

УДК 656.025.2

DOI: 10.15587/2313-8416.2015.43327

ВИЗНАЧЕННЯ КОРИСНОСТІ СИСТЕМИ МІСЬКОГО ПАСАЖИРСЬКОГО ТРАНСПОРТУ

© І. Є. Іванов, Р. Б. Рогальський

Проведено аналіз причинно-наслідкових факторів формування корисності міського пасажирського транспорту. Результатом досліджень є запропонована математична модель корисності транспортного процесу міського пасажирського транспорту. В цілому корисність визначає транспортну рухливість, рухливість реалізовану на транспорті, зокрема міському пасажирському. Визначено раціональний коефіцієнт динамічного використання транспортних засобів залежно параметрів системи міського пасажирського транспорту

Ключові слова: корисність системи, транспортний процес, рухливість, коефіцієнт динамічного використання транспортних засобів

The analysis of the causal factors of the usefulness of public passenger transport system is conducted. The result of research is the mathematical model of usefulness of transport process of urban passenger transport. In general utility determines transport mobility, mobility that realized in transport, including urban passenger transport. Rational coefficient of dynamic use of vehicles depending on the parameters of urban passenger transport system is determined

Keywords: usefulness of systems, transport process, mobility, coefficient of dynamic use of vehicles

1. Вступ

Актуальність визначення обсягів транспортної роботи міського пасажирського транспорту в містах має наукову і практичну обумовленість. Перерозподіл транспортної роботи з особистого транспорту на громадський має позитивний вплив на екологічні, соціальні і економічні показники життєдіяльності міст [1–6].

2. Постановка проблеми

Згідно понять загальної ідеології корисності [7], її теоретичними напрямками, такими як: ординаторська (порядкова) теорія, кардиналістична (кількісна) теорія, теорії незалежності "колективного вибору" й інших корисність може розглядатися як сукупність певних якісно або кількісно наслідків для індивідуума або суспільства.

Щодо системи міського пасажирського транспорту такий підхід може значною мірою сприяти розвитку теорії пасажирських перевезень і відповідно, практичних рішень направлених на вдосконалення й поліпшення показників перевізного процесу. При такому підході останній може бути системним й комплексним, відбивана корисність із погляду індивідуума й з позиції колективного вибору. У нашому випадку це сукупності пасажирів (громадян міста). У такому поданні сутності пасажирського транспортного процесу представляється можливість загальну корисність представити у вигляді сукупності сприйманих спільність й індивідуумом наслідків обумовлених, звичайно, необхідністю або бажаністю поїздок.

3. Аналіз літератури

Значний вклад в дослідженні закономірностей функціонування системи міського пасажирського транспорту здійснили як вітчизняні, так і закордонні дослідники [1–6, 8, 9].

При цьому, на теперішній час, в науці вже є уява про структуру знань (рис. 1) стосовно проблем міського пасажирського транспорту. Вчені визнають, що в основі знаходяться закономірності, що обумовлюють потенціальну і реалізовану рухомість населення міст. Ця рухомість підрозділяється на трудову, культурно-побутову і змішану, коли громадянин послідовно з трудової має культурно-побутову поїздку, наприклад, їдучи на роботу, завозять дитину у дитячий садок. В свою чергу, рухомість може реалізуватися транспортом або пішки.

