

УДК 656.13

Д.П.Понкратов, Г.І.Фалецька

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
**ОЦІНКА ЗНАЧУЩОСТІ КРИТЕРІЇВ ВИБОРУ ПАСАЖИРАМИ ШЛЯХУ
ПЕРЕСУВАННЯ У МІСТАХ**

Розглянуто зміну значущості критеріїв вибору пасажиром шляху пересування залежно від соціально-економічних умов життя населення, параметрів транспортного обслуговування та рівня тарифів на користування послугами маршрутної пасажирського транспорту.

Ключові слова: шлях пересування, критерії вибору, час пересування, транспортна стомлюваність, тариф.

Рис 4. Табл 1. Форм 5. Літ 15

Д.П.Понкратов, Г.И.Фалецкая

**ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА ПАССАЖИРАМИ ПУТИ
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ В ГОРОДАХ**

Рассмотрено изменение значимости критериев выбора пассажирами пути передвижения в зависимости от социально-экономических условий жизни населения, параметров транспортного обслуживания и уровня тарифов на пользование услугами маршрутного пассажирского транспорта.

Ключевые слова: путь передвижения, критерии выбора, время передвижения, транспортная утомляемость, тариф.

D. Ponkratov, G.Faletska

**THE EVALUATION OF IMPORTANCE OF PASSENGERS PATH CHOICE CRITERIA IN
CITIES**

Analysis of earlier studies was performed. It was established that questions of the passengers path choice criterias variation in the transit, are insufficiently research. Variation of the passengers path choice criterias importance depending on the social-economical conditions, transport services parameters and the level of fare for passenger transport route has been discussed in the article. The criteria were identified: travel time, fare level and transport fatigue level of passengers. As an indicator, which characterizes the criteria importance was used the generalized cost of travel. The greater proportion of the criterion in the generalized cost of travel, then it more important. Was established that the significance of the passengers path choice criterias is not constant. It depends on the social-economical conditions, transport services parameters and the level of the fare. With increasing household incomes tend to passengers carrying to make trips with less travel time and transport fatigue. Thus the fare value is becoming less important. Was determined that the implementation of a trip in a crowded vehicle transport the fatigue criterion becomes more significant. Consequently, when inadequate vehicle offers passengers will choose the path, which enables to travel to more comfortable conditions. At the same this path may be characterized by greater time trip duration or fare value.

Keywords : transit path, choice criteria, travel time, transport fatigue, fare

Постановка проблеми. Транспортну систему перевезень пасажирів у містах слід розглядати як складну та таку, що постійно змінюється. Вхідною інформацією, що використовується для розробки проектних рішень з удосконалення функціонування транспортної системи є попит мешканців на транспортні послуги. Зміна характеристик попиту вимагає внесення відповідних керуючих впливів щодо формування транспортної пропозиції, як на мережному рівні, так і в технології перевезень на окремих маршрутах. Разом з цим зв'язок «попит - пропозиція» є двостороннім. З одного боку зміна параметрів попиту вимагає внесення змін до параметрів транспортної системи, з іншого – попит формується на підставі діючої системи транспортного обслуговування.

Найбільш загальною характеристикою попиту є кореспонденція мешканців міста. Наслідком задоволення попиту виступають пасажиропотоки, які є результатом реалізації кореспонденції на маршрутній мережі міського пасажирського транспорту.

За умови розгалуженої маршрутної мережі пасажирі мають декілька варіантів реалізації кореспонденції. Вибір певного варіанта з множини альтернативних виконується власно пасажиром, які спираються на власну оцінку їх характеристик. Як результат оцінки та порівняння альтернатив між собою вибір здійснюється з використанням різних критеріїв. При цьому критерії, що використовують пасажирі мають різну значущість, що обумовлено їх індивідуальними характеристиками.

©Д.П.Понкратов, Г.І.Фалецька

Оцінка значущості критеріїв вибору пасажирями шляху пересування є важливим аспектом моделювання поведінки пасажирів, а отже й прогнозування пасажиропотоків. Це вказує на актуальність проблеми, що розглядається.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Труднощі математичного опису причинно-наслідкових зв'язків процесу формування пасажирських потоків пов'язані з такими властивостями транспортної системи, які дають змогу віднести її до розряду складних [1]: стохастичність процесів формування пасажирських потоків, нестационарність і активність об'єкта управління.

