

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

УДК 656.073.2

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ОБ'ЄДНАНИХ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ У МІСТІ ТА ЗОН ЇХ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Є.В. Нагорний, проф., д.т.н., В.М. Моспан, асп.,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Запропоновано підхід до визначення раціональної кількості об'єднаних транспортних підприємств у місті та зон їх обслуговування. Використовуючи даний підхід, визначено раціональну кількість об'єднаних транспортних підприємств та зони їх обслуговування для міста Харкова.

Ключові слова: об'єднане транспортне підприємство, точка попиту, зона обслуговування.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОГО КОЛИЧЕСТВА ОБЪЕДИНЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ В ГОРОДЕ И ЗОН ИХ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Е.В. Нагорный, проф., д.т.н., В.Н. Моспан, асп.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Предложен подход к определению рационального количества объединенных транспортных предприятий в городе и зон их обслуживания. Используя данный подход, определено рациональное количество объединенных транспортных предприятий и зон их обслуживания для города Харькова.

Ключевые слова: объединенное транспортное предприятие, точка спроса, зона обслуживания.

DEFINITION OF RATIONAL AMOUNT OF INTEGRATED TRANSPORT COMPANIES IN THE CITY AND AREAS OF THEIR SERVICE

Ye. Nagornji, Prof., D. Sc. (Eng.), V. Mospan, P.G.,
Kharkov National Automobile and Highway University

Abstract. An approach to the definition of sustainable integrated transport companies in the city and areas of their service is offered. Using this approach, there was determined a rational number of integrated transport companies and areas of their service.

Key words: integrated transport companies, point of demand, service area.

Вступ

На середину 20-го сторіччя припав період, коли широкої популярності здобула ідея партнерства та стратегічних союзів у сфері міських пасажирських перевезень. Після багатьох років, протягом яких ділові стосунки між перевізниками будувались на протистоянні,

менеджери все ж зрозуміли, яким потужним потенціалом володіють об'єднані транспортні підприємства (ОТП).

З моменту початку функціонування актуальним стало саме питання визначення необхідної кількості підприємств у місті та їх зон обслуговування.

Аналіз публікацій

Для того щоб задовольняти інтереси пасажирів, міської влади та транспортних підприємств, потрібну кількість ОТП у місті в роботі [1] пропонується визначати за допомогою регіонального підходу. У наведеній роботі стверджується, що їх кількість повинна бути такою, щоб усі вимоги органів влади виконувалися ефективно і високоякісно, відповідно, щоб це, у свою чергу, не призводило до безконтрольного зростання вартості проїзду. Дана робота носить більш теоретичний характер та, відповідно, не здобула широкого розповсюдження.

В економічно розвинених країнах визначення потрібної кількості ОТП у містах та місця їх розміщення реалізовано за допомогою методики групування [2]. Зважаючи на те, що за кордоном процес формування ОТП відбувався в середині 20-го сторіччя, реалізація даної методики потребує перевірки в умовах міст України.

Мета і постановка задачі

На шляху визначення раціональної кількості ОТП у місті та зон їх обслуговування є необхідною реалізація таких послідовних етапів:

- визначення потрібної кількості ОТП на основі методики групування;
- визначення зон обслуговування ОТП;
- визначення раціональної кількості ОТП на основі зон обслуговування.

Реалізація даних етапів дозволить визначити раціональну кількість ОТП у місті та їх зони обслуговування, що, у свою чергу, є основою для розробки методик формування інтегрованої тарифної політики, парку рухомого складу та інтегрованого розкладу руху.

Визначення потрібної кількості ОТП на основі методики групування

В економічно розвинених країнах методика визначення потрібної кількості ОТП у місті ґрунтується на такій цільовій функції

$$P_p \rightarrow \max_{p=i}^m (\max F_p), \quad (1)$$

де P_p – потрібна кількість ОТП у місті; F_p – коефіцієнт якості групування ОТП у місті, який визначається з виразу

$$F_p = \ln \frac{d_p h_p}{(1 + \Psi_p)(1 + \lambda_p)}, \quad (2)$$

де d_p – міра віддаленості одного ОТП у місті від іншого; Ψ_p – середня міра близькості потужностей ОТП до зупинних пунктів; λ_p – коефіцієнт подібності структури ТЗ за пасажиромісткістю в середині ОТП; h_p – коефіцієнт подібності числа ТЗ в середині ОТП.

