykh ahlomeratsiakh*. Zbirnyk naukovykh prats DETUT. Seriiia «Transportni systemy i tekhnolohii». – K.: DETUT, 2016. – Vyp. 29. – S. 261–274.
5. Barash Yu.S., Charkina T.Iu. (2017). *Analiz rynku pasazhyrskykh zaliznychnykh perevezen v umovakh reformuvannia haluzi*. Vahonnyi park. – №3-4 (120-121). – S. 35 – 38.
6. Myronenko V.K., Haba V.V., Matsiuk V.I. ta in. (2014) *Naturni doslidzhennia ta matematychni modeli prymiskykh pasazhyrskykh perevezen*. Naukoiemni tekhnolohii №4 (24). – S. 496 – 502.
7. Myronenko V.K., Haba V.V., Hrushevska T.M. (2014) *Vykorystannia naturnykh doslidzhen i matematychnykh metodiv dlia vdoskonalennia orhanizatsii prymiskykh pasazhyrskykh perevezen*. Zaliznychnyi transport Ukrainy. №2. – S. 3 – 8.
8. Venttsel E.S. (1988). *Yssledovanye operatsyi: zadachy, pryntsypy, metodolohiya*. – 2-e yzd., ster. – M.: Nauka. – Hl. yzd. fiz.-mat. lit., – 208 s.
9. Myronenko V.K. (2014). *Matematychna model orhanizatsii zaliznychnykh prymiskykh pasazhyrskykh perevezen na konkurentnomu transportnomu rynku*. Zbirnyk naukovykh prats DETUT. Seriiia «Transportni systemy i tekhnolohii». – K.: DETUT. – Vyp. 25. – S. 189 – 195.
10. Haba V.V., Hrushevska T.M., Kostiusenko V.P. (2016). *Doslidzhennia vplyvu tekhnolohii ta orhanizatsii zaliznychnykh prymiskykh perevezen na yikhni obsiahy v umovakh konkurentsii*. Zbirnyk naukovykh prats DETUT. Seriiia «Transportni systemy i tekhnolohii». – K.: DETUT. – Vyp. 28. – S. 223 – 233.
11. Nefedov N.A. (2014) *Экспериментальное исследование вероятности выбора пассажиром маршрута следования*. Vostochno-Evropeiskiy zhurnal передовykh tekhnolohiy. – T.2/3 (68). – S. 40–44.
12. Ke, Q. (2013) *Passenger route choice model and algorithm in the urban rail transit network*. Journal of Industrial Engineering and Management. – Vol. 6 (1). – P. 113–123.
13. Vegano, C. (2013) *Bus Use Behavior in Multi-Route Corridors*. Massachusetts Institute of Technology. – 140 p.
14. Haramina H., Talan I., Mihaljević B. (2018) *Improvement of suburban railway services by Infrastructure and timetable modifications based on Simulation modelling*. Transport problems. – Vol. 13, Issue 3. – P.15–27.
15. Rakhmangulov, A. & Sladkowski, A. & Osintsev, N. & Mishkurov, P. & Muravev, D. (2017) *Dynamic optimization of railcar traffic volumes at railway nodes*. Rail transport—systems approach. Studies in systems, decision and control 87. Cham: Springer. P. 405–456.
16. Rangaraj, N. (2016) *An analysis of cyclic timetables for suburban rail services*. Bombay: Industrial Engg and O.R. programme. Available at: <http://www.ieor.iitb.ac.in/files/faculty/narayan/cyclic-timetables.pdf>.

Василий Габа, к.т.н., профессор

(профессор кафедры «Управление коммерческой деятельностью железных дорог» Государственного университета инфраструктуры и технологий, г. Киев)

Татьяна Грушевская, к.т.н.

(доцент кафедры «Управление коммерческой деятельностью железных дорог» Государственного университета инфраструктуры и технологий, г. Киев)

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ВЫБОРА ПАССАЖИРОМ ВИДА ТРАНСПОРТА НА КОНКУРЕНТНОМ ТРАНСПОРТНОМ РЫНКЕ

В статье рассмотрены проблемы, существующие в пассажирском пригородном комплексе и влияют на выбор пассажиром вида транспорта на конкурентном транспортном рынке. Для повышения конкурентоспособности железнодорожных пассажирских перевозок проанализированы факторы, которые непосредственно влияют на конкурентную борьбу на рынке транспортных услуг.

Ключевые слова: пассажир, железнодорожный транспорт, автомобильный транспорт, конкурентный транспортный рынок, пригородное сообщение, вероятность выбора.

Vasyl Haba, Ph.D., Professor

(Professor of the Department of Management of Railway Commercial Activities, State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv)

Tetyana Hrushevska, Ph.D.

(Associate Professor of the Department of Management of Railway Commercial Activities, State University of Infrastructure and Technologies, Kyiv)

RESEARCH OF PROBABILITY OF A CHOICE BY THE PASSENGER OF A TYPE OF TRANSPORT ON COMPETITIVE TRANSPORT MARKET

The article deals with the problems that exist in the passenger suburban complex and affect the passenger's choice of the type of transport on the competitive transport market. To improve the competitiveness of rail passenger traffic, factors that directly affect the competitive struggle in the market of transport services are analyzed. A mathematical model is proposed that enables to make practical calculations of the probability of a passenger choice of the mode of transport (on the example of the choice of alternative competing carriers) in the transport market. This model makes it possible to assess the chances of rail transport for the carriage on this market, depending on the technological, organizational and other factors of transportation. Proposed analytical dependencies and calculation formulas make it possible to make practical calculations of the probability of potential passenger selecting a particular type of transport (for example, railway and road transport). On the basis of the conducted researches it is possible to carry out integrated, systematically related calculations of important technological and organizational parameters of suburban passenger transportation. It has been established that the significant effect on increasing the volume of passenger transportation by rail in conditions of its competition with the automobile improves the organization of transportation of passengers, first of all, by shortening the waiting time of the trip and increasing the route speeds.

Keywords: passenger, railway transport, road transport, competitive transport market, suburban connections, probability of choice.