При моделюванні достатньо складно врахувати всю сукупність факторів, що впливають на вибір шляху пересування. Унаслідок цього фактичне рішення в моделі не цілком адекватне реальності [1, 2]. Використання недостатньо адекватних моделей поведінки пасажирів призводить до доволі неточних методів розрахунку пасажиропотоків у маршрутних мережах, інформація про які є основою вирішення практично всіх завдань транспортного планування [3].

В якості факторів, що впливають на вибір пасажирями шляху пересування дослідники виділяють наступні [1-11]: витрати часу на здійснення пересування за його складовими (пішохідний рух, очікування на зупинці, поїздка у транспорті); наявність пересаджень; вартість проїзду; характеристики комфортабельності пересування.

Оцінку значущості критеріїв проводять за результатами анкетного опитування пасажирів, при цьому застосовують експертний метод [6, 7]. Думки експертів, в якості яких виступають пасажирі, не є достатньо погодженими. Це пояснюється індивідуальними відмінностями опитуваних, різним досвідом та умовами здійснення пересувань. Разом з цим результати таких обстежень дозволяють виявити загальну тенденцію в оцінці значущості критеріїв вибору.

Здебільшого моделі вибору пасажирями шляху пересування будують на підставі обробки дослідних даних [1, 3, 5, 7 - 11]. Так, наприклад, описання поведінкового вибору пасажирів можливо з використанням функції корисності. Цю функцію зазвичай представляють як лінійну від факторів, що характеризують шляхи пересування та будують на підставі обробки даних обстежень. Коефіцієнти при факторах характеризують їх вплив на залежну змінну (корисність альтернативи). Більш привабливим є той шлях пересування, що характеризується меншими витратами часу та грошей і забезпечує більш комфортні умови пересування.

Недоліком, такого підходу є те, що моделі отримані на підставі обробки дослідних даних забезпечують правомірність їх використання для тих умов, при яких вони були отримані. Зміна умов застосування цих моделей потребує проведення додаткових обстежень з метою калібрування параметрів.

Також використовується підхід, що передбачає розбиття усієї сукупності пасажирів на групи, для яких спостерігається однакове відношення до розглянутих критеріїв. Автор праці [3] при цьому виходить із віку пасажирів. Разом з цим на думку інших дослідників більш адекватним є розгляд споживчого попиту виходячи із величини доходу населення [12].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Разом з цим недостатньо дослідженими залишилися питання визначення причинно-наслідкових зв'язків, що зумовлюють зміну значущості критеріїв вибору пасажирями шляху пересування у міському сполученні. Внаслідок цього **метою дослідження** є оцінка значущості критеріїв вибору пасажирями шляху пересування у містах.

Основні результати дослідження. У якості інтегральної характеристики шляхів пересування використовували узагальнену вартість пересування (узагальнені витрати) пасажиря як суму наступних складників [13]:

$$C_{періj}^k = t_{періj}^k C_{год} + C_{діj}^k + T_{ij}^k, \quad (1)$$

де $t_{періj}^k$ – загальні витрати часу на пересування між транспортними районами i та j за шляхом k , год;

$C_{год}$ – вартість однієї години вільного часу пасажиря, грн./год;

$C_{\Delta ij}^k$ – зниження доходу пасажирів на виробництві внаслідок пересування за шляхом k між транспортними районами i та j , грн.;

T_{ij}^k – величина плати за проїзд у маршрутному пасажирському транспорті за шляхом пересування k , грн.

Загальні витрати часу на здійснення пересування складаються із пішохідного руху, очікування пасажирів на зупинному пункті, поїздки у транспортному засобі та часу на здійснення пересаджень. Тривалість цих періодів зумовлена сукупністю факторів, що характеризують маршрутну систему та параметри перевізного процесу на маршрутах, які входять до шляху пересування.

Вартість однієї години вільного часу пасажирів можна визначити як функцію від доходу пасажирів за залежністю, що представлена у праці [14].

Зниження доходу пасажирів зумовлено розвитком транспортної стомлюваності внаслідок здійснення пересування та може бути використано як показник комфортабельності пересування.

Величина плати за проїзд зумовлена діючими тарифами на послуги громадського транспорту.

