УДК 656.11

Санько Я. В., к.т.н. (Харківська національна академія міського господарства, м. Харків), **Ройко Ю. Я., ст. викладач** (Національний університет "Львівська політехніка")

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ДОВЖИНУ ДІЛЯНКИ ВУЛИЧНО-ДОРОЖНЬОЇ МЕРЕЖІ

Розглядаються критерії оцінки планувальних схем вулично-дорожньої мережі. Запропоновано математичні моделі витрат, пов'язаних з рухом транспортних потоків по ділянці вулично-дорожньої мережі.

Рассматриваются критерии оценки планировочных схем улично-дорожной сети. Предложены математические модели затрат, связанных с движением транспортных потоков по участку улично-дорожной сети.

Criteria of assessment of planning schemes of the road network are examined. The mathematical model of the costs associated with the movement of traffic on the section of the road network are proposed.

Ключові слова: критерій, вулично-дорожня мережа, витрати, транспортний потік.

Одним із головних питань транспортного планування міст є визначення геометричних розмірів майбутньої селітебної території. Оскільки межами житлових кварталів та районів є магістральні вулиці та дороги, то вони відповідно формують конфігурацію вулично-дорожньої мережі, від якої в свою чергу залежать основні показники ефективності функціонування транспортних та пасажирських (пішохідних) потоків. В роботах [1-3] були досліджені та розроблені критерії оцінки планувальних схем вулично-дорожньої мережі, а саме:

1) ступінь непрямолінійності сполучень (коефіцієнт непрямолінійності транспортних сполучень);
2) щільність вулично-дорожньої мережі міста;
3) рівень завантаження вулиць рухом (рівень обслуговування);
4) ступінь складності перехресть вулиць і доріг.

Коефіцієнт непрямолінійності залежить від планувальної схеми вулично-дорожньої мережі міста і знаходиться в межах 1,05-1,5.

Щільність вулично-дорожньої мережі міста знаходиться в межах 0,7-4 км/км^2 і залежить від групи, до якої належить місто та територіальної частини міста (центральна, периферійна, промислова).

Ступінь складності перехресть вулиць і доріг оцінюється за такими пока-

зниками, як рівень безпеки руху, забезпечення швидкості руху та пропускна здатність перехресть.

Основним недоліком таких показників, як ступінь непрямолінійності сполучень та щільність вулично-дорожньої мережі міста, є використання їх усереднених значень.

В роботі [4] було визначено, що загальні витрати транспортної системи життєзабезпечення міста будуть складатися з:

- ✓ витрат на функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів;
- ✓ витрат на функціонування транспортної системи газопостачання;
- ✓ витрат на функціонування транспортної системи водопостачання;
- ✓ витрат на функціонування транспортної системи водовідведення;
- ✓ витрат на функціонування транспортної системи електропостачання;
- ✓ витрат на функціонування транспортної системи кабельних мереж.

В свою чергу витрати пов'язані з функціонування транспортної системи перевезення пасажирів та вантажів будуть визначатися за наступною залежністю

$$C_{TC1} = C_{TП} + C_{ПП}\ , \qquad (1)$$

де $C_{TП}$ – витрати, пов’язані з рухом транспортних потоків, грн/год.; $C_{ПП}$ – витрати, пов’язані з рухом пасажирських потоків, грн/год.;

Використовуючи схему ділянки вулично-дорожньої мережі (рис. 1), розглянемо, з яких складових будуть складатися витрати, що пов'язані з рухом транспортних потоків.

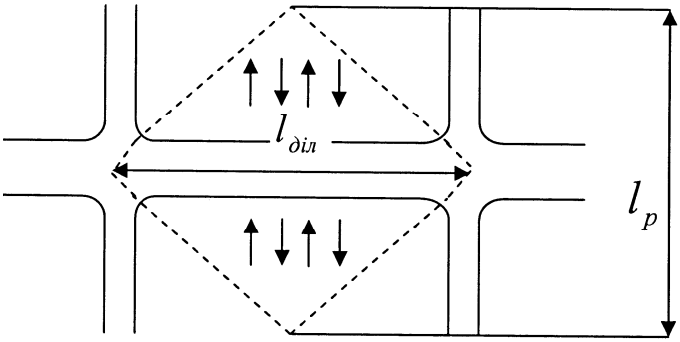

Рис. 1. Схема ділянки вулично-дорожньої мережі:

