

А.А. Кочина

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ЗАКОНОМІРНОСТІ ПРОСТОРОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАРШРУТНОГО ТРАНСПОРТУ У ВНУТРІШНЬОБЛАСНОМУ СПОЛУЧЕННІ

Наведено результати застосування двомірного нормального закону розподілу координат зупиночних пунктів придатного для опису закономірностей просторових характеристик маршрутного транспорту в приміському сполученні на території області.

Ключові слова: громадський транспорт, зупиночний пункт, просторове розташування, координата, нормальний розподіл.

Постановка проблеми

Формування транспортної системи міських агломерацій та їх оточення є доволі складним та довготривалим процесом, ефективне управління яким повинно базуватись на визначенні потреб населення міста і його оточення в транспортних пересуваннях [1]. У свою чергу потреба в пересуваннях залежить від безлічі факторів, як внутрішнього так і зовнішнього характеру [2].

Одним із найбільш значних факторів, який характеризує можливості реалізації потреб більшої частини населення в перевезеннях являється наявність інфраструктури громадського транспорту. Дослідження впливу просторових характеристик розташування об'єктів транспортної пропозиції громадського транспорту на розподіл транспортного попиту на території, що оточує місто, є практично не вивченим. В той же час об'єми руху у приміському та внутрішньобласному сполученні є досить вагомими [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження закономірностей формування попиту на перевезення в приміському сполученні на автотранспортні послуги та його потенціалу зазвичай базується на дослідженні процесів розселення та просторової самоорганізації населення, щільності транспортних зв'язків, місць зародження і закінчення пересування [3, 4].

Аналіз просторового розподілу переміщень сільського населення в роботі [3] базується на припущенні, що кожний населений пункт має свою n – мірну просторову орієнтацію. Кожен населений пункт згідно [3] характеризується одномірним розподілом інтенсивності зв'язків в середині розглянутого поселення, або іншої елементарної одиниці території. На основі розподілу зв'язків визначається розсіювання початкових і кінцевих

пунктів переміщення. Але в подальшому здійснюється об'єднання пунктів в залежності від так званої ієрархічності системи, яка визначається середнім максимальним радіусом обслуговування території, що суттєво знижує точність розрахунків. Також розглянуті закономірності розподілу населення на території основані на розміщенні населеного пункту відносно деякого центру тільки відносно так званої координати x , яка не визначає повністю характеристику просторового розподілу переміщень.

В роботі [5] встановлений взаємозв'язок між просторовим розташуванням ЗП та законом розподілу довжини перегонів. Згідно [5] показників розподілу довжини перегонів із параметром зсуву є наслідком розподілу фактичної довжини перегону за законом Релею, який є похідним від закономірностей просторових характеристик розташування ЗП. Позитивна перевірка даної гіпотези здійснена для чотирьох українських міст. Але придатність використання довжини перегону для опису закономірностей просторових характеристик ЗП в приміському сполученні викликає певні сумніви, тому що розташування ЗП і відповідно відстань між ними визначається наявністю населених пунктів на певній території.

Характеристикою просторового розташування може служити закон розподілу координат ЗП (X, Y) , який розглядається в прямокутній системі координат. Згідно [6, 7] в теорії ймовірностей таку систему також називають двомірним вектором та її можливо розглядати як випадкову величину, а розподіл координат ЗП (X, Y) цьому випадку можна вважати двомірним нормальним.

В роботі [8] було здійснено перевірку придатності розподілу Релея для опису відстаней від «центрального» до усіх ЗП, а також підтвердження двомірної нормальності системи координат (X, Y) для 10 міст України. Експериментальні дослідження

характеристик транспортних мереж, показали що основною причиною існування закономірностей розселення є процеси виникнення нових об'єктів тяжіння в напрямі від центральної частини до околиць міста по мірі його росту. Визначення потреб міського населення у пересуваннях ґрунтується на застосуванні функції розселення, загальний вид закономірності якої формується на основі розташування зупиночних пунктів на міській території.

