

УДК 656.11

ОЦІНКА ВПЛИВУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТ

Санько Я.В.

EVALUATION OF TRANSPORT FLOWS FOR FORMING TRANSPORT NETWORK

Sanko Ia.

В статті розглядаються методи оцінки планувальних схем вулично-дорожньої мережі й встановлено, що головним недоліком є використання їх усереднених значень. Виходячи з цього, розроблено моделі, що дозволяють встановити параметри транспортних мереж із заданим рівнем зручності переміщення. Встановлено, що задоволення потреб у переміщеннях досягається за рахунок створення необхідної пропускну здатності елементів транспортної мережі.

Ключові слова: транспортний потік, транспортна мережа, критерій оцінки, переміщення.

Вступ. Процес містобудівного проектування багато в чому визначається величиною населеного пункту. Питання розселення жителів міста стосовно місць прикладання праці, транспортного обслуговування міського населення, розвитку загальноміського центра, забезпечення зв'язку із приміською зоною й багато іншого здобувають у великих містах особливу гостроту. Саме тому норми й правила планування й забудови міст пов'язані з величиною проєктованого міста, що визначається кількістю жителів [1-3].

Постановка проблеми. З початком появи перших "міст", та їх подальшим розвитком, у сучасному розумінні сукупності будівель та споруд, що служили мешканцям житлом та місцем праці, виникла проблема внутрішніх переміщень. Адже вся територія була забудована таким чином, що між будівлями були вузькі проходи, де могли розминутися лише дві людини.

І цьому є свої пояснення (економія міського простору, відсутність будь-яких транспортних засобів, особливості рельєфу місцевості і т.д.). Пізніше, з появою різноманітних повозок та використанням у якості основної рушійної сили - коней, постала проблема їхнього переміщення вузькими міськими вулицями. Визначальним моментом, в історії розвитку

міст, стала поява перших карет (вагонів) та подальший перехід до сучасних транспортних засобів. Все це наклало свої вимоги щодо організації транспортного обслуговування мешканців, як всього міста, так і окремих його частин [4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботі [5] визначено, що планувальна структура вулично-дорожньої мережі міста впливає на швидкість руху транспорту, витрати часу пасажирів, пропускну здатність мережі, ступінь безпеки руху, економічність використання пасажирського та вантажного транспорту.

Для того щоб визначити, на скільки ефективно спроектована або побудована вулично-дорожня мережа міста, розроблено відповідні критерії оцінки [1, 5-11].

Перший показник – ступінь непрямолінійності сполучень (коефіцієнт непрямолінійності транспортних сполучень) визначається, як відношення довжини шляху дорогами (вулицями) між двома точками до довжини повітряної лінії, яка сполучає ці точки:

$$k_{\text{непр}} = \frac{l_{ij}^{\text{дор}}}{l_{ij}^{\text{пов}}}, \quad (1)$$

де $k_{\text{непр}}$ – коефіцієнт непрямолінійності транспортних сполучень;

$l_{ij}^{\text{дор}}$ – довжина шляху по дорогах між двома точками, км.;

$l_{ij}^{\text{пов}}$ – довжина між двома точками по повітряю, км.

У роботах [1, 5] зазначено, що коефіцієнт непрямолінійності залежить від планувальної схеми вулично-дорожньої мережі міста і знаходиться в межах 1,05-1,5.

Другим показником є щільність вулично-дорожньої мережі міста, яка визначається, як відношення довжини транспортної мережі до площі території міста:

$$\delta = \frac{L_c}{F_c}, \quad (2)$$

де δ - щільність транспортної мережі, км/км²;

L_c - довжина транспортної мережі по осі вулиць, км;

F_c - селітебна територія міста, км².

Як зазначено в роботі [8], цей показник знаходиться в межах 0,7–4 км/км² і залежить від групи, до якої належить місто та територіальної частини міста (центральна, периферійна, промислова).

