

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ МІШКАНЦІВ МІСТ

Проведено аналіз оціночних критеріїв зручності пересування по вулично-дорожньої мережі міста. Визначено розподіл площі житлового кварталу залежно від його елементів. Розроблено моделі визначення загальної площі для функціонування транспорту та розміщення транспортних засобів в межах житлової площі. Встановлено закономірності зміни площі, необхідної для розміщення транспортних засобів, залежно від поверховості забудови при різному рівні автомобілізації.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, житловий квартал, щільність, автомобілізація.

Постановка проблеми

Забезпечення транспортного обслуговування населення міст шляхом розроблення комплексу заходів з транспортного планування територій, потребує врахування соціальних, економічних та екологічних чинників розвитку міста.

Важливим етапом транспортного планування є розрахунок елементів вулично-дорожньої мережі, тобто, визначення її параметрів (довжини та ширини проїзної частини тощо). Від правильності вибору форми і структури ВДМ залежать параметри всіх видів переміщень, оскільки будь-яка перебудова елементів ВДМ спричиняє додаткові витрати коштів та незручності за зміни схеми руху. Тому елементи ВДМ необхідно розраховувати на тривалий період без істотних перебудов [1-3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Основними елементами транспортного обслуговування мешканців є структура та форма вулично-дорожньої мережі міста. Найбільш поширеними формами вулично-дорожньої мережі міста є [4-5]:

- вільна;
- радіальна;
- трикутна;
- прямокутна;
- прямокутно-діагональна;
- гексагональна;
- комбінована.

Кожна із планувальних структур має свої переваги й недоліки, але для оцінки зручності пересування по вулично-дорожньої мережі міста було розроблено сукупність оцінюючих показників. Серед, яких ступінь непрямолінійності сполучень, щільність вулично-дорожньої мережі, рівень завантаження вулиць та доріг рухом, тощо [1, 3-5].

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:

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

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

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

$l_{ij}^{нов}$ – довжина повітряної лінії, км.

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.

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 [6]:

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

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 [7]

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

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

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.

В свою чергу обслуговування мешканців житлових кварталів відбувається за допомогою внутрішньоквартальних доріг (проїздів).

Метою системи внутрішньоквартальних шляхів є забезпечення проїзду транспортних засобів до житлових будинків та нежитлових (обслуговуючих) споруд (школи, садочки, котельні, магазини, інше), місць стоянки автомобілів або гаражів.

З точки зору організації руху проїзди підрозділяються на: сквозні, тупикові, кільцеві, петельні.

При цьому, перед проектуванням постають такі основні задачі:

- 1) визначення параметрів проїздів (ширина, кількість смуг та напрямок руху, інше);
- 2) оптимізація місць стоянок автомобілів та площ, які вони будуть займати;
- 3) вибір способу примикання внутрішньоквартальних доріг до основних міських магістралей;
- 4) розміщення пішохідних доріжок та тротуарів;
- 5) спосіб переміщення велосипедів та мопедів.

У зв'язку із цим необхідно мати інформацію, щодо чисельності населення кварталу, рівня автомобілізації, забезпеченості місць в міському пасажирському транспорті, кількості та видів переміщень мешканців.

Отже постає проблема визначення оптимальних (раціональних) значень параметрів розміщення об'єктів транспортного обслуговування мешканців житлових кварталів.

Постановка завдання

Метою даної статті є визначення параметрів транспортного обслуговування мешканців міст.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- розробка моделі визначення загальної площі для функціонування транспорту;
- моделювання площі необхідної для функціонування транспорту.

Виклад основного матеріалу

Якщо поглянути на структуру житлового кварталу, то його основними елементами є: житлова забудова; шкільні та дошкільні заклади; гаражі та автостоянки; магазини; зупинки громадського транспорту; внутрішньоквартальні дороги (проїзди); пішохідні шляхи; зони зелених насаджень [4, 8-10].

Провівши дослідження було виявлено, що кожен із елементів займає певну площу території житлового кварталу (табл. 1). Як бачимо транспортна інфраструктура (дороги, пішохідні доріжки, автостоянки, гаражі) займає до 20%. На це впливає два основні фактори, кількість населення (залежить від щільності населення) та рівень автомобілізації.