З урахуванням складових часу пересування та того, що зменшення доходу пасажирів залежить від зниження його виробітки на виробництві внаслідок впливу транспортної стомлюваності та величини його доходу, залежність (1) може бути представлена наступним чином:

$$C_{періj}^k = [t_{піш i}^k + t_{оч}^z + t_{поїзд}^z + t_{піш j}^k] C_{зод} + \frac{D_m W_{ij}^k}{D_{рм} 100} + T^z, \quad z \in k, \quad (2)$$

де $t_{піш i}^k$ - час пішого руху в транспортному районі i відправлення при здійсненні пересування за шляхом пересування k , год;

$t_{оч}^z$ - час очікування пасажирів на зупинному пункті маршруту z , год;

$t_{поїзд}^z$ - час здійснення поїздки на маршруті z , год;

$t_{п}^z$ - час на пішохідний рух між зупинними пунктами при здійсненні пересадження, год;

$t_{піш j}^k$ - час пішого руху в транспортному районі j прибуття при здійсненні пересування за шляхом пересування k , год;

D_m - дохід середньостатистичного пасажирів за місяць, грн.;

W_{ij}^k - зниження виробітки пасажирів на виробництві внаслідок впливу транспортної стомлюваності при здійсненні пересування між пунктами i та j за шляхом пересування k , %;

$D_{рм}$ - середня кількість робочих днів у місяці, дн.;

T^z - величина тарифу на маршруті z , грн.

Розглянемо фактори, що визначають тривалість складників часу пересування та відсоток зниження виробітки пасажирів на виробництві внаслідок впливу транспортної стомлюваності.

Витрати часу на пішохідний складник транспортного пересування визначаються відстанню та швидкістю пішого руху. Час очікування пасажирів на зупинному пункті залежить від маршрутного інтервалу, характеристик регулярності руху транспортних засобів та імовірності відмови пасажирів в посадці. Час здійснення поїздки обумовлено її відстанню та швидкістю сполучення на маршруті.

Зниження виробітки пасажирів на виробництві внаслідок впливу транспортної стомлюваності залежить від функціонального стану організму пасажирів після здійснення пересування. Динаміка функціонального стану визначається за методикою, запропонованою Долею В.К. та Гюлевим Н.У. [5, 10, 15], згідно до якої в якості впливових факторів враховують:

функціональний стан пасажирів перед здійсненням пересування, час очікування на зупинному пункті, час поїздки та ступінь заповнення салону транспортного засобу при її здійсненні.

З урахуванням відомих залежностей формула (2) набуває наступного вигляду:

$$C_{періj}^k = \left[\sum_{i,j} \frac{I_{піш i(j)}^k}{V_{піш}} + \frac{I_{мп}^z}{V_c^z} + \left(\frac{I_{пл}^z}{2} + \frac{\sigma_z^2}{2I_{пл}^z} + \frac{P_{від}^z}{1-P_{від}^z} I_{пл}^z \right) \frac{1}{60} \right] C_{зод} + \frac{D_m(-0,0709 + 0,545(\Gamma^k - 3)^2)}{D_{рм} 100} + T^z, \quad (3)$$

де $I_{піш i(j)}^k$ – відстань пішого руху відповідно у транспортному районі відправлення i та прибуття j при здійсненні пересування по шляху k , км;

$I_{мп}^z$ – відстань маршрутної поїздки на Z -му маршруті, км;

V_c^z – швидкість сполучення на Z -му маршруті, км/год;

$I_{пл}^z$ – плановий інтервал руху на маршруті Z , хв.;

σ_z – середнє квадратичне відхилення від планового інтервалу руху, хв.;

$P_{від}^z$ – імовірність відмови пасажирів в посадці на зупинному пункті маршруту Z ;

Γ^k – показник, що характеризує функціональний стан організму пасажирів наприкінці здійснення пересування за шляхом k , бали.

Згідно до представлених залежностей можна виділити такі критерії вибору шляху пересування: час пересування, тариф та транспортна стомлюваність.

