

ВІДГУК

офіційного опонента

на дисертаційну роботу *Карої Інни Андріївни*
на тему: «Визначення пасажиропотоків на міських маршрутах з
використанням нечіткої логіки та транзакцій абонентів стільникового
зв'язку»,

подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи

Актуальність теми дослідження.

Визначення рухомості населення й транспорту є предметом багатьох досліджень, що проводилися у вітчизняній і закордонній містобудівній практиці та практиці транспортного планування. Процес отримання матриці кореспонденції (кількісної характеристики переміщень) на сьогодні ускладнюється рядом чинників, серед яких: стохастичність процесів формування потоків, нестационарність об'єктів в часі, складність збору вихідної інформації про наміри суб'єктів, масштабність ресурсів та обсягу трудових витрат. Тому існує практична необхідність створення простої в обслуговуванні методики, яка б дозволяла в короткі терміни створювати таку матрицю та постійно її оновлювати. Зважаючи на останні закордонні публікації в галузі використання масивів інформації про транзакції абонентів стільникового зв'язку, а також вітчизняні спроби використання sms-повідомлень для потреб визначення ефективності маршрутів громадського транспорту, у роботі прийнято рішення створити перспективну модель формування матриці кореспонденцій на основі даних операторів стільникового зв'язку.

Якісна та точна прив'язка пересувань до маршрутів за допомогою нечіткої логіки дасть змогу оптимізувати графіки руху громадського транспорту, збільшуючи чи зменшуючи інтервали руху між транспортними засобами на маршруті, коригуючи кількість транспортних засобів на ньому.

Зважаючи на вищесказане, вважаю, що застосування методів опрацювання даних транзакцій абонентів стільникового зв'язку та нечіткої логіки з метою визначення пасажиропотоків становить важливу наукову задачу.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації.

Обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій забезпечена використанням сучасної методології та таких методів: системного аналізу у визначенні чинників, що обумовлюють вибір

пасажирами шляху пересування; натурних досліджень у визначенні основних характеристик міських маршрутів громадського транспорту; теорії ймовірностей та математичної статистики; комп'ютерного програмування для опрацювання даних позиціонування користувачів стільникового зв'язку; нечітких множин для формування часових шаблонів пересувань та прив'язки пересувань користувачів стільникового зв'язку до маршрутів громадського транспорту.

Наукові положення та висновки, що сформульовані у дисертаційній роботі, є повними і впливають з її змісту та відображають отримані здобувачем нові результати. Рекомендації щодо використання результатів дисертації у достатній мірі обґрунтовані теоретичними і практичними дослідженнями та підтверджуються актами про їх впровадження.

Наукова новизна результатів роботи.

У роботі вперше розроблено алгоритм побудови матриці кореспонденцій абонентів стільникового зв'язку (потенційних пасажирів) між зонами дії його антен, що дає змогу отримати таку інформацію у порівняно короткий термін часу (0,5 год.). Алгоритм враховує факт здійсненої користувачем трансакції та час її проведення.

За допомогою нечіткої логіки автор пропонує розподілити кількість пасажирів, що претендують на переміщення, за маршрутами громадського транспорту.

Вдосконалено метод вибору потенційним пасажиром альтернативного варіанта пересування за критерієм привабливості маршруту, що, на відміну від існуючих, враховує три суб'єктивних параметри: вартість проїзду на маршруті, інтервал руху між транспортними засобами та наповненість їх салонів. Розроблена програмна реалізація методу у середовищі Matlab.

Практичне значення дисертації.

Запропонований алгоритм формування матриці кореспонденцій користувачів стільникового зв'язку дає змогу без значних затрат часу та фінансів на отримання інформації про пересування населення сформувати цю матрицю переміщень, ввівши лише дані про здійснені абонентами трансакції. Використання нечіткої логіки при виборі потенційним пасажиром варіанта маршруту істотно спрощує та скорочує збір початкової інформації про основні характеристики маршрутів для подальшого розрахунку пасажиропотоків. Вдосконалений метод визначення пасажиропотоків передбачає роботу лише з двома показниками: кореспонденціями між зонами дії антен стільникового зв'язку та привабливістю кожного із альтернативних варіантів маршруту. Отримані результати досліджень вказують на високий відсоток достовірності у розрахунках пасажиропотоків, які можуть використовуватися у проектуванні (вдосконаленні) системи пасажирських

перевезень у містах.

Практичне значення результатів дослідження підтверджується актами про їх впровадження у Львівському комунальному підприємстві «Львівавтодор», Управлінні транспорту та зв'язку Львівської міської ради, а також у навчальному процесі Національного університету «Львівська політехніка» при підготовці фахівців за спеціальністю 275 – транспортні технології (спеціалізація «Організація перевезень та управління на транспорті»).

Оцінка змісту дисертації в цілому.

Дисертаційна робота за своїм науковим рівнем, практичною цінністю, обсягом і оформленням повністю відповідає вимогам, які висуваються до дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Автореферат цілком відображає зміст дисертаційної роботи.

