

ЕФЕКТИВНІСТЬ ДОСТУПНОСТІ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ НА ПРИКЛАДІ СТОЛИЧНОГО ЕКОНОМІЧНОГО РАЙОНУ

Матійчик О.М.

Національний авіаційний університет

На базі існуючих підходів до обчислення ефективності транспортної мережі запропоновано новий підхід до визначення ефективності транспортної мережі Столичного економічного району через транспортну доступність. Згідно запропонованої методики проведено оцінювання ефективності транспортної мережі Столичного економічного району України. Результати дослідження свідчать про досить високу ефективність мережі автомобільного транспорту досліджуваного регіону. Кількісні значення ефективності мережі автомобільного транспорту дозволили виявити периферійні міста-сателіти у регіоні. Обґрунтовану методику визначення ефективності доступності транспортної мережі рекомендується застосовувати для прийняття рішень з розвитку транспортної системи регіонів.

Ключові слова: ефективність, доступність, методика, транспортна мережа, автомобільний транспорт.

Постановка проблеми. Проблема ефективності транспортної мережі являється актуальною для сучасних науковців з огляду на зростаючі вимоги до транспорту в умовах росту міст та зростаючого рівня рухливості пасажирів.

Дослідники розглядають питання ефективності транспортної мережі як частини транспортної системи для різних видів транспорту з метою виявити критерії ефективності.

У рамках Європейських проектів інтеграції транспортних систем сучасні науковці досить часто звертаються до показника транспортної доступності як одного із можливих критеріїв для оцінки ступеня інтеграції транспортних систем та підвищення якості транспортних послуг для пасажирів як користувачів відповідних національних та наднаціональних транспортних мереж.

Важливо з'ясувати можливість агрегувати показник транспортної доступності у одну із існуючих методик оцінки ефективності мережі автомобільного транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблема ефективності авіаційного транспорту у Європі та обґрунтування показників ефективності функціонування даного виду транспорту за заданою мережею маршрутів та за умови впровадження проекту індивідуального повітряного транспорту European Personal Air Transportation System (EPATS) була основною метою дослідження у роботі [1]. У роботі [2] було досліджено ефективність транспортної мережі з точки зору ефективності транспортного забезпечення території та населення.

Кількісну методику визначення ефективності транспортної мережі обґрунтовано авторами роботи [3]. Одним з класичних досліджень проблем розвитку міст та регіонів у залежності від конфігурації транспортної мережі є робота [4]. У роботі [5] запропонована методика визначення ефективності транспортної мережі на основі нового критерію, який спрямований на управління парком транспортних засобів.

Автор роботи [6] з'ясував як проблема розвитку інфраструктури окремого регіону та сусідніх із ним регіонів пов'язана з раціональним вибором методів оцінювання ефективності функціонування транспорту.

Слід зазначити, що у деяких дослідженнях ефективності транспортної мережі об'єктом ви-

тупає мережа високошвидкісного залізничного транспорту. Зокрема, у роботі [7] досліджено вплив розвитку мережі високошвидкісних залізниць в міських районах для Іспанії на транспортну доступність та ефективність. У роботі [8] проведено оцінку впливу розвитку мережі високошвидкісних залізничних сполучень на доступність Південної Кореї в період з 2004 до 2018 року. У роботі [9] проведено дослідження впливу високошвидкісних залізниць на доступність мережі залізниць в Китаї.

У роботі [10] роз'яснюється, яким чином рівень розвитку транспортної системи окремої країни у окремому регіоні чинить «супроводжувачий ефект» на ТС сусідніх країн та сприяє їх взаємній інтеграції ТС цих країн. Вдосконалення транспортної інфраструктури розглядається у роботі [11] як фактор зміни організації економічної діяльності у регіоні. У роботі [12] досліджено вплив транспортних мереж у регіоні на просторову організацію економіки.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Серед проаналізованих праць можна виділити дослідження питань, пов'язаних із функціонуванням усіх видів магістрального транспорту. Поняття ефективності транспортної мережі розглядається з точки зору транспортної забезпеченості території.

Однак аналіз літератури виявив, що сучасній проблемі ефективності транспортної мережі автомобільного транспорту не приділяється достатньо уваги. Переважна більшість наукових статей досліджує проблему доступності і ефективності транспортної мережі у контексті авіаційного транспорту та високошвидкісних залізниць.

Тому виникає потреба у розробці методики підвищення ефективності використання транспортної мережі автомобільним транспортом.

Мета статті. Розробити та обґрунтувати методику оцінки ефективності функціонування транспортної мережі автомобільного транспорту на основі розрахунку доступності транспортних вузлів (на прикладі Столичного економічного району).