Таблиця 1. Розподіл площі житлового кварталу

Елемент житлового кварталу	Площа, м ² (га)	Відсоток у загальному обсязі, %
Житлова забудова (шкільні та дошкільні заклади)	320000 (32)	40
Гаражі та автостоянки	80000 (8)	10
Магазини	16000 (1.6)	2
Зупинки громадського транспорту	8000 (0.8)	1
Внутрішньоквартальні дороги (проїзди)	56000 (5.6)	7
Пішохідні шляхи	40000 (4)	5
Зони зелених насаджень	280000 (28)	35

В якості подальших досліджень було визначено ці показники відносно займаних територій в основних Європейських містах-метрополіях (табл. 2-3).

Таблиця 2. Характеристика щільності населення

Місто	Місто			Метрополія		
	Населення, чол.	Площа, км ²	Щільність, чол. км ²	Населення, чол.	Площа, км ³	Щільність, чол. км ²
Париж	2241346	105,4	21265,1	12161542	17 174	708,1
Лондон	8416535	1572	5354	13614409	8 382	1624,2
Берлін	3562166	891,85	3994,1	5871022	30 370	193,3
Мадрид	3165235	605,77	5225,1	6489162	8 022	808,9
Рим	2869461	1285	2233	4321244	5 285	817,6
Відень	1794770	414,65	4328,4	2419000	4 611	524,6
Прага	1259079	496	2538,5	2156097	6 977	309
Будапешт	1744665	525,2	3321,9	3284110	7 626	430,6
Катовіце	307233	164,67	1865,7	2773751	2 468	1124
Харків	1430885	350	4088,2	1732400	11 847	146,2

Таблиця 3. Характеристика щільності вулично-дорожньої мережі

Місто	Кількість транспортних засобів	Рівень автомобілізації, авт./1000 чол.		Довжина доріг, км	Щільність доріг, км/км ²
		місто	країна		
Париж	673 749	300,6	489	1625	15,42
Лондон	2 785 873	331	471	14814	9,42
Берлін	1 342 937	377	570	5422	6,08
Мадрид	1 385 107	437,6	464	2944	4,86
Рим	2 075 481	723,3	597	6305	4,91
Відень	713 960	397,8	507	2809	6,77
Прага	701 937	557,5	399	3770	7,6
Будапешт	619 531	355,1	293	3267	6,22
Катовіце	114 905	374	383	1326	8,05
Харків	191 739	134	158	1368,5	3,91

Для відображення результатів досліджень було побудовано відповідні графіки (рис. 1 – 4).

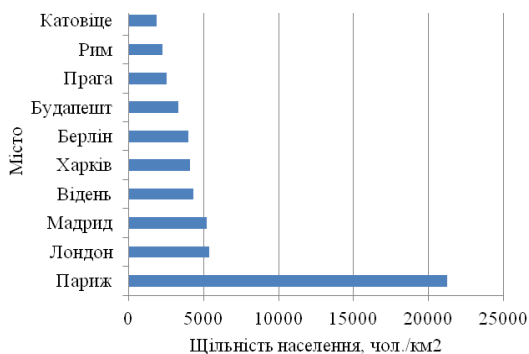


Рис. 1. Розподіл щільності населення по містах

В результаті досліджень було виявлено досить тісний взаємозв'язок між кількістю мешканців, рівнем автомобілізації та довжиною доріг [11-13]. Також можна спрогнозувати, що для житлових територій закономірності такі самі.

