

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

УДК 656.072:656.224

Є. В. НАГОРНИЙ<sup>1\*</sup>, І. Є. ІВАНОВ<sup>2\*</sup>

<sup>1\*</sup>Каф. «Транспортні технології», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, Україна, 61002, тел. +38 (057) 707 37 20, ел. пошта ktt@khadi.ua, ORCID 0000-0002-9813-2479

<sup>2\*</sup>Каф. «Транспортні технології», Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, Харків, Україна, 61002, тел. +38 (057) 707 37 20, ел. пошта zpavtotrance@ukr.net, ORCID 0000-0002-0336-6513

### Структура корисності обслуговування населення пасажирським транспортом

**Мета.** Дослідження спрямовано на розвиток науково-технологічних основ визначення корисності обслуговування населення пасажирським транспортом в умовах формування поетапного управління якістю. **Методика.** Структуру корисності обслуговування населення пасажирським транспортом визначено на основі розвитку системного представлення характеристичного впливу сприйняття результативності управлінських рішень із підвищення якості транспортного обслуговування на рухомість населення. Облік складних системних властивостей міського громадського пасажирського транспорту (МГПТ) реалізовано шляхом конструювання міжрівневих взаємозв'язків та встановлення методичних регламентів узгодження параметрів управління якістю транспортного обслуговування населення з показниками сприйняття його корисності. **Результати.** Представлена логічна послідовність формування рухомості населення ґрунтується на відтворенні загальних умов підвищення корисності транспортного обслуговування за рахунок поетапної реалізації керівних заходів, що дає можливість установа умов їх доцільності та параметризації. Для якісної оцінки технологічної корисності міського громадського пасажирського транспорту розроблено модель граничної корисності. Її подано у вигляді категорії, що відтворює зв'язок між отриманим результатом зміни показників якості транспортного обслуговування населення, споживчої корисності транспортного обслуговування та рівнем застосованих ресурсів. **Наукова новизна.** Формалізовано процедуру оцінки споживчої корисності міського громадського пасажирського транспорту, що на відміну від наявних ґрунтується на встановленні впливу технологічних параметрів роботи маршрутів на формування рухомості населення та забезпечує облік показників якості транспортного обслуговування населення в разі визначення граничної межі технологічної корисності управлінських заходів. **Практична значимість.** Застосування теорії корисності для вдосконалення роботи міського громадського пасажирського транспорту в цілому сприяє розвитку теорії управління пасажирськими перевезеннями та може значною мірою підвищити ефективність вибору раціональних керівних заходів, спрямованих на вдосконалювання технологічних процесів і поліпшення показників якості транспортного обслуговування населення. Установлено умови формування позитивного впливу споживчої корисності міського пасажирського транспорту на рухомість міського населення. На основі виділеного зв'язку в подальшому можна сформулювати систему параметрів оцінювання якості транспортного обслуговування населення.

**Ключові слова:** міський громадський пасажирський транспорт (МГПТ); корисність транспортного обслуговування; якість транспортного обслуговування; рухомість населення; функція граничної технологічної корисності управління

#### Вступ

У сучасній теорії управління соціально-економічними системами набули поширення моделі оцінювання сприйняття послуг спожи-

вачами, що ґрунтуються на застосуванні поняття корисності. При цьому акцентовано увагу на вивченні закономірностей сприйняття умов задоволення споживчого попиту, аналізі наданої

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

пропозиції, дослідженні внутрішніх процесів і визначенні результативних показників на елементному рівні представлення системи [7]. Використання теорії корисності в системах транспортного обслуговування виходить із деяких передумов. Перш за все мають на увазі, що пасажир завжди поводиться раціонально, тобто прагне отримати максимум користі, при цьому «корисність» є узагальненим суб'єктивним поняттям, яке застосовують для формування уявлення про доцільність реалізації пересування або ефективності впровадження керівних заходів [3]. Найважливіша характеристика корисності полягає в тому, що вона не має фізичного чи матеріального вираження, оскільки існує в свідомості споживача. Корисність послуги МГПТ полягає в його здатності задовольняти потреби населення в здійсненні транспортних переміщень із відповідним рівнем якості транспортного обслуговування населення (ЯТОН) [7].

Характерною особливістю сучасного розвитку МГПТ є необхідність вирішення завдань, пов'язаних із розглядом складних, важко описуваних процесів взаємодії об'єктів і явищ у межах багаторівневих функціональних підсистем [13]. Проблему підвищення ЯТОН МГПТ сьогодні потрібно вирішувати на основі комплексного розв'язання сукупності локальних технічних, технологічних, організаційних та соціальних завдань, що обумовлюється тісним взаємозв'язком різних аспектів функціонування міської транспортної системи як одного з показників забезпечення якості життя населення [10]. У зв'язку з цим важливим є розвиток системних досліджень у напрямі встановлення нових можливостей вирішення завдань управління ЯТОН на основі обліку складних системних властивостей МГПТ, у тому числі, шляхом конструювання міжрівневих взаємозв'язків та встановлення методичних регламентів узгодження параметрів управління з показниками сприйняття населенням корисності транспортного обслуговування.

### Мета

Незважаючи на значну наукову та практичну значимість проблеми підвищення ЯТОН, ступінь опрацювання питань оцінки корисності транспортного обслуговування населення з по-

зиції обліку сприйняття управлінських заходів вивчено недостатньо. Тому метою роботи є розвиток науково-технологічних основ визначення корисності транспортного обслуговування населення пасажирським транспортом в умовах формування поетапного управління якістю.

### Методика

Теорія корисності за своєю метою спрямована на формування уявлень про необхідність створення умов для повного та своєчасного задоволення потреб споживачів. Корисність можна розглядати як сукупність певних якісних або кількісних наслідків для індивідуума або суспільства [5]. Кожен із напрямів може бути у тій чи іншій мірі адаптований до конкретних завдань удосконалення транспортного обслуговування.

