

МОДЕЛЬ РОЗРАХУНКУ ВИБОРУ СПОСОБУ ПЕРЕСУВАННЯ ЗА КРИТЕРІЄМ ДОСТУПНОСТІ

Войтович О. А., к.т.н., доцент, декан факультету інженерії та транспорту Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна, e-mail: olgavoytovich@ukr.net, ORCID: 0000-0003-0510-4362;

Луб'яний П. В., к.т.н., доцент, завідувач кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна, e-mail: lubravel@ukr.net, ORCID: 0000-0003-2668-5063;

Мосьпан В. М., к.т.н., доцент кафедри транспортних систем та технічного сервісу Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна, e-mail: Valerii.Mospan@dornier-group.com, ORCID: 0009-0004-7880-1884;

Кузьменко І. О., аспірант кафедри економіки, підприємництва та економічної безпеки Херсонського національного технічного університету, м. Херсон, Україна, e-mail: igor.kuizmenko@gmail.com, ORCID: 0009-0004-6878-7310.

У статті досліджується питання вибору населенням раціонального способу пересування у містах на підставі таких параметрів як доступність, час пересування та коефіцієнт психологічної оцінки витрат. У сучасних умовах розвитку міст мобільність населення має визначальний вплив на рівень їх соціально-економічного та просторового розвитку. Таким чином, можна стверджувати, що розвиток міст і мобільності є взаємопов'язаними процесами. Для задоволення своїх потреб у мобільності населенням у містах може бути використано три основні способи пересування: піший рух, громадський та особистий транспорт. Кожен із наведених способів пересування має свої переваги та недоліки. Здійснення пішого руху не передбачає потреб у витратах, пов'язаних із пересуванням, проте вимагає наявності необхідної якісної інфраструктури. Громадський транспорт є основним способом пересування населення у містах. Проте використання даного способу пересування, окрім наявності інфраструктури, передбачає здійснення населенням часових та грошових витрат, а саме: підходу до зупиночного пункту, очікування прибуття транспортного засобу для здійснення посадки, рух до пункту прибуття, оплата транспортного тарифу. Використання особистого легкового автомобіля також передбачає необхідність здійснення ряду часових та грошових витрат. У даному випадку також існує необхідність у здійсненні пішого підходу до автомобіля та руху до місця призначення. Проте, на відміну від двох попередніх способів пересування, використання особистого легкового автомобіля передбачає здійснення значно більших витрат, які пов'язані із придбанням та утриманням транспортного засобу. Беручи до уваги вищевказане можливо констатувати, що використання запропонованого підходу до вибору населенням раціонального способу пересування із урахуванням наведених особливостей видів мобільності дозволить підвищити точність оцінки транспортної поведінки за рахунок комплексного врахування таких параметрів як доступність, час пересування та коефіцієнт психологічної оцінки витрат.

Ключові слова: піший рух; громадський транспорт; особистий легковий автомобіль; відстань пересування; витрати часу; групи витрат.

DOI: 10.33815/2313-4763.2024.2.29.178-186

Вступ. Протягом останніх десятиліть вимоги основних учасників перевізного процесу (муніципалітет, перевізники та населення) до мобільності підвищилися. Одним із ключових драйверів даного процесу є активна імплементація сучасних концепцій транспортного планування як на державному, так і місцевому рівнях. Дані концепції відображені у Національній транспортній стратегії України на період до 2030 року, Національній стратегії зі створення безбар'єрного простору в Україні до 2030 р., Планах сталої міської мобільності (ПСММ) тощо.

Наразі головною ціллю населення є задоволення власних потреб у мобільності із урахуванням високого рівня якості транспортних послуг та доступності тарифів. У той же час оператори громадського транспорту зацікавлені в отриманні максимального прибутку від здійснення перевізної діяльності при мінімальних витратах. Основною ціллю муніципалітету є збільшення кількості пересувань населення сталими видами мобільності, що значною

мірою сприяє досягненню завдань, визначених національними і місцевими стратегічними документами.