Оцінка значущості цих критеріїв може бути здійснена за питомою вагою вказаних критеріїв в узагальненій вартості пересування. Питому вагу для цих критеріїв (частку їхнього внеску в узагальнену вартість пересування) визначаємо за наступними залежностями:

$$\Delta t_{періj}^k C_{зод} = \frac{t_{періj}^k C_{зод}}{C_{періj}^k}; \quad \Delta T_{ij}^k = \frac{T_{ij}^k}{C_{періj}^k}; \quad \Delta C_{діj}^k = \frac{C_{діj}^k}{C_{періj}^k}, \quad (4)$$

де $\Delta t_{періj}^k C_{зод}$, ΔT_{ij}^k , $\Delta C_{діj}^k$ – відповідно питома вага критеріїв «час пересування», «тариф» і «транспортна стомлюваність» в узагальненій вартості пересування.

Для залежностей (4) виконується наступна рівність:

$$\Delta t_{періj}^k C_{зод} + \Delta T_{ij}^k + \Delta C_{діj}^k = 1. \quad (5)$$

Питома вага критерію в узагальненій вартості пересування залежить від соціально-економічних умов життя населення, параметрів транспортного обслуговування та величини плати за проїзд (рівня тарифів). Чим більша питома вага критерію в узагальненій вартості пересування тим більш значущим є цей критерій.

Для визначення впливу факторів, в якості вхідних даних були прийняті наступні (табл. 1).

Таблиця 1

Вхідні дані до розрахунку значущості критеріїв вибору пасажирами шляху пересування

№ п/п	Показник	Значення
1	Відстань пішого підходу до зупинного пункту, км	0,5
2	Плановий інтервал руху транспортних засобів на маршруті, хв.	5
3	Середнє квадратичне відхилення від планового інтервалу, хв.	1,7

4	Імовірність відмови пасажиру в посадці	0
5	Відстань маршрутної поїздки пасажирів, км	5
6	Швидкість сполучення, км/год	20
7	Коефіцієнт використання пасажиромісткості при здійсненні маршрутної поїздки	1
8	Величина тарифу, грн.	2
9	Відстань пішого руху від зупинного пункту до місця призначення, км	0,3

Для визначення впливу доходу пасажирів на значущість критерію було розглянуто зміну питомої ваги критеріїв вибору пасажирів шляху пересування залежно від величини доходу пасажирів за місяць. Величина доходу змінювалася в діапазоні від 800 до 3600 грн./міс. за сталих значень інших параметрів пересування. Графічну інтерпретацію розрахунків наведено на рис. 1.

Як стає зрозуміло з рис. 1, при низьких значеннях доходу пасажирів найбільшу частку в узагальненій вартості пересування складає величина тарифу. Це пов'язано з тим, що дохід пасажирів визначає вартісну оцінку вільного часу. Унаслідок цього при здійсненні пересування пасажирів з низьким значенням доходу обирають такий шлях, що забезпечить економію грошових витрат. Час пересування та транспортна стомлюваність для таких пасажирів є менш значущими.

Зі зростанням доходу пасажирів критерій «тариф» не є визначальним. Більший вплив чинить час пересування та критерій транспортної стомлюваності. Із зазначеного випливає, що зі зростанням доходу пасажирів значущість критерію «тариф» зменшується, а значущість критеріїв «час пересування» та «транспортна стомлюваність» збільшується.

