

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

ВІДГУК

офіційного опонента, доктора технічних наук (спеціальність 05.22.01 – Транспортні системи), професора, завідувача кафедри транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту Ломотька Дениса Вікторовича 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.

Якість транспортного обслуговування населення міст України значною мірою визначається не стільки роботою окремого маршруту чи виду транспорту, скільки ефективністю взаємодії різних видів міського пасажирського транспорту (МПТ) у точках їх перетину – пересадочних вузлах. Паралельне функціонування комунальних і приватних перевізників, високий рівень дублювання маршрутів та відсутність єдиної диспетчерської координації між видами транспорту призводять до розбалансованості інтермодальних зв'язків: транспортні засоби різних маршрутів прибувають до вузла неузгоджено, що спричиняє їх скупчення, збільшення часу очікування пасажирів під час пересадки та зниження надійності мультимодального сполучення в цілому. Ця проблема є прямим наслідком фрагментарного, а не системного підходу до організації взаємодії видів транспорту, і саме тому набуває особливої актуальності в контексті розвитку інтегрованих мультимодальних транспортних систем.

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 саме як елементів єдиної мультимодальної системи міських пасажирських перевезень, що безпосередньо

відповідає завданням Національної транспортної стратегії України. Дослідження виконано з урахуванням завдань інтеграції вітчизняної транспортної мережі з Транс'європейською транспортною мережею (TEN-T), зокрема ролі пересадочних вузлів як елементів концепції Urban Nodes. Запропонований організаційно-економічний механізм компенсації перевізникам є безпосередньою й методично опрацьованою адаптацією підходу PSO (Public Service Obligation) відповідно до Регламенту ЄС № 1370/2007 до умов українських міст, включно з формалізованими залежностями. Така інтеграція сучасних європейських підходів у роботі підтверджує її відповідність наряду євроінтеграційного розвитку транспортної галузі України. З огляду на активне впровадження в Україні систем GPS-моніторингу громадського транспорту та потребу муніципалітетів у практичних інструментах диспетчерського управління, тема дисертації є актуальною для транспортної галузі.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Наукові положення дисертації обґрунтовано з використанням коректного методологічного апарату, застосованого в межах міждисциплінарного підходу до розв'язання поставлених задач: транспортне моделювання у сертифікованому програмному комплексі PTV Visum поєднано з апаратом теорії графів (спектральний аналіз матриці Лапласа графа пересадочних зв'язків) та методами нелінійної динаміки і теорії синхронізації (адаптована модель Курамото), що дало змогу перейти від описового аналізу пасажиропотоків до формалізованої, кількісно вимірюваної моделі координації МПТ. Достовірність результатів додатково підтверджується статистичним аналізом натурних спостережень та імітаційним моделюванням, реалізованим мовою Python. Використання реальних GPS-даних сервісу EasyWay для верифікації моделі суттєво підвищує практичну достовірність отриманих результатів порівняно з суто теоретичними дослідженнями. Для оцінки значущості факторів впливу на координаційну складову якості обслуговування автором роботи застосовано коректний апарат дисперсійного аналізу.

Наукова новизна результатів дисертації.

До результатів, що становлять наукову новизну, належать:

1. 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.
2. 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 дисертації підтверджується розробкою конкретного прикладного інструментарію: модуля парсингу GPS-даних EasyWay, імітаційної моделі координації та алгоритму системи підтримки прийняття рішень диспетчером. Сформульовані практичні рекомендації щодо вирівнювання інтервалів руху, переорієнтації маршрутів маршрутного таксі відносно опорного елемента транспортної системи (магістральних маршрутів електротранспорту) та встановлення допустимого відхилення від розкладу – є конкретними та придатними для впровадження диспетчерськими службами щодо оперативного виявлення порушень узгодженості прибуття транспортних засобів і запобігання їх скупченню; для органів місцевого самоврядування обґрунтовувати рішення щодо збалансування транспортної пропозиції та зменшення рівня дублювання маршрутів.