У даному випадку слід звернути особливу увагу на той факт, що цілі всіх вищевказаних учасників перевізного процесу можуть бути досягнені лише за умови високого рівня якості транспортних послуг [1, 2, 3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Задачі, що стосуються дослідження пересувань населення у містах вирішуються багатьма вітчизняними та закордонними науковцями. Суттєвий вклад у дослідження даного питання здійснено П. Горбачовим, Є. Нагорним, В. Вдовиченко, О. Россоловим, С. Свечинським, Є. Любим, Б. Скоробогатовим, А. Редзюком, Й. Буткявічусом, Д. Копитковим, Н. Leonard, S. Stouffer, A. Fotheringham, A. Voorhees, T. Fratar, P. Newman, J. Korte, J. Pucher, F. Lehner та ін.

Результати проведеного аналізу підходів щодо вибору населенням способу пересування у містах свідчать про можливість їх удосконалення за рахунок комплексного врахування таких параметрів як доступність, час пересування та коефіцієнт психологічної оцінки витрат.

Постановка проблеми у загальному вигляді. У сучасних умовах розвитку міст, мобільність має значний вплив на функціонування як муніципального господарства, так і підприємств усіх форм власності. Цей факт пояснюється тим, що транспортна система є сукупністю транспортних засобів та шляхів сполучення, які щоденно використовуються десятками тисяч користувачів для забезпечення високої ефективності функціонування міст. Наразі такі параметри як доступність, час пересування та коефіцієнт психологічної оцінки витрат не враховуються комплексно при дослідженні вибору способу пересування населення. Комплексне врахування вищевказаних параметрів дозволить підвищити точність оцінки вибору способу пересування населення у містах і створити підґрунтя для подальшого використання отриманих результатів при дослідженні потенційної транспортної поведінки [4].

Мета дослідження. Метою дослідження є формалізація залежностей, використання яких дозволить підвищити точність оцінки вибору способу пересування населення у містах за рахунок комплексного врахування таких параметрів як доступність, час пересування та коефіцієнт психологічної оцінки витрат.

Методи дослідження. Для досягнення мети дослідження використовувалися методи системного аналізу, абстрагування та формалізації.

Виклад основного матеріалу. Сучасний рівень розвитку транспортних систем міст створює можливості для використання населенням різних альтернативних видів транспорту з метою здійснення пересувань. Кількість альтернативних видів транспорту залежить від двох основних факторів, а саме: рівень розвитку відповідної інфраструктури та економічної доступності. Графічну інтерпретацію основних видів транспорту, які можуть використовуватися населенням для здійснення пересувань у містах представлено на рисунку 1 [5].

Відповідно до інформації, представленої на рисунку нижче, для здійснення пересувань населенням у містах можуть використовуватися наступні основні види транспорту [6]:

- піший рух;
- громадський транспорт;
- особистий транспорт.

Як правило, при виборі способу пересування населення намагається мінімізувати власні часові та грошові витрати. Величина вищевказаних витрат залежить від ряду факторів, що характеризуються технічними, технологічними та економічними показниками. Чим меншим є значення часових та грошових витрат, тим вища ймовірність вибору відповідного способу здійснення пересування населенням [7].

У даному випадку критерій вибору населенням способу пересування у містах (K_{ij}) можна формалізувати наступним чином:

$$K_{ij} = A_1^i + A_2^i \cdot L + \frac{A_3^i \cdot L + A_4^i}{D} \quad (1)$$

де A_1^i – витрати часу, які залежать від відстані пересування, год;
 A_2^i – витрати часу на одиницю довжини пересування, год/км;
 A_3^i – вартість одиниці довжини пересування, грн/км;
 A_4^i – витрати, незалежні від довжини пересування, грн;
 L – відстань пересування, км;
 D – дохід суб'єкта пересування, грн/год.

