

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ НА ПОТРЕБИ ІНЖЕНЕРНИХ МЕРЕЖ

Санько Я. В., к.т.н., доцент, докторант кафедри транспортних системи і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова, E-mail: yron08@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-3270-1122

В статті розглядається вплив параметрів транспортної мережі, а саме довжини ділянки на потреби інженерних мереж. Удосконалено ряд математичних моделей щодо визначення потреб інженерних мереж. У результаті проведеного математичного моделювання визначено зміни потреб у газопостачанні, водопостачанні та електропостачанні залежно від довжини ділянки транспортної мережі при різних значеннях щільності населення, що дозволило визначити нелінійний характер впливу.

Ключові слова: транспортна мережа, інженерна мережа, обсяг споживання, щільність населення.

Вступ. Сучасні тенденції розвитку міських територій вимагають використання найбільш ефективних технологій у всіх сферах діяльності, у тому числі й транспортних системах. Головним завданням яких є використання енергоефективних й енергозберігаючих технологій, з метою зменшення витрат на експлуатацію, ремонт, тощо.

Постановка проблеми. В умовах зростання рівня автомобілізації потрібний відповідний розвиток транспортної мережі. При цьому основним шляхом підвищення пропускної здатності вулиць і доріг є збільшення щільності транспортної мережі, за рахунок розширення проїзної частини, там, де це можливо. Але крім того, що на прокладку дорожнього полотна потрібні істотні капітальні витрати, завжди виникає питання переносу транспортних систем водо-, газо-, тепло-, електропостачання й інших мереж. Тому постає питання адаптації параметрів транспортної мережі до параметрів інших транспортних систем [1–3].

В свою чергу процес прокладки транспортних систем міста й дорожнього полотна може бути або послідовним, або паралельним. Тому що по нормативних документах передбачається прокладка транспортних систем водо-, газо-, тепло-, електропостачання й кабельних мереж під проїзною частиною або в границях червоних ліній. Вибір місця прокладки перерахованих транспортних систем залежить від рельєфу місцевості, способу відводу стічних вод і теплової енергії, ширини проїзної частини й інших факторів [2, 4].

При цьому головною проблемою такого підходу є наявність різнопланових характеристик і параметрів кожної системи, а також критеріїв ефективності їхнього функціонування. Що ускладнює процес адаптації параметрів вулично-дорожньої мережі до параметрів транспортних систем водо-, газо-, тепло-, електропостачання й кабельних мереж.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. З точки зору проектної діяльності, то спочатку проектуються транспортні лінії (вулиці й дороги), з огляду на функціональне зонування території міста, а потім накладаються трубопроводи, лінії електропередач, кабелю, тощо (рис. 1) [3, 4].

На сьогодні існують лише критерії оцінки побудови транспортної мережі, а саме [1, 3, 5–9]:

- 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.



Рисунок 1 – Структура міських транспортних мереж

Перший показник ступінь непрямої лінійності сполучень (коефіцієнт непрямої лінійності транспортних сполучень) визначається, як відношення довжини шляху по дорогах між двома точками до довжини шляху між двома точками по повітрю:

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

де $k_{непр}$ – коефіцієнт непрямої лінійності транспортних сполучень; $l_{ij}^{дор}$ – довжина шляху по дорогах між двома точками, км.; $l_{ij}^{нов}$ – довжина між двома точками по повітрю, км.

У роботах [1, 3], зазначено, що коефіцієнт непрямої лінійності залежить від планувальної схеми вулично-дорожньої мережі міста та 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:

$$\delta = \frac{L_M}{S_M}, \quad (2)$$

де δ – щільність вулично-дорожньої мережі міста, км/км²; L_M – довжина транспортної мережі, км.; S_M – площа території міста, км².

