

УДК 656.13

О.А. Троян, О.О. Лобашов

*Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків***ДО ПИТАННЯ ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ МЕРЕЖІ ПАРКУВАННЯ У МІСТІ ХАРКОВІ**

*Розглянуто методику та результати досліджень впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі м. Харкова. Надаються параметри та статистичні характеристики отриманих математичних моделей, які описують залежності показників часу та швидкості руху транспортних потоків від щільності мережі паркування.*

**Ключові слова:** мережа паркування, транспортні потоки, дорожній рух, моделювання транспортних потоків

**Постановка проблеми**

З ростом автомобілізації в великих містах гостро постає проблема розміщення автомобілів на стоянках тимчасового зберігання. Через недостатню кількість майданчиків для паркувань, а також через віддаленість наявних місць для стоянок від пункту відвідування, автомобілі припарковують вздовж вулично-дорожньої мережі. Транспортні засоби, що розташовуються біля тротуару, заважають нормальному руху автомобілів мережею, знижується пропускна спроможність вулично-дорожньої мережі, швидкість та безпека руху.

Коли вуличні стоянки та інші побічні варіанти використання вулиці заважають успішному виконанню її основної функції, то слід від них відмовитись [1]. Тому актуальним є дослідження впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі міста та визначення закономірностей впливу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій**

За останні роки було виконано багато досліджень по функціонуванню паркувань та їх впливу на транспортну мережу міста. В роботах [1-7], розглянута проблема забезпечення стоянками великого міста, розміщення стоянок в межах вулиць. Проаналізовано методи оптимізації паркувальної мережі, встановлено рекомендації щодо способів розташування автомобілів вздовж вулично-дорожньої мережі. В роботах [8-11] описуються способи дослідження паркувань, рекомендації щодо зменшення негативного впливу паркувань вздовж вулиці на рух транспортних засобів мережею. В монографії [8] описано метод моделювання впливу мережі паркування на транспортні потоки. Об'єктом дослідження являється місто Харків, розрахунки проводяться за допомогою програмного забезпечення *Net\_2.exe* та *kharkov.exe*.

В умовах росту автомобілізації дослідження закономірностей впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі Ленінського району м. Харкова є актуальним. На території району знаходяться такі об'єкти як Південний вокзал, Центральний ринок, фабрики, які являються важливою частиною інфраструктури міста та значною мірою впливають на розподіл транспортних потоків.

**Формулювання мети статті**

Так як необхідно визначити вплив паркування вздовж вулиці на рух транспортних засобів, то сформулюємо мету як визначення закономірностей впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі Ленінського району міста Харкова. В ході роботи визначимо вплив мережі паркування на середню швидкість руху мережею, середню відстань переміщення мережею та середній час одного переміщення мережею у ранкову годину «пік».

**Виклад основного матеріалу**

Для отримання закономірностей впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі району необхідно визначити яким чином будуть змінюватись показники часу та швидкості руху транспортних потоків в залежності від розташування паркувань вздовж вулиці. За допомогою [12-13] формулюємо етапи виконання роботи (рис.1).

Першим етапом дослідження є збір вихідних даних за допомогою натурного обстеження. Обстеження проводяться на кожній з дуг району та збираються наступні дані: швидкість потоку, інтенсивність руху, кількість смуг руху, ширина проїзної частини, довжина дуги, дані про паркування автомобілів вздовж вулиць.