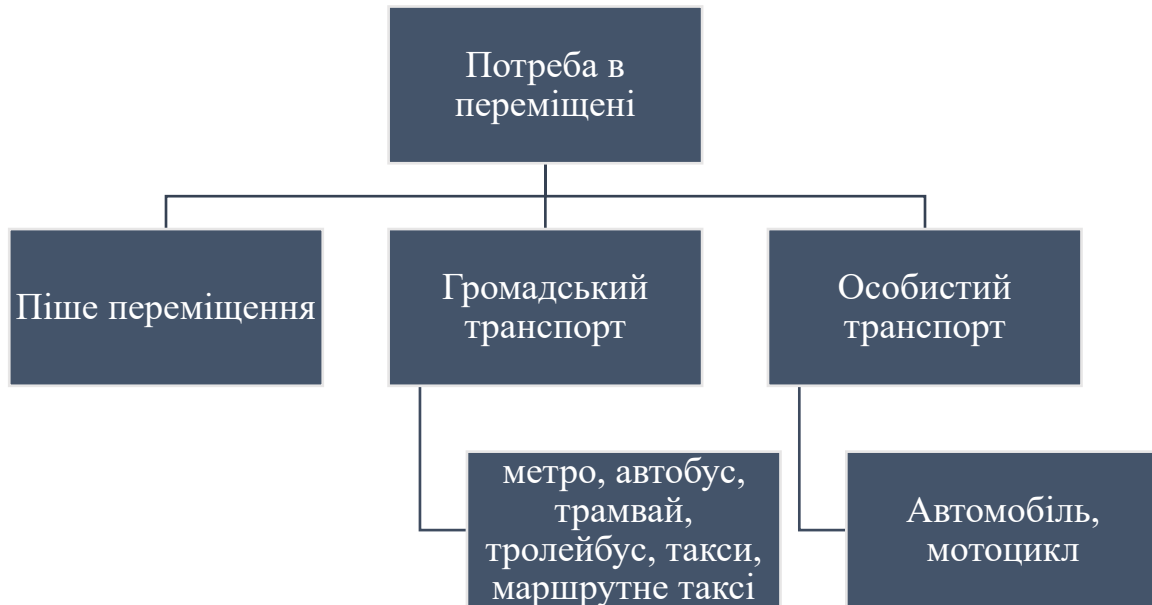


Рисунок 1 – Основні види транспорту, які можуть використовуватися населенням при здійсненні пересування у містах

Пропонований підхід до визначення значень коефіцієнтів ($A_1^i - A_4^i$) для кожного із способів пересування, що представлено на рисунку 1, наведено нижче.

Піший рух. Використання даного способу пересування не передбачає потреб у здійсненні грошових витрат та часу на підхід/відхід до/від місця посадки в транспортний засіб. Таким чином, у даному випадку, значення коефіцієнтів (A_1), (A_3), та (A_4) дорівнюють нулю. У той же час значення коефіцієнта (A_2) є обернено пропорційним величині швидкості пішого руху і прямо пропорційне психологічній оцінці витрат часу при використанні даного способу пересування:

$$A_2 = \frac{P_{\text{піш}}}{V_{\text{піш}}} \quad (2)$$

де $V_{\text{піш}}$ – швидкість пішого руху, км/год;
 $P_{\text{піш}}$ – коефіцієнт психологічної оцінки витрат часу при пішому русі.

Громадський транспорт. Використання даного способу пересування передбачає потребу в здійсненні додаткових часових витрат, пов'язаних із пішим підходом/відходом до/від місця посадки в транспортний засіб. Вказані часові витрати є зворотними до щільності маршрутної мережі, та також коригуються шляхом використання коефіцієнта ($P_{\text{піш}}$). Таким чином, час пішого підходу/відходу до/від місця посадки в транспортний засіб ($T_{\text{піш}}$) може бути формалізовано наступним чином:

$$T_{\text{піш}} = \frac{P_{\text{піш}}}{3P_M \cdot V_{\text{піш}}} \quad (3)$$

де P_M – щільність маршрутної мережі, км/км².

