

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ НА МПТ З ПОЗИЦІЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ МІСТ

Д.Є. Гузійов, здобувач

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Сталий міський транспорт - це система, що забезпечує постійну високоякісну мобільність і зручність користування транспортом для всього населення в довгостроковій перспективі, одночасно надає позитивний вплив на навколишнє середовище, а також соціальну та економічну стійкість місцевого співтовариства в цілому. Транспортна система міста є потужним споживачем ресурсів. В загальному понятті ресурси - це запаси чого-небудь, що можна використовувати у разі потреби.

Одним із принципів системного підходу при розгляді МПТ передбачає поєднання цільових інтересів усіх її елементів [1-8]. Взаємний вплив між цільовими інтересами елементів МПТ базуються на наявності зв'язків між її елементами. Оцінку стану МПТ доцільно проводити на основі виділених критеріїв ефективності, які повинні відповідати ряду вимог: бути узгодженими з метою оцінки стану системи, забезпечувати комплексність оцінки, володіти високим ступенем об'єктивності оцінки. Так як міська пасажирська транспортна система є складовим елементом міської системи, то в якості критерію оцінки ефективності міської пасажирської системи можна виділити поняття потенціалу міського транспортного середовища, яке визначається сукупністю характеристик стану міських підсистем які впливають рівень її ефективності і є чинником який у значній мірі визначає якість життя міського населення. Потенціал міського середовища стає одним з центральних стрижневих орієнтирів існування сучасних соціально-економічних систем міст. Стан МПТ можна оцінити інтегрованим показником, який характеризує множинне стан всіх складових її підсистем:

$$SS_{CPTS} \ni [S_{TI} \cup S_{ITP} \cup S_{PPT} \cup S_p \cup S_{UI}], \quad (1)$$

де S_{TI} - стан підсистеми «транспортна інфраструктура» (ТІ) описується безліччю станів її параметрів $\{m_1, m_2, \dots, m_n\}$;

S_{ITP} - стан підсистеми «індивідуальний моторизований пасажирський транспорт» (ІМПТ) описується безліччю станів її параметрів $\{v_1, v_2, \dots, v_n\}$;

S_{PPT} - стан підсистеми «пасажирський транспорт загального користування» (МТЗК) описується безліччю станів її параметрів $\{g_1, g_2, \dots, g_n\}$;

S_p - стан підсистеми «споживачі транспортних послуг» (СПП) описується безліччю станів її параметрів $\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$;

S_{UI} - стан підсистеми «міська інфраструктура» (МІ) описується безліччю станів її параметрів $\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$.

Рівень підсистем МПТ визначається ефективністю їх стану. Ефективність передбачає поєднання оцінки якісної характеристики та обсягу використаних ресурсів, що використовуються для її забезпечення.

Ефективність використання ресурсів традиційно визначають через значення абсолютного або відносного рівня їх витрат. Умови роботи транспортної системи вимагають пошуку альтернативних показників оцінки ефективності використання

ресурсів МПТ. Вирішення цієї задачі можливе за рахунок використання для оцінки ресурсів МПТ не показника наявності ресурсів, а їх резерву. В разі наявності значного обсягу резервів питання їх збереження не стає так гостро, як за умов обмеження або навіть дефіциту ресурсів. Обмеження та диспропорція між резервами ресурсів транспортної системи міста призводить до того, що транспортна система не може функціонувати ефективно при цьому її стан можна визначити як не стабільний. Основним критерієм стану функціонування МПТ є не наявність ресурсу, а його резерв. Резерв ресурсу МПТ у загальному вигляді представляється як різниця між обсягом доступного резерву (тобто максимально можливим у відповідному стані системи) і тим що використано іншими учасниками транспортної системи. Резерв ресурсу МПТ можна визначити за формулою:

$$RR_i = RN_i - RV_i, \quad (2)$$

де RN_i - загальний обсяг доступного до використання i -го ресурсу транспортної системи міста;

RV_i - обсяг i -го ресурсу який використовується учасниками системи.

Використання резерву ресурсу як оціночного критерію стану МПТ дозволяє оцінити рівень ресурсозабезпечення технологічних процесів і відображає рівень надійності функціонування системи при стохастичній зміні параметрів її роботи. Для оцінки рівня ресурсів елементів МПТ може бути використаний коефіцієнт ресурсних можливостей:

$$K_i = \frac{RZ_i}{R_i}, \quad (3)$$

де RZ_i - резерв ресурсу МПТ i – го виду;

R_i - обсяг доступного ресурсу МПТ i – го виду;

i - кількість видів ресурсів МПТ.

