

УДК 656.11

Я.В. Санько

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, м. Харків

ОЦІНКА ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ НА ПОТРЕБИ У ВОДОПОСТАЧАННІ ТА ВОДОВІДВЕДЕННІ

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

Ключові слова: транспортна мережа, водопостачання, водовідведення, обсяг споживання, щільність населення.

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 водопостачання та водовідведення. 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 водопостачання та водовідведення 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 транспортної мережі до параметрів транспортних систем водопостачання та водовідведення.

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].

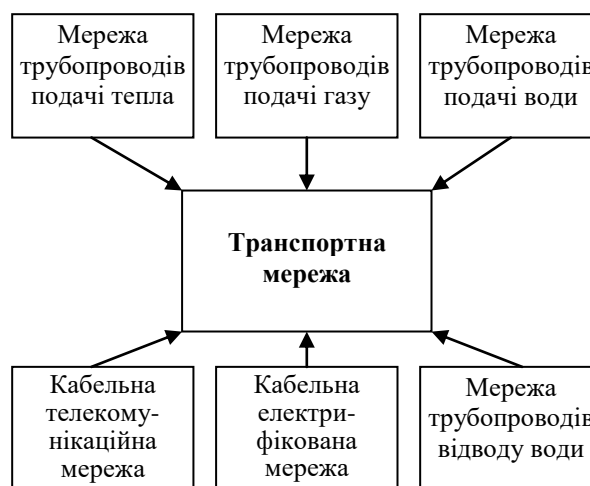


Рис. 1. Структура міських транспортних мереж

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.

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

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

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

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

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

В роботах [1, 3], 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:

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

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 пропускною здатністю.

Таким чином, використовуючи схему адаптації параметрів транспортної мережі до параметрів транспортних мереж водопостачання та водовідведення (рис. 2), необхідно сформулювати механізм визначення впливу параметрів транспортної мережі на потреби інженерних мереж.

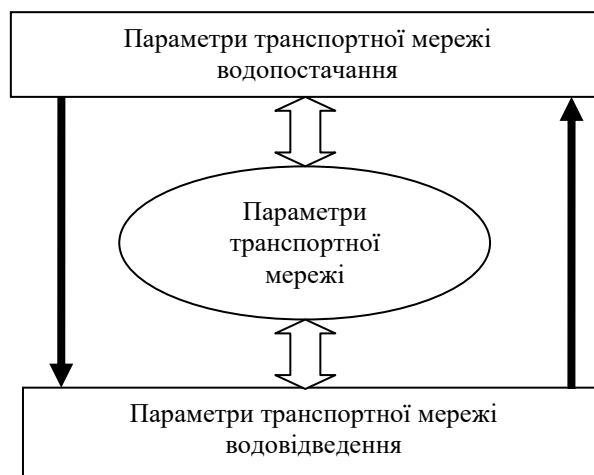


Рис. 2. Схема адаптації параметрів транспортних мереж

Постановка завдання

Метою даної статті є визначення впливу параметрів транспортної мережі на потреби у водопостачанні та водовідведенні.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- розробка математичних моделей визначення потреб населення у водопостачанні та водовідведенні;
- моделювання параметрів транспортних мереж.

Виклад основного матеріалу

Використовуючи підхід запропонований у роботі [13] необхідним є побудова математичних моделей витрат на функціонування транспортних систем водопостачання та водовідведення 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).

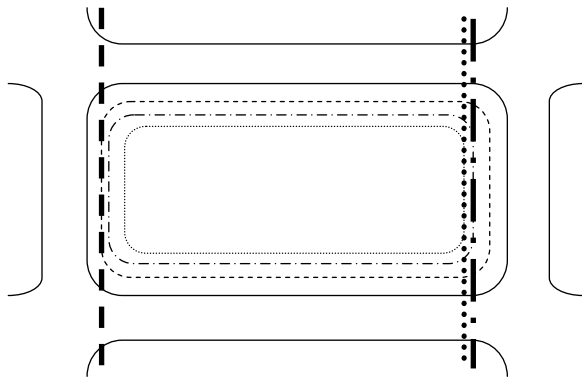


Рис. 3. Графічне зображення фрагменту житлової території:

- житлова територія;
- магістральні та внутрішньожитлові трубопроводи водопостачання та водовідведення.

Таким чином можливо визначити параметри транспортних мереж водопостачання та водовідведення залежно від потреб населення на їх послуги.