Як зазначено в роботах [3, 5, 9], 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 по проектуванню доріг в різні роки, а саме ширини проїзної частини, спричинила появу різновиду показнику щільності вулично-дорожньої мережі. Що визначається як відношення площі транспортної мережі до площі території міста [11]:

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

де δ' – скорегована щільність вулично-дорожньої мережі міста, км²/км²; $S_{ВДМ}$ – площа вулично-дорожньої мережі, км².

Рівень завантаження вулиць та доріг рухом можна оцінити за допомогою відношення фактичної швидкості або щільності руху транспортного потоку до їх максимальних значень [12]:

$$\frac{V_{\phi}}{V_{\max}}, \quad (4)$$

$$\frac{\rho_{\phi}}{\rho_{\max}}, \quad (5)$$

де V_{ϕ}, V_{\max} – фактична та максимальна швидкість руху транспортного потоку на ділянці відповідно, км/год.; ρ_{ϕ}, ρ_{\max} – фактична та максимальна щільність руху транспортного потоку на ділянці відповідно, авт./км.

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

Таким чином, використовуючи схему адаптації параметрів транспортної мережі до параметрів транспортних мереж водо-, газо-, тепло-, електропостачання та кабельних мереж (рис. 2), необхідно сформуванати механізм визначення впливу параметрів транспортної мережі на потреби інженерних мереж.

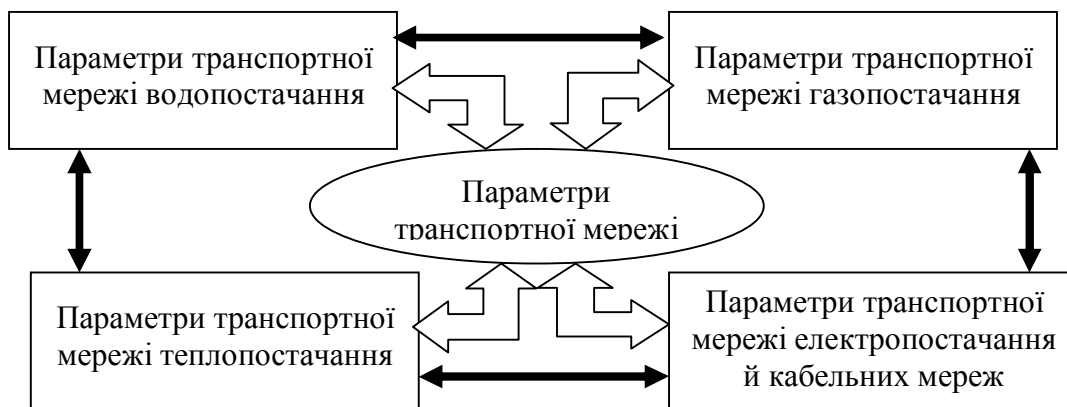


Рисунок 2 – Схема адаптації параметрів транспортних систем міста

Мета дослідження. Метою даної статті є визначення впливу параметрів транспортної мережі на потреби інженерних мереж.

Виклад основного матеріалу. Використовуючи підхід, запропонований у роботі [13], необхідним є побудова математичних моделей витрат на функціонування транспортних систем водо-, газо-, тепло-, електропостачання та кабельних мереж на окремій ділянці. Але особливістю всіх інженерних мереж є те, що вони замкнуті й утворюють контури по периметру житлової території й вздовж транспортної мережі (рис. 3).

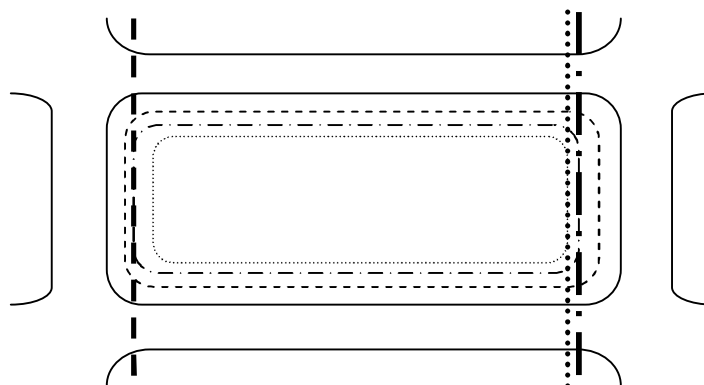


Рисунок 3 – Графічне зображення фрагменту житлової території:

- житлова територія;
- магістральні та внутрішньожитлові трубопроводи водо-, газо- та електропостачання

Таким чином, можливо визначити параметри інженерних мереж залежно від потреб населення на їх послуги. Відповідно до схеми (рис. 3) відбувається подача трьох джерел споживання: газу, води та електроенергії. Система теплостачання має бути внутрішньожитлова або окрема в кожній будівлі, що лише збільшує споживання перелічених вище джерел споживання. У такому випадку потреби населення в газопостачанні визначаються за залежністю [4]:

$$Q_p^g = \frac{H_g^g \cdot N_{нас}}{Q_n^g}, \quad (6)$$

де H_g^g – норма витрати теплоти, МДж/(рік·чол.); $N_{нас}$ – кількість жителів, чол.; Q_n^g – нижча робоча теплота згоряння газу, МДж/м³.

Для переходу на годинний обсяг споживання доцільно застосувати вираз:

$$Q_{год}^g = Q_p^g \cdot k_{\max}, \quad (7)$$

де k_{\max} – коефіцієнт годинного максимуму витрати газу.

У свою чергу потреби населення у водопостачанні визначаються за залежністю [4]:

$$Q_{доб}^w = \frac{H_n^w \cdot N_{нас}}{1000}, \quad (8)$$

де H_n^w – норма водоспоживання, приймається залежно від ступеня благоустрою районів житлової забудови.

Для переходу на годинний обсяг споживання доцільно застосувати вираз:

$$Q_{год}^w = \frac{Q_{доб}^w \cdot \alpha_{\max} \cdot \beta_{\max} \cdot k_{\max}^{доб}}{24}, \quad (9)$$

де α_{\max} – коефіцієнт, що враховує ступінь благоустрою будинків; β_{\max} – коефіцієнт, що враховує число жителів; $k_{\max}^{доб}$ – максимальний коефіцієнт добової нерівномірності.

Відповідно потреби населення в електропостачанні визначаються за залежністю [4]:

$$S_{розр}^e = \sqrt{P_{розр}^2 + Q_{розр}^2}, \quad (10)$$

де $P_{розр}$ – розрахункове активне електричне навантаження, кВт; $Q_{розр}$ – розрахункове реактивне електричне навантаження, кВАр.

Розрахункове активне електричне навантаження визначається за залежністю:

$$P_{розр}^e = Y_n^e \cdot N_{нас} \cdot \sum_{i=1}^n k_{учі}, \quad (11)$$

де Y_n^e – питоме розрахункове електричне навантаження, кВт/чол.; $k_{учі}$ – коефіцієнт участі в максимумі навантаження i -их об'єктів.

Розрахункове реактивне електричне навантаження визначається за залежністю:

$$Q_{розр} = P_{розр} \cdot tg\varphi, \quad (12)$$

де $tg\varphi$ – коефіцієнт реактивної потужності.

У кожній з наведених вище залежностей (6) - (12) є дві складові: постійна та змінна. До постійних відносяться норми споживання та різні коефіцієнти. А змінною є кількість мешканців житлової території, адже залежить від забудови та демографічного складу населення.

Для оцінки впливу кількості населення залежно його щільності використаємо наступну залежність:

$$N_{нас} = F_{тер} \cdot \rho_{нас}, \quad (13)$$

де $F_{тер}$ – площа території, га; $\rho_{нас}$ – щільність населення, чол./га.

У свою чергу площа території визначається її розмірами. Так для квадратної форми житлової території площа визначається залежністю:

$$F_{тер} = l^2, \quad (14)$$

де l – довжина сторони квадрату, км.