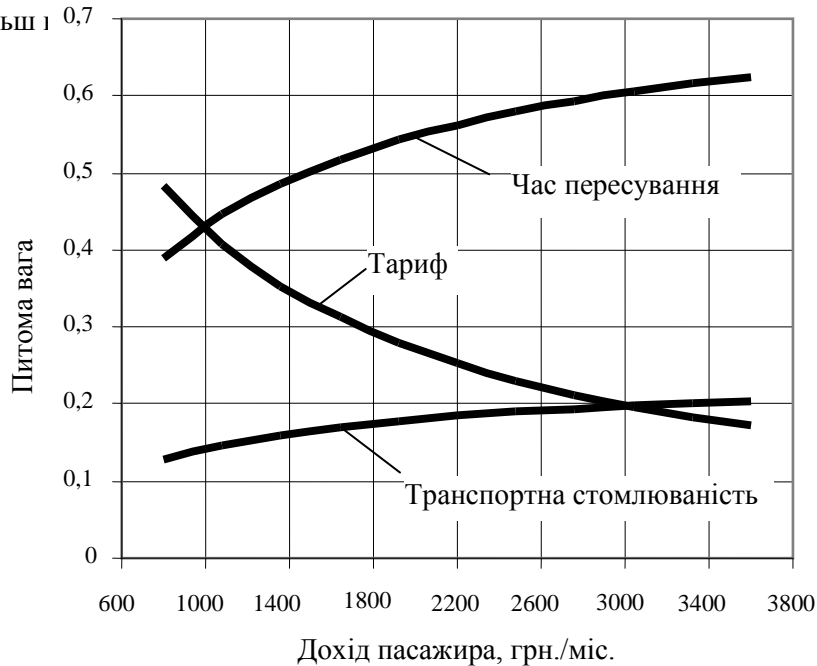


Рис. 1. Зміна питомої ваги критеріїв вибору пасажирів шляху пересування залежно від величини доходу пасажирів

Отже, рівень доходів пасажирів є вагомим фактором, що визначає значущість критеріїв вибору, але не єдиним. Разом із тим слід розглянути вплив транспортних факторів на значущість критеріїв при різних значеннях доходу пасажирів.

На наступному етапі розглянемо зміну питомої ваги критеріїв залежно від коефіцієнта використання пасажиромісткості при різних значеннях доходу пасажирів (рис. 2 – 4).

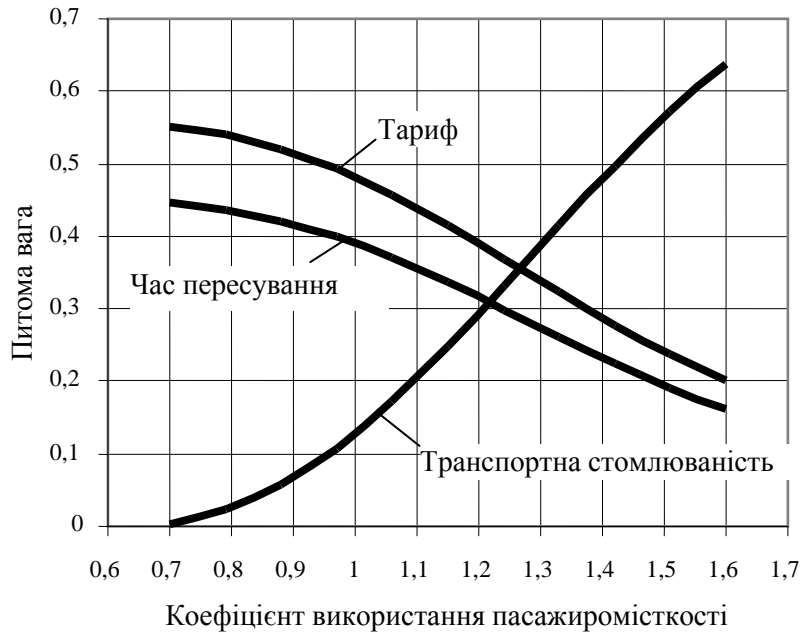


Рис. 2. Зміна питомої ваги критеріїв вибору пасажирями шляху пересування залежно від коефіцієнта використання пасажиромісткості (при величині доходу середньостатистичного пасажиря у 800 грн.)

За низьких значень коефіцієнта пасажиромісткості критерій «транспортна стомлюваність» практично не впливає на значення узагальненої вартості пересування. Це пов'язано з тим, що пасажирі мають можливість здійснювати поїздки в комфортних умовах. Здійснення пересування в таких умовах не позначається на розвитку транспортної стомлюваності. Цим пояснюється низька питома вага критерію «транспортна стомлюваність» за малих значень коефіцієнта використання пасажиромісткості транспортного засобу.