У свою чергу дані параметри визначаються з виразів

$$d_p = \frac{1}{p-1} \sum_{u=1}^{p-1} p_u, \quad (3)$$

$$\Psi_p = \frac{1}{p} \sum_{u=1}^p \Psi_u, \quad (4)$$

$$\lambda_p = \frac{k_i}{\sum_{i=1}^n A}, \quad (5)$$

$$h_p = \frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A}, \quad (6)$$

де k_i – кількість ТЗ i -ї пасажиромісткості в ОТП; A_i – кількість ТЗ i -го типу в ОТП; A – загальна кількість ТЗ в ОТП.

Для визначення місця розміщення ОТП в економічно розвинених країнах використовується наступний алгоритм. Усі основні пасажиротворювальні та пасажиропоглинаючі об'єкти (надалі – точки попиту) наносяться на координатну сітку. З метою встановлення конкретного числового значення обсягу перевезень, його виражають у стандартних транспортних одиницях, наприклад, у пасажиро-місцях [2].

Для визначення координат розміщення потужностей ОТП складають добуток координат кожної точки попиту по осі x на обсяг перевезень за одиницю часу (як правило, рік) в цю точку та ділять отриману суму на загальний обсяг перевезень. Такий самий алгоритм використовують для осі y .

Формула знаходження «центру тяжіння» пасажиропотоків виглядає таким чином [2]

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}; \quad y = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot F_i}{\sum_{i=1}^n F_i}, \quad (7)$$

де x, y – значення координат місця розміщення ОТП; x_n, y_n – координати точок попиту; F_n – обсяг перевезень у кожному пункті за одиницю часу.

Для перевірки ефективності даної методики було проведено розрахунки для міста Харкова. Як основні точки попиту розглядалися прохідні підприємств, станції метрополітену, ворота стадіонів, великі магазини, ринки, автостанції та залізничні вокзали, виходячи з граничної пішохідної доступності яких і було визначено ціну поділки при визначенні координат місця розміщення ОТП, яка склала 1 км [2]. Обсяги перевезень пасажирів було взято зі статистичних даних станом на 2012 рік по найбільш завантажених напрямках руху в місті [3]. Отримані результати свідчать про необхідність функціонування 5 ОТП, за коефіцієнта якості групування 0,77. Враховуючи дослідження [4], функціонування ОТП в місті можна вважати ефективним за коефіцієнта якості групування ОТП [0,74;1).

Проведені розрахунки показують, що місця дислокації ОТП у м. Харкові, за задовільного коефіцієнта якості групування, не співпадають з розміщенням жодного діючого АТП чи депо. Це свідчить про необхідність їх будівництва, що вимагає значних капіталовкладень. Відповідно можна стверджувати, що дана методика є доцільною лише для нових міст. Також, враховуючи те, що на транспортні витрати впливають також час та відстань, легко зрозуміти інший недолік цієї методики. У ній враховуються лише пасажиропотоки, тому можна припустити, що більш ефективним буде визначення потрібної кількості ОТП на основі зон обслуговування.

Визначення зон обслуговування ОТП

Зона обслуговування ОТП – важлива умова комерційного успіху, запорука максимального задоволення попиту населення у перевезеннях та формування тарифу на послуги. Це істотний чинник конкуренції, де виграють ті підприємства, зони обслуговування яких є раціональними.

Першим кроком на шляху формування раціональних зон обслуговування є визначення нульових пробігів маршрутів МПТ від ОТП. Як досліджувані маршрути МПТ доцільно розглядати лише ті маршрути, що мають пасажиропотік, що знаходиться у діапазоні (182; 318) тис. пас. на рік [4].

Критерієм закріплення маршруту за ОТП є мінімум нульового пробігу від його кінцевої зупинки

$$l_0 \rightarrow \min, \quad (8)$$

де l_0 – довжина нульового пробігу від ОТП до точок попиту.

Також при визначенні раціональних зон обслуговування ОТП необхідно дотримуватись таких умов:

$$\begin{cases} N_{ij} \in Z, i = \overline{1, n}, i = \overline{1, m} \\ A_b \geq 1, b = \overline{1, n}, \end{cases} \quad (9)$$

де N_{ij} – кількість i -х кінцевих зупинних пунктів j -го виду МПТ; A_b – кількість b -х маршрутів МПТ.

