

Голові
разової спеціалізованої вченої ради
Харківського національного
автомобільно-дорожнього
університету
Людмилі АБРАМОВІЙ
вул. Ярослава Мудрого, 25,
м. Харків, Україна, 61002

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук, доцента, доцента кафедри туризму Державного вищого навчального закладу «Ужгородський національний університет» Шуліки Ольги Олександрівни на дисертаційну роботу **Орди Олександра Миколайовича** «Підвищення якості транспортного обслуговування населення міст за рахунок впровадження інтегрованих технологій на міському пасажирському транспорті», представлену на здобуття ступеня доктора філософії з галузі знань 27 – Транспорт за спеціальністю 275 - Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Реформування системи міського пасажирського транспорту (МПТ) в Україні відбувається в умовах, коли значна частка приватних перевізників обслуговує маршрути за історично сформованою маршрутною мережею, що спричиняє високий рівень дублювання маршрутів, нерівномірність транспортної пропозиції та скупчення рухомого складу в пересадочних вузлах у періоди пікових навантажень. Ці процеси розгортаються паралельно з реалізацією державної політики сталої міської мобільності, євроінтеграційними зобов'язаннями України щодо розвитку транспортних вузлів (Urban Nodes) мережі TEN-T та необхідністю підвищення привабливості громадського транспорту на тлі зростання рівня автомобілізації населення.

Дисертаційна робота Орди О.М. присвячена розв'язанню актуального науково-прикладного завдання – підвищенню якості транспортного обслуговування населення міст шляхом розробки моделей і механізмів інтегрованої координації роботи різних видів МПТ у пересадочних вузлах. Обраний автором напрям дослідження, що передбачає застосування апарату мережевої синхронізації (моделі Курамото), дав змогу формалізувати динамічну взаємодію різних видів міського пасажирського транспорту у пересадочних вузлах та отримати кількісний індикатор рівня їх координації, що відповідає сучасним

тенденціям розвитку теорії транспортних систем. Актуальність теми додатково підтверджується її зв'язком з Національною транспортною стратегією України до 2030 року та концепцією Mobility as a Service.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукові положення дисертації обґрунтовано з використанням коректного методологічного апарату: методів системного аналізу, теорії графів (спектральний аналіз графа пересадочних зв'язків, число Фідлера), теорії нелінійних коливань і синхронізації (адаптована модель Курамото), теорії ймовірностей і математичної статистики, а також транспортного моделювання у сертифікованому програмному комплексі PTV Visum. Теоретичні моделі доведено до рівня програмної реалізації мовою Python, що забезпечує практичну перевірюваність та відтворюваність отриманих результатів. Достовірність результатів підтверджується узгодженістю теоретичних положень з даними натурних обстежень, зокрема валідацією транспортної моделі м. Хмельницького та GPS-моніторингом моментів прибуття транспортних засобів через інформаційний сервіс EasyWay.

Наукова новизна результатів дисертації.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає в тому, що вперше запропоновано підхід до координації різних видів міського пасажирського транспорту у пересадочних вузлах на принципах сталої міської мобільності, який на відміну від існуючих, забезпечує узгодження параметрів роботи транспорту на основі розробленої мережево-динамічної моделі.

Набула подальшого розвитку технологія оперативної координації роботи різних видів МПТ у пересадочних вузлах, яка, на відміну від існуючих, враховує фазовий стан транспортної системи під час вибору керуючих впливів для різних типів міжвидової взаємодії транспорту, що забезпечує вирівнювання інтервалів прибуття транспортних засобів у пересадочний вузол.

Практичне значення результатів дисертації.

Практична цінність роботи полягає в розробленні програмного інструментарію для оперативної оцінки рівня координації МПТ та алгоритму системи підтримки прийняття диспетчером рішень щодо вибору керуючих впливів. Розроблено програмний модуль парсингу GPS-даних сервісу EasyWay та імітаційну модель координації. Запропонована методика розрахунку компенсації перевізникам з урахуванням індивідуального коефіцієнта координації (формули 2.15–2.17) створює економічний механізм стимулювання перевізників до участі в інтегрованій системі координації. Розроблена інтегрована адаптивна система координації (ІАСК) може бути рекомендована для використання органами

місцевого самоврядування для обґрунтування рішень щодо збалансування транспортної пропозиції, зменшення рівня дублювання маршрутів і посилення ролі міського електротранспорту, що відповідає принципам сталого розвитку міст.

