

виразом (2), а у перевірці можливості виконання обмежень (3) при заданому числі змін роботи рухомого складу. При цьому, неможливість виконання умов (3) вказує на необхідність додавання почергово денної та нічної зміни. Мінімальна кількість змін може бути визначена на підставі виразу (1). Враховуючи що, як правило, виконання обмежень (3) може бути досягнуто при різних комбінаціях x_i , то практичний інтерес також має отримання усіх можливих комбінацій x_i з можливістю сортування за величиною резервів часу c_i окремих одиниць рухомого складу.

Застосування запропонованого підходу не усуває потребу у побудові добових планів графіків, так як при розрахунках не враховується необхідність узгодження у часі окремих технічних засобів. В той же час пропонуємий метод дозволяє отримати більш точну оцінку потреби в рухомому складі у порівнянні з виразом (1) і скоротити обсяг роботи з побудови добових планів графіків.

Апробація запропонованого методу виконана при вирішенні задачі розрахунку парку рухомого складу для перспективних обсягів перевезення руди, скелі та глини Першотравневого гірничозбагачувального комбінату.

УДК 656.025.2

УЗАГАЛЬНЕНА ФУНКЦІЯ ВИТРАТ НА ПРОЇЗД В МІСЬКІЙ ПАСАЖИРСЬКІЙ ТРАНСПОРТНІЙ СИСТЕМІ

GENERALIZED FUNCTION OF TRAVEL COSTS IN THE URBAN PASSENGER TRANSPORTATION SYSTEM

*канд. пед. наук Д.М. Копитков, канд. тех. наук Г.О. Самчук
Харківський національний університет міського господарства
ім. О.М. Бекетова*

*Cand. Sc. (Ped.) D. Kopytkov, Cand. Sc. (Tech.) G. Samchuk
O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv*

Використання міським населенням масового пасажирського транспорту щільно пов'язане з витратами різних ресурсів – економічних (вартість проїзду), часових (час поїздки) та енергетичних (витрати енергії людини протягом переміщення). Дослідження свідчать, що пасажери, орієнтуючись на відомі кількісні показники поїздки (час, комфорт, вартість проїзду, кількість пересадок) [1], також підсвідомо обирають маршрут, пересування яким найменш негативно позначиться на організмі з точки зору психофізіологічного стану, витрат енергії та ін. [2, 3]. Незважаючи на відчутне зростання кількості приватних автомобілів, більшість трудових поїздок все ще відбувається саме з використанням міського транспорту, що обумовлює питання вибору пасажиром шляхів пересування та залежностей для їх опису. Враховуючи комплексність прийняття рішень пасажиром щодо маршруту пересування та

різне походження ресурсів, узагальнена функція витрат на проїзд з i -го до j -го пункту мережі матиме вигляд:

$$F_{i-j} = \alpha \cdot k_C \cdot C_{i-j} + \beta \cdot k_T \cdot T_{i-j} + \gamma \cdot k_E \cdot E_{i-j}, \quad (1)$$

де α, β, γ – вагові коефіцієнти вартості поїздки, часу поїздки та енергетичних витрат пасажирів на здійснення поїздки з i -го до j -го пункту; k_C, k_T, k_E – вартість одиниці показника, що входить до узагальненої функції витрат на проїзд ($k_C=1$); $C_{i-j}, T_{i-j}, E_{i-j}$ – вартість поїздки, витрати часу та витрати енергії при здійсненні поїздки з i -го до j -го пункту, грн; год.; ккал.

Вартість поїздки фіксується безпосередньо за даними обстежень. Визначення витрат енергії на переміщення може бути здійснено за допомогою так званих смарт-годинників або фітнес-трекерів, які останнього часу набули широкого застосування серед населення, та перетворилися на постійне та надійне джерело отримання інформації як про стан здоров'я, так й деякі параметри пересування [4]. Можливе також використання спеціальних таблиць, які містять усереднені витрати енергії на здійснення певного виду активності, в тому числі на поїздку у міському транспорті, а також калькуляторів витрат щоденної енергії стосовно виду активності [5]. Вагові коефіцієнти для кожної складової можна визначити за допомогою методу Фішберна [6] на основі простого ранжування самими пасажирами значущості кожного параметра узагальненої функції. В той же час, залишаються суперечливими питання щодо відповідної економічної оцінки витрат часу та енергії пасажирів. Виходячи з того, що час, витрачений на поїздку, міг би бути використаний для суспільно-корисної праці на робочому місці, вартість години пасажирів (k_C) пропонується розраховувати як:

$$k_C = \frac{ВВП_{\partial}}{D_p \cdot T_p}, \quad (2)$$

де $ВВП_{\partial}$ – річний валовий внутрішній продукт на душу населення, грн; D_p – дні роботи на рік, дн.; T_p – тривалість роботи, год.