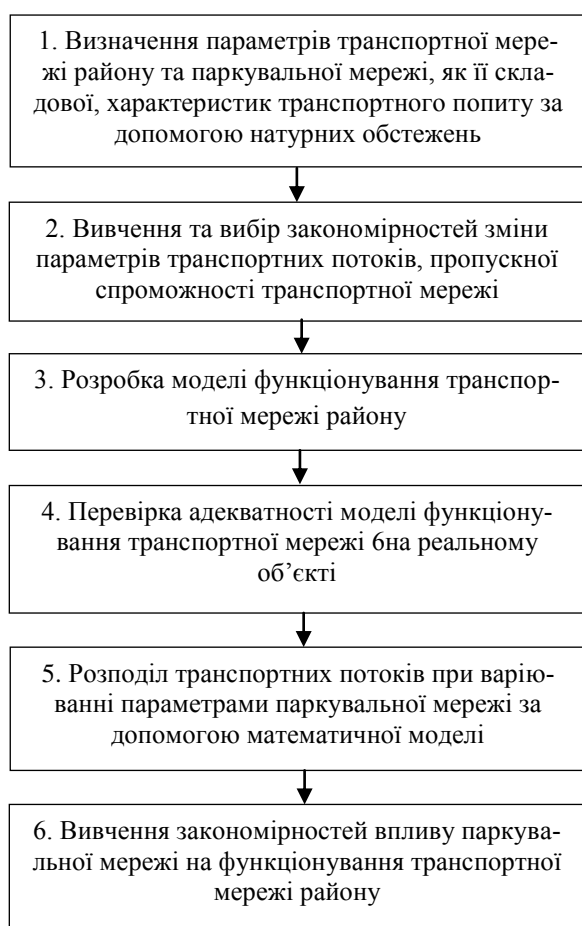


Рис.1. Структурна схема дослідження

Створена модель повинна показувати реальний стан функціонування транспортної мережі. За її допомогою можливо оцінити зміни в розподілі транспортного потоку після варіювання параметрами мережі паркування. Для її створення використовується програма «Net\_2.exe», для роботи в якій необхідні дані про характеристики дуг транспортної мережі, траси заборонених маневрів та параметри транспортного попиту, тобто ті дані, які були зібрані раніше. Після роботи в програмі отримуємо дані:

- 1) розрахунок матриці найкоротших відстаней;
- 2) розрахунок матриці кореспонденцій;
- 3) розподілення транспортних потоків і розрахунок інтенсивності транспортних потоків на дугах транспортної мережі.

Отримана модель повинна відповідати фактичному розподіленню транспортних потоків в районі. Тому модель перевіряється на адекватність за формулою:

$$\delta = \frac{|N_{ijf} - N_{ijp}|}{N_{ijf}} \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $\delta$  – відносна помилка розрахунку моделлю інтенсивності;

$N_{ijf}$  – інтенсивність фактична, авт. /год.;

$N_{ijp}$  – інтенсивність розрахункова, авт. /год.

Математична модель є прийнятною для подальших досліджень в тому випадку, коли відносна помилка розрахунку моделлю інтенсивності не перевищує 10%.

Для визначення закономірностей проводяться розрахунки функціонування транспортної мережі району з різними варіантами щільності мережі паркування. В кожному з розрахунків з використанням програми «Net\_2.exe» змінюються вихідні дані ширини проїзної частини, тобто використовуємо для розрахунків в програмі ефективну ширину проїзної частини для різних варіантів розміщення паркування. Спочатку розраховуємо як буде поводити себе транспортна мережа в тому випадку, коли паркування вздовж вулиць заборонено. Далі в кожному з варіантів поступово дозволяємо паркування вздовж вулично-дорожньої мережі.

В результаті розрахунків всіх варіантів програмою «Net\_2.exe» отримуємо різні значення інтенсивності та глобального критерію часу. З їх використанням розраховуються характеристики транспортного потоку. За допомогою значень інтенсивності та глобального критерію часу розраховуємо значення які необхідні для визначення закономірностей впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі, а саме середню відстань пересування мережею, середній час переміщення мережею та середню швидкість руху.