Результати дисертації рекомендовано до впровадження у диспетчерській службі Управління наземної інфраструктури КП «Харківський метрополітен» (м. Харків), яке здійснює оперативний контроль та диспетчерське управління роботою міського пасажирського транспорту, та використовуються у навчальному процесі ХНАДУ, що підтверджується відповідними актами впровадження.

Повнота висвітлення результатів дисертації у наукових працях.

Основні наукові результати дисертації висвітлено у 4 статтях у фахових виданнях та 1 статті у рецензованому виданні, індексованому в наукометричній базі Scopus, а також у 13 працях апробаційного характеру. Кількісні та якісні показники опублікованих праць, а також їх змістовне наповнення повністю відповідають вимогам п. 8 Постанови Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами). Опубліковані статті у фахових наукових виданнях України категорії «Б» та виданні, що індексується у міжнародних наукометричних базах, всебічно розкривають суть розроблених моделей, методів та алгоритмів. Апробація результатів на науково-практичних конференціях засвідчує належний рівень оприлюднення матеріалів дисертації та їх обговорення в науковому середовищі.

Структура і зміст дисертації.

Дисертація складається з анотації українською та англійською мовами, вступу, чотирьох розділів, висновків, бібліографії з 116 джерел та 5 додатків. Загальний обсяг роботи складає 186 сторінок.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, розкрито зв'язок роботи з науковими програмами та стратегічними документами, сформульовано мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, наведено методи дослідження, наукову новизну, практичне значення одержаних результатів та відомості про їх апробацію. У першому розділі проведено аналіз теоретичних підходів до підвищення якості транспортного обслуговування та обґрунтовано необхідність інтегрованої координації МПТ. Другий розділ присвячено розробці мережево-динамічної моделі координації на основі адаптованої моделі Курамото та формуванню організаційно-економічного механізму компенсації перевізникам. Третій розділ містить опис формування емпіричної бази дослідження на прикладі зупиночного пункту «Філармонія» у м. Хмельницькому, розроблений мовою Python програмний модуль збору GPS-даних сервісу EasyWay, та імітаційну

модель координації, також реалізовану мовою Python. Четвертий розділ присвячено факторному аналізу впливу ключових параметрів на критерій ефективності та розробці практичних рекомендацій щодо впровадження ІАСК.

Структура роботи є логічною, розділи послідовно розкривають задум дослідження від теоретичного обґрунтування до практичної реалізації.

Дотримання правил академічної доброчесності.

Аналіз тексту дисертації та опублікованих праць не виявив ознак академічного плагіату, фабрикації чи фальсифікації даних. Посилання на використані джерела інформації оформлено відповідно до вимог. Авторство всіх запозичених ідей та результатів належним чином документовано. Отримані наукові результати є самостійним доробком автора.

Зауваження та дискусійні положення.

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, вважаю за доцільне висловити такі зауваження та побажання до дискусії.

1. Емпіричну базу дослідження сформовано на прикладі єдиного пересадочного вузла – ЗП «Філармонія» у м. Хмельницькому (розділ 3, с. 106–119). Це обмежує можливість оцінити узагальненість отриманих кількісних характеристик (зокрема, порогових значень модифікованого параметра порядку Курамото (R_{mod}), відповідно, 0,5 та 0,75, для розмежування фазових станів узгодження системи) на вузли з іншою топологією пересадочних зв'язків, зокрема, на великі мультимодальні вузли (наприклад, станції метрополітену), на які орієнтований акт впровадження результатів у КП «Харківський метрополітен». Доцільно було б обґрунтувати, якою мірою отримані порогові значення є специфічними для дослідженого вузла, а якою – мають універсальний характер.