Сформувати базову зону обслуговування ОТП та визначити її площу доцільно за допомогою встановлення діапазону тарифу на пасажирські перевезення. Тариф нижче мінімального не забезпечить ОТП необхідними доходами для здійснення його діяльності. А при встановленні рівня тарифу на пасажирські перевезення вище максимального знизиться попит на пасажирські перевезення, і це негативно позначиться на соціальному становищі населення. Тому ефективним є встановлення такого тарифу ОТП, що забезпечить його рентабельність на ринку міських пасажирських перевезень.

$$T_{\min} \leq T \leq T_{\max}, \quad (10)$$

де T_{\min} – мінімальний тариф ОТП; T – раціональний тариф ОТП; T_{\max} – максимальний тариф ОТП.

Мінімальний тариф на пасажирські перевезення запропоновано визначати на основі економічної доцільності та державних дотацій, пов'язаних з перевезенням пільгових пасажирів. Мінімальний тариф розраховується за формулою

$$T_{\min} = \frac{(B + \Pi_{\text{п}} - P_{\text{д}})}{Q}, \quad (11)$$

де B – річні витрати на перевезення пасажирів ОТП; $\Pi_{\text{п}}$ – річний плановий прибуток ОТП; $P_{\text{д}}$ – річна величина дотацій на перевезення пільгових пасажирів; Q – річний обсяг перевезення пасажирів.

Тариф на пасажирські перевезення, встановлений ОТП, не повинен бути вище максимального тарифу, інакше його послуги не будуть доступними для більшої частини населення.

$$T_{\max} = \frac{(D_{\text{ср}} \cdot P_{\text{в}})}{K_{\text{п}}}, \quad (12)$$

де $D_{\text{ср}}$ – середньорічний дохід мешканця міста; $P_{\text{в}}$ – річний рівень витрат на послуги МПТ; $K_{\text{п}}$ – середня кількість пересувань у рік.

Тариф на перевезення 1 пасажирів визначається як відношення тарифу на 1 пас.-км до середньої відстані поїздки пасажирів.

$$T_{\text{ОТП}} = \frac{T_{\text{пас.-км}}}{l_m}, \quad (13)$$

де $T_{\text{пас.-км}}$ – тариф на 1 пасажиро-кілометр; l_m – середня довжина поїздки пасажирів.

Використовуючи запропонований алгоритм, визначено зони дії ОТП для методики [2], що зображено на рис. 1.

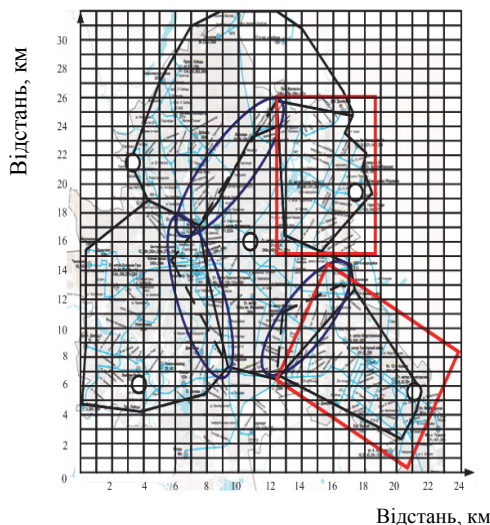


Рис. 1. Базові зони обслуговування ОТП: \circ – місця розміщення ОТП; --- – перетин зон ОТП; \square – неефективні зони ОТП

Проведені розрахунки показують значну площу перетину зон обслуговування ОТП, яка склала 24 км^2 , що є суттєвим недоліком, оскільки призводить до дублювання обслуговування. Для виділених зон тариф склав 2,19 грн, що є менше мінімального. Тому можна стверджувати, що їх функціонування є недоцільним, тобто 13 % території міста не будуть обслуговуватися.

Отже, необхідним є визначення раціональної кількості ОТП, що дозволить виправити недоліки попередньої методики.

Визначення раціональної кількості ОТП на основі зон обслуговування

Враховуючи недоліки розглянутої вище методики визначення раціональної кількості ОТП у місті та результати проведених досліджень, можна припустити, що при визначенні раціональної кількості ОТП та їх розміщення необхідно враховувати залежність не тільки від інвестиційного потенціалу, а й від об'єктивних умов. Як об'єктивні умови доцільно розглядати можливі місця розміщення ОТП, що функціонують на даний момент. Потенційними місцями розміщення ОТП можуть бути трамвайні та тролейбусні депо. У даному випадку їх можна вважати раціональними, оскільки на них можуть обслуговуватися всі види міського пасажирського транспорту загального користування. Також слід враховувати наявність під'їзних шляхів, ширину проїжджої частини та високовольтних ліній. Як зазначено в роботі [4], функціонування ОТП у місті є ефективним, коли площа всіх його зон дії охоплює 87 % території міста. З урахуванням містобудівельної ситуації розрахункові дані можуть бути скореговані, оскільки на місці перетину точок координат можуть знаходитись міські забудови.