Таким чином, можливо визначити вплив розмірів житлової території (довжини транспортної мережі) на потреби інженерних мереж залежно від щільності населення. Використовуючи засоби моделювання було визначено графіки залежності потреб інженерних мереж при різних параметрах транспортної мережі (рис. 4–6).

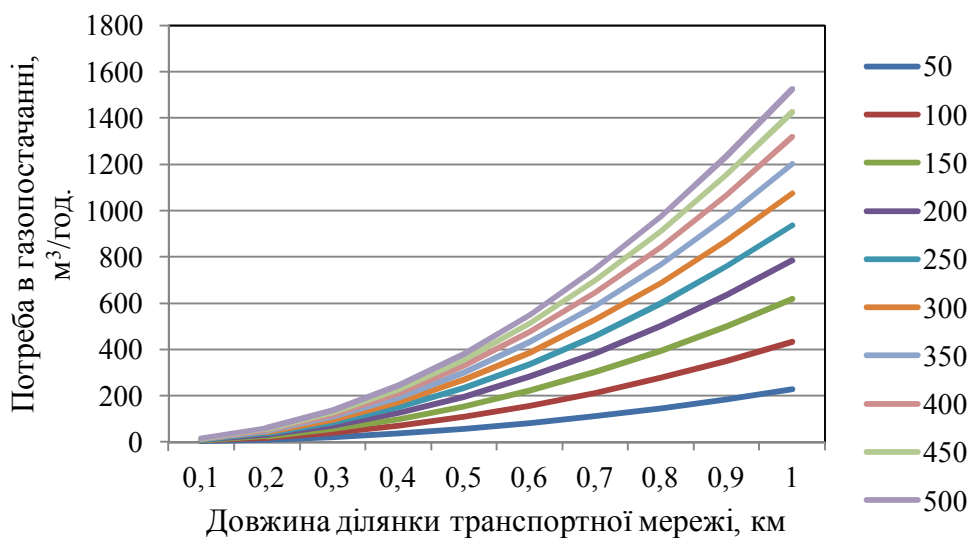


Рисунок 4 – Графік залежності потреб у газопостачанні залежно від довжини ділянки транспортної мережі при різних значеннях щільності населення

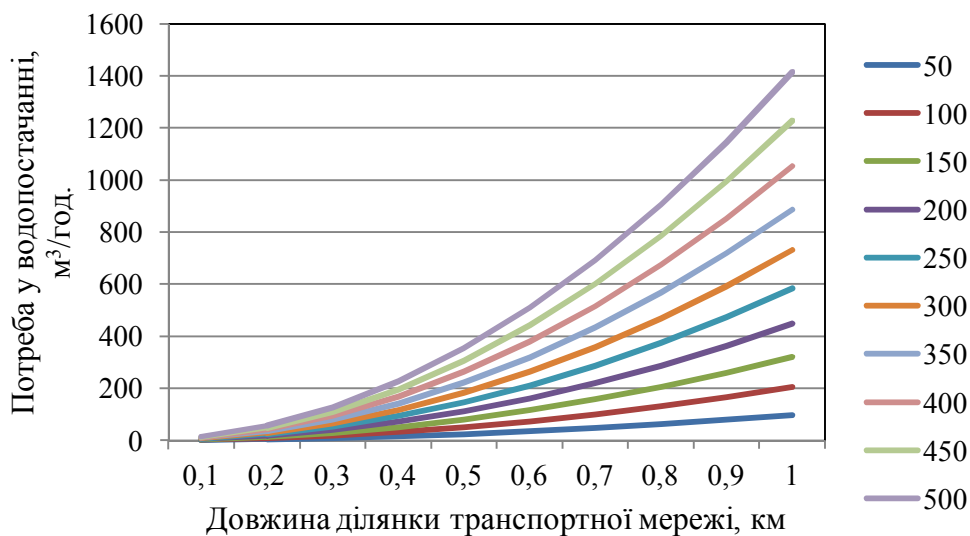


Рисунок 5 – Графік залежності потреб у водопостачанні залежно від довжини ділянки транспортної мережі при різних значеннях щільності населення

