

Процик О.П., к.т.н.

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕРИТОРІЇ ОБСЛУГОВУВАННЯ НА СЕРЕДНЮ ВІДСТАНЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Анотація. У статті наведено визначення оптимальної відстані розташування пункту перевантаження у напрямку від центру кола до його межі, та проведений його аналіз.

Ключові слова: перевезення, місце розташування.

Аннотация. В статье приведено определение оптимального расстояния расположения пункта перегрузки в направлении от центра круга к его границе, и проведен их анализ.

Ключевые слова: перевозки, место расположения.

Abstract. The article presents the determination of optimal distance location of the item transfer in the direction from the center of a circle to its boundary, and conducted its analysis.

Keywords: transportation, location.

В багатьох випадках при виборі місця розташування транспортних підприємств, виникає необхідність забезпечення мінімальної транспортної роботи, дотримуючись існуючих вимог якості виконання робіт. В тих випадках, коли територія обслуговування має форму кола, а планувальна забудова дозволяє вибрати місце розташування даних об'єктів пропонується знаходити їх місце розташування наступним чином.

Нехай об'єкти обслуговування розташовані рівномірно на території, що має форму кола з радіусом R . Вся площа території рівномірно розподілена між N виробничих підрозділів, кожний з яких обслуговує територію, що має форму сектору. Місце розташування пункту в кожному секторі – точка його рівноваги за критерієм виконання мінімальної транспортної роботи. Перевезення вантажів автомобільним транспортом між об'єктами обслуговування та виробничим підрозділами виконується за маятниковою схемою. Необхідно визначити середню відстань перевезень.

В фаховій літературі [1] показано, що обсяг транспортної роботи пропорційний добутку площі елементарної частини круга на відстань до точки, відносно якої виконується розрахунок. Тоді еквівалент транспортної роботи по сектору відносно центру вписаного в сегмент кола з мізерним відхиленням становить:

$$W_c \cong \omega_k + 2\omega_{OPN} + 4\omega_{NBT} + 2\omega_{EBZF} , \quad (1)$$

де ω_k – еквівалент транспортної роботи по колу;

ω_{OPN} , ω_{NBT} , ω_{EBZF} - еквівалент транспортної роботи відповідно до позначення індексу геометричної фігури (рис. 3.2)

Еквівалент транспортної роботи по колу складає:

$$\omega_k = \int_0^{r_o} 2 \cdot \pi \cdot r \cdot dr = \frac{2 \cdot \pi \cdot r_o^3}{3} . \quad (2)$$

Еквівалент транспортної роботи по трикутнику $\triangle OPN$ з криволінійною стороною PN визначався за процедурою одержання наближеного результату довжини криволінійної сторони через те, що в процесі встановлення параметрів трикутника виникає випадок, який унеможливує одержання точного рішення [2].

Еквівалент транспортної роботи стосовно частини сегменту $\triangle ONP$ з урахуванням залежностей (3.25), (3.26), (3.29), (3.31), (3.33) визначаємо:

$$\begin{aligned} \omega_{OPN} = \int_{r_o}^a r^2 \cdot \gamma \cdot dr = \int_{r_o}^a r \cdot (c - b \cdot (r - r_o)) \cdot (a - r) \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot dr = a^3 \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \left(\frac{c + a \cdot b \cdot \sin \alpha}{2} \times \right. \\ \left. \times \cos^2 \alpha - \frac{c + a \cdot b \cdot (1 + \sin \alpha)}{3} \cdot (1 - \sin^3 \alpha) + \frac{a \cdot b}{4} (1 - \sin^4 \alpha) \right) \end{aligned} \quad (3)$$

Аналогічно визначаємо еквівалент транспортної роботи стосовно частини сегменту $\triangle NBT$:

$$\begin{aligned} \omega_{NBT} = a_1^3 \cdot \operatorname{tg} \beta \cdot \left(\frac{c_1 + a_1 \cdot b_1 \cdot \sin \beta}{2} \cdot \cos^2 \beta - \frac{c_1 + a_1 \cdot b_1 \cdot (1 + \sin \beta)}{3} \times \right. \\ \left. \times (1 - \sin^3 \beta) + \frac{a_1 \cdot b_1}{4} \cdot (1 - \sin^4 \beta) \right) . \end{aligned} \quad (4)$$