Математично формули розрахунку координат ОТП x_k та y_k можна записати

$$x_k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i \cdot F_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{d_i}}, \quad y_k = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{y_i \cdot F_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{d_i}}; \quad (14)$$

де x_k, y_k – координати місця розміщення ОТП; x_i, y_i – координати точок попиту; F_i – обсяг перевезень пасажирів на i -му перегоні; d_i – відстань між точками попиту та ОТП.

$$d_i = \sqrt{(x_i - x_k)^2 + (y_i - y_k)^2}. \quad (15)$$

Задача визначення місця розміщення ОТП розв'язується шляхом ітерації, тобто по змозі слід наближатися до раціональних координат місця розміщення ОТП. Далі координати, у свою чергу, будуть корегуватися в кожній наступній ітерації. Задачу визначення раціонального місця розміщення ОТП буде розв'язано, коли в результаті наступних розрахунків отримані координати виявляться аналогічними до попередніх.

Отримані розрахунки можуть бути скореговані також відповідно до розміщення потенційних місць дислокації його потужностей.

У результаті проведених розрахунків за запропонованою методикою визначено необхідність функціонування трьох ОТП та трьох тарифних зон на базі трамвайних та тролейбусних депо, що графічно зображені на рис. 2.

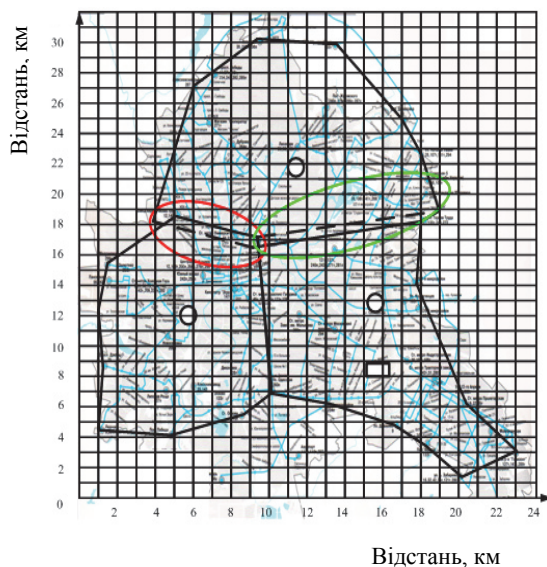


Рис. 2. Визначення раціонального числа ОТП та зон їх обслуговування

Отримані значення показують, що сумарна площа трьох зон функціонування ОТП охоплює 91 % території міста Харкова. Площа перетину тарифних зон склала 17 км². Під

час перевірки на критерій якості групування показник знизився та склав 0,75, проте залишився в межах норми.

Висновки

Визначення потрібної кількості ОТП за допомогою методики групування показало її неефективність, оскільки вона є застосовною для будівництва нових місць розміщення підприємств, що є недоцільним для міст України, оскільки потребує значних капіталовкладень.

Перспективне планування та функціонування ОТП базується на визначенні їх зон обслуговування. Запропоновану методику доцільно реалізовувати на базі існуючих депо з урахуванням коефіцієнта якості групування ОТП.

Отримані результати дослідження показали доцільність запропонованої методики та є базою для розробки методик формування інтегрованої тарифної політики, парку рухомого складу та інтегрованого розкладу руху.

Література

1. Caprasso A. Verkehrs gemeinschaft. Verkehrsverbund / A. Caprasso. – Berlin: B. P., 1993. – 214 p.
2. Pucher J. Path to balanced transportation: expand public transportation services / J. Pucher / UITP : Brussels, Belgium. – 1993. – Vol. 41. – 259 p.
3. Харків транспортний: [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://gortransport.kharkov.ua/mis/statistics>.
4. Meyer J. The urban transportation problem / J. Meyer. – Cambridge: University Press, 2001. – 178 p.

Рецензент: П.Ф. Горбачов, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 11 березня 2014 р.