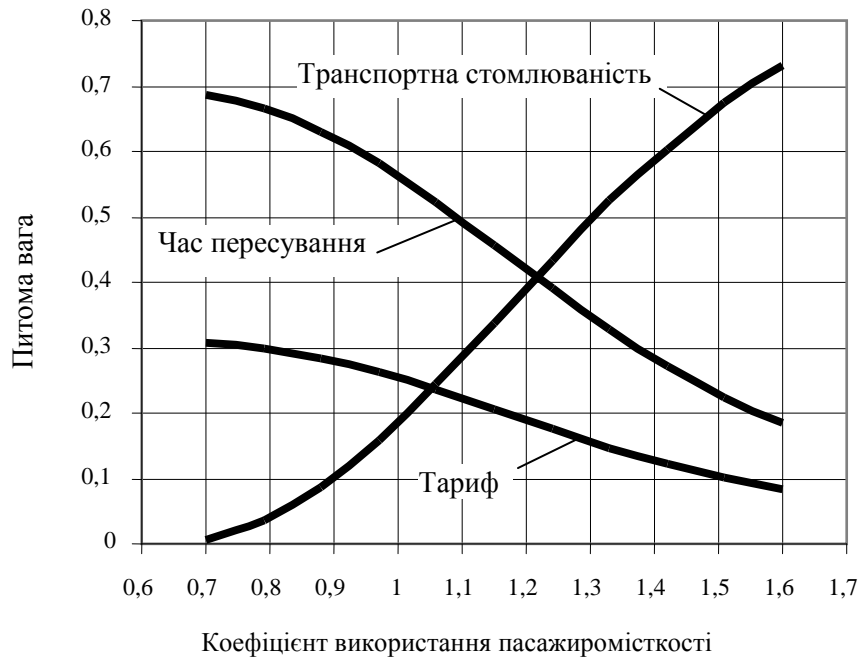


Рис. 3. Зміна питомої ваги критеріїв вибору пасажирями шляху пересування залежно від коефіцієнта використання пасажиромісткості (при величині доходу середньостатистичного пасажиря у 2200 грн.)

©Д.П.Понкратов, Г.І.Фалецька

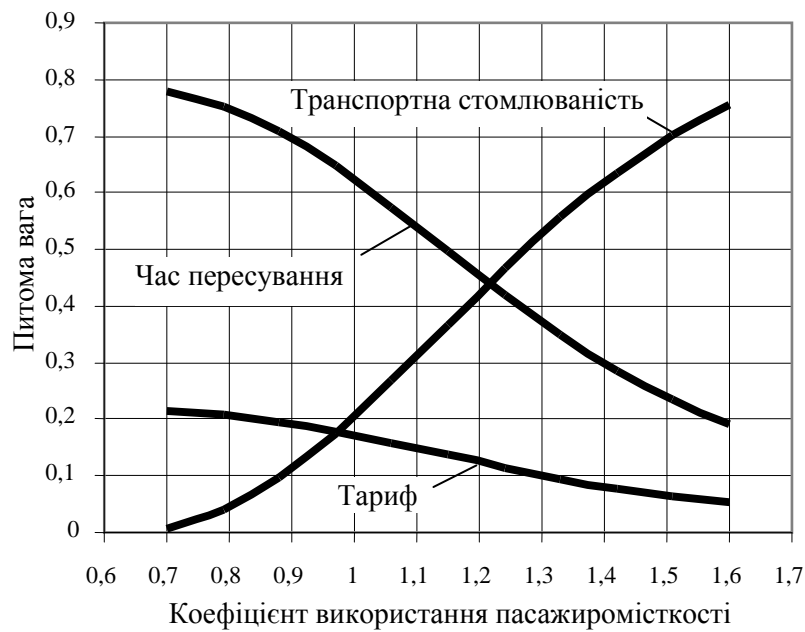


Рис. 4. Зміна питомої ваги критеріїв вибору пасажиромісткості шляху пересування залежно від коефіцієнта використання пасажиромісткості (при величині доходу середньостатистичного пасажиромісткості у 3600 грн.)

Зі зростанням коефіцієнта використання пасажиромісткості спостерігається зменшення значущості критеріїв «тариф» та «час пересування». При здійсненні поїздки у транспортному засобі з коефіцієнтом використання пасажиромісткості, що перевищує одиницю, критерій «транспортна стомлюваність» стає найбільш значущим. Такі значення коефіцієнта використання пасажиромісткості відповідають ступеню заповнення салону транспортного засобу, які перевищують нормативні (кількість пасажирів у розрахунку на 1 м² вільної площі підлоги перевищує 5 пас./м²).

Порівнюючи графіки зміни питомої ваги критеріїв за різної величини доходу пасажиромісткості можна дійти висновку, що тенденція зміни кривих у цілому залишається однаковою. Виключення становить більша вагомість у критерію «тариф», ніж «час пересування», за рівня доходу пасажиромісткості у 800 грн. Зі зростанням величини доходу спостерігається зменшення значущості критерію «тариф». Це пояснюється тими ж обставинами, що і для значущості критеріїв залежно від доходу пасажиромісткості (рис. 1).