2. Для скорочення розмірності моделі із 44 маршрутів, що проходять через ЗП «Філармонія», виділено «когерентне ядро» з дев'яти маршрутів за принципом Парето (розділ 3.1.3, с. 113–115), на які припадає близько 80 % обсягу пересадок. Водночас у роботі не розглянуто, як саме зворотно впливає на параметр порядку $R(t)$ наявність решти 35 маршрутів, що формують 20 % пересадочного навантаження, зокрема чи не вносять вони систематичних збурень у роботу когерентного ядра, які не враховані моделлю.

3. За результатами перевірки адекватності моделі (розділ 3.3, с. 129–130) встановлено, що за критерієм Стюдента середнє емпіричне значення R_{mod} статистично не відрізняється від теоретичного, тоді як за критерієм Пірсона виявлено статистично значущу розбіжність між теоретичним і фактичним розподілом фазових станів системи. Тобто модель коректно відтворює середній рівень координації, але не відтворює адекватно розподіл переходів між фазовими станами. Оскільки саме емпіричні межі фазових станів покладено в основу

практичних рекомендацій розділу 4, доцільно було б обговорити, якою мірою встановлена розбіжність розподілів впливає на надійність цих порогових значень.

4. У роботі власні частоти маршрутів-осциляторів ω_i визначено за плановими інтервалами руху, а фаза в імітаційній моделі коригується з вагою 0,25 на основі фактичних GPS-прогнозів EasyWay, тоді як решта 0,75 ваги забезпечує плавність модельної траєкторії (розділ 3.2, с. 123). Автором зафіксовано, що фактичні інтервали руху в середньому відхиляються від розкладу на +4,96 хв. Водночас у роботі не наведено обґрунтування вибору саме такого співвідношення ваг (0,25/0,75) і не показано, як зміна цього співвідношення може вплинути на розрахункові значення параметра порядку $R(t)$ та стійкість отриманих висновків.

5. У повнофакторному експерименті 2⁴ (розділ 4.1, с. 135–141) використано 16 серій дослідів, без зазначення кількості повторень у кожній серії. Це не дозволяє оцінити випадкову складову похибки експерименту (дисперсію відтворюваності) окремо від впливу досліджуваних факторів. Бажано було б навести інформацію щодо кількості повторів і довірчих інтервалів для отриманих оцінок ефектів факторів.

6. Дисертація виконана за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», проте центральним елементом розробленої моделі координації визначено міський електротранспорт (тролейбус) як «опорний елемент» системи з фіксованою фазою (розділ 2.3.1, с. 79–91). Доцільно було б чіткіше обґрунтувати, яким чином результати дослідження щодо електротранспорту співвідносяться із заявленою спеціальністю та в чому полягає специфічний внесок роботи саме для автомобільних видів МПТ (автобус, маршрутне таксі).

7. У практичних рекомендаціях (розділ 4.2, с. 141–145) запропоновано триетапну схему впровадження ІАСК, однак відсутні орієнтовні часові рамки та оцінка необхідних ресурсів (кадрових, технічних, фінансових) для кожного етапу, що ускладнює використання цієї схеми як безпосереднього управлінського інструменту органами місцевого самоврядування.

Зазначені зауваження не знижують загальної високої оцінки дисертаційної роботи та її наукової і практичної цінності.

Загальний висновок

Дисертаційна робота Орди Олександра Миколайовича «Підвищення якості транспортного обслуговування населення міст за рахунок впровадження інтегрованих технологій на міському пасажирському транспорті» є завершеною науково-дослідною працею, що містить нові, науково обґрунтовані результати, які в сукупності розв'язують важливе науково-прикладне завдання підвищення якості транспортного обслуговування населення міст. За своїм змістом, науковим рівнем, обсягом досліджень та практичною значущістю дисертація відповідає спеціальності 275 «Транспортні технології» і вимогам Порядку присудження

ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії» (із змінами), а її автор, Орда Олександр Миколайович, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)».

Офіційний опонент,
доцент кафедри туризму
Державного вищого навчального закладу
«Ужгородський національний університет»,
кандидат технічних наук, доцент


Ольга ШУЛКА