Різниця в нормах з проектування доріг у різні роки, а саме ширини проїзної частини, спричинила появу різновиду показника щільності вулично-дорожньої мережі, який визначається як відношення площі транспортної мережі до площі території міста [12]:

$$\delta' = \frac{S_{ВДМ}}{S_M}, \quad (3)$$

де $S_{ВДМ}$ – площа вулично-дорожньої мережі, км².

Головним недоліком перелічених показників є використання їхніх середніх значень. Це дозволяє приймати рішення на макрорівні за розроблення генеральних планів міст, комплексних схем транспорту тощо. На мікрорівні, за розроблення заходів з організації дорожнього руху, використовують такі показники, як рівень завантаження вулиць рухом (рівень обслуговування) та ступінь складності перехресть вулиць і доріг.

Рівень завантаження вулиць та доріг рухом можна оцінити використовуючи відношення фактичної швидкості чи щільності руху транспортного потоку до їхніх максимальних значень [13]

$$c = \frac{V_z}{V_{max}}, \quad (4)$$

$$\rho = \frac{q_z}{q_{max}}, \quad (5)$$

де V_z, V_{max} – швидкість руху за будь-якого рівня зручності та за вільних умов відповідно, км/год;

q_z, q_{max} – щільність транспортного потоку за будь-якого рівня зручності та максимальна відповідно, авт./км.

Ступінь складності перехресть вулиць і доріг оцінюється за рівнем їхньої аварійності, безпеки руху через відповідні коефіцієнти безпеки та за пропускну здатністю.

Рівень безпеки руху на перехрестях оцінюється показником аварійності, запропонованим в роботі [1]:

$$K_a = \frac{G \cdot K_p \cdot 10^7}{25(M_\Sigma + N_\Sigma)}, \quad (6)$$

де G – сума небезпеки всіх конфліктних точок;

K_p – коефіцієнт річної нерівномірності інтенсивності руху;

M_Σ, N_Σ – сумарні інтенсивності руху на дорогах, які перетинаються, авт./добу.

Таким чином, в ході аналізу, було з'ясовано, що всі оціночні показники залежать від параметрів ділянок транспортної мережі, а саме довжини та ширини.

Мета статті. Метою даної статті є визначення впливу транспортних потоків на формування транспортної мережі міст.

Результати досліджень. З огляду на концепцію розвитку міста відбувається зміна транспортної мережі за рахунок зміни її параметрів. Що стосується існуючої транспортної мережі, то відбувається лише зміна ширини проїзної частини шляхом її розширення (безумовно там де це можливо). В окремих випадках закриття частини вулиць з організацією пішохідного руху.

Такі заходи обумовлені збільшенням інтенсивностей руху транспортних потоків й відповідно зменшенням пропускну здатності елементів транспортної мережі. Але використання такого підходу є тимчасовим й потребує кардинальних змін.

Для того щоб зрозуміти які заходи забезпечать ефективне функціонування транспортних систем міст необхідно розробити модель оцінки впливу транспортних потоків на параметри транспортної мережі.

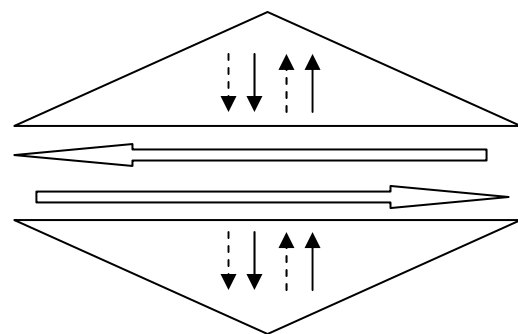





Рис. 1. Схема елемента транспортної мережі з прилеглою територією:

-  – прилегла територія, яку обслуговує ділянка транспортної мережі;
-  – транзитні транспортні потоки;
-  – місцеві транспортні та пасажирські (пішохідні) потоки

Якщо поглянути на схему елемента транспортної мережі з прилеглою територією (рис. 1), то очевидним є те, що:

- 1) всі потоки розподіляються на місцеві та транзитні;
- 2) в крайніх точках відбувається розподіл потоків;
- 3) утворення та поглинання потоків відбувається в місцях приєднання місцевих мереж до магістральної.

