

УДК 656.015

АНАЛІЗ МАТРИЦІ ВІДСТАНЕЙ МІЖ ТРАНСПОРТНИМИ РАЙОНАМИ МІСТА ЯК ОСНОВИ ФУНКЦІЇ РОЗСЕЛЕННЯ НАСЕЛЕННЯ

**П.Ф. Горбачов, професор, д.т.н., ХНАДУ,
С.В. Свічинський, інженер, ВАТ «ХПАС», О.В. Свічинська, магістр, ХНАДУ**

Анотація. Наведено основні результати статистичного аналізу матриць відстаней між транспортними районами деяких міст України, які розглядаються як основа для формування функції розселення населення. Надано результати розрахунку параметрів закону розподілу відстаней, що містяться у матрицях.

Ключові слова: матриця, відстань, транспортний район, зупинка, закон розподілу, параметри, розселення, населення.

АНАЛИЗ МАТРИЦЫ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ ТРАНСПОРТНЫМИ РАЙОНАМИ ГОРОДА КАК ОСНОВЫ ФУНКЦИИ РАССЕЛЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

**П.Ф. Горбачев, профессор, д.т.н., ХНАДУ, С.В. Свичинский, инженер,
ОАО «ХПАС», О.В. Свичинская, магистр, ХНАДУ**

Аннотация. Приведены основные результаты статистического анализа матриц расстояний между транспортными районами некоторых городов Украины, которые рассматриваются как основа для формирования функции расселения населения. Представлены результаты расчета параметров закона распределения расстояний, которые содержатся в матрицах.

Ключевые слова: матрица, расстояние, транспортный район, остановка, закон распределения, параметры, расселение, население.

ANALYSIS OF DISTANCE MATRIX BETWEEN URBAN TRANSPORT DISTRICTS AS BASIS OF POPULATION SETTLEMENT FUNCTION

**P. Gorbachiov, Professor, Doctor of Technical Science, KhNAHU,
S. Svichinskiy, engineer, «KhBSE» public corporation,
O. Svichinskaya, master, KhNAHU**

Abstract. The article deals with the main results of statistical analysis of matrices of distances between transport districts of some Ukrainian cities, which are regarded as the basis of population settlement function forming. The results of parameters calculation according to the law of distribution of distances, contained in matrices, are given.

Key words: matrix, distance, transport district, stop-point, law of distribution, parameters, settlement, population.

Вступ

На сьогодні закономірності розселення населення міст використовуються для вирішення ряду досить важливих завдань, серед яких можна відмітити побудову генерального плану міста, прогнозування кількості пересу-

вань міського населення та інші містобудівні та транспортні розрахунки [1].

Однак, незважаючи на достатньо велику важливість розселення населення, опис його закономірностей здійснюється в основному лише через витрати часу на переміщення між певними центрами транспортного тягіння і

переважно з використанням порогових значень цих витрат [1].

Очевидно, що достатньо важливу роль у формуванні закономірностей розселення населення територією міста відіграє матриця відстаней між транспортними районами. Саме трансформація цієї матриці через призму матриці пасажирських кореспонденцій і задає форму функції розселення.

Розподіл території міста на транспортні райони (ТР) завжди носить суб'єктивний характер, але мінімальну площу ТР визначають площі, що прилягають до окремих зупиночних пунктів міського пасажирського транспорту [2]. При цьому досягається найбільший рівень деталізації транспортної моделі. Тому в даній роботі основою для визначення центрів ТР як центрів транспортного тягіння приймаються зупиночні пункти міського пасажирського транспорту (МПТ). Матриця відстаней між ними є вагомою основою для пошуку закономірностей розселення населення та, водночас, недостатньо вивченою, а тому її дослідження є актуальним завданням.

Аналіз публікацій

Розселення населення територією міста розглядається в основному в залежності від двох факторів – дальності сполучення та витрат часу на переміщення відносно тих чи інших центрів транспортного тягіння [1].

Вирішальний вплив на просторову самоорганізацію міського населення за витратами часу на переміщення здійснює трудова діяльність, оскільки саме трудові переміщення є основною групою кореспонденцій міського населення. Отже визначальним фактором в його розселенні виступають трудові зв'язки, а закономірності розселення діють як закони трудового розселення. Інакше кажучи, розселенням населення керує в основному його прагнення розташуватись якомога ближче до місць праці, хоча достатньо великий вплив на вибір місць проживання має також їх розташування відносно культурно-побутових та торгових центрів або місць відпочинку [3].

Закономірності розселення були теоретично описані з різним ступенем точності багатьма дослідниками. Загальний опис запропонованих ними законів розселення наведений у роботі [1], методологічну основу для дослі-

джень створює робота [3]. Дані закони спираються в основному на час переміщення до певного центру тяжіння або відстань до нього. Ці показники є показниками транспортної доступності місця призначення поїздки, що означає можливість їх використання для визначення закономірностей розселення населення. Однак у роботі [2] така можливість піддається серйозним сумнівам завдяки врахуванню інших факторів вибору місця роботи. Тому таке апріорне використання згаданих показників вимагає серйозної перевірки, при якій необхідно врахувати ресурсні обмеження, що супроводжують будь-яку матрицю пасажирських кореспонденцій.