Результати роботи рекомендовано до впровадження в практичну діяльність диспетчерської служби Управління наземної інфраструктури КП «Харківський метрополітен», що здійснює оперативний контроль та диспетчерське управління роботою міського пасажирського транспорту у м. Харків, а також використовуються у навчальному процесі Харківського національного автомобільно-дорожнього університету під час викладання дисципліни «Пасажирські перевезення», що підтверджується відповідними актами впровадження.

Повнота висвітлення результатів дисертації у наукових працях.

Основні результати дисертації опубліковано у 5 статтях фахових видань, включно з виданням, індексованим у міжнародній наукометричній базі Scopus, а також апробовано у 13 працях на науково-практичних конференціях, зокрема на міжнародній конференції в країні ЄС (Болгарії). 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.

Структура і зміст дисертації.

Дисертація має чітку й логічну структуру: вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і п'ять додатків на 186 сторінках. Обсяг основного тексту становить 132 сторінки, 30 рисунків і 6 таблиць.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, її зв'язок із науковими програмами та стратегічними документами, сформульовано мету і завдання, об'єкт і предмет дослідження, викладено наукову новизну, практичне значення та відомості про апробацію результатів. Перший розділ закладає теоретичне підґрунтя міжвидової взаємодії МПТ, де проаналізовано підходи до оцінювання якості обслуговування, розглянуто принципи сталої міської мобільності та обґрунтовано необхідність переходу від координації в межах одного виду транспорту до інтегрованої координації всіх видів МПТ у пересадочних вузлах. Другий розділ присвячено формалізації міжвидової взаємодії МПТ як елементів інтегрованої системи, узгодження якої описано за допомогою мережево-динамічної моделі координації на основі адаптованої моделі Курамото. Сформовано організаційно-економічний механізм компенсації перевізникам на основі адаптації підходу PSO (Public Service Obligation) до умов України, який пов'язує розмір виплат перевізникам різних видів транспорту та форм власності не лише з обсягом виконаної транспортної роботи, а й із досягнутим рівнем узгодженості інтегрованої системи, поширюючи економічне стимулювання на учасників в цілому. Третій розділ присвячений формуванню емпіричної бази на прикладі ЗП «Філармонія» у м. Хмельницькому. Розроблено програмний модуль збору GPS-даних сервісу EasyWay та імітаційну модель координації, реалізовану мовою програмування Python. Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень, результати факторного аналізу впливу ключових параметрів на критерій ефективності та практичні рекомендації щодо впровадження інтегрованої адаптивної системи координації (ІАСК) взаємодії різних видів МПТ у пересадочних вузлах.

У висновках узагальнено результати дослідження.

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

Дотримання правил академічної доброчесності.

За результатами аналізу тексту дисертації та публікацій здобувача порушень принципів академічної доброчесності не виявлено. Ознаки академічного плагіату, елементи фабрикації або фальсифікації тексту відсутні. Посилання на використані джерела інформації оформлено відповідно до вимог; авторство всіх запозичених ідей та результатів належним чином задокументовано в роботі.

Зауваження та дискусійні положення.

Позитивно оцінюючи дисертаційну роботу, вважаю за доцільне висловити певні зауваження та побажання щодо дискусії.

1. Автоматизований збір GPS-даних сервісу EasyWay (розділ 3.1.4, с. 119–122), на основі якого виконано подальше імітаційне моделювання й статистичну верифікацію, проведено лише протягом ранкового пікового періоду

(7:30–9:00) в одному напрямку руху – до центру міста. У роботі не наведено результатів спостережень у вечірній піковий період, у міжпіковий час чи у зворотному напрямку руху, що не дозволяє оцінити, наскільки отримані кількісні характеристики модифікованого параметру порядку Курамото (R_{mod}) є характерними для добового циклу роботи вузла в цілому, а не лише для одного, найбільш напруженого його інтервалу.