Перше, що необхідно визначити це кількість населення, яка утворює місцеві потоки. Для цього використаємо деякі припущення:

- 1) транспортні та пасажирські (пішохідні) потоки утворює самодіяльне населення;
- 2) кількість населення визначається його щільністю;
- 3) часовий період протягом якого відбувається максимальне переміщення – ранковий "пік".

Отже кількість населення, що утворює транспортний потік визначається за залежністю:

$$N_{нас}^{mp} = c_{нас} \cdot S_p \cdot k_c \cdot k_a, \quad (1)$$

де $c_{нас}$ – щільність населення, чол./га;

S_p – площа території, га;

k_c – коефіцієнт, що враховує самодіяльне населення;

k_a – коефіцієнт користування індивідуальними транспортними засобами.

Відповідно кількість транспортних засобів, що утворює транспортний потік визначається за залежністю:

$$A_{mp} = \frac{c_{нас} \cdot S_p \cdot k_c \cdot k_a}{k_3}, \quad (2)$$

де k_3 – коефіцієнт заповнення індивідуальних транспортних засобів.

Або враховуючи рівень автомобілізації кількість транспортних засобів, що утворює транспортний потік визначається за залежністю:

$$A_{mp} = \frac{c_{нас} \cdot S_p \cdot y_a \cdot k_6}{k_3}, \quad (3)$$

де y_a – рівень автомобілізації, авт./1000 чол.;

k_6 – коефіцієнт використання транспортних засобів.

Кількість населення, що утворює пасажирський (пішохідний) потік визначається за залежністю:

$$N_{нас}^{МПТ} = c_{нас} \cdot S_p \cdot k_c \cdot k_{МПТ}, \quad (4)$$

де $k_{МПТ}$ – коефіцієнт користування МПТ.

Відповідно кількість транспортних засобів МПТ, що задовольняє послугами пасажирів можна визначити за залежністю:

$$A_{МПТ} = \frac{c_{нас} \cdot S_p \cdot k_c \cdot k_{МПТ} \cdot \bar{t}_{об}}{q_n \cdot \gamma_c}, \quad (5)$$

де $\bar{t}_{об}$ – середній час оберт, год.;

q_n – середня місткість транспортних засобів, пас.;

γ_c – середній коефіцієнт заповнення салонів транспортних засобів.

Для оцінки зручності переміщення транспортних та пасажирських потоків доцільно застосувати рівень завантаження дороги рухом [13]:

$$z = \frac{N}{P}, \quad (6)$$

де N – інтенсивність транспортних засобів, авт./год.;

P – пропускна здатність елемента транспортної мережі, авт./год.

Очевидно, що кількість смуг для руху транспортних засобів із заданим рівнем зручності може бути визначено за залежністю:

$$n = \frac{N}{P \cdot z}, \quad (7)$$

або

$$n = \frac{A_{mp} + A_{МПТ}}{P \cdot z}. \quad (8)$$

Якщо до місцевих потоків додати транзитні, які формуються на інших територіях, то отримаємо:

$$n = \frac{A_{mp} + A_{МПТ} + A}{P \cdot z}, \quad (9)$$

де A – кількість транзитних транспортних засобів по відношенню до поточної території, авт./год.

Наступним кроком є визначення взаємодії транзитних та місцевих потоків. Для індивідуальних транспортних засобів – це місця виїзду з прилеглої до магістральної території й відповідно визначається загальним часом виїзду:

$$T_{виїзду} = \frac{A_{mp} \cdot \bar{t}_{виїзду}}{n_e}, \quad (10)$$

де $\bar{t}_{виїзду}$ – середній час виїзду транспортного засобу з прилеглої до магістральної території, год.;

n_e – кількість виїздів з прилеглої до магістральної території.