При дослідженні вибору даного способу пересування також є необхідним врахування часу очікування пасажиром транспортного засобу на зупиночному пункті. Як правило, величина цього показника визначається як $1/2$ інтервалу руху транспортних засобів на маршруті [7]. Із урахуванням коефіцієнта ($P_{оч}$), час очікування транспортного засобу на зупиночному пункті маршруту громадського транспорту ($T_{оч}$) може бути визначено наступним чином:

$$T_{оч} = \frac{P_{оч} \cdot I_{рух}}{2} = \frac{P_{оч} \cdot L_{мар}}{2 \cdot A_e \cdot V_e} \quad (4)$$

де $P_{оч}$ – коефіцієнт психологічної оцінки часу очікування транспортного засобу;
 $I_{рух}$ – інтервал руху транспортних засобів на маршруті, год;
 $L_{мар}$ – сумарна довжина маршруту, км;
 A_e – кількість одиниць рухомого складу, що експлуатуються на маршруті од.;

V_e – експлуатаційна швидкість руху транспортних засобів, км/год.

На основі вищевказаного можливо визначити значення коефіцієнта (A_1) наступним чином:

$$A_1 = \frac{P_{піш}}{3P_M \cdot V_{піш}} + \frac{P_{оч} \cdot L_{мар}}{2 \cdot A_e \cdot V_e} \quad (5)$$

Слід зазначити, що у даному випадку, значення коефіцієнта (A_2) є зворотним до значення швидкості сполучення на маршруті. Таким чином, значення коефіцієнта (A_2) для громадського транспорту становить:

$$A_2 = \frac{1}{V_c} \quad (6)$$

де V_c – швидкість сполучення на маршруті, км/год.

Значення коефіцієнта (A_3) для міського громадського транспорту дорівнює нулю. Це пояснюється тим фактом, що у переважній більшості випадків для пасажирів діє тариф, що передбачає здійснення оплати за поїздку. Беручи до уваги формулу (1), можливо констатувати, що величина тарифу для населення за користування послугами міського громадського транспорту буде еквівалентною значенню коефіцієнта (A_4) [8, 9].

Особистий легковий автомобіль [10]. У разі використання даного виду транспорту, витрати часу, які не пов'язані з відстанню пересування (A_1), будуть дорівнювати часу пішого руху до місця паркування транспортного засобу та від нього до пункту призначення. Таким чином, значення коефіцієнта (A_1) може бути формалізовано наступним чином:

$$A_1 = \frac{L_{парк} \cdot P_{піш}}{V_{піш}} \quad (7)$$

де $L_{парк}$ – середня відстань підходу/відходу до/від особистого легкового автомобіля, км.

Перелік та склад основних витрат, які пов'язані з експлуатацією особистого легкового автомобіля [11] представлено у таблиці нижче.

При використанні особистого легкового автомобіля, витрати часу на одиницю довжини пересування (A_2) є оберненим до швидкості руху транспортного потоку, коригуються на значення коефіцієнта психологічної оцінки часу руху і визначаються наступним чином:

$$A_2 = \frac{P_{oc}}{V_{oc}} \quad (8)$$

де P_{oc} – коефіцієнт психологічної оцінки часу руху в особистому легковому автомобілі;
 V_{oc} – швидкість руху транспортного потоку, км/год.

Таблиця 1 – Перелік основних витрат, які пов’язані з експлуатацією особистого легкового авто

<i>Група витрат</i>	<i>Категорія витрат</i>	<i>Стаття витрат</i>
А	Витрати, що залежать від відстані, але не здійснюються під час пересування	– паливно-мастильні матеріали; – гума; – запасні частини та розхідні матеріали; – оплата послуг станцій технічного обслуговування та ремонту.
Б	Витрати, які не залежать від відстані та здійснюються під час пересування	– платне паркування; – проїзд платною ділянкою дороги; – платні в’їзди.
В	Витрати, що не залежать від кількості пересувань (постійні витрати)	– придбання автомобіля; – податки і страховка; – інші державні збори.