Виклад основного матеріалу. Поняття ефективності транспортної мережі можна визначити як взаємозалежність між розвитком інфраструктури та загальним функціонуванням транспортної мережі. Згідно з різними підходами до ефективного функціонування транспортної мережі

сучасними науковцями запропоновано послуго-
вуватися показниками синергії мережі, інтегра-
ції мережі та цілісності мережі.

Поняття синергії мережі визначається як су-
марний вплив від елементів, що взаємодіють під
час функціонування мережі. Концепцію «інте-
грація мережі» передбачає, що учасники тран-
спортних процесів відіграють роль інтеграторів
мережі. А поняття цілісності мережі у [12]
розглядається як найбажаніший сценарій для
розвитку Європейського регіону в рамках про-
грами Транс'європейської транспортної мережі
(TEN-T). Концепція «ефективність мережі»
(«network efficiency») розглядається у [11] з
точки зору стратегічного планування розвитку
транспортної інфраструктури.

Для використання просторових моделей на
основі зазначених вище понять на практиці, не-
обхідно проводити точний аналіз даних з вико-
ристанням стандартних методів статистики. Як
базовий регіон для перевірки запропонованої ме-
тодики було обрано один з найбільш розвинених
та економічно активних регіонів України – Сто-
личний економічний район, який об'єднує Київ-
ську, Житомирську та Чернігівську області.

Існують різні підходи щодо кількісної оцінки
ефективності доступності мережі. Одним з най-
більш широко розповсюджених підходів до про-
ведення кількісної оцінки ефективності доступ-
ності *i*-го вузла транспортної мережі у країнах
ЄС є запропонований у роботі [11]:

$$E_i(e_{ij}(i, j), H_{ij}, P_j) = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{H_{ij}}{e_{ij}(i, j)} \cdot M_j}{\sum_{j=1}^n M_j}, i \neq j, \quad (1)$$

де $e_{ij}(i, j)$ – евклідова відстань (ребро графа)
між пунктом відправлення, n – кіль-
кість проміжних пунктів (вузлів), що
лежать на шляху від *i*-го вузла – пункту
відправлення до *j* вузла – пункту
призначення. У формулі (1) M_j – це ін-
вестиції у транспортну інфраструктуру
у пункті призначення, а H_{ij} – населення
у регіоні.

Згідно з дослідженням [10], на базі
формули (1) було запропоновано на-
ступний вираз:

$$E_i(T_{ij}, P_j) = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{T_{ij}^{real}}{T_{ij}^{ideal}} \cdot P_j}{\sum_{j=1}^n P_j}, i \neq j, \quad (2)$$

де P_j – населення міста-пункту при-
значення (вузла) *j*; T_{ij}^{real} – функція спро-
тиву; T_{ij}^{ideal} – «ідеальний» час у дорозі.

Функція спротиву визначається як
середньозважене значення часу по-
дорожі між вузлами *i* та *j* на мережі.
«Ідеальний» час – це час у дорозі «по
прямій лінії» за умови руху на «ідеаль-
ній» транспортній мережі.

Як видно із формул (1) та (2), чис-
лове значення ефективності транспорт-
ної мережі теоретично буде зростати
при збільшенні відношень $H_{ij}/e_{ij}(i, j)$ та
 $T_{ij}^{real}/T_{ij}^{ideal}$ [10, 12]. Тому автором даної

статті на основі виразів (1) та (2) було запропо-
новано наступну формулу:

$$E_i(e_{ij}(i, j), H_{ij}, P_j) = \frac{\sum_{j=1}^n \frac{e_{ij}(i, j)}{H_{ij}} \cdot P_j}{\sum_{j=1}^n P_j}, \quad (3)$$

$$\forall e_{ij}(i, j), H_{ij}, P_j \in S_f, i \neq j.$$

Доцільність запропонованої формули базуєть-
ся на доведенні, що Евклідова відстань $e_{ij} = e(i, j)$
(ребро графа) є еталонною у якості відстані між
двома вузлами як найкоротший шлях. З форму-
ли (3) видно, що:

$$E_i(e_{ij}(i, j), H_{ij}, P_j) = \{0, \dots, 1\}.$$

За умов:

$$e_{ij}(i, j) \rightarrow H_{ij} \text{ та } P_j \rightarrow \sum_{j=1}^n P_j \text{ } E_i(e_{ij}(i, j), H_{ij}, P_j) \rightarrow 1.$$

Проведемо розрахунки ефективності доступ-
ності мережі Столичного економічного району
відносно Києва. Місто Київ, як столиця держа-
ви, виступає генератором тяжіння для пасажир-
опотоків у даному регіоні, тому усі розрахунки
проводилися відносно Києва як міста-центру, а
решта вузлів розглядалися як міста-сателіти.