У *вступі* обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету та задачі дослідження, наведено наукову новизну та практичну цінність роботи.

У *першому* розділі проаналізовано та класифіковано існуючі на сьогодні моделі та методи розрахунку кореспонденцій пересувань. Встановлено основні вимоги до моделей пасажирських кореспонденцій, вивчено стан сучасних досліджень в сфері використання теорії нечітких множин щодо розрахунків обсягів пересувань. Виявлено, що якісно новим, зручним та точним методом збору статистик про пересування є використання масивів даних операторів стільникового зв'язку про місцезнаходження їх користувачів.

Теоретичні дослідження виконані у *другому* розділі. Вони спрямовані на розроблення алгоритмів створення матриці кореспонденцій пересувань населення між парами зон дії антен стільникового зв'язку. Обґрунтовано субоптимальні критерії вибору пасажирями варіанта маршруту: вартість проїзду, інтервали руху, наповненість салону транспортного засобу. Вони покладені в основу розроблення відповідної моделі, яка визначає привабливість маршруту, що є головним критеріальним параметром вибору оптимального варіанту маршруту. Також у розділі покроково описано процедуру створення цієї моделі

Експериментальні дослідження, які викладені у *третьому* розділі, призначені для визначення основних характеристик маршрутів громадського транспорту за допомогою натурних досліджень та з використанням програми MATLAB. Описано процедуру створення матриць кореспонденції та маршрутів громадського транспорту за допомогою програмної реалізації розроблених у розділі 2 алгоритмів.

У *четвертому* розділі представлені результати перевірки працездатності розробленої методики визначення пасажиропотоків на маршрутах громадського транспорту м. Львова. Сформовано матрицю кореспонденцій пасажирів між парами зон дії антен та матрицю маршрутів

громадського транспорту, що їх сполучають. Побудовано графіки пасажиропотоків за маршрутами громадського транспорту, що обслуговують цю територію. Наведено також економічну ефективність від використання результатів дослідження.

За результатами досліджень наведені висновки до розділів та загальні висновки до роботи в цілому.

Повнота викладу основних результатів досліджень.

Дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням. Вона складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел (137 найменувань, з яких 43 на іноземній мові) та додатків. Обсяг дисертації – 146 сторінок основного тексту, 10 додатків, 17 таблиць, 33 рисунки. Загальний обсяг роботи – 208 сторінок.

Основні положення та результати роботи повністю викладені у 18 наукових працях, з яких 3 – у виданнях, що входять до наукометричних баз даних (Index Copernicus), 5 – у фахових виданнях України, тез доповідей – 9, публікації, що додатково відображають результати досліджень – 1. Наукові та практичні результати доповідались на Міжнародних та Всеукраїнських науково-практичних конференціях у 2014-2017 роках.

Зміст дисертації повністю відповідає змісту опублікованих праць. Матеріали, які наведені в авторефераті є ідентичними основним положенням дисертаційної роботи.

Зауваження до роботи.

1. Не цілком зрозуміло, що таке «метод вибору потенційним пасажиром альтернативного варіанта пересування» (с. 19).

2. «Результати роботи можуть бути використані для визначення реальних пасажиропотоків у великих містах» (с. 20). Чому тільки у великих і чи є методика для впровадження розробки?

3. У першому розділі немає пояснення явища великих похибок гравітаційних та ентропійних моделей.

4. Чому автор вважає, що для «критерію привабливості маршруту» достатньо лише три параметри: вартість пересування, інтервал руху та наповненість транспортного засобу?

5. Некоректним є наведення інформації про опитування мешканців лише одного міста Рівне щодо виявлення чинників, які не дозволяють їм повністю задовільнити потреби у пересуванні громадським транспортом.

6. Похибка досліджень пасажирських перевезень повинна бути в межах його природного коливання, а це 7-9%. Чому похибка в 30%?

7. У розділах 3 і 4 автор використовує посилання на дослідження інших авторів. Але у цих розділах мають бути представлені виключно результати власних досліджень.

8. Надто спрощений розрахунок економічного ефекту від впровадження результатів роботи.

Висновок.

Актуальність теми дисертаційної роботи, наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, дають змогу стверджувати, що вона відповідає вимогам пп. 9, 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою КМУ № 576 від 24.07.2013. Дисертація є завершеною науково-дослідною працею та відповідає паспорту спеціальності 05.22.01 – транспортні системи, зокрема напряму досліджень «Закономірності формування пасажиропотоків, побудова транспортних пасажирських систем міст, сільських районів та регіонів».

Наведені зауваження не зменшують важливості результатів, отриманих у дисертаційній роботі. Вважаю, що автор її, *Кара Інна Андріївна*, заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи.

Офіційний опонент:

доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу
Національного університету водного господарства та
природокористування,
доктор технічних наук

Т.М. Меленчук