Висновки. За результатами дослідження можна зробити висновок, що значущість критеріїв вибору пасажиромісткості шляху пересування не є сталою величиною, а залежить від рівня життя населення, параметрів транспортного обслуговування та рівня тарифів на користування послугами міського пасажирського транспорту.

Збільшення доходів населення призводить до зростання значущості критеріїв «час пересування» та «транспортна стомлюваність», у той час як вартість пересування стає менш значущою. Здійснення поїздки у переповненому транспортному засобі (заповнення салону більше 5 пас./м²) критерій транспортної стомлюваності стає найбільш вагомим. Внаслідок цього при недостатньому рівні транспортної пропозиції пасажиромісткості будуть обирати той шлях пересування, що дозволить здійснити поїздки у більш комфортних умовах, при цьому з більшою тривалістю поїздки або рівнем сплати за проїзд.

Напрямок подальших досліджень є оцінка взаємозв'язку між значущістю критеріїв та імовірністю вибору альтернативних шляхів пересування.

1. Грановский Б. И. Моделирование пассажирских потоков в транспортных системах / Б. И. Грановский // Итоги науки и техники. Серия «Автомобильный и городской транспорт», т. 11. – М., 1986. – С. 67 – 107.
2. Кривошеев Д. П. Методы распределения пассажиропотоков в транспортных расчетах (обзор) / Д. П. Кривошеев. – М.: ЦНИИП градостроительства, 1974. – 40 с.
3. Рогова Г. Л. Моделирование выбора путей передвижения пассажиров в транспортных системах городов : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. техн. наук : спец. 05.22.02 «Транс. системы городов и пром. центров» / Г. Л. Рогова – М., 1987. – 19 с.
4. Цибулка Я. Качество пассажирских перевозок в городах / Я. Цибулка; пер. с чешск. И. В. Шварца. – М.: Транспорт, 1987. – 239 с.
5. Доля В. К. Пасажи́рські перевезення: підручник / В. К. Доля. – Х.: Форт, 2010. – 504 с.
6. Давидич Ю. А. Определение факторов, влияющих на выбор пассажирами вида городского транспорта / Ю. А. Давидич, Д. П. Понкратов, Е. И. Куш, Е. Е. Вакуленко, В. И. Горносталь // Коммунальное хозяйство городов. – 2009. – Вып. 86. – С. 344 – 350.
7. Гульчак О. Д. Підвищення ефективності міських пасажи́рських перевезень на основі удосконалення організації руху автобусів : дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Оксана Дмитрівна Гульчак. – К., 2005. – 137 с.
8. Вдовиченко В. О. Эффективность функционирования городской пассажирской транспортной системы: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / В. О. Вдовиченко. – К., 2004. – 20 с.
9. Садыхова О. С. Выбор пассажиром пути следования / О. С. Садыхова // Городской транспорт и инженерная подготовка городской территории. Сб. науч. трудов ЛИСИ №91. – Л., 1974, – С. 33–41.
10. Доля В. К. Теоретические основы и методы организации маршрутных автобусных перевозок пассажиров в крупнейших городах : автореф. дис. на соискание уч. степени д-ра техн. наук : спец. 05.22.10 «Эксплуатация автомобильного транспорта» / В. К. Доля. – М., 1993. – 42 с.
11. Горбачов П. Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажи́рського транспорту в містах : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. техн. наук: спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / П. Ф. Горбачов. – Х., 2009. – 39 с.
12. Власов М. П. Моделирование экономических процессов / М. П. Власов, П. Д. Шимко. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 409 с.
13. Логістичні і ергономічні проблеми розвитку транспортних систем міст: монографія / [В.К. Доля, Є.І. Куш, Д.П. Понкратов та ін.] – Х.: НТМТ, 2013. – 203 с.
14. Мун Э. Е. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси / Э. Е. Мун, А. Д. Рубец. – М.: Транспорт, 1986. – 136 с.
15. Гюлев Н. У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора : дис. ... канд. техн. наук : 05.21.01 / Низами Уруджевич Гюлев. – Х., 1993. – 174 с.

Стаття надійшла до редакції 28.04.2014.