За допомогою методів математичної статистики можливе визначення залежності параметрів транспортного потоку від щільності мережі паркування. Для вирішення цієї задачі в даній роботі використовуємо програму STATGRAPHICS. З її допомогою можливе проведення регресійного аналізу, тобто виявлення взаємозв'язку між залежною та незалежною перемінними. В STATGRAPHICS є можливість побудови простої лінійної регресії, множинної регресії та моделі з використанням поліноміальних функцій заданого ступеня ( $Y = A + BX + CX^2$ ,  $Y = A + BX + CX^2 + DX^3$  і т.д.). Грунтуючись на показнику  $R^2$  і коефіцієнті кореляції в STATGRAPHICS можна провести порівняння якості різних видів регресійних моделей. В результаті побудови графіка отримуємо також такі показники як стандартна помилка оцінки, значення статистик для перевірки гіпотез про рівність цих параметрів нулю і їх рівні значущості  $p$ -value, відношення Фішера, коефіцієнт детермінації, вибірковий коефіцієнт кореляції залежної та незалежної змінних, коефіцієнт детермінації  $R^2$ , який показує частку мінливості  $Y$ , що пояснюється побудованою

моделлю регресії, стандартна помилка оцінки – середньоквадратичне відхилення регресійних залишків.

Залежність параметрів транспортного потоку від щільності паркування наведена на рис.2-4.

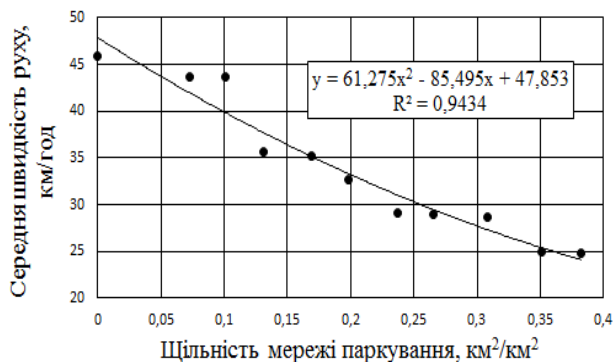


Рис.2 – Графік зміни середньої швидкості руху мережею при збільшенні щільності паркування

З графіка видно, що при забороні паркування вздовж вулично-дорожньої мережі швидкість руху досягає максимального значення. Тобто, чим менша щільність паркування вздовж вулиці, тим більша швидкість пересування мережею.

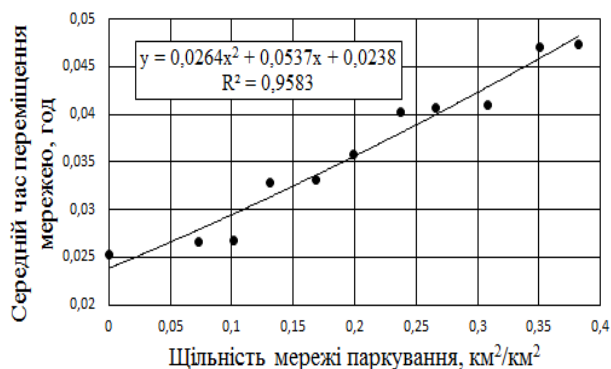


Рис.3 – Графік зміни середнього часу переміщення мережею при збільшенні щільності паркування

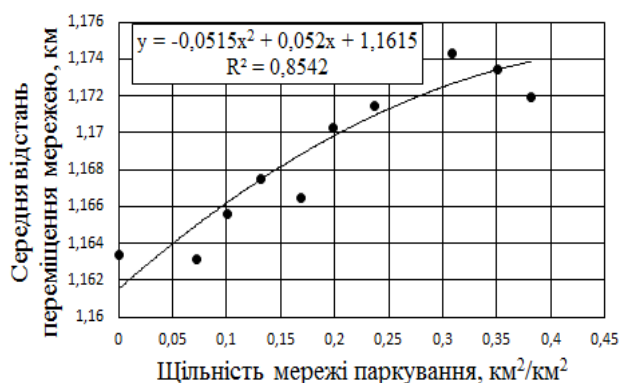


Рис.4 – Графік зміни середньої відстані переміщення мережею при збільшенні щільності паркування

Паркування автомобілів вздовж вулиці негативно позначається на часі переміщення мережею, а саме – чим більше автомобілів припарковано вздовж дороги, тим більшим буде час пересування мережею.

