

кнун здатність трамвайних колій за рахунок підвищення швидкостей рухомого складу в зоні стрілок, а також, підвищити надійність стрілочного переводу з одночасним забезпеченням безпеки проїзду через стрілочний перевод.

Виробництво колійної стрілочної продукції організовано на ВАТ «Дніпропетровський стрілочний завод», тому є можливість забезпечити випуск уніфікованих стрілочних переводів для трамвайного транспорту України.

1. Правила експлуатації трамвая і тролейбуса. – К.: Держжитлокомунгосп України, 1997. – 104 с.

2. Чернышев М.А., Крейнис З.Л. Железнодорожный путь. – М.: Транспорт, 1985. – 302 с.

3. Лысюк В.С. Причины и механизм схода колеса с рельса. Проблема износа колес и рельсов. – М.: Транспорт, 2002. – 215 с.

4. Яковлев В.Ф. Автоматизация производственных процессов путевого хозяйства и строительства. – М.: Транспорт, 1976. – 207 с.

*Отримано 30.01.2013*

УДК 656.072

Є.В.ЛЮБИЙ, О.В.РОССОЛОВ, кандидати техн. наук  
*Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

## **ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ ПОПИТУ НА ПЕРЕСУВАННЯ НАСЕЛЕННЯ МАЛИХ МІСТ МАРШРУТНИМ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ**

Запропоновано підхід щодо формування моделі попиту на перевезення пасажирів маршрутним транспортом в малих містах, основою якого є результати табличного обстеження пасажиропотоків на маршрутній мережі.

Предложен подход по формированию модели спроса на перевозки пассажиров маршрутным транспортом в малых городах, основой которого являются результаты табличного обследования пассажиропотоков на маршрутной сети.

An approach to form the route passenger transportation demand model in small towns, for which the results of the passenger flow tabular survey on route network are the basis.

*Ключові слова:* малі міста, міський маршрутний пасажирський транспорт, матриця пасажирських кореспонденцій.

У більшості випадків для формування матриць пасажирських кореспонденцій (МПК) необхідно проводити обстеження пасажиропотоків, на реалізацію яких потрібно витратити великі фінансові й трудові ресурси. Це робить їх практично непридатними для таких об'єктів, як малі міста, що, в свою чергу, свідчить про необхідність розробки нових підходів до формування моделі попиту на перевезення пасажирів [1].

Метою моделювання потреб населення в пересуваннях є формування МПК. Але випадковий характер попиту на послуги маршрутного

транспорту вимагає використання інтервальної концепції моделювання потреб населення міст у пересуваннях, навіть при наявності фактичної матриці кореспонденцій для певного періоду [2]. Інтервальна концепція полягає в тому, що ефективність функціонування маршрутної мережі повинна оцінюватися на основі якогось набору МПК, які описують варіанти попиту в межах інтервалу його можливих станів.

Основною метою дослідження є розробка такого підходу до моделювання попиту на пересування пасажирів, який дозволить місцевим органам самоврядування отримати достовірну оцінку попиту власними силами, без залучення зовнішніх спеціалістів. Це робить вирішення задачі підвищення ефективності функціонування міського маршрутного пасажирського транспорту більш доступним для малих міст, оскільки "левою" частиною витрат на такі дослідження складають саме витрати на проведення обстежень та моделювання попиту на пересування. Враховуючи те, що основним методом збору даних про попит населення міст на пересування, доступним для малих міст, є табличне обстеження маршрутів або зупинних пунктів (ЗП), то розробка моделі попиту на пересування пасажирів у таких містах повинна базуватися на цих вихідних даних.