Першим кроком на шляху виявлення причин існування закономірностей розселення стало визначення характеристик розподілу відстаней між зупинками міського пасажирського транспорту [4]. Вивчення цього показника було достатньо трудомістким процесом, але використання сучасного програмного продукту по транспортному моделюванню PTV VISION® VISUM дозволило детально вивчити величини відстаней між зупинками в різних містах України та отримати загальні закономірності розподілу даного показника.

Мета та постановка задачі

В даній роботі необхідно зробити наступний крок дослідження функцій розселення – вивчити характеристики матриць відстаней між транспортними районами міста та визначити закономірності їх розподілу. Така матриця виступає однією з найважливіших просторових характеристик міста, оскільки її властивості безпосередньо визначаються особливостями міської території, а результати розселення є функцією від згаданої матриці. Саме тому така матриця повинна використовуватись для визначення умов формування функцій розселення населення територією міст.

Розрахунок матриці відстаней між транспортними районами міста виконувався у програмному середовищі PTV VISION® VISUM, оскільки даний програмний продукт дозволяє ретельно врахувати усі особливості маршрутних мереж міст.

Метою даної роботи є отримання характеристик матриць відстаней між транспортними районами міста та закону розподілу відста-

ней як факторів впливу на розселення населення.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні задачі:

- 1) відбір міст для проведення дослідження;
- 2) доопрацювання транспортних моделей цих міст;
- 3) розрахунок матриць відстаней між транспортними районами обраних міст;
- 4) статистична обробка відстаней у матрицях;
- 5) отримання характеристик згаданих відстаней та матриць взагалі.

Методика проведення аналізу

З метою отримання закону розподілу відстаней між зупиночними пунктами міст, які містяться у відповідних матрицях, було обрано моделі маршрутних мереж міст Суми та Харків, виконані у програмному середовищі PTV VISION® VISUM силами кафедри транспортних технологій Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (ХНАДУ) та її студентів. Моделі міст Кривий Ріг та Київ, згадані та використані у роботі [4], для розрахунку матриць відстаней використані не були, оскільки для проведення розрахунку таких матриць згадані моделі потребують певного доопрацювання.

Для розрахунку матриць відстаней між зупиночними пунктами міст Суми та Харків в моделях даних міст спочатку було проведено районування їх території, з метою угруповання зупиночних пунктів та отримання в результаті розрахунку найбільш адекватних матриць відстаней, які б були максимально наближені до того випадку, коли б кожна зупинку було виділено в окремий район. Дану процедуру було виконано через наявність у використаній версії VISUM деяких обмежень – розрахунки подібних матриць вимагають наявності районів, кількість котрих, у свою чергу, обмежена 400 одиницями. Також використання згаданої процедури угруповання зупинок можна виправдати достатньо великою складністю обліку переміщень населення на малі відстані [1].

Після доробки моделей у VISUM було проведено процедури розрахунку матриць витрат, які представляють собою відстані між транспортними районами, що долаються пасажиром у транспортному засобі МПТ лише по наявній маршрутній мережі та з використанням реально існуючих маршрутів.

Як і в роботі [4], розраховані матриці містять відстані між транспортними районами незалежно від приналежності зупинок до маршрутів різних видів МПТ – автобусного, тролейбусного чи трамвайного.

Відстані між зупинками МПТ, які містяться в отриманих матрицях, можна проаналізувати як випадкову величину, використавши методи математичної статистики [5].

Однією з шуканих та в той же час основних для проводжуваного аналізу характеристик відстаней, що містяться у матрицях, є закон розподілу [5], встановлення якого являє собою науковий інтерес та водночас є необхідним для подальшого процесу виявлення причин існування закономірностей розселення населення та їх загального вигляду.

В результаті обробки матриць відстаней між транспортними районами було отримано характеристики, які наведені в табл. 1.

Також було проведено оцінку відповідності розподілів отриманих відстаней теоретичним законам розподілу [5].

Таблиця 1 Загальна характеристика відстаней між зупинками міст у матрицях

| Значення параметра | Матриця міста | |
|------------------------------------|---------------|--------|
| | Суми | Харків |
| Кількість відстаней, од. | 2209 | 19600 |
| Мінімальне значення, км | 0,043 | 0,100 |
| Максимальне значення, км | 25,065 | 38,343 |
| Середнє значення, км | 7,412 | 11,921 |
| Середньоквадратичне відхилення, км | 4,012 | 6,327 |

Графіки розподілу відстаней, що містяться у матрицях, для обох міст наведено на рис. 1, 2.