Теорії корисності у сфері пасажирських перевезень набула застосування за такими напрямками:

- формування раціональної маршрутно-ї мережі пасажирського транспорту [1];
- визначення пріоритету розвитку транспортної інфраструктури [11];
- впровадження інформаційної системи транспортного обслуговування населення [8];
- вибір рухомого складу [12];
- визначення параметрів транспортного обслуговування [2, 9, 14].

У системі міського пасажирського транспорту застосування теорії корисності може значною мірою підвищити результативність вибору раціональних керівних заходів та в цілому сприяти розвитку теорії управління пасажирськими перевезеннями і, відповідно, практичних рішень, направлених на вдосконалення технологічних процесів і поліпшення показників ЯТОН [2, 14].

У роботі [2] як показник, що відтворює корисність, використано час пересування. У роботах [9, 14] на основі обліку корисності транспортного обслуговування встановлено значення фактичного обсягу пересувань населення. Основним недоліком цих підходів є їх статичність, що виявляється в неможливості оцінки поетапної програми вдосконалення МГПТ. Обмеженість наявних підходів до розгляду корисності унеможливує облік впливу результати-

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

вності сукупності заходів на підвищення ЯТОН та обумовлює необхідність формалізації корисності транспортного обслуговування. За такого підходу ЯТОН може бути досліджено із системної й комплексної позиції через відтворення корисності МГПТ з погляду групи індивідуумів (споживачів) та з позиції вибору раціональних параметрів управління. Групою індивідуумів виступає сукупність пасажирів, що користуються як окремими маршрутами мережі, так і всім МГПТ. У такому поданні сутності споживачів послуг загальну корисність МГПТ можна представити у вигляді сукупності сприйманих суспільством та індивідуумом наслідків, обумовлених, звичайно, необхідністю або бажаністю поїздки.

Сама по собі корисність обслуговування МГПТ поки що не може бути формалізована

у вигляді строгої математичної функції з визначеною розмірністю й іншими ознаками однозначності її обчислення. Разом із тим якісне подання корисності МГПТ дозволяє в процесі реалізації досліджень описати значну частину взаємозв'язків між соціальними, економічними та технологічними параметрами процесів транспортного обслуговування населення міст з умов оцінки їх впливу на задоволення його рухливості та формування умов реалізації пересувань [4].

До структури корисності можна віднести дві основні категорії: споживчу та технологічну. На рис. 1 представлена структура формування елементів корисності транспортного обслуговування населення міським громадським пасажирським транспортом.

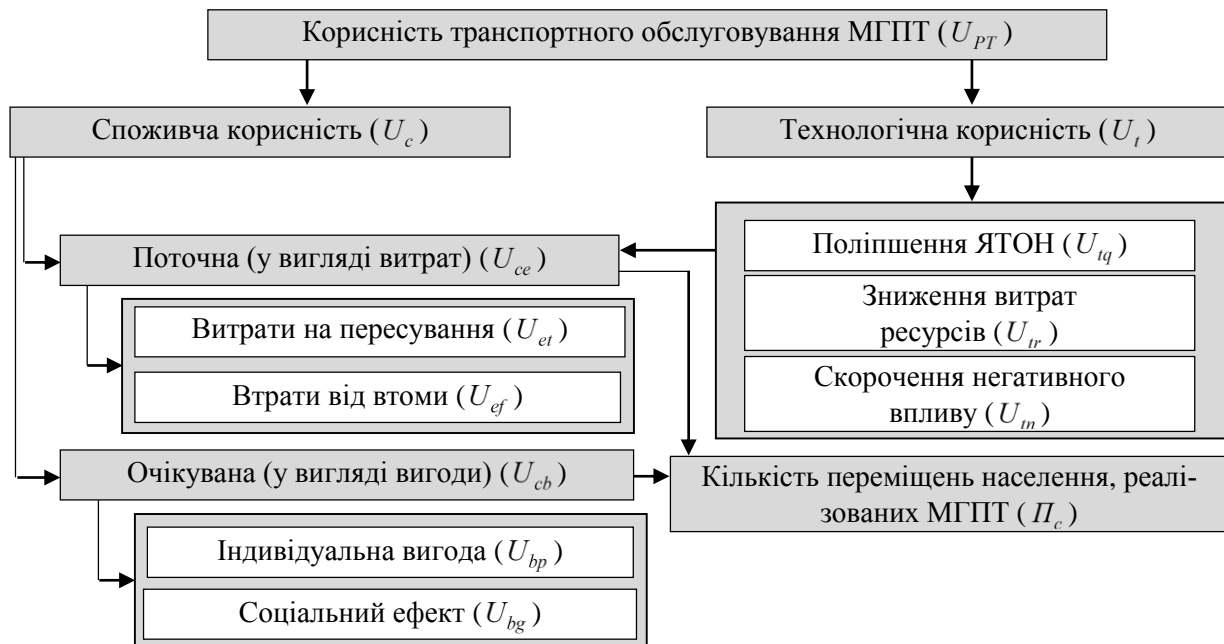


Рис. 1. Структурні складові корисності обслуговування міським громадським пасажирським транспортом

Fig. 1. Structural components of utility services of urban public passenger transport

Споживча корисність переміщень, реалізованих МГПТ ( $U_c$ ), може бути подана у вигляді наслідків у реальному часі ( $U_{ce}$ ) й довгостроковій перспективі ( $U_{cb}$ ). Наприклад, для трудових пересувань, характерна ситуація, за якої пасажир у реальному часі понесе витрати та буде відчувати транспортне стомлення під час

поїздки, що негативно впливає на загальний рівень корисності переміщень. У той же час пасажир відчуває якусь користь, що очікує його після реалізації поїздки: пасажир прибуває до пункту призначення, де може отримати реальну матеріальну винагороду або задоволення своїх життєвих потреб. У випадку реалізації транспортного переміщення одержання майбутньої