У результаті табличного обстеження, для певного розрахункового періоду, отримуються фактичні значення місткостей ЗП з відправлення та прибуття пасажирів для кожного міського маршруту. Визначення на їх основі маршрутних кореспонденцій для кожного напрямку руху на маршруті, необхідно проводити виходячи з наступних умов [3]:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n h_{ij} = D_i, \quad i \in [1, n], \\ \sum_{i=1}^n h_{ij} = A_j, \quad j \in [1, n], \\ h_{ij} \geq 0, \quad i, j \in [1, n], \end{array} \right. \quad (1)$$

та з урахуванням об'єктивно існуючої для даного випадку рівності (2)

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{j=1}^n A_j, \quad (2)$$

де  $D_i$ ,  $A_j$  – відповідно, місткість ЗП  $i$  з відправлення та ЗП  $j$  з прибуття;  $n$  – кількість ЗП на маршруті;  $h_{ij}$  – величина кореспонденції між ЗП  $i$  та  $j$ .

При цьому необхідно враховувати, що місткість з прибуття першого ЗП та місткість з відправлення останнього ЗП завжди дорівнюють

нулю ( $A_1 = 0, D_n = 0$ ), а також те, що кореспонденції між першим й другим і передостаннім й останнім ЗП на маршруті визначаються відомими місткостями другого та передостаннього ЗП

$$\left. \begin{aligned} A_2 &= h_{12} \\ D_{(n-1)} &= h_{(n-1)n} \end{aligned} \right\} = const . \quad (3)$$

Тоді система рівнянь, що описує зв'язки між кореспонденціями й місткостями ЗП з відправлення та прибуття набуває наступного вигляду:

$$\left\{ \begin{aligned} D_1 &= h_{13} + \dots + h_{1(n-1)} + h_{1n} = \sum_{j=3}^n h_{1j}, \\ \dots, \\ D_e &= \sum_{j=e+1}^n h_{ej}, \quad e \in [2; n-2], \\ \dots, \\ A_r &= \sum_{i=1}^{r-1} h_{ir}, \quad r \in [3; n-1], \\ \dots, \\ A_n &= h_{1n} + h_{2n} + \dots + h_{(n-2)n} = \sum_{i=1}^{n-2} h_{in}. \end{aligned} \right. \quad (4)$$

Доповнення системи (4) відповідною цільовою функцією призводить до канонічної постановки задачі лінійного програмування. Як цільову функцію в даному випадку доцільно використовувати транспортну роботу з пересування пасажирів на транспортній мережі міста

$$W = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n h_{ij} \cdot l'_{ij} \rightarrow \text{opt} , \quad (5)$$

де  $W$  – транспортна робота з пересування пасажирів в одному напрямку руху маршруту, пас•км;  $l'_{ij}$  – найкоротша відстань пересування пасажирів на транспортній мережі міста, км.

Розв'язання задачі лінійного програмування з системою рівнянь (4) та цільовою функцією (5) на мінімум і максимум дозволяє отримати граничні варіанти МПК на маршруті. Такі варіанти складають основу для формування варіантів загальноміської матриці маршрутних кореспонденцій в рамках інтервальної концепції моделювання попиту на пересування пасажирів. Це дозволяє отримати достовірну оцінку результатів транспортного планування навіть при відсутності значень фактичних

кореспонденцій.

До властивостей задачі лінійного програмування відноситься належність екстремумів до крайніх точок (вершин) багатогранної множини, на упорядкованому переборі яких заснований основний метод рішення задачі лінійного програмування – симплекс-метод [4]. На основі цієї властивості перевірені всі розв'язки, що можна отримати симплекс-методом для даної задачі, та сформовані аналітичні залежності розрахунку елементів МПК на маршруті, які належать вершинам багатогранної множини. Усі варіанти залежностей зводяться до трьох рівнянь, які подані в загальній формі з урахуванням того, що вільні змінні системи (4) мають нульові значення

$$h_{ij} = \sum_{e=1}^{\alpha} D_e - \sum_{r=1}^{\alpha-1} A_r \quad \text{або} \quad h_{ij} = \sum_{r=1}^{\alpha} A_r - \sum_{e=1}^{\alpha-1} D_e, \quad \text{або} \quad h_{ij} = \sum_{e=1}^{\alpha} D_e \pm \sum_{r=1}^{\alpha} A_r, \quad (6)$$

де  $\alpha$  – кількість місткостей ЗП з відправлення або прибуття в рівнянні кореспонденції,  $[1;n]$ ;  $e, r$  – індекси місткостей ЗП, які використовуються для розрахунку кореспонденції, упорядковані в межах множини  $[1;\alpha]$ .