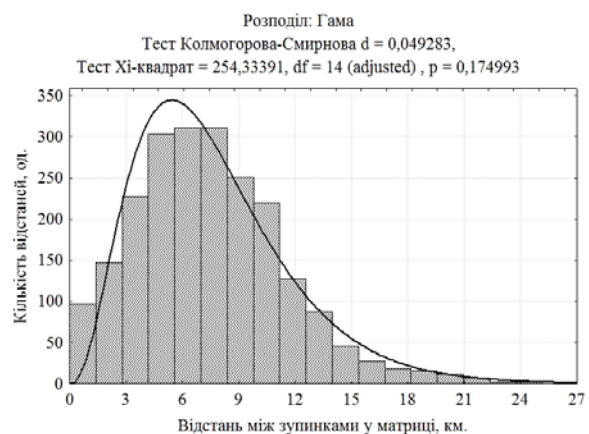


Рис. 1. Розподіл відстаней між зупинками у матриці м. Суми

В якості потенційно придатних законів було використано основні безперервні функції розподілу. Гіпотеза про відповідність емпіричних та теоретичних розподілів, як і в попередній роботі [4], перевірялась з використанням критеріїв Пірсона та Колмогорова-Смирнова. За побудованими графіками та результатами проведених тестів можна стверджувати, що гіпотеза про те, що розподілом відстаней між транспортними районами міст у розрахованих матрицях є гама-розподіл, не спростовується [5].

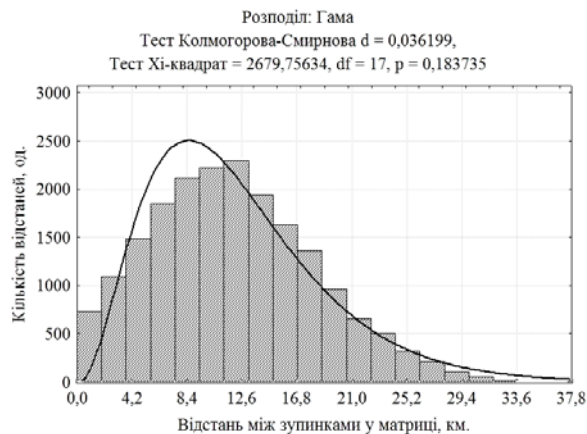


Рис. 2. Розподіл відстаней між зупинками у матриці м. Харкова

В результаті статистичного аналізу було отримано параметри масштабу та форми гама-розподілу вищезгаданих відстаней у містах Суми та Харків. Окрім цього, для отриманого закону за відомими формулами було розраховано ще декілька параметрів [5], значення яких наведені у табл. 2.

Таблиця 2 Значення параметрів законів розподілу відстаней між зупинками міст у матрицях

| Значення параметра | Матриця міста | |
|----------------------------------|---------------|--------|
| | Суми | Харків |
| Масштаб | 2,19 | 3,71 |
| Форма | 3,49 | 3,30 |
| Математичне очікування | 7,408 | 11,920 |
| Дисперсія | 16,084 | 40,029 |
| Стандартне відхилення | 4,010 | 6,327 |
| Мода | 5,237 | 8,562 |
| Коефіцієнт асиметрії | 1,083 | 1,062 |
| Коефіцієнт ексцесу | 4,758 | 4,690 |
| Коефіцієнт варіації | 0,541 | 0,531 |
| Тест Колмогорова-Смирнова | 0,049 | 0,036 |
| Ймовірність за тестом Хі-квадрат | 0,175 | 0,184 |

При цьому для опису розподілу відстаней у матрицях обох міст гама-розподіл виявився

не єдиним придатним варіантом. Законом, яким можна було б ще описати розподіл отриманих відстаней, також виявився нормальний закон, але його описові можливості в даному випадку виявилися значно меншими у порівнянні з гама-розподілом.

Висновки

Аналіз розподілу відстаней між зупинками міст у матрицях м. Суми та Харків показав, що найбільш відповідним теоретичним законом, який з достатньою точністю описує їх коливання, виявився гама-розподіл із параметром форми >3 . На підставі цього можна зробити припущення, що отриманий розподіл є результатом визначеного конфігурацією міської території сумування випадкових значень відстаней між суміжними зупинковими пунктами, які підкорюються логнормальному закону розподілу [4]. Наступним кроком дослідження повинне стати перетворення розподілу відстаней безпосередньо у функцію розселення населення територією міст.

Література

- Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок : учеб. пособие для вузов / И.С. Ефремов, В.М. Кобозев, В.А. Юдин. – М. : Высш. школа, 1980. – 535 с.
- Горбачов П.Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах : дис... д-ра техн. наук : 10.02.10 / Горбачов Петро Федорович. – Харків, 2009. – 370 с.
- Шелейховский Г.В. Композиция городского плана как проблема транспорта / Г.В. Шелейховский. – М. : Государственный институт проектирования городов «ГИПРОГОР», 1946. – 132 с.
- Горбачов П.Ф. Аналіз відстаней між зупинками міського пасажирського транспорту як фактора впливу на розселення населення / П.Ф. Горбачов, С.В. Свічинський // Автомобільний транспорт : сб. науч. тр. – 2010. – Вып. 26. – С. 101–104.
- Розанов Ю.А. Теория вероятностей, случайные процессы и математическая статистика / Ю.А. Розанов. – М. : Наука, гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 320 с.

Рецензент: Є.В. Нагорний, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 24 жовтня 2010 р.