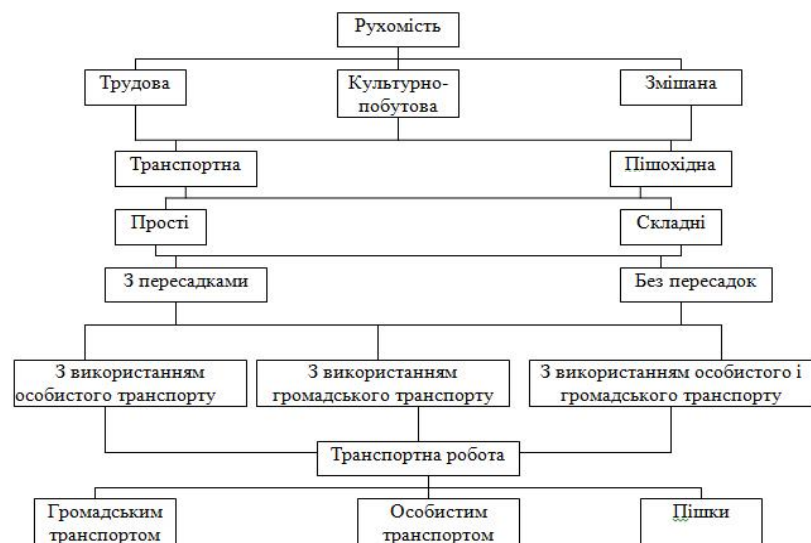


Рис. 1. Параметри, що формують структуру розподілу транспортної роботи

Окремої уваги заслуговують як транспортні так і пішохідні пересування. При цьому пішохідні можуть розглядатись окремо, а транспортні, в багатьох випадках, як сумісні з пішохідними. Наприклад, громадянин пішки пересувається до зупинного пункту міського транспорту і потім їде у громадському транспорті, потім пішки пересувається до зупинки іншого маршруту, здійснює поїздки в міському транспорті, а потім пішки підходить до кінцевого пункту призначення. Таких комбінацій пішого і транспортного пересування може бути багато з пересадками та без них, з використанням особистого і громадського транспорту, або і того і іншого за час одного пересування.

Сукупність можливостей мешканців міст для здійснення пересування обумовила купу досліджень для прогнозування, розрахунку, моделювання, розподілу транспортної роботи між наведеними способами її організації і реалізації [3–6].

4. Визначення моделі корисності транспортного процесу

Корисність пересувань може бути представлена у вигляді наслідків у реальному часі й довгостроковій перспективі. Наприклад, пасажир, у реальному часі відчуває транспортне стомлення під час поїздки й після її. У теж час пасажир відчуває якусь користь яка очікує його після реалізації мети поїздки пасажир здобуває на своєму робочому місці значна матеріальна винагорода. У випадку сполучення транспортного стомлення й наступної матеріальної винагороди на користь останнього в більшості випадків приведе до відчуття корисності всього заходу. Аналогічно, розглядаючи малі корпоративні або генеральні сукупності корисності транспортних процесів представлені у вигляді спільного обліку двох основних складових: очікуваної матеріальної вигоди й поточних витрат, з погляду корисності, що виражаються, в основному, транспортним стомленням. При цьому, подібно поняттю "дисконтування", придбана згодом вигода може сприйматися по убутній залежності.

Тоді корисність Π процесу можна виразити залежністю:

$$\Pi = \sum_{i=1}^N \left(-\Pi_{\kappa_i} + \sum_{\Delta\tau=1}^n \Pi_{0_i} \cdot k_{\Delta\tau} - B_{\Pi\kappa_i} \right), \quad (1)$$

де Π_{κ_i} – поточна корисність для i -го індивідуума, у вигляді витрат від транспортної втоми; N – кількість користувачів системою міського пасажирського транспорту (кількість пасажирів); $\Delta\tau$ – елементарний крок часу в якому проявляється Π_{0_i} ; Π_{0_i} – очікувана корисність для i -го пасажиря (індивідуума) у сукупності або одному якомусь $\Delta\tau$; $k_{\Delta\tau}$ – коефіцієнт убування за часом відчуття віддаленої корисності Π_{0_i} ; $B_{\Pi\kappa_i}$ – витрати i -го пасажиря на поїздки.

Представлена залежність не є математичною моделлю обчислення корисності. Сама по собі корисність поки ще не може бути формалізована однозначно: мати строгий науковий вид, розмірність й інші ознаки однозначності обчислення. Представлена спроба опису корисності математичними символами свідчить лише про ті складові, які зі своїми ваговими коефіцієнтами (або функціями) суб'єктивно індивідуально або суб'єктивно кількісно позначають корисність як наукову категорію.

Разом з тим, якісне подання про корисність, дозволяє в представлених дослідженнях формалізувати багато взаємозв'язків між взаємозалежними соціальними й економічними параметрами технологічних процесів транспортного обслуговування населення міст при задоволенні його рухливості.

Структурно корисність транспортного процесу міського пасажирського транспорту представлена на (рис. 2).