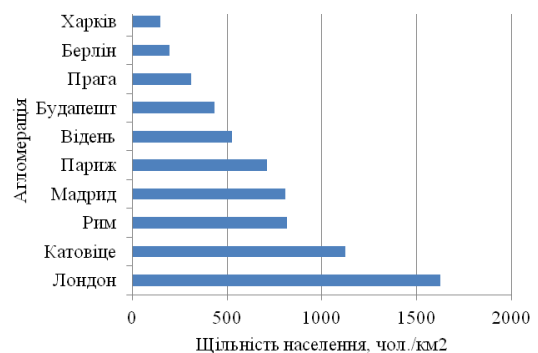


Рис. 2. Розподіл щільності населення по агломераціях

Враховуючи дані дослідження необхідним є побудова моделі визначення загальної площі для функціонування транспорту

$$S_{tr} = \sum_{i=1}^m S_{g_i} + \sum_{j=1}^r S_{s_j} + \sum_{k=1}^q l_k \cdot b_k, \quad (6)$$

де S_{gi} – площа, яку займає i -ий гараж, m^2 ;
 S_{sj} – площа, яку займає j -та автостоянка, m^2 ;
 l_k – довжина k -ої ділянки проїзду, м;
 b_k – ширина k -ої ділянки проїзду, м.

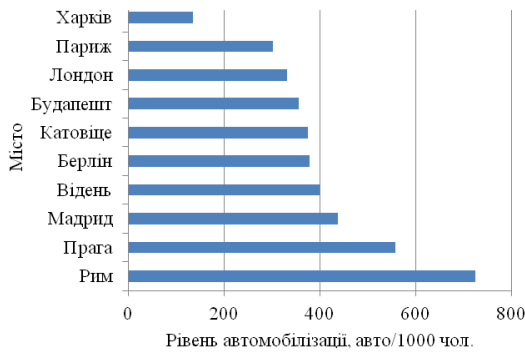


Рис. 3. Розподіл рівня автомобілізації по містах

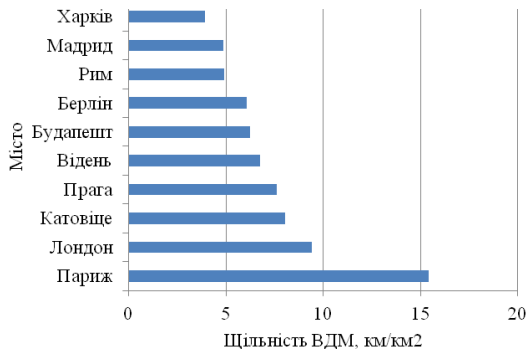


Рис. 4. Розподіл щільності доріг по містах

За умови визначення необхідної площі для розміщення транспортних засобів формула (6) матиме вигляд

$$S'_{tr} = S_{1car} \cdot n_{car} \cdot k_d, \quad (7)$$

де S_{1car} – площа, яку займає один легковий автомобіль, m^2 ;

n_{car} – кількість автомобілів, од.;

k_d – коефіцієнт, що враховує розміщення гостьових автомобілів.

Такий підхід дозволяє спрогнозувати кількісні значення площі необхідної для розміщення транспортних засобів залежно рівня автомобілізації.

Характер отриманих закономірностей в роботі [14] свідчить про те, що кількість автомобілів є функція від рівня автомобілізації та щільності населення житлового кварталу

$$n_{car} = Y_a \cdot \frac{77,528 \cdot n_s^{0,363}}{1000} \cdot S_{h.s}. \quad (8)$$

де n_s – кількість поверхів;

$S_{h.s}$ – площа житлового кварталу, га.

Таким чином знаючи поверховість забудови та рівень автомобілізації можливо визначити площу

житлового кварталу необхідну для розміщення транспортних засобів (рис. 5).

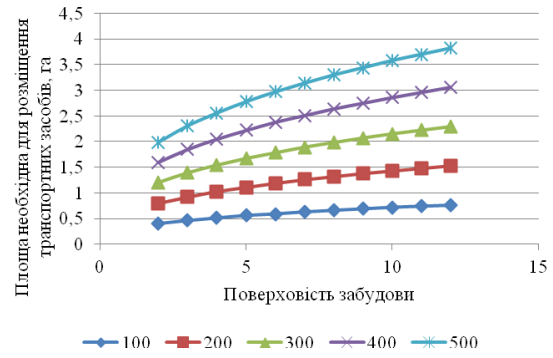


Рис. 5. Графік залежності площі необхідної для розміщення транспортних засобів залежно від поверховості забудови при різному рівні автомобілізації при $S_{1car} = 10 m^2$, $S_{h.s.} = 40$ га

Для підтвердження результатів моделювання використовуючи дані табл. 2-3 було побудовано розподіл, у відсотках, площі необхідної для розміщення транспортних засобів (рис. 6) та існуючої вулично-дорожньої мережі міста (рис. 7).