Для пасажирських потоків – це зупинки МПТ й відповідно визначається загальним часом простою транспортних засобів:

$$T_{np} = N_{нас}^{МПТ} \cdot \bar{t}_{n(e)}, \quad (11)$$

або

$$T_{np} = A_{mp} \cdot \bar{t}_{np}, \quad (12)$$

де $\bar{t}_{n(e)}$ – середній час посадки (висадки) пасажирів, год.;

\bar{t}_{np} – середній час простою пасажирського транспортного засобу, год.

Останнім елементом є розподіл потоків в кінцевих точках відрізка транспортної мережі. При будь-якій системі розподілу визначають затримки, які визначаються:

$$T_z = (A_{mp} + A_{МПТ} + A) \cdot \bar{t}_z, \quad (13)$$

де \bar{t}_z – середній час затримки транспортного засобу при проїзді перехрестя, год.

Таким чином сформовано уявлення про утворення та розподіл потоків, які формують параметри транспортної мережі, а саме кількість смуг руху.

В подальшому необхідно провести експериментальні дослідження щодо визначення параметрів розроблених моделей.

Висновки. Аналіз робіт з транспортного планування міст довів, що під час розроблення нових міських територій проектувальниками та науковцями все більше уваги приділяється визначенню раціональної структури вулично-дорожньої мережі, яка б забезпечувала мінімальні витрати на переміщення транспортних та пішохідних потоків.

Розроблені моделі утворення та розподілу транспортних та пасажирських потоків в повній мірі дозволяють встановити параметри транспортних мереж при заданому рівні зручності переміщення.

В подальшому необхідно провести експериментальні дослідження щодо визначення параметрів розроблених моделей, а саме: середній час виїзду транспортного засобу з прилеглої до магістральної території; середній час посадки (висадки) пасажирів та середній час простою пасажирського транспортного засобу.

Література

1. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов [Текст] / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.
2. Taylor N. Urban planning theory since 1945 [Text] / N. Taylor. – Gateshead : SAGE Publications, 1998. – 184 p.
3. Williams K. Achieving sustainable urban form [Text] / Williams K., Burton E., Jenks M. – Suffolk: E&FN Spon, 2000. – 388 p.

4. Косицький Я. В. Основы теории планировки и застройки городов [Текст] / Я. В. Косицький, Н. Г. Благовидова. – М. : Архитектура-С, 2007. – 76 с.
5. Hall P. Urban and regional planning [Text] / P. Hall. – Routledge, 2002. – 237 p.
6. Moughtin C. Urban design: street and square [Text] / C. Moughtin. – Oxford : Architectural Press, 2003. – 320 p.
7. Marshall S. Streets and patterns: The structure of urban geometry [Text] / S. Marshall. – New York : Spon Press, 2005. – 318 p.
8. Безлюбченко О. С. Планування і благоустрій міст [Текст] / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черноусова: Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х. : ХНАМГ, 2011. – 191 с.
9. Васильева Г. Ю. Методи мінімізації затримок транспорту на магістральній вулично-дорожній мережі міст України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.23.20 «Містобудування та територіальне планування» [Текст] / Г. Ю. Васильева. – К., 2007. – 21 с.
10. Cuthbert A. The form of cities [Text] / A. Cuthbert. – Blackwell, 2006. – 304 p.
11. Corey K. Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy [Text] / K. Corey. – Routledge, 2006. – 268 p.
12. Лобашов О. О. Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах [Текст] / О. О. Лобашов. – Х. : ХНАМГ, 2010. – 170 с.
13. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху [Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.]; за ред. М. Ф. Дмитриченка [Текст] / – К. : Знання України, 2007. – 452 с. – (5 кн./ Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; кн. 4).