$l_{діл}$, l_p – відповідно довжина ділянки магістралі та довжина внутрішньорайонних шляхів, км;

↑↓↑↓ – транспортні потоки, од./добу;

– межі транспортного району

Враховуючи, що внутрішньорайонні шляхи розташовані вздовж будівель та споруд, а кількість виїздів із району обмежена, то доцільно було б врахувати коефіцієнт непрямолінійності транспортних сполучень. Тому витрати, що пов'язані з рухом по внутрішньорайонних шляхах, можна визначити за залежністю

$$C_{ТП1} = \frac{l_р \cdot k_н}{2 \cdot V_Т} \cdot \left(НО + НР\right) \cdot S_Т \cdot \frac{1}{l_{діл}}, \qquad (2)$$

де $k_н$ – коефіцієнт непрямолінійності транспортних сполучень; $V_Т$ – швидкість руху транспортних засобів, км/год.; $НО$ – обсяг відправлень з району, од./добу; $НР$ – обсяг прибуття до району, од./добу; $S_Т$ – собівартість пересування, грн/год.

Витрати транспортних потоків, що пов'язані з виїздом на основну магістраль, можна визначити за рівнянням

$$C_{ТП2} = t_в \cdot НО \cdot S_Т \cdot \frac{1}{l_{діл}}, \qquad (3)$$

де $t_в$ – середній час виїзду одного транспортного засобу, год.

Витрати транспортних потоків, що пов'язані з рухом по магістралі, можна визначити за формулою

$$C_{ТП3} = \frac{l_{діл}}{2 \cdot V_Т} \cdot \left(НО + НР\right) \cdot S_Т. \qquad (4)$$

Витрати транзитних транспортних потоків можна визначити за залежністю

$$C_{ТП4} = \frac{l_{діл}}{V_Т} \cdot N_{ТР} \cdot S_Т, \qquad (5)$$

де $N_{ТР}$ – кількість транзитних транспортних засобів, од./добу.

Витрати транспортних потоків, що пов'язані з забрудненням навколишнього середовища, можна визначити за рівнянням

$$C_{ТП5} = \frac{l_{діл}}{V_Т} \cdot \left(\frac{НО + НР}{2} + N_{ТР}\right) \cdot N_Г \cdot C_Г, \qquad (6)$$

де $N_Г$ – кількість шкідливих речовин у відпрацьованих газах транспортних засобів, кг/год.; $C_Г$ – вартість впливу шкідливих речовин у відпрацьованих газах транспортних засобів, грн/кг.

Витрати транспортних потоків, що пов'язані з роз'їздом транспортних засобів на перехресті, можна визначити за залежністю

$$C_{ТП6} = t_{гр} \cdot \left(\frac{HO + HP}{2} + N_{ТР} \right) \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}}, \quad (7)$$

де $t_{гр}$ – граничний інтервал, год.

Витрати транспортних потоків, що пов'язані з утриманням дорожнього покриття, можна визначити за формулою

$$C_{ТП7} = l_{діл} \cdot C_{1КМ}^{М} + l_р \cdot k_н \cdot C_{1КМ}^{Р} \cdot \frac{1}{l_{діл}}, \quad (8)$$

де $C_{1КМ}^{М}, C_{1КМ}^{Р}$ – вартість утримання 1 кілометра магістральної та внутрішньорайонної дороги відповідно, грн/км.

Таким чином, загальні витрати, пов'язані з рухом транспортних потоків, будуть становити:

$$C_{ТП} = C_{ТП1} + C_{ТП2} + C_{ТП3} + C_{ТП4} + C_{ТП5} + C_{ТП6} + C_{ТП7}. \quad (9)$$

Або з урахуванням залежностей (2)-(8)

$$\begin{aligned} C_{ТП} = {} & \frac{l_р \cdot k_н}{2 \cdot V_T} \cdot (HO + HP) \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}} + t_в \cdot HO \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}} + \\ & + \frac{l_{діл}}{2 \cdot V_T} \cdot (HO + HP) \cdot S_T + \frac{l_{діл}}{V_T} \cdot N_{ТР} \cdot S_T + \frac{l_{діл}}{V_T} \cdot \left(\frac{HO + HP}{2} + N_{ТР} \right) \cdot N_Г \cdot C_Г + \\ & + t_{гр} \cdot \left(\frac{HO + HP}{2} + N_{ТР} \right) \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}} + l_{діл} \cdot C_{1КМ}^{М} + l_р \cdot k_н \cdot C_{1КМ}^{Р} \cdot \frac{1}{l_{діл}}. \end{aligned} \quad (10)$$