Тобто, при формуванні граничних варіантів матриць кореспонденцій, кожна базисна кореспонденція є результатом підсумовування певної кількості місткостей ЗП з відправлення та прибуття пасажирів. При цьому можливі такі ситуації:

$$N_D = N_A \pm 1 \quad \text{або} \quad N_D = N_A, \quad (7)$$

де  $N_D, N_A$  – кількість місткостей ЗП з відправлення та прибуття.

Оскільки місткості ЗП є випадковими величинами, отриманими за результатами табличного обстеження, то й величина кореспонденцій у розрахункових матрицях також буде випадковою величиною, закон розподілу якої визначатиметься законами розподілу місткостей ЗП з відправлення та прибуття пасажирів. При наявності матриці фактичних кореспонденцій це дає змогу перевірити відповідність розрахункових кореспонденцій фактичному попиту на перевезення пасажирів.

За результатами проведеного дослідження можна стверджувати, що матриці кореспонденцій, які отримано після проведення табличного обстеження міських маршрутів, доцільно використовувати для оцінки попиту на перевезення у межах інтервальної концепції моделювання потреб населення міст у пересуваннях. Це дозволить отримати достовірну оцінку результатів транспортного планування навіть при відсутності значень фактичних кореспонденцій.

1.Любий Є. В. Закономірності розподілу маршрутних кореспонденцій у малих містах / П. Ф. Горбачов, Є. В. Любий, О. Л. Гаврилишина, А. В. Сіромолот // Вісник СНУ ім. В. Дала: наук. журнал. – №5 (159). – Частина 1. – Л., 2011. – С. 89-94.

2. Горбачов П. Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах: Дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Петро Федорович Горбачов. – Х., 2009. – 370 с.

3. Ембулаев В. Н. Метод расчетного определения элементов матрицы корреспонденций о пассажиропотоках / В. Н. Ембулаев // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 32-34.

4. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – [13-е изд., исправл.]. – М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.

*Отримано 28.01.2013*

УДК 629.423.33

А.В.ПАВШЕНКО, канд. техн. наук

*Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків*

### **ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ШВИДКОСТЯХ РУХУ ЕЛЕКТРОТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

Обґрунтовано актуальність проведення динамічних досліджень з визначення максимальних швидкостей руху електротягового рухомого складу за умов забезпечення якісного струмознімання. Представлено результати математичного моделювання динамічної взаємодії струмознімальних пристроїв відомих конструкцій з контактним проводом при різних швидкостях руху електротягового рухомого складу. Показано результати, які підтвердили доцільність використання нової конструкції струмознімального пристрою для рухомого складу нового покоління.

Обоснована актуальність проведення динамических исследований по определению максимальных скоростей движения электротягового подвижного состава по условиям обеспечения качественного токосъема. Представлены результаты математического моделирования динамического взаимодействия токосъемных устройств известных конструкций с контактными проводами при различных скоростях движения электротягового подвижного состава. Показаны результаты, которые подтвердили целесообразность использования новой конструкции токосъемного устройства для подвижного состава нового поколения.

Actuality of conducting of dynamic researches is grounded on determination of high speeds of motion of elektrotiyagovogo rolling stock on the terms of providing of high-quality current collection. The results of mathematical design of dynamic co-operation of currentremoval device of the known constructions are represented with a contact wire at the different rates of movement of elektrotiyagovogo rolling stock. Results which confirmed to expedience the uses of new construction of currentremoval device for mobile composition of new generation are shown.

*Ключові слова:* електротяговий рухомий склад, струмознімальний пристрій, швидкість, контактне натискання.

Сучасний стан електротягового рухомого складу (ЕТРС) залізниць України потребує вирішення комплексу науково-практичних задач його відновлення, утримання та ремонту. Досвід експлуатації сучасних електровозів та електропоїздів за умов підвищення швидкостей руху показує, що однією з найбільш складних задач є забезпечення безперервного якісного постачання електроенергією вузлів та агрегатів ЕТРС. При