Еквівалент транспортної роботи для сегменту $EBZF$ визначали наближеним розрахунком за залежністю:

$$\omega_{EBZF} = \left(2 \cdot \arcsin \frac{1 + \sin \alpha - \cos \alpha}{1 + \sin \alpha} - \sin \left(2 \cdot \arcsin \frac{1 + \sin \alpha - \cos \alpha}{1 + \sin \alpha} \right) \right) \times$$

$$\times \frac{R^3}{4 \cdot (1 + \sin \alpha)} \left(\sin \alpha + \sqrt{1 + (1 + \sin \alpha) \cdot (1 + \sin \alpha - 2 \cdot \cos \alpha)} \right) \quad (5)$$

Еквівалент обсягу перевезень по всій площі сектору має вид:

$$Q_c = R^2 \cdot \alpha \quad (6)$$

Середню відстань перевезень розраховують за формулою

$$l_c = \frac{W_c}{Q_c} \quad (7)$$

Перевірка достовірності результатів розрахунку за запропонованою схемою виконувалась шляхом порівняння значень безпосереднього виміру параметрів різних за величиною секторів та даними одержаними розрахунком. Місце розташування виробничих підрозділів, що забезпечує мінімальне значення еквіваленту транспортної роботи, виконували на основі результатів безпосередніх вимірів параметрів секторів з різними величинами центрального кута шляхом варіюванні відстані між центром круга та місцем розташування пункту. Результати дослідження наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

**Результати розрахунку та безпосередніх замірів параметрів секторів
для круга радіусом 10 см**

Кількість виробничих підрозділів	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Еквівалент транспортної роботи, см ³										
- за розрахунком	2094	-	1257	1092	983	916	875	853	843	841
- за вимірюванням	-	1600	1270	1119	1006	901	860	826	807	796
- відхилення результатів, %	-	-	-1,0	-2,5	-2,3	1,6	1,8	3,3	4,5	5,6
- мінімальний	2094	1576	1270	1119	1006	901	850	826	788	786
Оптимальна відстань від кола до місця розташування пункту перевалки (з відхиленням ±0,5), см	0	6,0	4,6	4,1	3,7	3,3	3,5	2,8	3,6	3,4
Зміна транспортної роботи при відхиленні від оптимального місця розташування пункту перевалки на відстань до 0,1R від оптимальної, %	-	1,5	3,5	2,5	2,4	1,9	0,5	1,0	2,4	1,9
Оптимальна відстань від центру круга до місця перевалки, см	0	4,0	5,4	5,9	6,3	6,7	6,7	6,7	6,7	6,7

В основу визначення оптимальної відстані розташування пункту перевантаження у напрямку від центру кола до його межі покладені гіпотези: при поділі території круг від 3 до 6 секторів мінімальна транспортна робота спостерігається, якщо місце перевантаження розташоване на відстані рівній радіусу вписаного в сектор кола, а при поділ на 6 і більше секторів – оптимальна відстань дорівнює середній відстані перевезень визначеній за кругом. Цей твердження обґрунтоване значенням коефіцієнту кореляції 0,972, що з надійністю висновку 0,99 вказує на наявність зв'язку між теоретичними значеннями та даними спостережень.

Аналіз результатів виконаного дослідження свідчить:

- запропонована методика розрахунку забезпечує отримання результатів у межах від 1,0 % до 5,6 % від дійсних значень, що дозволяє її використання в інженерних розрахунках;
- виявлено, що при поділі міста на зони обслуговування за секторами з геометричної точки зору темпи падіння транспортної роботи очікується незначними при розділі території більше чим на вісім частин (до 2,3%);
- порівнянням результатів в області допустимих значень параметрів ділянок ($N_{пер} > 2$) розрахункової схеми доведена гіпотеза про місце оптимального розташування перевантажувального майданчика, яке при $2 < N_{пер} \leq 6$ співпадає з центром вписаного в сектор кола, а при $N_{пер} \geq 6$ – співпадає зі значенням середньої відстані перевезень визначеної за кругом;
- зміна транспортної роботи при відхиленні від оптимального місця розташування пункту перевалки на відстань до 10% від радіуса міста припустима з інженерної точки зору, що надає широкі можливості проектувальникам для визначання місця будівництва перевантажувального пункту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Правдин Н.В.* Взаимодействие различных видов транспорта / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей, В. А. Подкопасев. — М. : Транспорт, 1989. — 208 с.
2. *Рывкин А.А.* Справочник по математике / А. А. Рывкин, А. З. Рывкин, Л. С. Хренов. — М. : Высшая школа, 1975. — 554 с.
3. *Процик О.П.* Підвищення ефективності перевезень твердих побутових відходів : автореф. дис. На здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.22.01 «Транспортні системи» / О. П. Процик. — К.; 2009. — 17 с.
4. *Говорущенко Н.Я.* Основы теории эксплуатации автомобилей / Н. Я. Говорущенко. — К.: Вища шк., 1971. — 232 с.