Формулювання мети статті

Основним фактором, який характеризує реалізацію попиту в пересуваннях є просторові характеристики інфраструктури громадського транспорту, а саме розташування ЗП, які чітко визначають місця зародження і закінчення пересування як для міського транспорту так особливо для приміського. Можливо припустити, що закономірності територіального розташування інфраструктури громадського транспорту територій, що оточують великі міста, є продовженням міських закономірностей. Тому доцільно дослідити характеристики транспортної мережі громадського транспорту, які є похідними від просторового розташування ЗП і визначають закономірності у відстанях пересувань також й у околицях великих міст. Територію впливу великого міста на інтенсивність пересувань між ним та іншими населеними пунктами приймається адміністративна область. Великим містом в даному випадку виступає обласний центр.

Встановлення закономірностей просторового розташування ЗП на території області має проводитися на основі двомірного вектору координат (X;Y). Для звичайних умов розташування обласного центру та однорідної місцевості, по аналогії з міською територією [5] логічно припустити, що розкид координат ЗП по території області буде приблизно нормальним.

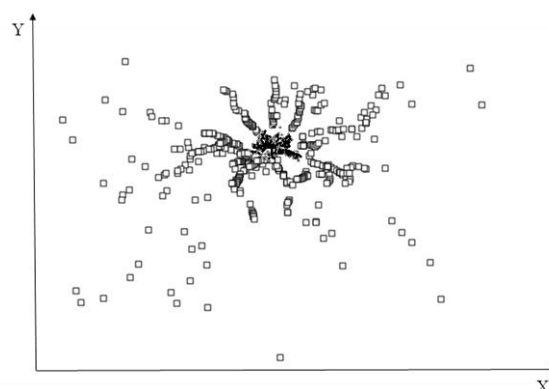
Виклад основного матеріалу

Просторове розміщення ЗП на певній території можна визначити в прямокутній системі координат X та Y. Для підтвердження двомірної нормальності системи (X; Y) найбільш придатним способом є перевірка лінійної нормальності кожної з окремих координат [8].

Результати досліджень розташування ЗП на території Харкова [8], показали правомірність гіпотези про двомірний нормальний закон розсіювання координат ЗП на території міста. Для приміського сполучення, враховуючи, що обласний центр зазвичай є найбільшим центром тяжіння для жителів області, розсіювання кожної з координат ЗП

відносно центру великого міста також може мати нормальний розподіл для кожної координати.

Для перевірки відповідності даного розподілу спочатку необхідно визначити координати для кожного ЗП в межах області та координату центральної точки відповідного великого міста. Характеристики транспортної мережі (ТМ) в Харківській області були отримані на підставі характеристик автобусних маршрутів у приміському та внутрішньобласному сполученні. Загальна кількість маршрутів на території Харківської області складає 77 одиниць, 45 з яких є приміськими маршрутами і 32 міжміськими. Розсіювання ЗП на території Харкова та Харківській області в прямокутній системі координат представлена на рис 1.



Умовні позначення:

x - Харків; □ - Харківська область

Рис. 1. Розташування ЗП на території Харкова та Харківської області

Перевірка придатності одномірного нормального розподілу для опису координати X та координати Y окремо виконується після центрування кожної координати (1) та (2):

$$X'_i = X_i - X_{\text{ц}}, \quad (1)$$

$$Y'_i = Y_i - Y_{\text{ц}}, \quad (2)$$

де X_i , Y_i – відповідно абсциса та ордината i-го ЗП;

$X_{\text{ц}}$, $Y_{\text{ц}}$ – відповідно абсциса та ордината «центрального» ЗП.

Щільність одномірного розподілу для кожної координати [5] визначається залежністю (3):

$$f(X'_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(X'_i - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (3)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення координати абсцис;

μ – математичне очікування координати абсцис.

$$f(Y'_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \cdot e^{-\frac{(Y'_i - \mu)^2}{2\sigma^2}}, \quad (4)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення координати ординат;

μ – математичне очікування координати ординат.