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

матеріальної винагороди або задоволення потреби в більшості випадків призведе до відчуття корисності всього заходу. У результаті розгляду малих корпоративних або генеральних сукупностей інших видів пересувань можна сформулювати загальну модель визначення споживчої корисності обслуговування МГПТ, що представлена у вигляді спільного обліку двох основних складових:

$$U_c = -U_{ce} + U_{cb}. \quad (1)$$

При цьому, подібно до поняття «дисконтування», отримана згодом вигода може сприйматися за спадною залежністю. Тоді споживчу корисність транспортного процесу можна виразити залежністю:

$$U_c = \sum_{i=1}^{N_p^c} \left( -U_{ef}^i - U_{et}^i + \sum_{\Delta\tau=1}^{t_n^U} U_o^i \cdot k_{\Delta\tau}^U \right), \quad (2)$$

де  $U_{ef}^i$  – поточна корисність для  $i$ -го індивідуума у вигляді втрат від транспортної втоми;  $N_p^c$  – кількість користувань МГПТ (кількість пасажирів);  $\Delta\tau$  – елементарний крок часу, у якому проявляється  $U_o^i$ , дн.;  $U_o^i$  – очікувана корисність для  $i$ -го пасажирів (індивідуума) в періоді  $t_n^U$  або одному якомусь  $\Delta\tau$ ;  $k_{\Delta\tau}^U$  – коефіцієнт зменшення за часом відчуття віддаленої корисності  $U_o$ ;  $U_{et}^i$  – витрати  $i$ -го пасажирів на пересування.

Наведена залежність не є математичною моделлю обчислення споживчої корисності обслуговування МГПТ. Представлена спроба формалізації корисності свідчить лише про зміст та складові, що за своїми ваговими коефіцієнтами (або функціями) суб'єктивно (індивідуально) або кількісно визначають корисність як базову категорію оцінювання МГПТ. Споживча корисність  $U_c$  є визначальним чинником у формуванні кількості переміщень населення, реалізованих МГПТ, –  $P_c$ . Залежність  $P_c = f(U_c)$  у загальному вигляді має пропорційний зв'язок, що дозволяє зробити висновок про можливість впливу на рівень рухомості через зміну поточної та очікуваної корисності. Звідси випливає, що в якійсь кількості потенційно можливих пе-

реміщень  $P_c$  їхня реалізація може не відбутися через відсутність корисності. Доцільність поїздки залежить від очікуваної вигоди

$$\sum_{\Delta\tau=1}^{t_n^U} U_o^i \cdot k_{\Delta\tau}^U$$

та від зведених витрат  $U_{ce}$ , до складу яких належать:

- загальні витрати на організацію транспортного процесу, що в основному визначаються собівартістю перевезень;
- опосередковані витрати часу на пересування, що можуть бути суб'єктивно зведені до їх вартісної інтерпретації;
- негативний вплив на суспільну продуктивність, що опосередковано впливає на сприйняття переміщення населенням;
- зведені до індивідуального та суспільного негативні соціальні наслідки транспортного процесу.

Якщо взяти до уваги те, що кількість реалізованих потенційних переміщень  $P_c$  залежить від корисності транспортного процесу, то можна затверджувати, що корисність визначає:

- загальну рухливість населення,  $P_c$ ;
- їх транспортну рухливість,  $P_{tc}$ ;
- рухливість містян на пасажирському транспорті загального користування,  $P_{pt}$ .

Технологічна корисність МГПТ ( $U_t$ ) являє собою внутрішню характеристику реалізації управлінських заходів. Саме по собі поняття технологічної корисності МГПТ не може бути в простому вигляді застосоване для оцінювання результативності внутрішніх процесів. Процедура встановлення рівня технологічної корисності МГПТ передбачає визначення характеристичного впливу на споживчу корисність транспортного обслуговування. Існує зв'язок між  $U_t$  та  $U_c$ , що виявляється у зміні  $U_{ce}$  через зміну умов реалізації поточних пересувань. Технологічна корисність МГПТ відтворює керівний вплив на процес з позиції ЯТОН ( $U_{tq}$ ), витрат ресурсів на здійснення транспортних операцій ( $U_{tr}$ ) та негативного впливу ( $U_{tm}$ ).

Розв'язання задачі підвищення ЯТОН потрібно розглядати в складі комплексної системи управління. Основою для цього є узгодження цільових інтересів споживачів транспортних

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

послуг. Для виконання мети, поставленої перед МГПТ, необхідне вирішення цілого комплексу завдань, які перш за все пов'язані з підвищенням його технологічної корисності. У разі реалізації керівних дій очікується поліпшення сукупності параметрів, що визначають  $U_{tq}$ ,  $U_{tr}$ ,  $U_m$ . При цьому відбудеться позитивний вплив на складові елементи поточної споживчої корисності  $U_{ce}$ . Це можливо за рахунок зниження витрат на пересування  $U_{et}$  та втрати відтоми  $U_{ef}$ . За своїм змістом зв'язок впливу набуває послідовності:

$$U_{tq} = \{U_{tq}, U_{tr}, U_m\} \rightarrow U_{ce} = \{U_{et}, U_{ef}\} \rightarrow U_c \rightarrow P_c. (3)$$

Представлена логічна послідовність зв'язку відтворює загальні умови підвищення корисності транспортного обслуговування за рахунок реалізації керуючих заходів, але не дає можливості встановлення умов їх доцільності та параметризації.

Для якісної оцінки технологічної корисності МГПТ можливо застосувати положення теорії граничної корисності. Гранична технологічна корисність МГПТ являє собою категорію, що

відтворює зв'язок між отриманим результатом транспортного обслуговування та обсягом застосованих ресурсів або параметрами керівних заходів. Принцип граничної технологічної корисності зводиться до такого: результативність діяльності МГПТ щодо зміни кількості реалізованих переміщень населення визначають корисністю граничного рівня, за якого можуть бути задоволені транспортні потреби з максимальним рівнем якості обслуговування. Він ґрунтується на використанні закону спадної корисності, що для МГПТ має такі ключові аспекти:

– зі зростанням рівня ЯТОН відбувається зниження витрат та втрат на реалізацію переміщення, що позитивно впливає на рівень споживчої корисності транспортного обслуговування МГПТ та забезпечує збільшення транспортної рухливості населення;

– зі зростанням рівня ЯТОН збільшується споживча корисність, але при цьому темп збільшення споживчої корисності МГПТ уповільнюється;

– перехід до кожного наступного ступеня ЯТОН знижує інтенсивність прирощення споживчої корисності МГПТ.