Якщо припустити, що витрати всіх інших транспортних систем життєзабезпечення міста будуть постійні, тоді оптимальна довжина ділянки ВДМ, що забезпечує мінімум витрат на функціонування всіх життєзабезпечуючих систем міста, визначається за умови

$$\frac{dC_{ТП}}{dl_{діл}} = 0. \quad (11)$$

Таким чином, диференціальне рівняння набуде вигляду:

$$\begin{aligned} \frac{dC_{ТП}}{dl_{діл}} = {} & \frac{l_р \cdot k_н}{2 \cdot V_T} \cdot (HO + HP) \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}^2} + t_в \cdot HO \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}^2} + \\ & + \frac{1}{2 \cdot V_T} \cdot (HO + HP) \cdot S_T + \frac{1}{V_T} \cdot N_{ТР} \cdot S_T + \frac{1}{V_T} \cdot \left(\frac{HO + HP}{2} + N_{ТР} \right) \cdot N_Г \cdot C_Г + \\ & + t_{гр} \cdot \left(\frac{HO + HP}{2} + N_{ТР} \right) \cdot S_T \cdot \frac{1}{l_{діл}^2} + C_{1КМ}^{М} + l_р \cdot k_н \cdot C_{1КМ}^{Р} \cdot \frac{1}{l_{діл}^2} = 0 \end{aligned} \quad (12)$$

Звідки отримаємо формулу оптимальної довжини ділянки ВДМ

$$l_{діл}^{опт} = \sqrt{\frac{l_р \cdot k_н \cdot НО \cdot S_Т + V_Т \cdot t_в \cdot НО \cdot S_Т}{НО \cdot S_Т + N_{ТР} \cdot S_Т + (НО + N_{ТР}) \cdot N_Г \cdot C_Г + V_Т \cdot C_{1КМ}^{М}} + \frac{V_Т \cdot t_{гр} \cdot (НО + N_{ТР}) \cdot S_Т + V_Т \cdot l_р \cdot k_н \cdot C_{1КМ}^{Р}}{1}}. \quad (13)$$

Для відображення залежності витрат, пов'язаних з рухом транспортних потоків, від довжини ділянки вулично-дорожньої мережі зобразимо залежність (10) у вигляді графіка (рис. 2).

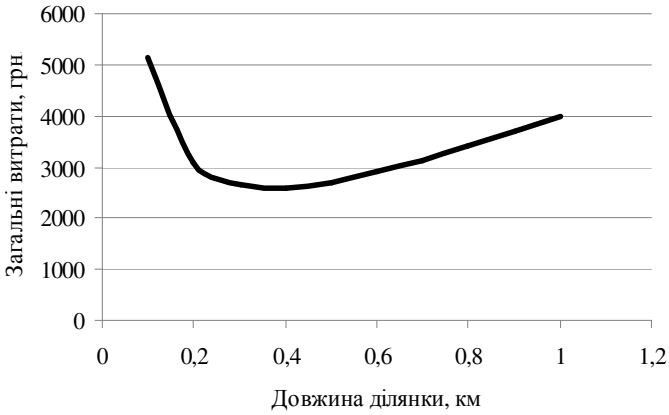

Рис. 2. Залежність витрат, пов'язаних з рухом транспортних потоків, від довжини ділянки вулично-дорожньої мережі

Для подальших досліджень впливу факторів транспортних потоків на оптимальну довжину ділянки вулично-дорожньої мережі залежно (13) необхідно визначити межі кожної складової і розподілити на постійні й змінні.

1. Черепанов В. А. Транспорт в планировке городов / В. А. Черепанов. – М. : Стройиздат, 1970. – 304 с. **2.** Фишельсон М. С. Транспортная планировка городов / М. С. Фишельсон. – М. : Высшая школа, 1985. – 239 с. **3.** Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с. **4.** Доля В. К., Санько Я. В. Визначення довжини ділянки вулично-дорожньої мережі міста / В. К. Доля, Я. В. Санько // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Х., 2011. – № 6/4(54). – С. 17-20.

Рецензент: д.т.н., професор Кожушко Л. Ф. (НУВГП)