Запропоновано для оцінки ефективності до-
ступності транспортної мережі міст-сателітів у
Чернігівській та Житомирській областях сполу-
чення з Києвом розраховувати через відповідні
обласні центри.

Результати розрахунків для всього регіону
представлено на рис. 1. Аналіз результатів розра-
хунків дозволив зробити висновки про ефектив-
ність транспортної мережі автомобільного тран-
спорту з точки зору забезпеченості транспортом
населення досліджених міст, а відповідно про
транспортну доступність цих регіонів. Найкращу

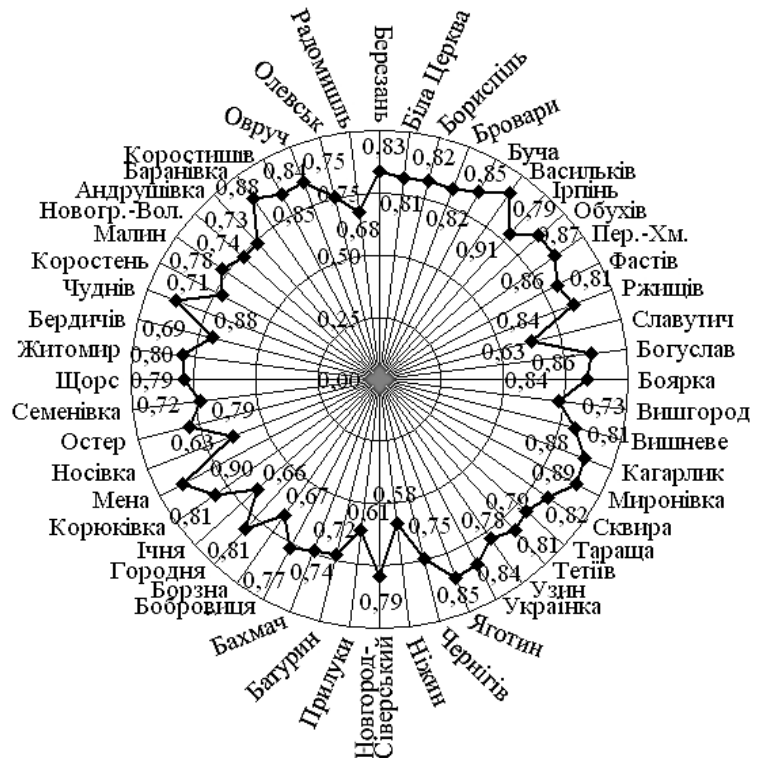


Рис. 1. Ефективність доступності транспортної мережі
Столичного економічного району

Джерело: розроблено автором

ефективність транспортної мережі відповідно до кількісної оцінки за запропонованою методикою показують міста-сателіти, що мають значення ефективності наближене до 1.

Виявлені потенційно слабкі місця транспортної мережі у вигляді периферійних для цього регіону міст-сателітів.

Серед міст-сателітів Столичного економічного району із найнижчими значеннями ефективності доступності мережі слід назвати Радомишль (0,68), Славутич (0,63), Ніжин (0,58), Прилуки (0,61), Носів (0,63), Бердичів (0,69), Ічня (0,66) та Борзна (0,67).

Периферійні міста-сателіти рекомендовано вдосконалювати з точки зору розвитку транспортної інфраструктури та інтегрованості у транспортну систему Столичного економічного району, адже такі вузли транспортної мережі не забезпечують повноцінне виконання соціально-економічної ролі автомобільного транспорту у досліджуваному регіоні.

Висновки і пропозиції. Застосування запропонованої методики оцінки ефективності доступності мережі автомобільного транспорту може бути корисною у разі необхідності виявлення потенційних слабких місць в транспортній інфраструктурі регіону.

Встановлено, що у сучасній науковій літературі напрямок досліджень регіональної ТД та ефективності транспортної мережі представлений досить слабо. Вирішено задачу розробки методики оцінювання ефективності мережі автомобільного транспорту для України.

Запропоновану методику було перевірено на Столичному економічному регіоні України. У якості вихідних даних для моделі оцінювання ефективності мережі автомобільного транспорту було взято: евклідову та реальну відстань між містами (вузлами) та кількість населення у вузлах (містах). Результати розрахунків показують, що лідером ефективності мережі автомобільної мережі є місто Васильків Київської області з показником 0,91/1. Найнижчий кількісний показник ефективності транспортної доступності з досліджуваних міст, який дорівнює 0,58, має місто Ніжин Чернігівської області. Цей факт пов'язаний зі значним відхиленням евклідової відстані між Ніжином та Києвом за непрямым маршрутом.