На рис. 2 представлена графічна інтерпретація зміни параметрів загальної корисності транспортного обслуговування МГПТ.

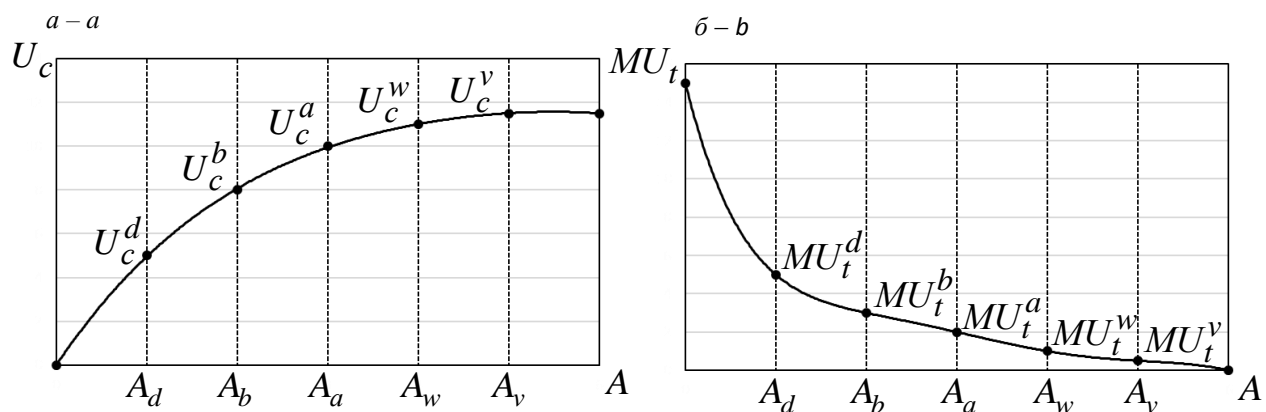


Рис. 2. Зміна корисності транспортного обслуговування:  
*a* – загальна споживча корисність; *b* – гранична корисність

Fig. 2. Changing utility transport services:  
*a* – general consumer utility; *b* – marginal utility

Аналіз представлених закономірностей зміни параметрів на рис. 2, *a* дає можливість виділити ряд характерних умов формування загаль-

ної споживчої ( $U_c$ ) та граничної корисності ( $MU_t$ ). Зі зростанням рівня ЯТОН у напрямі  $A_t \rightarrow A_v$  збільшується загальна корисність тра-

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

транспортного обслуговування МГПТ, що може бути представлено як поліпшення умов реалізації та підвищення кількості потенційних пересувань населення МГПТ ( $U_c$ ). Зі зростанням  $A$  темп збільшення  $U_c$  уповільнюється. У разі міжступеневого переходу ЯТОН ( $A_d \rightarrow A_b \rightarrow A_a \rightarrow A_w \rightarrow A_v$ ) відбувається зниження інтенсивності прирощення  $\Delta U_c^d$ ,  $\Delta U_c^b$ ,  $\Delta U_c^a$ ,  $\Delta U_c^w$ ,  $\Delta U_c^v$ . Виявлені тенденції дають змогу обґрунтувати можливість використання граничної технологічної корисності управління МГПТ  $MU_t$  в разі опису впливу керівних заходів на  $U_c$ . Як видно з рис. 2, б, якщо зростає ЯТОН у напрямі  $A_t \rightarrow A_v$ , відбувається зниження рівня приросту  $\Delta U_c$  та  $MU_t$ , що свідчить про наявність змінного характеру та граничної межі ефективності керівних заходів. Представлена функція граничної технологічної корисності управління МГПТ  $MU_t$ , очевидно, задовольняє вимоги:

$$\frac{dU_c(A)}{dA} < 0, \quad (4)$$

де  $dU_c(A)$  – приріст загальної споживчої корисності;  $dA$  – приріст ступеня ЯТОН.

Зазначена залежність показує, що функція монотонно спадає зі зростанням ЯТОН  $A_t \rightarrow A_v$ . Загальна накопичена споживча корисність являє собою площину фігури, що знаходиться під функцією корисності транспортного обслуговування:

$$TU_c(A_x) = \int_{A_{x-1}}^{A_x} U_c(A) dA, \quad (5)$$

де  $A_{x-1}$  – початкове значення ступеня ЯТОН;  $A_x$  – значення ступеня ЯТОН у точці  $x$ .

Граничну технологічну корисність управління МГПТ визначають похідною загальної накопиченої корисності:

$$MU_t(A) = \frac{dTU_c(A)}{dA}. \quad (6)$$

Здійснивши заміну у виразі (6) величини  $dTU_c(A)$  через використання залежності (5) для граничної технологічної корисності, отримуємо:

$$MU_t(A) = \frac{d}{dA} \left( \int_{A_{x-1}}^{A_x} U_c(\xi) d\xi \right) = U_c(A). \quad (7)$$

Як бачимо, гранична технологічна корисність  $MU_t$ , із позиції її представлення впливу на загальну споживчу корисність транспортного обслуговування МГПТ  $U_c$ , тотожна чій:

$$MU_t(A) \equiv U_c(A). \quad (8)$$

Тотожне рівняння свідчить про те, що обидва показники  $MU_t$  і  $U_c$  еквівалентні в сенсі можливості їх застосування для оцінки результативності управлінських заходів із поліпшення ЯТОН. На практиці це реалізують таким чином: будь-який технологічний управлінський захід, що забезпечує поліпшення ЯТОН, можна розглядати як дію, спрямовану на підвищення корисності транспортного обслуговування. Розглянемо поетапну реалізацію на маршруті МГПТ трьох управлінських заходів  $Z_m^r = \{z_{m1}^r, z_{m2}^r, z_{m3}^r\}$ . Перший захід ( $z_{m1}^r$ ) передбачає реалізацію конфігураційного управління перевізною здатністю рухомого складу на маршруті, другий ( $z_{m2}^r$ ) – організацію взаємодії суб'єктів маршрутного потоку в межах зупинних пунктів, а третій ( $z_{m3}^r$ ) – упровадження інформаційного супроводу транспортного обслуговування. У ході їх реалізації відбудеться досягнення зміни показників ЯТОН: у разі реалізації  $z_{m1}^r$  – із  $A_{x-1}$  до  $A_x$ , за реалізації  $z_{m2}^r$  – із  $A_x$  до  $A_{x+1}$ , за реалізації  $z_{m3}^r$  – із  $A_{x+1}$  до  $A_{x+2}$ . Для наочності представлення процесу припустимо, що приріст ЯТОН відбувається з однаковим інтервалом:

$$\Delta A_x = A_x - A_{x-1} = A_{x+1} - A_x = A_{x+2} - A_{x+1}. \quad (9)$$

Підвищення ЯТОН призведе до поетапного зростання споживчої корисності транспортного обслуговування МГПТ до  $U_c(A_x)$ ,  $U_c(A_{x+1})$ ,  $U_c(A_{x+2})$ , що в умовах неокласичної економіч-

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

ної теорії може означати, що також відбувся приріст граничної технологічної корисності  $MU_i(z_{mi}^r)$ . Із врахуванням тотожності виразу (8) величину приросту  $MU_i(z_{mi}^r)$  для кожного етапу реалізації управлінських рішень визначають різницею значень  $U_c(A_{xi})$ :

$$\Delta MU_i(z_{m1}^r) = U_c(A_x) - U_c(A_{x-1}); \quad (10)$$

$$\Delta MU_i(z_{m2}^r) = U_c(A_{x+1}) - U_c(A_x); \quad (11)$$

$$\Delta MU_i(z_{m3}^r) = U_c(A_{x+2}) - U_c(A_{x+1}). \quad (12)$$

Ураховуючи закономірність (4) та підставивши залежності (10)–(12) до виразу (6), отримаємо ранжування значень  $MU_i(z_{mi}^r)$  для кожного управлінського рішення:

$$\Delta MU_i(z_{m1}^r) > \Delta MU_i(z_{m2}^r) > \Delta MU_i(z_{m3}^r). \quad (13)$$

Наведена ситуація передбачає, що кожне наступне управлінське рішення хоч і має менше значення  $\Delta MU_i(z_{mi}^r)$ , однак сприймається споживачами як підвищення корисності  $U_c(A_x)$ . Виходячи з цього, можемо обґрунтувати твердження, що збільшення кількості управлінських заходів дає приріст споживчої корисності. Однак таке твердження є правдивим лише за умов використання парадигми раціональності споживачів, що лежить в основі неокласичної економічної теорії. Вона передбачає, що кожен пасажир проводить ретроспективну оцінку зміни ЯТОН із позиції запам'ятовування первинного стану  $A_{x-1}$  та досягнутого кінцевого результату  $A_{x+1}$ . При цьому обидва поняття (споживча корисність МГПТ та гранична технологічна корисність управління ЯТОН) дають ідентичний функціональний опис. Це обґрунтовує можливість оцінки граничної корисності на основі зміни показників ЯТОН.

В умовах обмеженої раціональності сприйняття ЯТОН достовірність тотожності (8) є проблематичною. Якщо припустити недосконалу пам'ять, що належить до особистого випадку обмеженої раціональності, функціональний опис споживчої корисності МГПТ та граничної технологічної корисності управління ЯТОН у загальному випадку відрізняється. За

будь-якого варіанта сприйняття процесу формування загальної оцінки являє собою накопичення корисності за всіма етапами реалізації управлінських рішень. Загальний абсолютний накопичений результат оцінюють як різницю базової корисності та корисності, отриманої на завершальному етапі. Для раціональної моделі сприйняття корисності вона має вигляд:

$$TU_c(z_{m3}^r) = U_c(A_{x-1}) + \sum_{i=1}^{z_m^r} U_c(A_{xi}), \quad (14)$$

де  $U_c(A_{x-1})$  – корисність за базового рівня ЯТОН, ютилів;  $U_c(A_{xi})$  – корисність, отримана від поліпшення ЯТОН через реалізацію управлінського заходу  $i$ , ютилів;  $z_m^r$  – кількість заходів управління.

Для нераціональної моделі сприйняття корисності:

$$TU_c(z_{m3}^r) = U_c(A_{x-1}) + \sum_{i=1}^{z_m^r} (U_c(A_{xi}) - \mu U_c^*(A_{xi})), \quad (15)$$

де  $\mu U_c^*(A_{xi})$  – втрата в часі сприйняття корисності, отриманої від поліпшення ЯТОН через реалізацію управлінського заходу  $i$ , ютилів.

В умовах нераціональної моделі сприйняття чинник часу відіграє негативну роль. Тому можна запропонувати для оцінки результативності управлінських заходів застосувати функцію приросту накопиченої корисності в часі у вигляді похідної виду:

$$\Delta TU_c(z_m^r) = \lim_{t_x^a \rightarrow 0} \frac{U_c(A_{x-1}) - U_c(A_{x+2})}{t_{x3}^a - t_{x0}^a}. \quad (16)$$

Якщо результат зміни ЯТОН  $A_x$  відбувається в момент часу  $t_{x1}^a$ , можна подати залежність (16) у вигляді:

$$\Delta TU_c(z_m^r) = \lim_{t_x^a \rightarrow 0} \frac{\Delta U_c(t_x^a)}{\Delta t_x^a}, \quad (17)$$

де  $U_c(A_{x-1})$  – абсолютний приріст корисності в часі, ютилів;  $U_c(A_{xi})$  – проміжок часу, протягом якого реалізують управлінські заходи.

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

У ході аналізу функції прирощення можна дійти висновку, що збільшення часу призводить до зниження споживчої корисності МГПТ. Розглянуті закономірності (15)–(17) можуть бути окремою моделлю поведінки споживачів. За своєю суттю її можна подати у вигляді песимістичного підходу до оцінювання результативності управлінських заходів.