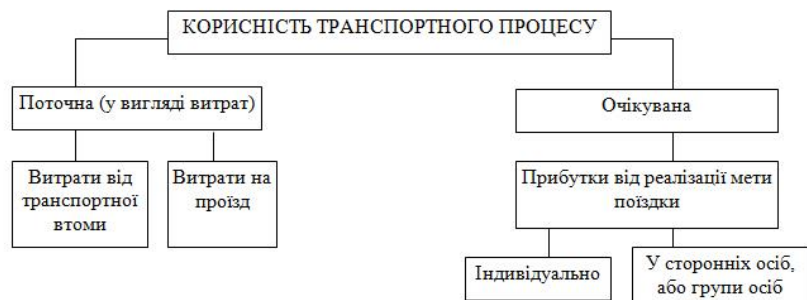


Рис. 2. Структурні складові корисності транспортного процесу

Виходячи з наведеного видно, що в якійсь кількості потенційно можливих пересувань H_{ij} їхня реалізація може не відбутися через відсутність корисності. Доцільність поїздки залежить від очікуваних вигод $\sum_{\Delta\tau=1}^n \Pi_{0_i} \cdot k_{\Delta\tau}$ і від зведених народногосподарських витрат:

– загальні витрати на організацію транспортного процесу які, в основному, визначаються собівартістю перевезень і податковою системою;

– опосередковані витрати години на поїздки що можуть суб'єктивно зводитись до якоїсь вартісної інтерпретації;

– негативного впливу на суспільну продуктивність, що опосередковано впливає на сприйняття пересування як такого;

– зведені до індивідуального й суспільного негативу від екологічних наслідків транспортного процесу.

Якщо взяти до уваги те, що кількість реалізованих потенційних пересувань H_{ij} залежить від корисності транспортного процесу то можна затверджувати, що корисність визначає:

– загальну рухливість населення P_3 яка, у свою чергу є функцією від $H_{ж}$ – кількості жителів у місті, U_a – рівня автомобілізації, δ – щільності транспортної мережі, δ_M – щільності маршрутної мережі [10];

– транспортну рухливість жителів міста P_{TP} яка, у відмінності від рівня кількості таксомоторів у місті Y_a^{maxc} , що виражається в кількості автомобілів таксі на тисячу жителів. Щодо сучасних міст Y_a^{maxc} може досягати значення 7 авт./1000жит. [11, 12];

– рухливість городян на міському пасажирському транспорті загального користування $P_{МПТ}$ тобто на пасажирському транспорті який на основі задоволення потреб людей у переміщеннях має мета одержання прибутку від перевізного процесу [11, 12].

Виходячи з того що загальну рухливість населення міст можна виразити рівнянням

$$P_3 = 177 \cdot H_{Ж}^{0,063} \cdot Y_a^{0,27} \cdot \delta - 1^{0,10} \cdot \delta_M^{0,05} \quad (2)$$

Транспортна рухомість мешканців міста може бути представлена залежністю

$$P_{TP} = (0,1 \cdot Y_a)^{0,25} \cdot Y_{maxc}^{0,045} \quad (3)$$

В свою чергу рухомість на міському пасажирському транспорті загального користування $P_{МПТ}$ можна представити залежністю

$$P_{TP} = 6,7 \cdot H_{Ж}^{0,08} \cdot P_M^{0,87} \cdot F_{y\delta}^{0,92} \quad (4)$$

де $F_{y\delta}$ – питома площа міста на одного мешканця, км²/чол.; P_M – кількість місць у міському пасажирському транспорті на одного мешканця, пас.місць.

5. Раціональний коефіцієнт динамічного використання транспортних засобів

Виходячи з того, що коефіцієнт динамічного використання місткості пасажирських транспортних засобів може бути визначений як відношення дійсної транспортної роботи W_δ до можливої W_ϵ

$$\gamma_\delta = \frac{W_\delta}{W_\epsilon} \quad (5)$$

Відомо що дійсну транспортну роботу в місті можна обчислити по залежності

$$W_\delta = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n H_{ij} \cdot l_{ij} \quad (6)$$

де n – кількість транспортних районів; H_{ij} – кореспонденція з району i у район j ; i, j – відповідно номер району відправлення й прибуття.