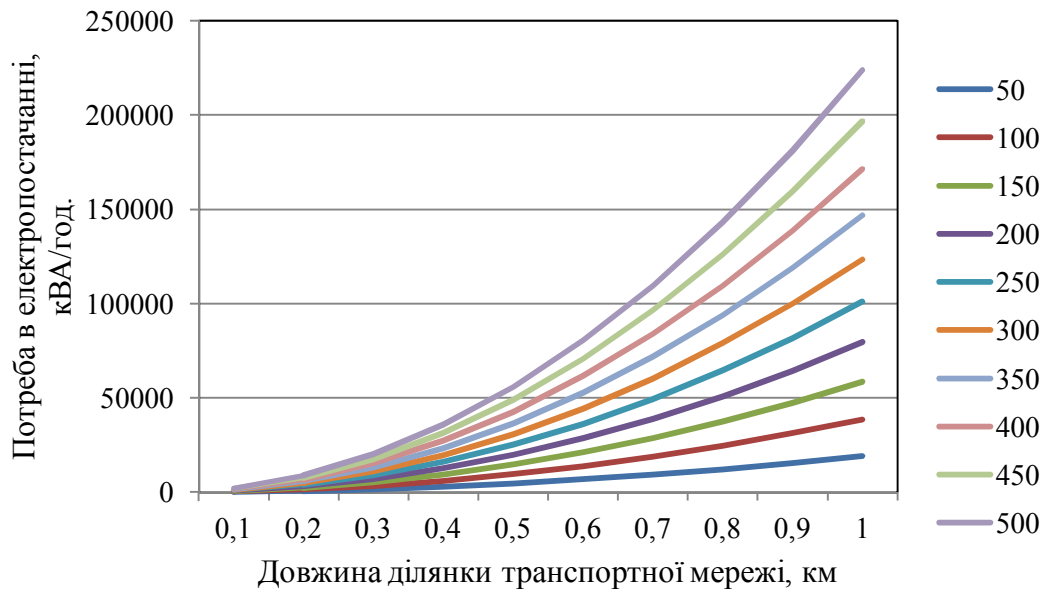


Рисунок 6 – Графік залежності потреб в електропостачанні залежно від довжини ділянки транспортної мережі при різних значеннях щільності населення

У результаті моделювання було виявлено, що вплив параметрів транспортної мережі, а саме довжини ділянки, що утворює житлову територію є нелінійним і залежить від щільності населення.

Висновки. Проведений аналіз критеріїв оцінки ефективності побудови транспортної мережі показав, що головним недоліком є використання їхніх усереднених значень. Натомість для сукупності інженерних мереж не існує критеріїв, які могли б оцінити ефективність їх побудови. Тому в роботі було запропоновано використовувати залежності потреб інженерних мереж залежно від території, яку вони обслуговують, що утворена транспортною мережею.

У подальшому необхідно виконати дослідження щодо впливу розподільчих засобів у мережах та оцінити їх сукупний вплив на інші форми житлової території.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Містобудування : довідник проектувальника / За ред. Т. Ф. Панченко. – К. : ДП «Укрархбудінформ», 2001. – 192 с.
2. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць / І. Е. Линник. – Х. : ХНАМГ, 2004. – 337 с.
3. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов / Е. М. Лобанов. – М. : Транспорт, 1990. – 240 с.
4. Деркач І. Л. Міські інженерні мережі / І. Л. Деркач. – Харків : ХНАМГ, 2006. – 97 с.
5. Corey K. Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy / K. Corey, M. Wilson – Routledge, 2006. – 268 p.
6. Williams K. Achieving sustainable urban form / K. Williams, E. Burton, M. Jenks. – E&FN Spon, 2000. – 388 p.
7. Keating, D. Neighborhood Planning / D. Keating, N. Krumholz // Journal of Planning Education and Research. – 2000. – No. 20 (1). – 111–114 pp.
8. Moughtin C. Urban Design: green dimensions / C. Moughtin, P. Shirley – Architectural Press, 2005. – 254 p.
9. Marshall S. Streets and patterns: The structure of urban geometry / S. Marshall – Spon Press, 2005. – 318 p.