При збільшенні щільності паркування зростає середня відстань переміщення мережею. Збільшення відстані переміщення є незначним, проте теж несе негативний вплив на організацію дорожнього руху.

З графіків видно, що при збільшенні щільності мережі паркувань характеристики транспортного потоку зазнають значних змін, а саме, швидкість руху мережею при дозволі паркування вздовж вулиці знижується, а час пересування мережею та відстань переміщення відповідно зростає.

## Висновки

Представлена методика дає змогу отримати закономірності впливу мережі паркування на функціонування транспортної мережі Ленінського району. За допомогою даної методики мається можливість вирішити питання проблеми паркування вздовж вулиці, встановити заборону або дозвіл на паркування вздовж дуг мережі, навести рекомендації щодо розташування автомобілів вздовж вулично-дорожньої мережі.

## Література

1. Рэнкин В. У. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения / В. У. Рэнкин, П. Клафи, С. Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.
2. Лобанов Е. М. Транспортная планировка городов: учебник для студентов вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 240 с.
3. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху / Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; під ред. М. Ф. Дмитриченка. – К.: Знання України, 2007. – 452 с. – (5 кн. / Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; кн. 4).
4. Полищук В. П. До питання паркування автомобілів / В. П. Полищук, О. О. Загоруй // Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2004. – № 56. – С. 133–138.
5. Shvetsov V. I. Macroscopic dynamics of multilane traffic / Shvetsov V. I., Helbing D. // Phys. Rev. E. – 1999. – № 59. – P. 6328–6339.
6. Meyburg A.H., Stopher P.R. Aggregate and dis aggregate travel demand models. Transportation Engineering Journal ASCE. Proceeding American Society civil Engineers. 1975, 1001, N2, pp. 237–245
7. Adebisi O. A mathematical model for head way variance of bixed –route buses. –Transportation reseach, 1986, V20, № 1, pp. 59–70
8. Лобашов О.О. Моделирование влияния сети паркування на транспортні потоки у містах : монографія / О.О.Лобашов; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва.- X: ХНАМГ, 2010. - 170 с.
9. Arnott R. Modeling parking / R. Arnott, J. Rowse // Journal of Urban Economics. – 1999. - Vol. 45, N 1. - P. 97–124.

10. Maršanić R. Planning Model of Optimal Parking Area Capacity / R. Maršanić, Z. Zenzerović, E. Mrnjavac // *Promet – Traffic&Transportation*. - 2010. - Vol. 22, N 6. - P. 449–457.
11. Potter, H. S. Parking strategies across the subregion / H. S. Potter // *Proc. Inst. Civ. Eng. Munic. Eng.* - 2001. - Vol. 145, № 1. - P. 3–6.
12. Лобашов О.О. Методика дослідження закономірностей впливу парковок на параметри транспортних потоків / О. О. Лобашов // *Коммунальное хозяйство городов*. - 2009. - Вып. 90. - С.385-389.
13. Лобашов О.О. Моделивання транспортних потоків в містах з урахуванням мережі парковки автомобільного транспорту / О. О. Лобашов, О. В. Прасоленко // *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. - 2010. - Вып.1/5 (43). - С.8-9.