References

1. Lobanov E. M. Transportnaja planirovka gorodov [Tekst] / E. M. Lobanov. – M. : Transport, 1990. – 240 s.
2. Taylor N. Urban planning theory since 1945 [Text] / N. Taylor. – Gateshead : SAGE Publications, 1998. – 184 p.
3. Williams K. Achieving sustainable urban form [Text] / Williams K., Burton E., Jenks M. – Suffolk: E&FN Spon, 2000. – 388 p.
4. Kosic'kij Ja. V. Osnovy teorii planirovki i za-strojki gorodov [Tekst] / Ja. V. Kosic'kij, N. G. Bla-govidova. – M. : Arhitektura-S, 2007. – 76 s.
5. Hall P. Urban and regional planning [Text] / P. Hall. – Routledge, 2002. – 237 p.
6. Moughtin C. Urban design: street and square [Text] / C. Moughtin. – Oxford : Architectural Press, 2003. – 320 p.
7. Marshall S. Streets and patterns: The structure of urban geometry [Text] / S. Marshall. – New York : Spon Press, 2005. – 318 p.
8. Bezljubchenko O. S. Planuvannja i blagoustrij mist [Tekst] / O. S. Bezljubchenko, O. V. Zaval'nij, T. O. Chernonosova: Hark. nac. akad. mis'k. gosp-va. – H. : HNAMEG, 2011. – 191 s.
9. Vasil'eva G. Ju. Metodi minimizacii zatrimok trans-portu na magistral'nij vulichno-dorozhnyj merezhi mist Ukraїni : avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk : spec. 05.23.20 «Mistobuduvannja ta teritorial'ne planuvannja» [Tekst] / G. Ju. Vasil'eva. – K., 2007. – 21 s.
10. Cuthbert A. The form of cities [Text] / A. Cuthbert. – Blackwell, 2006. – 304 p.
11. Corey K. Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy [Text] / K. Corey. – Routledge, 2006. – 268 p.

12. Lobashov O. O. Modeljuvannja vplivu merezhi parkuvannja na transportni potoki v mistah [Tekst] / O. O. Lobashov. – H. : HNAMEG, 2010. – 170 s.
13. Sistemologija na transporti. Organizacija dorozhn'ogo ruhu [Gavrilov E. V., Dmitrichenko M. F., Dolja V. K. ta in.]; za red. M. F. Dmitrichenka [Tekst] / – K. : Znannja Ukraїni, 2007. – 452 s. – (5 kn./ Gavrilov E. V., Dmitrichenko M. F., Dolja V. K. ta in.; kn. 4).

Санько Я.В. Оценка влияния транспортных потоков на формирование транспортной сети городов

В статье рассматриваются методы оценки планировочных схем улично-дорожной сети и установлено, что главным недостатком является использование их усредненных значений. Исходя из этого, разработаны модели, позволяющие установить параметры транспортных сетей с заданным уровнем удобства перемещения. Установлено, что удовлетворение потребностей в перемещениях достигается за счет создания необходимой пропускной способности элементов транспортной сети.

Ключевые слова: транспортный поток, транспортная сеть, критерий оценки, перемещения.

Sanko Ia. Evaluation of transport flows for forming transport network

The article deals with methods of assessment planning schemes road network and found that the main drawback is the use of the average values. On this basis, developed a model to set the transport networks with a given level of convenience of movement, Namely the creation of transport and passenger flows, interaction and local transit flows and distribution of all streams. Found that meet the needs of movements is achieved by creating the necessary bandwidth transport network elements. For this it is advisable to apply the general assessment criterion - moving or relocation costs.

Keywords: traffic, transportation network, the criterion of evaluation, movement.

Санько Я.В. – к.т.н., доц., докторант кафедри транспортних систем і логістики, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, м. Харків, Україна, e-mail: yron08@rambler.ru.

Рецензент: д.т.н., проф. **Чернецька-Білецька Н.Б.**

Стаття подана 29.03.2016