10. Qing Su. The effect of population density, road network density, and congestion on household gasoline consumption in U.S. urban areas / Su Qing // *Energy Economics*. – 2011. – Vol. 33. – Iss. 3 – P. 445–452.

11. Лобашов О. О. Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах / О. О. Лобашов. – Х. : ХНАМГ, 2010. – 170 с.

12. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху / [Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.] за ред. М. Ф. Дмитриченка. – К. : Знання України, 2007. – 452 с.

13. Ройко Ю. Я. Щодо визначення раціональної довжини сторони житлового кварталу / Ю. Я. Ройко // *Східноєвропейський журнал передових технологій*. – 2013. – Вип. 2/4 (62). – С. 30–33.

REFERENCES

1. Ed. Panchenko, T. (2001) *Town planning. Designer's Guide*. Kiev: «Ukrarhbudinform», 192.

2. Ly`nny`k, I. (2004) *Engineering training areas of settlements*. Kharkiv: HNAMEG, 337.

3. Lobanov, E. (1990) *Transport urban planning*. Moscow: Transport, 240.

4. Derkach, I. (2006) *City Civil Engineering*. Kharkiv: HNAMEG, 97.

5. Corey, K. (2006) *Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy*. Routledge, 268.

6. Williams, K., Burton, E., Jenks, M. (2000) *Achieving Sustainable Urban Form*. E&FN Spon, 388.

7. Keating, D., Krumholz, N. (2000) Neighborhood Planning. *Journal of Planning Education and Research*, 20 (1), 111–114.

8. Moughtin, C. (2003) *Urban Design: Street and Square*. Architectural Press, 320.

9. Marshall, S. (2005) *Streets and Patterns: The structure of urban geometry*. Spon Press, 318.

10. Qing Su (2011) The effect of population density, road network density, and congestion on household gasoline consumption in U.S. urban areas. *Energy Economics*, 33, 3, 445-452.

11. Lobashov. O. O. (2010) *Modeling the impact on network traffic flows parking in cities*. Kharkiv: HNAMEG, 170.

12. Gavrylov. E. V., Dmytrychenko. M. F., Dolja. V. K. et. al.; Dmytrychenko, M. F. (Ed.) (2007). *Systemology transport. Traffic management*. Kiev: Znannja Ukrainy, 452.

13. Roiko. Yu. (2013) On Determining the Rational Length of a Residential Block. *Eastern European Journal of Leading Technologies*, №2/4(62), 30–33.

Санько Я. В. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НА ПОТРЕБЛЕНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

В статье рассматривается влияние параметров транспортной сети, а именно длины участка, на потребление инженерных сетей. Усовершенствован ряд математических моделей относительно определения потребления инженерных сетей. В результате проведенного математического моделирования определены изменения потребления в газоснабжении, водоснабжении и электроснабжении в зависимости от длины участка транспортной сети при разных значениях плотности населения, которое позволило определить нелинейный характер влияния.

Ключевые слова: транспортная сеть, инженерная сеть, объем потребления, плотность населения.

Sanko Ia.V. EVALUATION OF PARAMETERS TRANSPORT NETWORK REQUIREMENTS ENGINEERING NETWORKS

Modern trends in urban areas require the use of the most efficient technologies in all areas. Determined that in the face of rising levels of car ownership required by the development of transport networks. In the article the influence of parameters of the transport network, namely the length of the plot to the needs of utilities. Improved a number of mathematical models to determine the needs of utilities. As a result of mathematical modeling identified changing needs in gas supply, water supply, electricity, depending on the length of the transport network at different values of population density, allowing to define non-linear effects.

Keywords: transport network, engineering networks, consumption, population density.

© Санько Я. В.

Статтю прийнято
до редакції 29.04.16