## Результати

За допомогою таблично-графічної моделі представимо опис ситуацій сприйняття управлінських заходів з підвищення ЯТОН із використанням різних типів споживчої пам'яті. У табл. 1 наведена модель сприйняття технологічної корисності транспортного обслуговування.

Таблиця 1

## Таблична модель сприйняття технологічної корисності транспортного обслуговування

Table 1

## Tabular model perception of technological utility of transport services

Етап зміни ЯТОН	Поточна оцінка корисності, ютилів	Ретроспективна оцінка корисності управлінських рішень, ютилів	
		Раціональне	Нераціональне
1	6	6	3
2	4	4	2
3	2	2	1
Разом	12	12	6

Застосування принципу короткотривалої споживчої пам'яті передбачає, що існує період, протягом якого на споживача транспортних послуг діє ефект насичення. Поетапна реалізація управлінських заходів полягає в їх утіленні в моменти часу  $t_{x1}^a$ ,  $t_{x2}^a$ ,  $t_{x3}^a$  з відповідними інтервалами. Зміну споживчої корисності МГПТ визначають у ці моменти часу. У подальшому періоді спостерігаються ефекти змивання пам'яті споживача, у ході якого відбувається свого роду обнулення  $U_c(A_x)$ . Наприклад, у ході реалізації управлінських заходів досяг-

нуто таких значень:  $U_c(z_{m1}^r) = 6$  ютилів,  $U_c(z_{m2}^r) = 4$  ютилів,  $U_c(z_{m3}^r) = 2$  ютилі. Оцінку корисності  $U_c(A_x)$  установлюють у ході сервісно-ресурсного моделювання параметрів роботи маршруту МГПТ через зміну показників, що визначають ЯТОН. Базовий стан МГПТ забезпечує  $U_c(A_{x-1}) = 8$  ютилів. Різниця між раціональним та нераціональним сприйняттям управлінських рішень полягає в такому: пасажир із раціональним сприйняттям пам'ятає початковий стан ЯТОН та оцінює корисність усіх реалізованих заходів загалом щодо цього стану. Його сприйняття повністю відповідає об'єктивній оцінці, а саме:  $U_c(z_{m1}^r) = 6$  ютилів,  $U_c(z_{m2}^r) = 4$  ютилі,  $U_c(z_{m3}^r) = 2$  ютилі. Загальна оцінка корисності транспортного обслуговування в цьому випадку буде складати 18 ютилів. На рис. 3 представлена графічна інтерпретація формування оцінки корисності для раціонального сприйняття етапів зміни ЯТОН.

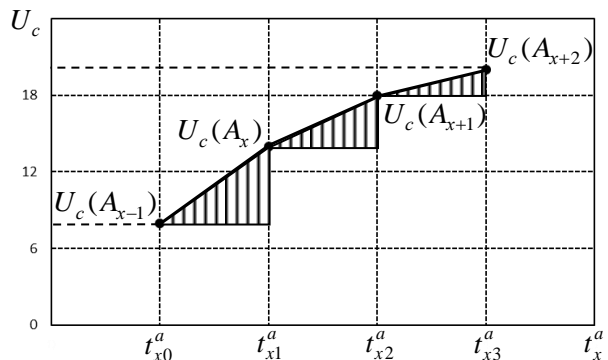


Рис. 3. Графічна інтерпретація формування оцінки корисності за раціонального сприйняття

Fig. 3. Graphic interpretation of evaluation's formation of the rational perceived utility

Графічна інтерпретація формування оцінки корисності транспортного обслуговування для нераціонального сприйняття етапів зміни ЯТОН подана на рис. 4.

Пасажир із нераціональною пам'яттю оцінює кожен етап окремо стосовно не початкового стану, а попереднього. Одержана оцінка корисності ґрунтується на порівнянні двох суміжних станів транспортного обслуговування. За таких умов кожна оцінка буде меншою ніж



## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

об'єктивна оцінка результативності заходів, наприклад,  $U_c(z_{m1}^r) = 3$  ютилі,  $U_c(z_{m2}^r) = 2$  ютилі,  $U_c(z_{m3}^r) = 1$  ютиль. При цьому фактична загальна оцінка корисності транспортного обслуговування складає 6 ютилів і є меншою тому, що кожен захід порівнюють з поточним станом.

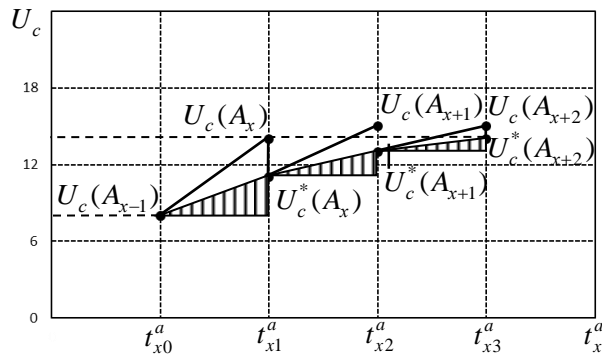


Рис. 4. Графічна інтерпретація формування оцінки корисності за нерационального сприйняття

Fig. 4. Graphic interpretation of evaluation's formation of the irrational perceived utility

Доцільність реалізації управлінських заходів визначають на основі граничної результативності керівних заходів ( $MU_t(z_m^r)$ ). В умовах, коли сприйняття корисності від впровадження заходів поліпшення ЯТОН у кожного пасажера може набувати різної форми, доцільно представити оцінювання граничної результативності керівних заходів у вигляді мінімаксної функції. Значення абсолютного рівня  $MU_t(z_m^r)$  визначають шляхом вибору найкращої функції  $U_c(A_x)$  із параметричної множини  $U_c(A_i)$  на множині  $A_x^q = \{a_x\}, (x = \overline{1, n_q})$ . Функцію розподілу величини зміни сприйняття корисності у часі  $U_c(t_{xi}^a)$  знаходять із множини  $U_c^t = \{u_x\}, (x = \overline{1, g_u})$ , що визначає функції щільності зміни сприйняття пасажерами в часі. Основна суть використання мінімаксного методу ґрунтується на припущенні про використання найкращої функції опису зміни ЯТОН від параметрів її визначення та найгіршої моделі сприйняття її в часі:

$$MU_t = \sum_{y=1}^{q_p} \min_{a_i \in A_x^q} \max_{p(u_x) \in U_c^t} \int_{t_{x0}^a}^{t_{x3}^a} U_c(A_x) U_c(t_{xi}^a) dt_x^a, (18)$$

де  $q_p^r$  – кількість споживачів послуг.