Витрати, що представлені у таблиці 1 (група А) збільшуються пропорційно довжині пересування. У даному випадку, грошова вартість одиниці довжини пересування дорівнює значенню змінних витрат на 1 км пробігу особистого легкового автомобіля з урахуванням коефіцієнта психологічної оцінки цих витрат. Відповідно, значення коефіцієнта (A_3) може бути розраховано наступним чином:

$$A_3 = P_{на} \cdot S_{1км} \quad (9)$$

де $P_{на}$ – коефіцієнт психологічної оцінки витрат, що залежать від відстані, але не здійснюються під час пересування.

$S_{1км}$ – змінні витрати за 1 км пробігу, грн/км.

Витрати, що наведено у групі Б не залежать від відстані пересування, але пов’язані з ним. Ці витрати також впливають на прийняття рішення щодо вибору способу пересування і тому мають бути інтегрованими до відповідного критерію без будь-яких коригувань [12, 13, 14].

Витрати, які включено до групи В не пов’язані з експлуатацією особистого легкового автомобіля, проте для даного способу пересування вони є обов’язковими. Їх величина залежить від платоспроможності власника транспортного засобу та ставок зборів і податків, встановлених на державному рівні [15].

Беручи до уваги вищевказане, можливо визначити значення коефіцієнта (A_4) за групами витрат наступним чином:

$$A_4 = \frac{\left(\frac{C_{авт}}{T_{сл}} + V_{год}\right) \cdot P_{вм}}{N_{рік}} + C_{пост} \quad (10)$$

де $C_{авт}$ – середня вартість особистого легкового автомобіля, грн;

$T_{сл}$ – середня тривалість життєвого циклу особистого легкового автомобіля, рік;

$V_{год}$ – річні постійні витрати на експлуатацію особистого легкового автомобіля, грн;

$N_{рік}$ – середня кількість пересувань на рік, од.;

$P_{вм}$ – коефіцієнт психологічної оцінки здійснених витрат;

$C_{пост}$ – величина постійних витрат під час пересування, грн.

Середня річна кількість пересувань особистим легковим автомобілем протягом року може бути визначена наступним чином:

$$N_{рік} = \frac{L_{рік}}{L_{ср}} \quad (11)$$

де $L_{рік}$ – середньорічний пробіг особистого легкового автомобіля, км;

L_{cp} – середня відстань одного пересування, км.

Формули для розрахунку коефіцієнтів ($A_1 - A_4$) для трьох альтернативних варіантів пересування наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Формули для розрахунку коефіцієнтів ($A_1 - A_4$) для трьох альтернативних варіантів пересування [12]

Коефіцієнт критерію	Піший рух	Громадський транспорт	Особистий легковий автомобіль
A_1	0	$\frac{P_{\text{піш}}}{3P_M \cdot V_{\text{піш}}} + \frac{P_{\text{оч}} \cdot L_{\text{мар}}}{2 \cdot A_e \cdot V_e}$	$\frac{L_{\text{парк}} \cdot P_{\text{піш}}}{V_{\text{піш}}}$
A_2	$\frac{P_{\text{піш}}}{V_{\text{піш}}}$	$\frac{1}{V_c}$	$\frac{P_{\text{ос}}}{V_{\text{ос}}}$
A_3	0	0	$P_{\text{на}} \cdot S_{1\text{км}}$
A_4	0	тариф за проїзд	$\frac{\left(\frac{C_{\text{авт}}}{T_{\text{сл}}} + B_{\text{год}}\right) \cdot P_{\text{вм}}}{N_{\text{рік}}} + C_{\text{пост}}$

Висновки.

1. Використання запропонованих залежностей дозволяє здійснювати комплексний аналіз процесу вибору населенням способу пересування у міському сполученні серед таких видів мобільності як піший рух, громадський транспорт та особистий легковий автомобіль.