Складові залежності (2) можуть бути встановлені відповідно статистичній інформації, наведеної, наприклад, у [7]. Грошова вартість кілокалорії енергії пасажирів, що витрачається на переміщення:

$$k_E = \frac{B_x}{E_{\partial} \cdot D_p \cdot t_n}, \quad (3)$$

де B_x – річні витрати на харчування на душу населення, грн.; E_{∂} – добові потреби енергії на душу населення, ккал/доба.; t_n – час поїздки, год.

Відповідно до [8] середньомісячні витрати на харчування і в Україні складають 108 доларів США (приблизно 50000 грн/рік за існуючим курсом валют), добові витрати енергії для чоловіків – 2500...3000 ккал, для жінок – 2000...2500 [9], час поїздки фіксується безпосередньо за результатами натурних обстежень. Залежність (3) доцільно розраховувати окремо для чоловіків та жінок-пасажирів через різницю у добовій потребі у кілокалоріях.

Узагальнена функція вартості проїзду може використовуватися при визначенні ймовірності вибору пасажиром шляху прямування, розподілу кореспонденцій по транспортній мережі, розрахунку матриці кореспонденцій широко розповсюдженим гравітаційним методом, у якому узагальнені витрати можуть виступати комплексною «функцією опору» замість класичних одиничних показників – відстані, витрат часу або вартості проїзду між районами.

- [1] Horbachov, P. Makarichev, O. Svichynska, O. A New Route Choice Model for Urban Public Transit with Headway-based Service. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering* 51 (1), 22–30 (2023).
- [2] Вибір пасажиром шляху пересування у містах: монографія / Д. П. Понкратов, Г. І. Фалецька. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 164 с.
- [3] Korytkov, D., Levchenko, O., Rossolov, A., Samchuk, G. Determination of the passenger transport fatigue in urban mass transportation. *Municipal Economy of Cities* 7 (146), 2–11 (2018).
- [4] Swee Sun Tang, M., Moore, K., McGavigan, A., Clark, R.A., Ganesan, A.N. Effectiveness of Wearable Trackers on Physical Activity in Healthy Adults: Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *JMIR Mhealth Uhealth* 8 (7), e15576 (2020).
- [5] All About Caloric Expenditure Physical Activity, Expenditure Table. URL: <https://www.ericfavre.com/lifestyle/uk/home/sport-nutrition/nutrition-basics/all-about-calories/caloric-expenditure-table> (дата звернення 14.11.2022 р.)
- [6] Arsyah, U.L., Jalinus, N., Ambiyar, S. et al. Analysis of the Simple Additive Weighting Method in Educational Aid Decision Making. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, Vol.12 (14) (2021), p. 2389–2396.
- [7] Мінфін. Український портал про фінанси і інвестиції. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/> (дата звернення 14.11.2023 р.)
- [8] Скільки грошей витрачають на їжу в Україні та інших країнах світу? URL: <https://www.picodi.com/ua/mozhna-deshevshe/vytraty-na-yizhu-2023> (дата звернення 08.11.2022 р.)
- [9] Energy requirements and dietary energy recommendations. URL: <https://www.fao.org/3/y5686e/y5686e08.htm> (дата звернення 15.11.2022 р.)

УДК 656.2

УДОСКОНАЛЕННЯ ВЗАЄМОДІЇ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ТА ВАНТАЖОВЛАСНИКІВ ШЛЯХОМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СХОРОННОСТІ ВАНТАЖІВ

IMPROVING THE INTERACTION BETWEEN RAIL TRANSPORT AND CARGO OWNERS BY ENSURING CARGO SAFETY

Аспіранти Д.О. Грунський, О.Ю. Давиденко

Український державний університет залізничного транспорту (м. Харків)

D. Hrunskyi, O. Davydenko postgraduate

Ukrainian State University of Railway Transport (Kharkiv)

Розвиток системи регулювання вагонного парку, який традиційно зведено до розробки та реалізації системи управління процесом раціонального переміщення вагонів із районів, де має місце їх надлишок, в райони з їх нестачею є важливою задачею в процесі реформування галузі. Разом з цим, питання, які пов'язані з раціональним забезпеченням виконання замовлень вантажовласників по формуванню составів поїздів за умови виконання