Потреби населення у водопостачанні визначаються за залежністю [4]:

$$Q_{доб}^{ен} = \frac{H_n^e \cdot N_{нас}}{1000}, \quad (6)$$

де $N_{нас}$ – кількість жителів, чол.;

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

Для переходу на годинний обсяг споживання доцільно застосувати вираз:

$$Q_{год}^{ен} = \frac{Q_{доб}^{ен} \cdot \alpha_{max} \cdot \beta_{max} \cdot k_{max}^{доб}}{24}, \quad (7)$$

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 у водовідведенні визначаються за залежністю [4]:

$$Q^{еб} = \frac{H_n^e \cdot N_{нас}}{86400}. \quad (8)$$

При цьому на кожній ділянці кількість стічних вод визначається за залежністю:

$$Q_o^{еб} = Q^{еб} \cdot k_n, \quad (9)$$

де k_n – коефіцієнт нерівномірності притоку стічних вод.

Для відведення стічних вод використовується система часткового наповнення каналізаційних труб, що залежить від діаметру самої труби та заданого ухилу. В такому випадку доцільно застосувати наступну залежність:

$$k_{част} = \frac{Q_o^{еб}}{\sqrt{i}}, \quad (10)$$

де i – заданий ухил трубопроводу.

При цьому швидкість руху стічних вод визначається залежністю:

$$V^{еб} = W^{еб} \cdot \sqrt{i}, \quad (11)$$

де $W^{еб}$ – модуль швидкості, м/с.

У кожній з наведених вище залежностях (6) - (10) 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:

$$N_{нас} = F_{тер} \cdot \rho_{нас}, \quad (12)$$

де $F_{тер}$ – площа території, га;

$\rho_{нас}$ – щільність населення, чол./га.

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

$$F_{тер} = l^2, \quad (13)$$

де l – довжина сторони квадрату, що є ділянкою транспортної мережі, км.

Таким чином можливо визначити вплив розмірів житлової території (довжини транспортної мережі) на потреби у водопостачанні та водовідведенні залежно від щільності населення. Використовуючи засоби моделювання було визначено графіки залежності потреб у водопостачанні та водовідведенні при різних параметрах транспортної мережі (рис. 4-5).

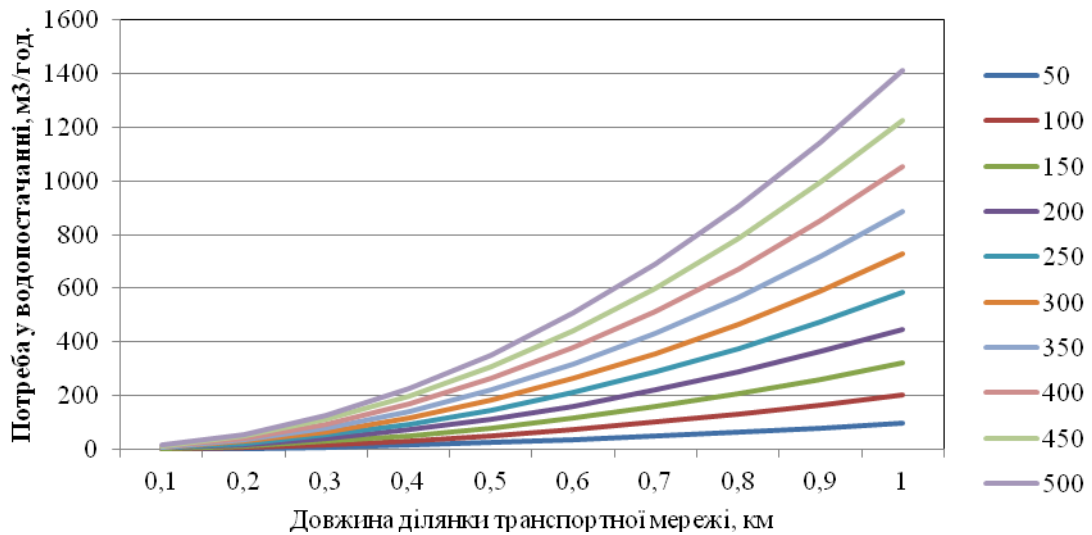


Рис. 4. Графік залежності потреб у водопостачанні залежно від довжини ділянки транспортної мережі при різних значеннях щільності населення