Графік розподілу координати X та координати Y представлений на рис. 2 та 3.

Придатність одновимірного нормального розподілу проводилась за допомогою критерію Колмогорова-Смирнова. Використання даного критерію обумовлено [9, 10] використанням в даному випадку не параметричного критерію. Параметри теоретичних розподілів, придатних для опису обох координат ЗП, наведені в табл. 1.

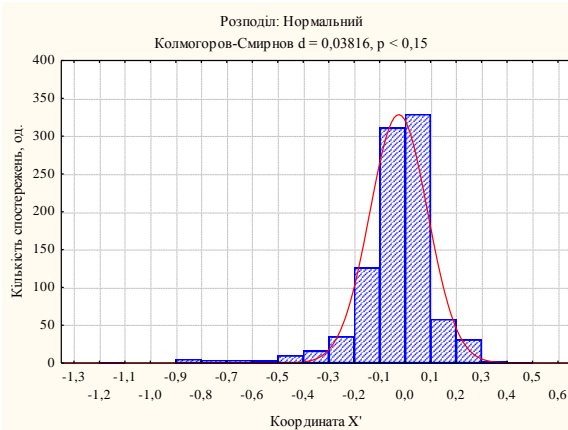


Рис. 2. Графік нормального розподілу, придатний для опису координати абсцис ЗП

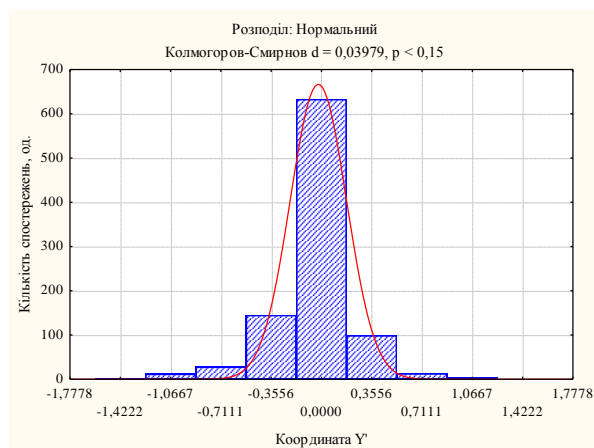


Рис. 3. Графік нормального розподілу, придатний для опису координати ординат ЗП

Таблиця 1

Параметри нормального розподілу, придатного для опису координат ЗП

Показник	Абсциса	Ордината
Кількість спостережень	936	936
Математичне очікування	-0,025	-0,022
Дисперсія	0,0129	0,0397

За отриманими даними можна стверджувати, що розподіл координат ЗП на прикладі Харківської області має двовірне нормальний розподіл, який є наслідком закономірностей просторових характеристик ЗП.

Висновки

В результаті теоретичних досліджень було визначено просторове розташування ЗП на території Харківської області з використанням засобів теорії ймовірностей було встановлено, що розподіл координат ЗП на території області має двовірне нормальний розподіл.

Отримані закономірності у розташування ЗП показали доцільність використання просторових характеристик інфраструктури громадського транспорту на території області, які можуть визначати закономірності в відстані пересувань.