2. Пропоновані критерії враховують ряд економічних та технічних параметрів, які дозволяють здійснити ґрунтовний аналіз перспективних варіантів розвитку мобільності в містах з урахуванням поточного та перспективного станів транспортної системи та економіки.

3. Отримані результати дослідження процесу вибору населенням способу пересування у міському сполученні з урахуванням запропонованих параметрів можуть також використовуватися для розробки заходів щодо розвитку сталих видів пересувань, оскільки описують ключові складові транспортного процесу.

4. Подальша практична апробація наведених результатів дослідження може створити підґрунтя для здійснення розрахунку частки пересувань населення у містах шляхом проведення короткого соціологічного опитування респондентів замість використання класичних «щоденників минулих поїздок».

Перспективи подальших досліджень. З метою перевірки запропонованої концепції розрахунку значень критеріїв вибору раціонального способу пересування населення у містах є доцільним проведення соціологічного опитування. Це дасть можливість встановити функціональні залежності між визначеними коефіцієнтами та, за потреби, уточнити запроповану концепцію. Таким чином, першочерговим завданням для подальшого дослідження є розробка концепції проведення соціологічного опитування населення стосовно транспортної поведінки з урахуванням демографічної та економічної ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Понкратов Д. П. Формалізація взаємозв'язку між показниками рівня заповнення міських пасажирських транспортних засобів. *Комунальне господарство міст*. 2020. Вип. 152. С. 196–203.
2. Bruun E. C. Better public transit systems. Analyzing investments and performance. London : Routledge, 2013. 400 P.

3. Луб'яний П. В., Войтович О. А., Кузьменко І. О. Доступність пасажирського транспорту для населення з огляду формування тарифу. *Науковий вісник Херсонської державної морської академії*. 2023. Вип. 1–2 (26–27). С. 107–120.
4. Daraio C., Diana M., Di Costa F., Leporelli C., Matteucci G., Nastasi A. Efficiency and effectiveness in the urban public transport sector: A critical review with directions for future research. *European Journal of Operational Research*. 2016. Vol. 248. P. 1–20.
5. Lubyanyi P. V., Voytovic O. A., Lubyanyaya N. P. A mathematical model for determining the rational version of a passenger route network// *Methods and tools for analyzing and forecasting the market situation to ensure the sustainability of business entities: monography / with gen. ed. by Shandova N. V. – Kherson: OLDI-PLUS, 2021. – P. 160–178.*
6. Banister D. Transport planning. *Handbook of transport systems*. London : SPON PRESS, 2001. P. 9–19.
7. Звіт про науково-дослідну роботу «Обстеження пасажиропотоків на міських автобусних та тролейбусних маршрутах загального користування в м. Херсон»; ХНТУ договір від 23.07.2021 р. № 148. 2021. 51 с.
8. Луб'яний П. В., Антоняк П. О. Формування раціональної схеми оплати за надання послуг по перевезенню пасажирів в містах. *Синергія науки і бізнесу у повоєнному відновленні Херсонщини*. 2023. Вип. 1. С. 302–306.
9. Макаренко В. Д., Луб'яний П. В., Войтович О. А. Якість пасажирських транспортних послуг на основі нефінансових показників. *ВІСНИК ХНТУ*. 2023. Вип. 1(84). С. 48–55.
10. Black A. *Urban mass transportation planning*. McGraw–Hill College, 1995. 448 P.
11. Ponkratov D., Gyulyev N., Voronko V., Ostashevskiy S., Psol S., Bugayov I. Development of models for assessing a driver's failure free operation in a transportation system under conditions of traffic congestion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3. P. 24–38. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081979671&doi=10.15587%2f1729-4061.2020.194449&partnerID=40&md5=ea68bf4fa8fcbeca31192ace21825a82> (дата звернення: 01.08.2024).
12. Morfoulaki M., Tyrinopoulos Y., Aifadopoulou G. Estimation of satisfied customers in public transport systems: a new methodological approach. *Journal of the Transportation Research*. 2010. Vol. 46. P. 63–72.
13. Ponkratov D., Davidich Y., Kopytkov D., Samchuk G., Kush Y. Public Transit Crowding Estimation Indicators: Comparative Analysis, Conditions of Application, Interaction. *International Conference on Smart Technologies in Urban Engineering. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2023. Vol. 536. P. 764–774. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144237140&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Public+transit+crowding+estimation+indicators%3a+comparative+analysis%2c+conditions+of+application%2c+interaction&sid=b551781d5d7484e385b7c420598edf04&sot=b&sdt=b&sl=122&s=TITLE-ABS-KEY%28Public+transit+crowding+estimation+indicators%3a+comparative+analysis%2c+conditions+of+application%2c+interaction%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm> (дата звернення: 03.08.2024).
14. Horbachov P., Makarichev O., Svichynskiy S., Ivanov I. Framework for designing sample travel surveys for transport demand modelling in cities. *Transportation*. 2022. Vol. 49(1). P. 115–136. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-021-10168-6> (дата звернення: 03.08.2024).
15. Олійник Н. М., Макаренко С. М. Особливості використання методів бізнес-аналізу щодо забезпечення економічної стійкості та сталого розвитку підприємства// *Методи та інструменти аналізу і прогнозування ринкової ситуації в забезпеченні стійкості суб'єктів господарювання: монографія / за заг. ред. Н. В. Шандової. – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2021. – С. 134–147.*