### Referenses

1. Rankin V.U., Klafi P., Halbert S. (1981). *Avtomobilnye perevozki i organizaciya dorozhnogo dvizheniya*. Moskva: Transport, 592.
2. Lobanov E. M. *Transportnaia planirovka horodov: uchebnyk dlia studentov vuzov*. – M.: Transport, 1990. – 240 s.
3. *Systemolohiia na transporti. Orhanizatsiia dorozhn'oho rukhu* / Havrylov E. V., Dmytrychenko M. F., Dolia V. K. ta in.; pid red. M. F. Dmytrychenka. – K.: Znannia Ukrainy, 2007. – 452 s. – (5 kn. / Havrylov E. V., Dmytrychenko M. F., Dolia V. K. ta in.; kn. 4).
4. Polischuk V. P. Do pytannia parkuvannia avtomobiliv / V. P. Polischuk, O. O. Zahoruj // *Kommunal'noe khoziajstvo horodov*. – K.: Tekhnika, 2004. – № 56. – S. 133–138.
5. Shvetsov V. I. *Macroscopic dynamics of multilane traffic* / Shvetsov V. I., Helbing D. // *Phys. Rev. E*. – 1999. – № 59. – P. 6328–6339.
6. Meyburg A.H., Stopher P.R. *Aggregate and dis aggregate travel demand models*. *Transportation Engineering Journal ASCE. Proceeding American Society civil Engineers*. 1975, 1001, N2, pp. 237–245

7. Adebisi O. *A matematical model for head way variance of bixed –route buses*. –*Transportation reseach*, 1986, V20, № 1, pp. 59–70
8. Lobashov O.O. *Modeliuvannia vplyvu merezhi parkuvannia na transportni potoky u mistakh : monohrafiia* / O.O.Lobashov; Khark. nats. akad. mis'k. hosp-va.- Kh: KhNAMH, 2010. - 170 s.
9. Arnott R. *Modeling parking* / R. Arnott, J. Rowse // *Journal of Urban Economics*. – 1999. - Vol. 45, N 1. - P. 97–124.
10. Maršanić R. Planning Model of Optimal Parking Area Capacity / R. Maršanić, Z. Zenzerović, E. Mrnjavac // *Promet – Traffic&Transportation*. - 2010. - Vol. 22, N 6. - P. 449–457.
11. Potter, H. S. Parking strategies across the subregion / H. S. Potter // *Proc. Inst. Civ. Eng. Munic. Eng.* - 2001. - Vol. 145, № 1. - P. 3–6.
12. Lobashov O.O. *Metodyka doslidzhennia zakonmirnostej vplyvu parkovok na parametry transportnykh potokiv* / O. O. Lobashov // *Kommunal'noe khoziajstvo horodov*. - 2009. - Vyp. 90. - S.385-389.
13. Lobashov O.O. *Modeliuvannia transportnykh potokiv v mistakh z urakhuvanniam merezhi parkovky avtomobil'noho transportu* / O. O. Lobashov, O. V. Prasolenko // *Vostochno-evropejskij zhurnal peredovykh tekhnolohyj*. - 2010.- Vyp.1/5 (43). - S.8-9.

**Автор:** ТРОЯН Олександра Анатоліївна  
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків  
E-mail – sashatrj1@rambler.ru

**Автор:** ЛОБАШОВ Олексій Олегович  
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, доктор технічних наук, професор.

## К ВОПРОСУ ОБ ОПТИМИЗАЦИИ СЕТИ ПАРКОВКИ В ГОРОДЕ ХАРЬКОВЕ

А.А. Троян, А.О. Лобашов

Рассмотрено методика и результаты исследований влияния сети парковки на функционирование транспортной сети г. Харькова. Предоставляются параметры и статистические характеристики полученных математических моделей, описывающие зависимости показателей времени и скорости движения транспортных потоков от плотности сети парковки.

Ключевые слова: парковочная сеть, транспортные потоки, дорожное движение, моделирование транспортных потоков.

## ON THE PARKING NETWORK OPTIMIZATION IN KHARKOV

O.A. Troian, O.O. Lobashov

Was examined the methodology and results of researches of influence parking network on functioning of the transport network of Kharkiv. Utilizing the model was made varying parameters parking network, namely the effective width of the roadway. Using the program STATGRAPHICS, conducted a regression analysis, evaluated the closeness of connection between variables, were plotted dependency graphs of variables. The work presents the regularities of impact parking network on characteristics of traffic flows characteristics such as average speed, distance and time of movement across the transport network. Shows the graphs that display the characteristics of traffic flows depending on the density of the parking network.

Keywords: parking network, traffic flows, road traffic, modeling of traffic flows.