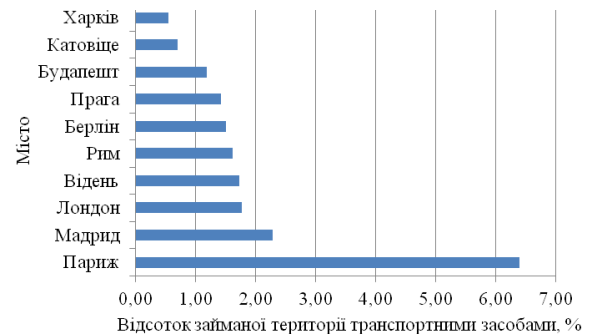


Рис. 6. Розподіл, у відсотках, площі необхідної для розміщення транспортних засобів мешканців міста

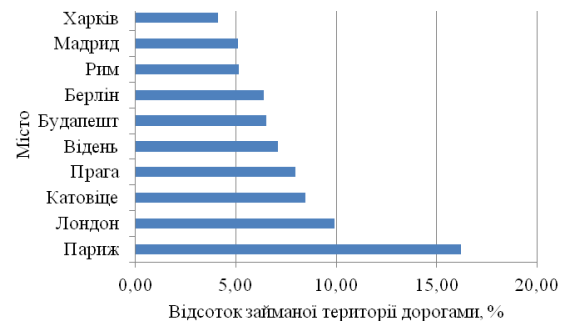


Рис. 7. Розподіл, у відсотках, площі існуючої вулично-дорожньої мережі міста

Характер побудованих графіків (рис. 6–7) свідчить про наявну перевагу площі доріг над необхідною площею для розміщення транспортних засобів. Це в свою чергу доводить про існуючі резерви пропускну здатності міських доріг. Але ці

розподіли були побудовані без врахування кількості транзитних транспортних засобів, що занижує оцінку пропускну здатності доріг.

Отже запропонований підхід щодо оцінки території житлового кварталу необхідної для функціонування транспорту дозволяє отримувати прогнози значення його параметрів.

Висновки

Проаналізувавши існуючі підходи щодо визначення параметрів транспортного обслуговування мешканців житлових кварталів було виявлено, що розрахункова щільність населення не може перевищувати відмітку у 140 чол./га і є серйозним недоліком при розрахунку параметрів житлового кварталу.

В результаті експериментальних досліджень було встановлено функціональний зв'язок між щільністю населення житлового кварталу та поверховістю забудови. Це дозволило отримати прогнози значення відведеної площі житлового кварталу для розміщення транспортних засобів.

В подальшому необхідно дослідити закономірності відведеної площі житлового кварталу під внутрішньо кварталні проїзди залежно кількості транспортних засобів, що знаходяться на його території.

Література

1. Taylor N. *Urban planning theory since 1945* [Text] / N. Taylor. – Gateshead: SAGE Publications, 1998. – 184 p.
2. Moughtin C. *Urban design: street and square* [Text] / C. Moughtin. – Oxford: Architectural Press, 2003. – 320 p.
3. Marshall S. *Streets and patterns: the structure of urban geometry* [Text] / S. Marshall. – New York: Spon Press, 2005. – 318 p.
4. Williams K. *Achieving sustainable urban form* [Text] / Williams K., Burton E., Jenks M. – Suffolk: E&FN Spon, 2000. – 388 p.
5. Безлюбченко О. С. *Планування і благоустрій міст* [Текст] / О. С. Безлюбченко, О. В. Завальний, Т. О. Черногорова. – Х.: ХНАМГ, 2011. – 191 с.
6. Лобашов О. О. *Моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки в містах* [Текст] / О. О. Лобашов. – Х.: ХНАМГ, 2010. 170 с.
7. 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.
8. Hall P. *Urban and regional planning* [Text] / P. Hall. – Routledge, 2002. – 237 p.
9. Cuthbert A. *The form of cities* [Text] / A. Cuthbert. – Blackwell, 2006. – 304 p.
10. Corey K. *Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy* [Text] / K. Corey. – Routledge, 2006. – 268 p.
11. Absalon D. *The volume of generated waste, population density and road network density - anthropogenic pressure*

