

УДК 656.1:314.7

ПРОГНОЗУВАННЯ ПЕРЕМІЩЕНЬ НАСЕЛЕННЯ**О.А. Карпенко**, ст. гр. ТТ-24-Ізм,**О.О. Шаповал**, проф., д-р. техн. наук*Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук*

Переміщення населення є базовим елементом функціонування транспортної системи. Для ефективного планування міського транспорту, будівництва нових магістралей та організації маршрутної мережі необхідні точні прогнози щодо кількості, напрямків і часової структури поїздок.

Розглянемо наступні методи прогнозування переміщень населення та приведемо їх основні характеристики:

1. *Статистичні методи* – використання демографічних показників, переписів населення, опитувань щодо поїздок.

2. *Гравітаційні моделі* – кількість поїздок між районами пропорційна населенню та обернено пропорційна відстані: $T_{ij} = \frac{K(P_i P_j)}{d_{ij}^2}$, де T_{ij} – кількість поїздок між районами i та j ,

P_i, P_j – чисельність населення в районах, d_{ij} – відстань між ними, K – коефіцієнт пропорційності.

3. *Моделі матриці кореспонденцій* – формують транспортні схеми на основі опитувань та GPS-даних.

4. *Імітаційне моделювання* (PTV VISUM, MATSim) – прогноз поїздок у великих містах з урахуванням видів транспорту.

5. *Методи машинного навчання* – аналіз Big Data (мобільні оператори, GPS-навігатори, транспортні карти).

Переваги і недоліки даних методів зведені в табл.1.

Таблиця 1 – Методи прогнозування переміщень населення

Метод	Переваги	Недоліки
Статистичний	Доступність даних, простота застосування	Може не враховувати сучасні тенденції мобільності
Гравітаційна модель	Добре описує міжрайонні потоки	Потребує калібрування коефіцієнтів
Матриця кореспонденцій	Точність прогнозу на основі реальних даних	Висока вартість опитувань
Імітаційне моделювання	Моделювання складних сценаріїв	Високі вимоги до програмного забезпечення
Машинне навчання	Використання Big Data, висока точність	Необхідність великих масивів даних

Висновки. Прогнозування переміщень населення є критично важливим для розвитку транспорту і міської інфраструктури. Найбільш ефективними є комбіновані методи: статистичний аналіз + моделювання + Big Data. Україна має перспективи впровадження

цифрових систем прогнозування на рівні міст і регіонів. Використання прогнозів підвищує ефективність транспортних витрат і рівень мобільності населення.

Список використаних джерел

1. Rodrigue J.-P. The Geography of Transport Systems. Routledge, 2020.
2. Moroz, O.V. and Moroz, M.M., 2014. Specific features of city public transport financing (Kremenchuk case study). Actual Problems of Economics, 160(1), pp. 239–246.
3. Moroz M. M., Korol S. O., Boiko Y. O. Social traffic monitoring in the city of Kremenchuk / M. M. Moroz, S. O. Korol, Y. O. Boiko // Actual Problems of Economics / Aktualni Problemy Ekonomiki. – К. – 2016. – № 1 (175). – С. 385 – 398.
4. Мороз М.М. Удосконалення транспортної системи пасажирських перевезень м. Кременчук // Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво).– Вип. 2 (41). – Полтава: ПолтНТУ, 2014. – С. 156–164.
5. Ortúzar J. de D., Willumsen L. Modelling Transport. Wiley, 2011.
6. Мороз М.М. Шляхи вдосконалення пасажирських перевезень транспортом загального користування // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. – 2015. – Вип. 28. – С. 57-63.
7. Дмитрієв М.М., Мороз М.М. Основні напрями вдосконалення міських пасажирських перевезень м. Кременчук / Управління проектами, системний аналіз і логістика, Вип. 10, с. 58-62, 2012.
8. Мороз М.М. Розробка заходів удосконалення маршрутної мережі громадського транспорту м. Кременчук на основі розподілу пасажиропотоку гравітаційним методом // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. –2015. – № 2 (219). – С. 44–49.
9. Левковець П.Р., Мороз М.М., Бубела А.В., Лабута А.В. Системні аспекти вдосконалення логістичного сервісу. Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського. – 2014. – №5. – С. 108–111.
10. PTV Group. VISUM – Transport Planning Software. – <https://www.ptvgroup.com>
11. Мороз М.М., Чапенко О.С. Визначення структури рухомого складу для пасажирських перевезень м. Кременчука / Вісник КДПУ.– Кременчук. – 2009.–Вип. 5. – С. 58-60.
12. Лаврик В.В., Кузев І.О., Мороз М.М. Підвищення ефективності міського транспорту загального користування за рахунок створення об'єднаних підприємств / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності і ефективності машин, процесів і систем. Improving the reliability and efficiency of machines, processes and systems", 13-15 квітня 2022 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2022. – С. 34-36.
13. Moroz M., Korol S., Plichko A. Improvement of urban transport system / Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2016. – Випуск 6 (1). – С. 71-75.
14. Мороз М., Норцов О., Кальянов В. Підвищення ефективності системи міських пасажирських перевезень шляхом удосконалення розкладу руху транспортних засобів / Матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. – 2021. – С. 95.
15. UN-Habitat. Urban Mobility and Transport. Nairobi, 2021.
16. Загорянский В. Г., Мороз М. М., Гайкова Т. В. Якість та контроль транспортного процесу (вантажні та пасажирські автомобільні перевезення): навч. посібник. Кременчук: Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2023. 138 с.
17. Moroz M.M., Khorolskyi V.L., Moroz O.V., Herasymchuk V.V., Vasylovskaya K.V. Organization and provision of buses operation on the route taking into account the expenditures of participants of the transportation process / (2018) International Journal of Engineering and Technology (UAE). – 7 (4.3). – pp. 206-210.
18. Мороз М. М., Гайкова Т. В., Солошич І. О. Оптимізація режимів взаємодії магістрального та міського пасажирського транспорту м. Кременчук / (2024) Збірник наукових праць «Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки», Вип. № 9 (40). – С. 197-204. DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9\(40\).1.197-204](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.9(40).1.197-204)
19. Міністерство розвитку громад та територій України. Методика транспортного моделювання. Київ, 2020.
20. Огар О. М., Мороз М. М., Круглова Н. С., Чорний О. С. Перспективи застосування елементів штучного інтелекту в системах автоматизованого проектування залізничних станцій та вузлів. Інтелектуальні транспортні технології : тези доповідей 3-ї міжнар. наук.-техн. конф. (22-23 листопада 2022 р.). – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – С. 169–170.
21. Колій О.С., Мороз М.М. Оцінка сценаріїв дорожнього руху в Bad Hessfeld на основі моделі PTV VISSIM. Сучасні проблеми функціонування логістичних систем. Сталий розвиток транспортних систем: наука і практика: зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф., 25–26 листоп. 2024 р. Харків. нац. автомоб.-дор. ун-т.– Харків, 2024.– С. 296–299.