Таким чином, у статті було обґрунтовано методику та розраховано показник ефективності регіональної автомобільної транспортної мережі на основі потенційної транспортної доступності.

Список літератури:

1. Baron A. Air transport efficiency and its measures [Text] / Baron A. // Transactions of the Institute of Aviation. – 2010. – Vol. 205. – P. 119-131.
2. Николаев Г.Б. Разработка комплексной методики оценки эффективности функционирования региональной транспортной сети [Текст] / Г.Б. Николаев // Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – Транспортные и транспортно-технологические системы страны, ее регионов и городов, организация производства на транспорте. – Санкт-Петербург, Академия гражданской авиации, 2003. – 181 с.
3. Qin J. Quantitative efficiency evaluation method [Text] / Qin J., Xie Yu., Ni L. // Sustainability. – 2014. – Vol. 6. – P. 8364-8378. – doi:10.3390/su6128364.
4. Агасьянц А.А. Развитие сети автомобильных магистралей в крупнейших городах. Транспортно-градостроительные проблемы [Текст] / А.А. Агасьянц // Монография. – М.: АСВ, 2010. – 248 с.
5. Terelius H. An efficiency measure for road transportation networks with application to two case studies [Text] / Terelius H., Johansson K.H. // IEEE 54th Annual Conference on Decision and Control (CDC). – 2015. – P. 28-35.
6. Johansson B. Transport Infrastructure Inside and Across Urban Regions: Models and Assessment Methods [Text] / B. Johansson // Joint Transport Research Centre. – 2007. – 35 p.
7. Monzón A. Efficiency and spatial equity impacts of high-speed rail extensions in urban areas [Text] / A. Monzón, E. Ortega, E. López // Cities. – 2013. – Vol. 30. – P. 18-30.
8. Kim H. The impacts of high-speed rail extensions on accessibility and spatial equity changes in South Korea from 2004 to 2018 [Text] / H. Kim, S. Sultana // Journal of Transport Geography. – 2015. – Vol. 45. – P. 48-61.
9. Shaw S. Impacts of high speed rail on railroad network accessibility in China [Text] / S. Shaw, Z. Fang, S. Lu, R. Tao // Journal of Transport Geography. – 2014. – Vol. 40. – P. 112-122.
10. López E. Assessment of Cross-Border Spillover Effects of National Transport Infrastructure Plans: An Accessibility Approach [Text] / E. López, A. Monzón, E. Ortega, S. Quintana // Transport Reviews. – 2009. – Vol. 29(4). – P. 515-536.
11. López E. Measuring Regional Cohesion Effects of Large-scale Transport Infrastructure Investments: An Accessibility Approach [Text] / Gutiérrez J., & Gómez G // European Planning Studies. – 2008. – V. 16(2). – P. 277-301.
12. Gutiérrez J. Accessibility, network efficiency, and transport infrastructure planning [Text] / J. Gutiérrez, A. Monzón // Environment and Planning. – 1998. – V. 30. – P. 1337-1350.

Матийчик Е.М.

Национальный авиационный университет

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОСТУПНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ НА ПРИМЕРЕ СТОЛИЧНОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЙОНА

Аннотация

На базе существующих подходов для вычисления эффективности транспортной сети предложено новый подход к определению эффективности транспортной сети Столичного экономического района через транспортную доступность. Согласно предложенной методике было проведено оценивание эффективности транспортной сети Столичного экономического района Украины. Результаты исследования показали высокую эффективность сети автомобильного транспорта исследуемого региона. Количественные значения эффективности сети автомобильного транспорта позволили выделить периферийные города-спутники в регионе. Обоснованную методику определения эффективности доступности транспортной сети рекомендуется использовать для принятия решений по развитию транспортной системы регионов.

Ключевые слова: эффективность, доступность, методика, транспортная сеть, автомобильный транспорт.

Matyichuk O.M.

National Aviation University

NETWORK EFFICIENCY ACCESSIBILITY ON THE CASE OF CAPITAL ECONOMIC REGION

Summary

Based on the existing approaches to estimating transport network efficiency a new methodology of defining transport network efficiency of the Capital Economic Region through accessibility was suggested. According to the suggested methodology evaluation of transport network efficiency of the Capital Economic Region of Ukraine was performed. Research findings showed that the road transport network of the research region is highly efficient. Quantitative values of road transport network revealed peripheral satellite cities in the region. The justified methodology of transport network efficiency is recommended to apply in decision-making for development of regional transport systems.

Keywords: efficiency, accessibility, methodology, transport network, road transport.