Аналіз характеру та змісту моделі визначення граничної результативності дає можливість зробити ряд основоположних висновків щодо формування керівних заходів із підвищення ЯТОН:

- вплив на споживчу корисність МГПТ можливий шляхом реалізації сукупності заходів, спрямованих на підвищення ступеня ЯТОН, та виражається у вигляді збільшення рухомості міського населення;

- визначення рівня транспортної рухомості населення на МГПТ є первинним етапом установлення рівня його споживчої корисності та може бути використане як оцінка сервісних характеристик наявного попиту;

- реалізація управлінських заходів повинна бути комплексною, що дає можливість скоротити період формування накопиченого сприйняття корисності МГПТ та знизити ефект короткотривалої споживчої пам'яті.

### Наукова новизна та практична значимість

Автори цієї роботи формалізували процедуру оцінки споживчої корисності МГПТ, що на відміну від наявних ґрунтується на встановленні впливу технологічних параметрів роботи маршрутів на формування рухомості населення та забезпечує облік показників ЯТОН у разі визначення граничної межі технологічної корисності управлінських заходів. Застосування теорії корисності для вдосконалення роботи міського громадського пасажирського транспорту в цілому сприяє розвитку теорії управління пасажирськими перевезеннями та може значною мірою підвищити ефективність вибору раціональних керівних заходів, спрямованих на вдосконалення технологічних процесів і поліпшення показників якості транспортного обслуговування населення.

**Висновки**

Для визначення результативності управлінських заходів із поліпшення ЯТОН доцільно застосувати принципи оцінки граничної технологічної корисності МГПТ, що являє собою категорію, яка відтворює зв'язок між отриманим результатом транспортного обслуговування та обсягом застосованих ресурсів або параметрами керівних заходів. Складовим елементом параметризації технологічної корисності МГПТ з позиції оцінювання рівня ЯТОН є рухомість населення, яку безпосередньо форму-

ють на основі обліку умов реалізації транспортних пересувань у реальному часі й довгостроковій перспективі.

Доцільність реалізації управлінських заходів визначають на основі граничної результативності керівних заходів. За різних умов сприйняття корисності від упровадження заходів поліпшення ЯТОН у пасажирів доцільно представити оцінювання граничної результативності керівних заходів у вигляді мінімаксної функції яка описує поетапність вибору управлінських рішень.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Андреев К. П. Совершенствование городской маршрутной сети. *Надежность и качество сложных систем*. 2017. № 3 (19). С. 102–106. DOI: <https://doi.org/10.21685/2307-4205-2017-3-15>
2. Донченко В. В., Филиппова Р. В. Анализ теоретических подходов к оценке издержек, связанных с ненадежностью транспортных корреспонденций городского пассажирского транспорта и временем транспортных передвижений городского населения. *Вестник университета*. 2018. № 5. С. 95–103. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-5-95-103>
3. Іванов І. Є., Рогальський Р. Б. Визначення корисності системи міського пасажирського транспорту. *Science Rise*. 2015. № 6/2 (11). С. 30–33. DOI: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.43327>
4. Штоцкая А. А., Михайлов А. Ю. Оценка транспортной подвижности населения на основе дезагрегированных моделей. *Вестник Иркутского государственного технического университета*. 2017. Т. 21, № 5 (124). С. 199–207. DOI: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-5-199-207>
5. Dyer J. S. Multiattribute utility theory (MAUT). *Multiple Criteria Decision Analysis*. Springer, 2016. P. 285–314. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_8)
6. Hirsh J. B., Lu J. G., Galinsky A. D. Moral utility theory : Understanding the motivation to behave (un)ethically. *Research in Organizational Behavior*. 2018. Vol. 38. P. 43–59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.riob.2018.10.002>
7. Ivanov I. The structure of the model of transition of states of quality of transport service of passengers. The VIII International Science Conference «Problems and tasks of modernity and approaches to their solution», (Tokyo, 02–05 March, 2021). Tokyo, 2021. P. 245–248. DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.I.VIII>
8. Keller C., Struwe S., Titov W., Schlegel T. Understanding the usefulness and acceptance of adaptivity in smart public transport. *HCI : International Conference on Human-Computer Interaction*. 2019. P. 307–326. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-22666-4\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-030-22666-4_23)
9. Klos-Adamkiewicz Z. Value of services for passenger in public transport – theoretical approach. *European Journal of Service Management*. 2018. Vol. 25. P. 125–131. DOI: <https://doi.org/10.18276/ejasm.2018.25-15>
10. Lee R. J., Sener I. N. Transportation planning and quality of life : Where do they intersect? *Transport policy*. 2016. Vol. 48. P. 146–155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.004>
11. Papathanasiou N., Adey B. T. Usefulness of quantifying effects on transport service when comparing intervention strategies. *Infrastructure Asset Management*. 2020. Vol. 7 (3). P. 167–189. DOI: <https://doi.org/10.1680/jinam.19.00071>
12. Świdorski A., Józwiak A., Jachimowski R. Operational quality measures of vehicles applied for the transport services evaluation using artificial neural networks. *Eksplotacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2018. Vol. 20 (2). P. 292–299. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2018.2.16>
13. Vdovychenko V. Fuzzy productive model of sustainable development of urban public passenger transport. *Автомобільний транспорт*. 2017. № 41. С. 91–95. DOI: <https://doi.org/10.30977/at.2219-8342.2017.41.0>
14. Zhuk M., Pivtorak H., Kovalyshyn V., Gits I. Development of a Multinomial Logitmodel to Choose a Transportation Mode for Intercity Travel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 3, № 3 (105). P. 69–77. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205868>