REFERENCES

1. Ponkratov, D. P. (2020). Formalizatsiia vzaiemozviazku mizh pokaznykamy rivnia zapovnennia miskykh pasazhyrskykh transportnykh zasobiv. *Komunalne hospodarstvo mist*. Vyp. 152. S. 196–203.
2. Bruun, E. C. (2013). *Better public transit systems. Analyzing investments and performance*. London : Routledge. 400 P.
3. Lubyanyi, P. V., Voytovic, O. A., Kuzmenko, I. O. (2023). Dostupnist pasazhyrskoho transportu dlia naselennia z ohliadu formuvannia taryfu. *Naukovyi visnyk Khersonskoi derzhavnoi morskoi akademii*. Vyp. 1–2 (26–27). S. 107–120.
4. Daraio, C., Diana, M., Di Costa, F., Leporelli, C., Matteucci, G., Nastasi, A. (2016). Efficiency and effectiveness in the urban public transport sector: A critical review with directions for future research. *European Journal of Operational Research*. 2016. Vol. 248. P. 1–20.
5. Lubyanyi, P. V., Voytovic, O. A., Lubyanyaya, N. P. (2021). A mathematical model for determining the rational version of a passenger route network// *Methods and tools for analyzing and forecasting the market situation to ensure the sustainability of business entities: monography / with gen. ed. by Shandova N. V. – Kherson: OLDI-PLUS, 2021. – P. 160–178.*
6. Banister, D. (2001). *Transport planning. Handbook of transport systems*. London : SPON PRESS. P. 9–19.
7. Zvit pro naukovo-doslidnu robotu (2021). «Obstezhennia pasazhyropotokiv na miskykh avtobusnykh ta troleibusnykh marshrutakh zahalnoho korystuvannia v m. Kherson»; KhNTU dohovir vid 23.07.2021 p. № 148–51 S.
8. Lubyanyi, P. V., Antonyak, P. O. (2023). Formuvannia ratsionalnoi skhemy oplaty za nadannia posluh po perevezenni pasazhyriv v mistakh. *Synerhiia nauky i biznesu u povoiennomu vidnovlenni Khersonshchyny*. Vyp. 1. S. 302–306.
9. Makarenko, V. D., Lubyanyi, P. V., Voytovic, O. A. (2023). Yakist pasazhyrskykh transportnykh posluh na osnovi nefinansovykh pokaznykiv. *VISNYK KhNTU*. Vyp. 1(84). S. 48–55.
10. Black, A. (1995). *Urban mass transportation planning*. McGraw–Hill College. 448 P.
11. Ponkratov, D., Gyulyev, N., Voronko, V., Ostashevskiy, S., Psol., Bugayov, I. (2020). Development of models for assessing a driver's failure free operation in a transportation system under conditions of traffic congestion. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 3. P. 24–38. URL: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85081979671&doi=10.15587%2f1729-4061.2020.194449&partnerID=40&md5=ea68bf4fa8fcbeca31192ace21825a82> (data zvernennia: 01.08.2024).
12. Morfoulaki, M., Tyrinopoulos, Y., Aifadopoulou, G. (2010). Estimation of satisfied customers in public transport systems: a new methodological approach. *Journal of the Transportation Research*. Vol. 46. P. 63–72.
13. Ponkratov, D., Davidich, Y., Kopytkov, D., Samchuk, G., Kush, Y. (2023). Public Transit Crowding Estimation Indicators: Comparative Analysis, Conditions of Application, Interaction. *International Conference on Smart Technologies in Urban Engineering. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2023. Vol. 536. P. 764–774. URL: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85144237140&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Public+transit+crowding+estimation+indicators%3a+comparative+analysis%2c+conditions+of+application%2c+interaction&sid=b551781d5d7484e385b7c420598edf04&sot=b&sdt=b&sl=122&s=TITLE-ABS-KEY%28Public+transit+crowding+estimation+indicators%3a+comparative+analysis%2c+conditions+of+application%2c+interaction%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm> (data zvernennia: 03.08.2024).
14. Horbachov, P., Makarichev, O., Svichynskiy, S., Ivanov, I. (2022). Framework for designing sample travel surveys for transport demand modelling in cities. *Transportation*. Vol. 49(1). P. 115–136. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11116-021-10168-6> (дата звернення: 03.08.2024).