Або

$$W_\delta = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n \frac{k^n \cdot H_{Bi} \cdot H_{Pj} \cdot l_{ij}}{l_{ij}^{0,92}} \quad (7)$$

де H_{Bi} – кількість відправлень з i чи ємність району i за відправленнями; H_{Pj} – кількість прибуттів у район

j чи ємність району j по прибуттях; l_{ij} – «відстань» між районом i та j ; k^n – калібрувальний коефіцієнт

Виходячи з можливостей транспортної роботи на x -ом транспорті W_{BX} , яку можна визначити по формулі

$$W_{BX} = A_X \cdot V_{eX} \cdot q_X \cdot T_X \quad (8)$$

де A_X – кількість транспортних засобів x -ом маршруті; V_{eX} – експлуатаційна швидкість на x -ом маршруті; q_X – пасажиромісткість транспортного засобу на x -ом маршруті; T_X – період дії маршруту x .

Тоді по місту можлива транспортна робота W_B^M визначається як сума можливих транспортних робіт на всіх маршрутах

$$W_B^M = \sum_{x=1}^R A_X \cdot V_{eX} \cdot q_X \cdot T_X \quad (9)$$

де R – кількість маршрутів.

Опираючись на визначення можливих і дійсної транспортних робіт міста, можна обчислити коефіцієнт середньоквадратичного використання місткості транспортних засобів у місті

$$\gamma_{cep}^M = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k^n \cdot H_{Bi} \cdot H_{Pj} \cdot l_{ij}}{l_{ij}^{0,92} \sum_{x=1}^R A_X \cdot V_{eX} \cdot q_X \cdot T_X} \quad (10)$$

Якщо взяти до уваги рекомендації теорії корисності [7] і досліджень транспортного стомлення пасажирів [6], можна затверджувати, що співвідношення між потребами в переміщенні на суспільному транспорті H_{Bi} , H_{Pj} щодо пропозицій на перевезення

$\sum_{x=1}^R A_X$ й V_{eX} буде відповідати такому середньодинамічному використанню місткості транспортних засобів, величина якого не буде перевищувати значення <0,3. У цьому випадку стомлюваність пасажирів після поїздки вже мало залежить від умов перебування в салоні, а тільки від цієї тривалості.

Умови поїздки і її тривалість значною мірою визначають її привабливість в аналітичних моделях останню враховують функцією привабливості маршруту або деталізації, привабливості ділянки маршруту який відповідає довжині поїздки на цьому маршруті. Наприклад, функція привабливості на першому маршруті ділянки k це Ψ_{1k} .

Відомо, що функція привабливості маршруту X на ділянці k може описуватися рівнянням [6]

$$\psi_{xk} = \left(\frac{T_{cep}}{T_{xk}} \right)^{0,14} \cdot \left(\frac{\gamma_{cep}}{\gamma_{xk}} \right)^{0,23} \cdot \left(\frac{T_{cep}}{T_{xk}} \right)^{1,69} \quad (11)$$

Ділянка маршруту тим більше має привабливості, чим менше, щодо середніх величин, час руху на ньому τ_{xk} ; середнього заповнення салону γ_{xk} ; ціни за проїзд T_{xk} .

6. Висновки

В результаті проведених досліджень було встановлено, що корисність транспортного процесу міського пасажирського транспорту дозволяє формалізувати багато взаємозв'язків між взаємозалежними соціальними й економічними параметрами технологічних процесів транспортного обслуговування населення міст при задоволенні його рухливості. При цьому корисність визначає транспортну рухливість, рухливість реалізовану на транспорті, зокрема міському пасажирському.

Це дозволило визначити коефіцієнт динамічного використання місткості пасажирських транспортних засобів, як відношення дійсної транспортної роботи до можливої. Який за умови співвідношення між потребами в переміщенні на суспільному транспорті, щодо пропозицій на перевезення буде відповідати такому середньодинамічному використанню місткості транспортних засобів, при якому стомлюваність пасажирів після поїздки вже мало залежить від умов перебування в салоні, а тільки від цієї тривалості.