Y. V. NAHORNYI<sup>1\*</sup>, I. Y. IVANOV<sup>2\*</sup><sup>1\*</sup>Dep. «Transport Technology», Kharkiv National Automobile and Highway University, Yaroslava Mudroho St., 25, Kharkiv, Ukraine, 61002, tel. +38 (057) 707 37 20, e-mail ktt@khadi.ua, ORCID 0000-0002-9813-2479<sup>2\*</sup> Dep. «Transport Technology», Kharkiv National Automobile and Highway University, Yaroslava Mudroho St., 25, Kharkiv, Ukraine, 61002, tel. +38 (057) 707 37 20, e-mail zpavtotrance@ukr.net, ORCID 0000-0002-0336-6513

## Structure of Passenger Transport Service Utility for Population

**Purpose.** The research is aimed at the development of scientific and technological bases for determining the utility of passenger transport services for the population in the conditions of formation of phased quality management. **Methodology.** The structure of the utility of passenger transport services for the population is determined on the basis of developing a systematic representation of the characteristic impact of the perception of management decisions effectiveness for improving the quality of transport services on mobility. The account of complex system properties of city public passenger transport is realized by construction of interlevel interrelations and establishment of methodical regulations for coordinating the parameters of quality management of public transport service with the indicators of its utility perception. **Findings.** The presented logical sequence of population mobility formation is based on reproduction of the general conditions of increasing transport service utility due to step-by-step realization of control actions that makes it possible to establish conditions of their expediency and parameterization. A model of marginal utility has been developed to qualitatively assess the technological utility of urban public passenger transport. It is presented in the form of a category that reproduces the relationship between the result of changes in the quality of transport services, consumer utility of transport services and the level of resources used. **Originality.** The procedure for assessing the consumer utility of urban public passenger transport has been formalized, which, in contrast to the existing ones, is based on the established impact of technological parameters of routes on the formation of population mobility and ensures accounting of transport service quality indicators in determining the technological utility. **Practical value.** The application of the theory of utility in improving the operation of urban public passenger transport in general contributes to the development of the theory of passenger traffic management and can significantly increase the effectiveness of the choice of rational management measures to improve technological processes and the quality of transport services. The conditions for the formation of a positive impact of consumer utility of urban passenger transport on the mobility of the urban population are established. Based on the selected connection, it is possible to form a system of parameters for assessing the quality of public transport services.

**Keywords:** urban public passenger transport; transport service utility; transport service quality; population mobility; function of technological marginal utility management

### REFERENCES

1. Andreev, K. P. (2017). Improvement of the city route network. *Reliability & Quality of Complex Systems*, 3(19), 102-106. DOI: <https://doi.org/10.21685/2307-4205-2017-3-15> (in Russian)
2. Donchenko, V., & Filippova, R. (2018). Analysis of theoretical approaches to estimation of economic valuation of travel time variability and the value of travel time savings of urban passenger transport. *Vestnik universiteta*, 5, 95-103. DOI: <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2018-5-95-103> (in Russian)
3. Ivanov, I. E., & Rohalskyi, R. B. (2015). Definition of usefulness of public passenger transport system. *Science Rise*, 6/2(11), 30-33. DOI: <https://doi.org/10.15587/2313-8416.2015.43327> (in Ukrainian)
4. Shtotskaya, A. A., & Mikhailov, A. Y. (2017). Disaggregated model-based assessment of population transport mobility. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*, 21(5(124)), 199-207. DOI: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-5-199-207> (in Russian)
5. Dyer, J. S. (2016). Multiattribute Utility Theory (MAUT). In *Multiple Criteria Decision Analysis* (pp. 285-314). Springer. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4_8) (in English)
6. Hirsh, J. B., Lu, J. G., & Galinsky, A. D. (2018). Moral Utility Theory: Understanding the motivation to behave (un)ethically. *Research in Organizational Behavior*, 38, 43-59. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.riob.2018.10.002> (in English)

## ЕКОНОМІКА ТА УПРАВЛІННЯ

7. Ivanov, I. (2021). The structure of the model of transition of states of quality of transport service of passengers. In The VIII International Science Conference «*Problems and tasks of modernity and approaches to their solution*» (pp. 245-248). DOI: <https://doi.org/10.46299/ISG.2021.I.VIII> (in English)
8. Keller, C., Struwe, S., Titov, W., & Schlegel, T. (2019). Understanding the usefulness and acceptance of adaptivity in smart public transport. In *HCII: International Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 307-326). DOI: <https://doi.org/10.1680/jinam.19.00071> (in English)
9. Kłos-Adamkiewicz, Z. (2018). Value of services for passenger in public transport – theoretical approach. *European Journal of Service Management*, 25, 125–131. DOI: <https://doi.org/10.18276/ejasm.2018.25-15> (in English)
10. Lee, R. J., & Sener, I. N. (2016). Transportation planning and quality of life: Where do they intersect? *Transport Policy*, 48, 146-155. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2016.03.004> (in English)
11. Papathanasiou, N., & Adey, B. T. (2020). Usefulness of quantifying effects on rail service when comparing intervention strategies. *Infrastructure Asset Management*, 7(3), 167-189. DOI: <https://doi.org/10.1680/jinam.19.00071> (in English)
12. Świdorski, A., Józwiak, A., & Jachimowski, R. (2018). Operational quality measures of vehicles applied for the transport services evaluation using artificial neural networks. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 20(2), 292-299. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2018.2.16> (in English)
13. Vdovychenko, V. (2017). Fuzzy productive model of sustainable development of urban public passenger transport. *Automobile Transport*, 41, 91-95. DOI: <https://doi.org/10.30977/at.2219-8342.2017.41.0> (in English)
14. Zhuk, M., Pivtorak, H., Kovalyshyn, V., & Gits, I. (2020). Development of a multinomial logit-model to choose a transportation mode for intercity travel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(3(105)), 69-77. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.205868> (in English)

Надійшла до редколегії: 09.11.2020

Прийнята до друку: 09.03.2021