2. У формулі компенсації перевізникам (2.15) введено коефіцієнт K_{eco} , що має враховувати екологічні характеристики рухомого складу для стимулювання оновлення парку транспортних засобів (розділ 2.4, с. 96–101). Проте методику розрахунку цього коефіцієнта (наприклад, залежно від класу Euro, типу двигуна чи виду палива) у роботі не наведено, що ускладнює практичне застосування цієї частини компенсаційного механізму.

3. Запропонований компенсаційний механізм (формули 2.15–2.17) передбачає перерахунок доходів від квитків на рівень міста з подальшою виплатою компенсації перевізникам. У дисертації не наведено оцінки економічного ефекту чи додаткового фінансового навантаження на місцевий бюджет від впровадження такого механізму порівняно з чинною системою розрахунків із перевізниками, що є суттєвим питанням для органів місцевого самоврядування, які прийматимуть рішення щодо впровадження ІАСК.

4. Наукову новизну та практичні рекомендації роботи здебільшого викладено на прикладі одного пересадочного вузла в м. Хмельницькому. У роботі не наведено порівняння отриманих результатів (зокрема, порогових значень R_{mod} , значення числа Фідлера 0,0079) із зарубіжним досвідом застосування стратегій синхронізації розкладів громадського транспорту (vehicle holding, timed-transfer coordination), що є усталеним напрямом закордонних досліджень. Таке порівняння дозволило б підсилити обґрунтування наукової новизни запропонованого підходу на основі моделі Курамото порівняно з відомими методами координації міського громадського транспорту.

5. У розділі 4.2 (с. 144) серед ризиків впровадження ІАСК зазначено «можливий опір приватних перевізників зміні режиму роботи», однак у роботі не запропоновано конкретних механізмів подолання цього опору, окрім компенсаційної формули. Враховуючи, що частка маршрутних таксі у когерентному ядрі дослідженого вузла становить третину маршрутів (3 з 9), а саме ці перевізники, за висновком автора, характеризуються найнижчим рівнем керованості, доцільно було б розглянути додаткові організаційні або договірні механізми стимулювання їх участі в координації.

6. Рекомендоване допустиме відхилення від розкладу 2 хв. (розділ 4.2, с. 142) запропоновано як єдине значення для всіх маршрутів когерентного ядра, інтервали руху яких за таблицею 3.2 суттєво відрізняються – від 5 хв. (маршрут № 30) до 2 хв. (маршрут № 12). Доцільно обґрунтувати, чи є однакове абсолютне відхилення прийнятним для маршрутів із настільки різними інтервалами руху.

Можливо, доречнішим було б визначати відносне нормування (у частках інтервалу) допустимого відхилення.

7. У роботі згадується можливість API-інтеграції розробленої системи підтримки прийняття рішень диспетчера з автоматизованою системою диспетчерського управління (АСДУ) (розділ 4.2, с. 145). З огляду на те, що ІАСК передбачає централізовану обробку даних про рух транспортних засобів у реальному часі, питання захисту цих даних та стійкості системи до збоїв інформаційного обміну в роботі не розглядається, хоча є суттєвим для практичної експлуатації подібних цифрових рішень.

8. У анотації роботи допущено друкарську помилку (с. 7) «Практичне значення одержаних результатів полягає у полягає у...».

Загальний висновок

Дисертаційна робота Орди Олександра Миколайовича «Підвищення якості транспортного обслуговування населення міст за рахунок впровадження інтегрованих технологій на міському пасажирському транспорті» є завершеним, самостійно виконаним науковим дослідженням, результати якого мають наукову новизну та практичну цінність для розвитку інтегрованих технологій міського пасажирського транспорту в Україні. Наведені зауваження мають дискусійний характер і не применшують загальної позитивної оцінки роботи. За актуальністю, обсягом та рівнем проведених досліджень, науковою новизною і практичним значенням отриманих результатів дисертаційна робота 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:

Завідувач кафедри транспортних систем
та логістики

Українського державного університету

залізничного транспорту,

доктор технічних наук, професор



Денис ЛОМОТЬКО