Стан резервних можливостей підсистем МПТ описані безліччю станів її параметрів і визначається на основі коефіцієнтів ресурсних можливостей. Для підсистеми «транспортна інфраструктура» коефіцієнт ресурсних можливостей визначається як сукупність значень для розглянутих ділянок транспортної мережі:

$$K_{\Pi} = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot KR_{CSi}}{\sum_{i=1}^n N_i} + \frac{\sum_{j=1}^m N_j \cdot KR_{Sj}}{\sum_{j=1}^m N_j}, \quad (4)$$

де KR_{CSi} - коефіцієнт наявності резерву ресурсу «пропускна здатність ВДМ» для i -ої ділянки транспортної мережі;

KR_{CSkj} - коефіцієнт наявності резерву ресурсу «пропускна здатність транспортного вузла» для j -ого вузла транспортної мережі;

N_i - інтенсивність руху по i -ій ділянці мережі, авт./год;

N_j - інтенсивність руху по j -ому вузла транспортної мережі, авт./год;

n - загальна кількість ділянок ВДМ міста;

m - загальна кількість вузлів ВДМ міста.

Стан резервних можливостей підсистеми «індивідуальний моторизований пасажирський транспорт» визначається як сукупність значень коефіцієнтів ресурсних можливостей часу для пересувань реалізованих на індивідуальному транспорті:

$$K_{IPT} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{IVTj} \cdot N_j}{\sum_{j=1}^n N_j} + \frac{\sum_{j=1}^m K_{IVTj} \cdot N_j}{\sum_{j=1}^m N_j}, \quad (5)$$

де K_{IVTi} - коефіцієнт ресурсних можливостей часу для i -ої ділянки транспортної мережі;

K_{IVTj} - коефіцієнт ресурсних можливостей часу для j -ого вузла транспортної мережі;

N_i - інтенсивність руху по i -ій ділянці мережі, авт./год;

N_j - інтенсивність руху по j -ому вузла транспортної мережі, авт./год;

n - загальна кількість ділянок ВДМ міста;

m - загальна кількість вузлів ВДМ міста.

Стан резервних можливостей підсистеми «пасажирський транспорт загального користування» визначається як сукупність значень коефіцієнтів ресурсних можливостей для маршрутів пересувань МПТ:

$$K_{PPT} = \frac{\sum_{j=1}^n K_{PVTj} \cdot F_j}{\sum_{j=1}^n F_j} + \frac{\sum_{j=1}^n K_{RFTj} \cdot Q_j}{\sum_{j=1}^n Q_j}, \quad (6)$$

де K_{PVTj} - коефіцієнт ресурсних провізних можливостей для j - го маршруту мережі;

K_{RFTj} - коефіцієнт фінансових ресурсних можливостей транспорту для j - го маршруту;

F_j - максимальний пасажиропотік на j - му маршруті, пас/год;

Q_j - обсяг перевезень на j - му маршруті, пас;

n - загальна кількість маршрутів мережі.

Стан резервних можливостей підсистеми «споживачі транспортних послуг» визначається як сукупність значень коефіцієнтів ресурсних можливостей для категорій окремих соціальних груп населення

$$K_P = \frac{\sum_{m=1}^n K_{RTPm} \cdot Q_S \cdot \lambda_m}{\sum_{m=1}^n Q_S \cdot \lambda_m}, \quad (7)$$

де K_{RTPm} - коефіцієнт ресурсних можливостей часу для m -ї соціальної групи пасажирів;

Q_S - загальний обсяг перевезень, пас.;

λ_m - питома вага m -ої соціальної групи населення;

m - кількість соціальних груп пасажирів.

Стан резервних можливостей підсистеми «міська інфраструктура» визначається як сукупність значень коефіцієнтів ресурсних можливостей для елементів міського середовища

$$K_{UI} = \frac{\sum_{k=1}^n K_{RFCk} \cdot S_{Lk}}{\sum_{k=1}^n S_{Lk}} + \frac{\sum_{k=1}^n K_{RBRk} \cdot S_{Lk}}{\sum_{k=1}^n S_{Lk}}, \quad (8)$$

де K_{RECK} - коефіцієнт ресурсних можливостей екологічної середовища для k -ї територіальної структури міста;

K_{RBRk} - коефіцієнт ресурсних можливостей транспортної безпеки для k -ї територіальної структури міста;

S_{Lk} - площа k -ї територіальної структури міста;

k - кількість територіальних структур міста.

Одним із ключових показників, які визначають ефективність функціонування будь-якої складної системи, є її ресурсний потенціал. Ресурсний потенціал МПТ відображає ступінь стану системи, показує можливості досягнення цілей функціонування системи і може бути визначений на основі його ресурсних можливостей:

$$P_{CPTS} = K_{TI} + K_{ITP} + K_{RTP} + K_P + K_{UI}, \quad (9)$$

Оцінка потенціалу МПТ є початковим етапом розробки заходів підвищення ефективності функціонування МПТ. На основі проведених розрахунків для кожного структурного елементу, можливо виявити значення загального потенціалу системи та її приватних складових. Потенціал МПТ є ключовим чинником, що визначає можливості забезпечення сталого розвитку транспортної та міської системи. Використання для оцінки потенціалу МПТ ресурсних можливостей дозволяє виділити елементні об'єкти підсистем знаходяться в критичному стані і сформулювати концепцію вдосконалення умов її функціонування. Потенціал МПТ – це здатність системи досягати поставленої мети. Виділення мети функціонування МПТ на перший погляд не представляє особливих труднощів і зазвичай представляється фахівцями-транспортниками як забезпечення потреб у переміщенні мешканців міста з відповідним рівнем якості. За такою метою працюють майже всі МПТ сучасних міст. Основна низка технологічних, проектних, організаційних заходів спрямовується на вирішення поточних завдань МПТ. Але внаслідок того, що транспортна система відноситься до складних систем і має достатній рівень складних властивостей виникає необхідність корегування цієї мети, а саме можна сформулювати мету МПТ в тому, що він повинен мати високу ступінь надійності і можливість саморозвитку.

Надійність системи багато в чому може бути забезпечена за рахунок можливості її розвитку. Люба система яка має можливість розвитку обов'язково має можливість забезпечити високу надійність. Впровадження цього принципу у функціонування МПТ дозволяє отримати як досягнення визначеної мети в поточному періоді так і в майбутньому.

Потенціал МПТ з позицій сталого розвитку можна оцінити за допомогою коефіцієнту розвитку системи. Коефіцієнт розвитку МПТ відображає стан його функціонування відносно двох основних показників системи: результату роботи і рівня ресурсів, що використовуються для досягнення цих результатів

$$K_R = I_Q \cdot П_{СРТС} \rightarrow \max, \quad (10)$$

де I_Q - комплексний показник якості функціонування МПТ;

$П_{СРТС}$ - коефіцієнт ресурсних можливостей МПТ.

Комплексний показник якості функціонування МПТ відображає якісний рівень функціонування МПТ. Під комплексним показником якості функціонування МПТ розуміється показник, що враховує ваговий коефіцієнт кожного показника якості та рівень співвідношення фактичного значення показника якості транспортних послуг до нормативного значення прийнятого для задоволення потреб пасажирів

$$I_Q = \sum_{i=1}^n \frac{I_i}{IN_i} \cdot KI_i, \quad (11)$$

де I_i - i -й показник якості транспортних послуг;

IN_i - нормативне значення i -го показника якості транспортних послуг;

KI_i - ваговий коефіцієнт i -го показнику якості транспортних послуг;

n - загальна кількість показників якості транспортних послуг.

До показників якості транспортних послуг слід віднести дві групи показників. Перша група - це часові показники до яких входить: час, що витрачається пасажиром на пересування, час очікування транспортного засобу на зупиночному пункті, час на виконання операцій пов'язаних з пересадкою між різними маршрутами МПТ. Друга група характеризує рівень комфорту пасажирів під час пересування: рівень заповнення транспортних засобів, втомлюваність пасажирів під час поїздки. Для визначення фактичного та нормативного значення показників якості транспортних послуг можна використати наявні методики розрахунку техніко-експлуатаційних показників роботи МПТ.

Література.

1. Вдовиченко, В.О. (2017) Структура оцінки ефективності міського громадського пасажирського транспорту з позицій сталого розвитку. *Наукові нотатки*. 59. 38-44.

2. Markevych, A., Vdovychenko, V., Ivanov, I. (2021) Influence of bus service downtime in the transport interchange on the duration of inter-route transfer of passengers. *Technology Audit and Production Reserves*. 3/2(59). 6-10. <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2021.231465>

3. Вдовиченко В.О. (2017) Сервісно-ресурсна модель функціонування міського громадського пасажирського транспорту. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. №2(103). 82-90.

4. Вдовиченко, В.О. (2016) Формування сервісно-ресурсних умов сталості міського громадського пасажирського транспорту. *Технологічний аудит та резерви виробництва*. 6/2(32). 47-52.

5. Vdovychenko, V. (2020) Assessment of the influence of the time spent by vehicles at the stopping point of urban passenger transport on the level of conflict in the interaction of the route flow. *Technology Audit and Production Reserves*. 3/2(53). 47-51. <https://doi.org/10.15587/2312-8372.2020.206382>

6. Вдовиченко, В. О., Іванов , І. Є., Підлубний , С. Ю., & Васильєв , М. К. (2023). Оцінка впливу пріоритетного руху міського громадського пасажирського транспорту на якість обслуговування пасажирів. *Автомобільний транспорт*, (52), 54–63. <https://doi.org/10.30977/АТ.2219-8342.2023.52.0.06>

7. Vdovychenko, V., Ivanov, I., Pidlubnyi, S. (2022). Assessment of the impact of traffic conditions on the availability of transport services of the city bus route. *Technology Audit and Production Reserves*, 3 (2 (65)), 45–50. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.260488>

8. Іванов І.Є., Вдовиченко В.О. (2021) Структура адаптивної резонансної моделі управління якістю транспортного обслуговування міським громадським пасажирським транспортом. *Автомобіль і електроніка. Сучасні технології*. 19. 54-67. <https://doi.org/10.30977/VIET.2021.19.0.60>