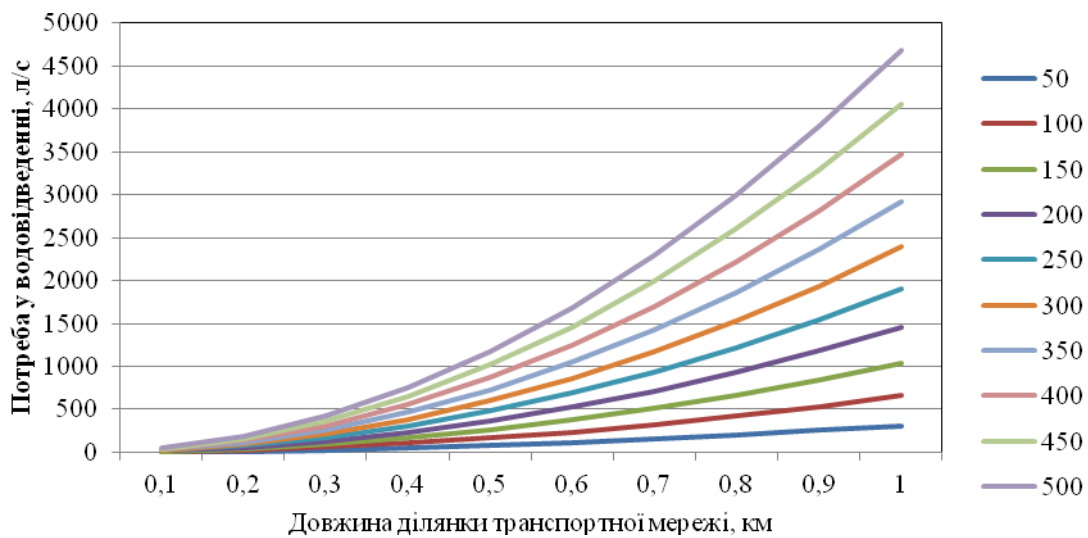


Рис. 5. Графік залежності потреб у водовідведенні залежно від довжини ділянки транспортної мережі при різних значеннях щільності населення

В результаті моделювання було виявлено, що вплив параметрів транспортної мережі, а саме довжини ділянки, що утворює житлову територію є нелінійним й 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 у водопостачанні та водовідведенні залежно від території яку вони обслуговують, що утворена транспортною мережею.

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

Література

1. Містобудування. Довідник проектувальника [Текст] / За ред. Т. Ф. Панченко. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2001. – 192 с.
2. Линник І. Е. Інженерна підготовка територій населених місць [Текст] / 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 [Текст] / І. Л. Деркач. - Харків: ХНАМГ, 2006. – 97 с.
5. Corey K. Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy [Text] / K. Corey, M. Wilson – Routledge, 2006. – 268 p.

6. Williams K. Achieving sustainable urban form [Text] / K. Williams, E. Burton, M. Jenks. – E&FN Spon, 2000. – 388 p.
7. Keating, D. Neighborhood Planning [Text] / D. Keating, N. Krumholz // *Journal of Planning Education and Research*. – 2000. – No. 20 (1). – 111–114 pp.
8. Moughtin C. Urban Design: green dimensions [Text] / C. Moughtin, P. Shirley – Architectural Press, 2005. – 254 p.
9. Marshall S. Streets and patterns: The structure of urban geometry [Text] / 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 [Text] / Su Qing // *Energy Economics*. – 2011. – Vol. 33. – Iss. 3 – P. 445-452.
11. Лобашов О. О. Моделивання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах [Текст] / О. О. Лобашов. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 170 с.
12. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху [Текст] / [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 [Текст] / 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`nyuk 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. (2010) *Modeling the impact on network traffic flows parking in cities*. Kharkiv: HNAMEG, 170.
12. Gavrylov E., Dmytrychenko M., Dolja V. et. al.; Dmytrychenko M. (Ed.) (2007). *Systemology transport. Traffic management*. Kiev: Znannya 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.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.К. Доля, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків.

Автор: САНЬКО Ярослав Володимирович Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, доцент.
E-mail – yron08@rambler.ru

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НА ПОТРЕБНОСТИ В ВОДОСНАБЖЕНИИ И ВОДООТВЕДЕНИИ

Я.В. Санько

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О.М. Бекетова, Харьков

В статье рассматривается влияние параметров транспортной сети, а именно длины участка, на потребности в водоснабжении и водоотведении. Усовершенствовано ряд математических моделей по определению потребностей в водоснабжении и водоотведении. В результате проведенного математического моделирования определены изменения потребностей в водоснабжении и водоотведении в зависимости от длины участка транспортной сети при различных значениях плотности населения, что позволило определить нелинейный характер воздействия.

Ключевые слова: транспортная сеть, водоснабжение, водоотведение, объем потребления, плотность населения.

EVALUATION OF PARAMETERS TRANSPORT NETWORKS TO THE NEED FOR WATER SUPPLY AND SANITATION

Ia. Sanko

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

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 areas in need of water supply and sewage. Improved a number of mathematical models to determine the needs for water supply and sewage. As a result of mathematical modeling identified the changing needs of water supply and sewage, depending on the length of the transport network at different values of population density, allowing to define non-linear effects.

Keywords: transport network, water supply, sanitation, consumption, population density.