Література

- Горбачов, П.Ф. Вплив поїздок у приміському сполученні на інтенсивність руху на автомобільних дорогах загального користування [Текст] / П.Ф.Горбачов, А.А.Кочина // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. Сборник научных трудов. –Х.: Изд-во ХНАДУ, 2016 – Вып. 72. – С. 83-87
- Методические рекомендации по проектированию автомобильных дорог на подходах к крупным городам [Текст]: ОДМ 2010. Москва 2010. – 263 с.
- Кристочук, М.Є. Потенціал транспортних послуг приміського сполучення населення. [Текст] / М.Є. Кристочук, А.В. Веснін, О.Д. Почужевський // Вісник Криворізького університету. Збірник наукових праць. – Вып. 29, 2011. – С. 142-147.
- Юшкявич, П.В. Транспортное обслуживание сельского населения агропромышленного комплекса [Текст] / П.В. Юшкявич – М.: Транспорт, 1989. - 164 с.
- Горбачов, П.Ф. Закономірності просторових характеристик маршрутного транспорту міст [Текст] / П.Ф. Горбачов, П.С. Кабалац, С.В. Свічинський// Автомобільний транспорт. Сборник научных трудов. – Х.: Изд-во ХНАДУ, – 2012. Вып. 30 – С. 118-122.
- Вентцель, Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения [Текст]: учеб. пособие для ВТУЗов / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – [2-е изд., стер.]. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.
- Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст]: учебник для вузов / Е.С. Вентцель. – [7-е изд. стер.]. – М.: Высшая школа, 2001. – 575 с.
- Свічинський, С.В. Формування функції розселення міського населення для визначення потреб у перевезеннях громадським транспортом [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Свічинський Станіслав Валерійович. – Харків, 2015. – 223 с.
- Справочник по вероятностным расчетам / Г. Г. Абергауз, А.П. Тронь, Ю.Н. Копенкин, И.А. Коровина – [2-е изд., исправленное и дополненное]. – М.: Воен-издат, 1970. – 536 с

10. Севастьянов, Б.А. Курс теории вероятности и математической статистики [Текст] / Б.А. Севастьянов – М. Изд. «Наука», 1982. - 256 с.

References

1. Gorbachov, P.F., Kochina, A.A. (2016). Influence of commuting trips on traffic intensity on public highways. *HNADU*, 72, 142-147.
2. Methodical recommendations for designing highways in approaches to large cities. (2010), *Moscow*, 263.
3. Christophchuk, M.E., Vesnin, A.V., Pochuzhevsky, O.D. (2011). Potential of transport services of suburban population. *Bulletin of Krivoy Rog University*, 29, 142-147.
4. Yushkiavichus, P.V. (1989). Transport service for the rural population of the agro-industrial complex. *Transport*, 164.
5. Gorbachev, P.F., Kabalyants, P.S., Svichinsky, S.V. (2012). Patterns of spatial characteristics of urban transport. *HNADU*, 30, 118-122.
6. Wentzel, E.S., Ovcharov, L.A. (2000). Probability theory and its engineering applications. *High school*, 2, 480,
7. Wentzel, E.S. (2001). Probability theory. *High school*, 7, 575.
8. Svichinsky, S.V. (2015). Formation of the function of urban population settlement to determine the needs for transportation by public transport. *Kharkiv*, 223.
9. Abergauz, G.G., Tron, A.P., Kopenkin, Y.N., Korovina, I.A. (1970). Handbook for probabilistic calculations. *War-issuing*, 2, 536.
10. Sevastyanov, B.A. (1982). Course of the theory of probability and mathematical statics. *Science*, 223.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.А. Давидич, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

Автор: КОЧИНА Анастасія Анатоліївна
аспірант

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

E-mail – kochina.tsl@gmail.com

REGULARITY OF SPATIAL CHARACTERISTICS OF ROUTER TRANSPORT IN INTERNAL MESSAGE

A. Kochina

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

The results of the use of the two-dimensional normal law of distribution of the coordinates of the stopping points are given, which is suitable for describing the regularities of the spatial characteristics of route transport in suburban communications on the territory of the region.

The obtained regularities in the location of the stop points showed the expediency of using the spatial characteristics of the public transport infrastructure on the territory of the region on the basis of which it is possible to determine the patterns in the distances of movement.

The determination of patterns in the distances of movement in the territory of the region makes it possible to determine the need for movement of the city and its surroundings to create a transport model in a suburban communication.

Keywords: Public transport, stopping point, spatial location, coordinate, normal distribution.