- index [Text] / D. Absalon, B. Šlesak. // *Procedia Environmental Sciences*. – 2011. – Vol. 3. – P. 136-140.
12. PAN Di. *Key Transport Statistics of World Cities* [Text] / Di PAN // *JOURNEYS*. – P. 105-112.
Режим доступу: http://www.lta.gov.sg/ltaacademy/doc/13Sep105-Pan_KeyTransportStatistics.pdf
13. 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.
14. Санько Я.В. *К определению параметров жилых кварталов* [Текст] / Я. В. Санько, Ю. Ю. Музалевская // *Совершенствование организации дорожного движения и перевозок пассажиров и грузов. Сб. науч. трудов*. – 2015. – С. 212-217.

References

1. Taylor N. (1998) *Urban planning theory since 1945*. Gateshead: SAGE Publications, 184.
2. Moughtin C. (2003) *Urban design: street and square*. Oxford: Architectural Press, 320.
3. Marshall S. (2005) *Streets and patterns: the structure of urban geometry*. New York: Spon Press, 318.
4. Williams K. (2000) *Achieving sustainable urban form*. Suffolk: E&FN Spon, 388.
5. Bezlyubchenko O.S., Zavalny O.V., Chernonosova T.S. (2011) *Planuvannya i blagoustriy mist*. - Kharkiv: HNAMG, 191.
6. Lobashov O. O. (2010) *Modelyuvannya vplyvu merezhi parkuvannya na transportni potoki v mistah*. Kharkiv: HNAMG 170.
7. Gavrylov E. V., Dmytrychenko M. F., Dolja V. K. et. al.; Dmytrychenko, M. F. (Ed.) (2007). *Systemologija na transporti. Organizacija dorozhn'ogo ruhu*. Kiev: Znannya Ukrainy, 452.
8. Hall P. (2002) *Urban and regional planning*. Routledge, 237.
9. Cuthbert A. (2006) *The form of cities*. Blackwell, 304.
10. Corey K. (2006) *Urban and regional technology planning: planning practice in the global knowledge economy*. Routledge, 268.
11. Absalon D., Šlesak B. (2011) *The volume of generated waste, population density and road network density - anthropogenic pressure index*. *Procedia Environmental Sciences*, 3, 136-140.
12. PAN Di. *Key Transport Statistics of World Cities*. *JOURNEYS*, 105-112.
http://www.lta.gov.sg/ltaacademy/doc/13Sep105-Pan_KeyTransportStatistics.pdf
13. 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.
14. Sanko Ia. V., Muzalevskaya Yu. Yu. *K opredeleniyu parametrov zhilich kvartalov. Sovershenstvovanie organizacii dorozhnogo dvizheniya i perevozok passazhirov i gruzov*, 212-217.

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

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДОВ

Я.В. Санько

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків

Проведен анализ оценочных критериев удобства передвижения по улично-дорожной сети города. Определено распределение площади жилого квартала в зависимости от его элементов. Разработаны модели определения общей площади для функционирования транспорта и размещения транспортных средств в пределах жилой площади. Установлены закономерности изменения площади, необходимой для размещения транспортных средств, в зависимости от этажности застройки при разном уровне автомобилизации.

Ключевые слова: улично-дорожная сеть, жилой квартал, плотность, автомобилизация.

DEFINITION OF BASIC PARAMETERS TRANSPORT SERVICE CITY RESIDENTS

Ia. Sanko

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

The analysis of the evaluation criteria ease of movement on the road network of the city. Defined distribution area residential area depending on its elements. Characteristics of population density and road network. The models determine the total area for the operation of transport and placement of vehicles within the residential area. An area of distribution necessary to accommodate the vehicles of residents and the existing road network. The regularities of changes in the area needed to accommodate the vehicles, depending on the number of storeys buildings with different levels of motorization.

Keywords: road network, residential area, density, motorization.