В такому випадку ділянка маршруту тим більше має привабливості, чим менше, щодо середніх величин, час руху на ньому; середнього заповнення салону; ціни за проїзд.

Література

1. Rao, D. P. Urban passenger transportation [Text] / D. P. Rao, K. S. Murthy. – Inter-India Publications, 1997. – 416 p.
2. Banister, D. Transport Planning [Text] / D. Banister. – Spon Press, 2002. – 317 p. doi: 10.4324/9780203449462
3. Simpson, B. J. Urban public transport today [Text] / B. J. Simpson. – E&FN Spon, 2003. – 222 p. doi: 10.4324/9780203362235
4. Iles, R. Public Transport in Developing Countries [Text] / R. Iles. – Elsevier, 2005. – 478 p.
5. Ефремов, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.
6. Доля, В. К. Пасажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. – Х.: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.
7. Фишберн, П. Теория полезности для принятия решений [Текст] / П. Фишберн. – М.: Наука, 1978. – 352 с.

8. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И. В. Спирин. – М.: Академия, 2003. – 400 с.

9. Ігнатенко, О. С. Організація автобусних перевезень у містах [Текст] / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруни. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.

10. Доля, В. К. Визначення математичної моделі транспортної рухливості населення [Текст] / В. К. Доля, І. Є. Іванов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Т. 4, № 4 (64). – С. 18–21. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/16333/13844>

11. Доля, В. К. Дослідження розподілу транспортної рухливості населення міст між індивідуальним і суспільним транспортом [Текст] / В. К. Доля, І. Є. Іванов // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2013. – Т. 4, № 2 (12). – С. 31–34. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/16248/13677>

12. Доля, В. К. Щодо визначення коефіцієнту користування міським пасажирським транспортом [Текст] / В. К. Доля, І. Є. Іванов // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – 2013. – № 15 (204), Ч. 2 – С. 264–267.

References

1. Rao, D. P., Murthy, K. S. (1997). Urban passenger transportation. Inter-India Publications, 416.
2. Banister, D. (2002). Transport Planning. Spon Press, 317. doi: 10.4324/9780203449462
3. Simpson, B. J. (2003). Urban public transport today. E&FN Spon, 222. doi: 10.4324/9780203362235
4. Iles, R. (2005). Public Transport in Developing Countries. Elsevier, 478.
5. Efremov, I., Kobozev, V., Yudin, V. (1980). Teoriya gorodskih passazhirskih perezovok. Vysshaja shkola, 535.
6. Dolya, V. (2011). Pasazhirs'ki perezvezennja. Kharkiv: Vid-vo „Fort”, 507.
7. Fishbern, P. (1978). Teoriya poleznosti dlja prinjatija reshenij. Moscow: Nauka, 352.
8. Spirin, I. (2003). Organizacija i upravlenie passazhirskimi avtomobil'nymi perezovkami. Moscow: Akademija, 400.
9. Ignatenko, A. (1998). Organizacija avtobusnih perezvezenn' u mistah. Kiev: UTU, 196.
10. Dolya, V., Ivanov, I. (2013). Determination of mathematical model of transport mobility of population. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4/4 (64), 18–21. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/16333/13844>
11. Dolya, V., Ivanov, I. (2013). Distribution of transport mobility of city population between individual and public transport. Technology audit and production reserves, 4/2 (12), 31–34. Available at: <http://journals.uran.ua/tarp/article/view/16248/13677>
12. Dolya, V., Ivanov, I. (2013). Shhodo viznachennja koeficientu koristuvannja mis'kim pasazhirs'kim transportom. Visnik Shidnoukraïnskogo nacional'nogo universitetu im. V. Dalja, 15 (204), 264–267.

*Рекомендовано до публікації д-р техн. наук Доля В. К.
Дата надходження рукопису 22.05.2015*

Іванов Ігор Євгенович, кандидат технічних наук, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, вул. Революції, 12, м. Харків, Україна, 61002

E-mail: kafedra_tsl@ukr.net

Рогальський Роман Богданович, старший викладач, кафедра транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», вул. С. Бандери, 12, м. Львів, Україна, 79013

E-mail: robozo@ukr.net