15. Oliinyk, N. M., Makarenko, S. M. (2021). Osoblyvosti vykorystannia metodiv biznes-analizu shchodo zabezpechennia ekonomichnoi stiikosti ta staloho rozvytku pidpriemstva// Metody ta instrumenty analizu i prohnozuvannia rynkovoї sytuatsii v zabezpechenni stiikosti subiektiv hospodariuvannia: monohrafiia / za zah. red. N. V. Shandovoi. – Kherson: OLDI-PLIUS. – S. 134–147.

Voytovych O. A., Lubyanyi P. V., Mospan V. M., Kuzmenko I. O. THE MODEL FOR CALCULATING TRANSPORTATION MODE CHOICES BASED ON AFFORDABILITY CRITERIA

Abstract. The article investigates the issue of the population's choice of a rational mode of transportation in cities based on parameters such as affordability, travel time and the psychological assessment of expenses. In modern urban development, population mobility significantly impacts socio-economic and spatial development levels. Thus, it can be stated that urban development and mobility are interrelated processes. To meet their mobility needs, urban population can use three main modes of transportation: walking, public transport and personal vehicle. Each this mode of transportation has several advantages and disadvantages. Walking incurs no transportation expenses but requires well-developed and high-quality infrastructure. Public transport is the primary mode of transportation for the population in cities. However, using public transport requires both time and monetary expenses. In addition to having access to infrastructure, the population must travel to the stop, wait for the vehicle to arrive for boarding, commute to their destination and pay the fare. Using a personal vehicle also involves various time and monetary expenses. In this case, there is also a need to walk to the vehicle and commute to the destination. However, unlike the two previous modes of transportation, using a personal vehicle involves significantly higher costs related to its purchase and maintenance. Considering the above-mentioned, it can be stated that employing the proposed approach to assessing the population choice of a rational mode of transportation by accounting for the features of each mobility type will enhance the accuracy of evaluating transport behaviour. This is achieved through a comprehensive consideration of parameters such as affordability, travel time, and the psychological assessment of expenses.

Key words: walking; public transport; personal vehicle; travel distance; time expenditures; groups of expenses.

© Войтович О. А., Луб'яний П. В., Мосьпан В. М., Кузьменко І. О.

Статтю прийнято до редакції 10.08.2024