

ВІДГУК

офіційного опонента, кандидата технічних наук (05.22.01 – Транспортні системи), доцент, професор кафедри транспортних систем та безпеки дорожнього руху Національного транспортного університету Гульчак Оксани Дмитрівни на дисертаційну роботу Мельнікової Юлії Ігорівни на тему «Синхронізація розкладів руху громадського транспорту із використанням евристичних методів і імітаційного моделювання», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії в галузі знань 27 Транспорт за спеціальністю 275 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)

Актуальність теми дисертаційної роботи.

Сучасний етап розвитку систем громадського транспорту характеризується підвищенням вимог до якості пасажирських перевезень. Ефективність функціонування транспортних мереж значною мірою залежить від якості організації пересадочних процесів у вузлових елементах системи. Наявність не врегульованих і погано скоординованих пересадок суттєво збільшує часові витрати пасажирів, знижує рівень комфорту поїздок і, як наслідок, призводить до відтоку пасажиропотоку на користь альтернативних (зокрема, приватних) видів транспорту.

У зв'язку з цим задача синхронізації графіків руху міського громадського пасажирського транспорту, особливо на маршрутах із великими інтервалами руху, набуває першочергової ваги та наукового інтересу. Проте традиційні детерміновані підходи до складання розкладів часто виявляються неефективними в реальних умовах через високий рівень невизначеності вихідних даних. На практиці обсяги транзитних пасажиропотоків у вузлах пересадки є динамічними величинами, точний вимір яких є ускладненим, тому інформація про них зазвичай є неповною або приблизною.

Таким чином, дисертаційна робота Мельнікової Ю. І., яка присвячена науковій задачі синхронізації розкладів руху в умовах невизначеності пасажиропотоків, є актуальною. Використання автором сучасного математичного апарату у поєднанні з генетичними алгоритмами дозволяє адекватно врахувати стохастичну природу транспортних процесів. Це забезпечує мінімізацію часу очікування пасажирів та підвищує загальну привабливість і конкурентоспроможність міського громадського пасажирського транспорту.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Методологічною основою роботи є системний підхід, у межах якого інтегровано системний та регресійний аналіз, теорію ймовірностей та математичну статистику, об'єктно-орієнтоване та імітаційне моделювання, генетичні алгоритми. Достовірність основних наукових положень, теоретичних узагальнень та практичних висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, є цілком переконливою. Розв'язок задачі високої розмірності побудований на синергетичному поєднанні генетичних алгоритмів і імітаційного моделювання.

Наукова новизна результатів роботи.

Наукова новизна одержаних результатів дисертаційного дослідження має виражену теоретичну та практичну цінність і полягає у розв'язанні актуальної науково-прикладної задачі синхронізації розкладів руху міського пасажирського транспорту з урахуванням стохастичного попиту на пересування.

Головним науковим здобутком автора є вперше розроблений комплексний підхід до синхронізації графіків руху, ключова відмінність якого від традиційних рішень полягає у можливості формування субоптимальних розкладів на основі визначення раціональних меж налаштування операторів генетичного алгоритму. Це стало можливим завдяки виявленим здобувачкою аналітичним закономірностям впливу внутрішніх параметрів евристичного пошуку на цільовий показник середнього часу очікування пасажирів.

Вагомим елементом новизни є удосконалення методики синхронізації розкладів, яка базується на синергетичній інтеграції апарату генетичних алгоритмів та інструментів дискретно-подієвого імітаційного моделювання процесів обслуговування пасажиропотоків у пересадочних вузлах. Запропонована модифікація дозволила реалізувати ефективний механізм динамічного обчислення функції пристосованості для особин популяції безпосередньо за експлуатаційними показниками транспортної системи, об'єктивно враховуючи при цьому випадкові затримки рухомого складу та просторово-часову нерівномірність попиту.

Крім того, у роботі набув подальшого розвитку підхід до імітаційного моделювання транспортних систем у частині створення та інтеграції спеціалізованого модуля генерації нестаціонарного випадкового попиту. Наведене рішення забезпечило високу точність відтворення динамічних коливань пасажирських кореспонденцій, що суттєво підвищило рівень адекватності й прогностичної спроможності розроблених моделей під час оцінювання реальної ефективності синхронізованих розкладів.

Практичне значення результатів дослідження .

Практична цінність дисертаційного дослідження полягає у створенні прикладного методичного інструментарію для синхронізації розкладів руху міського громадського пасажирського транспорту на міській маршрутній мережі. Запропонований автором підхід дозволяє мінімізувати часові втрати пасажирів у пересадочних вузлах, безпосередньо підвищуючи привабливість громадського транспорту. Завдяки інтеграції генетичних алгоритмів у гнучке цифрове середовище, складні математичні моделі трансформовано у практичний інструментарій для оперативного управління. Це забезпечує ефективний перехід від статичного планування до динамічного регулювання розкладів руху, гарантуючи високу стійкість транспортної системи до випадкових коливань зовнішнього середовища та коливань пасажиропотоків.

Розроблені науково обґрунтовані рекомендації мають виражену практичну спрямованість і орієнтовані на розв'язання задач синхронізації розкладів руху в реальних експлуатаційних умовах підприємств пасажирського транспорту. Достовірність та практична доцільність отриманих результатів підтверджується актами впровадження у діяльність профільних підприємств, а також використанням матеріалів дисертації у навчальному процесі при підготовці фахівців транспортної галузі.

Повнота висвітлення результатів дисертації у наукових працях.

Основні положення, результати теоретичних досліджень та практичні рекомендації дисертаційної роботи знайшли повне відображення в наукових публікаціях здобувачки. Кількісні та якісні показники опублікованих праць, а також їх змістове 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).

Результати дисертаційного дослідження повною мірою висвітлено у 2 статтях, опублікованих у фахових наукових виданнях України категорії «Б», та 2 статтях у наукових виданнях, що індексуються в міжнародних наукометричних базах даних. Зазначені публікації всебічно відображають сутність розроблених моделей, методів і алгоритмів. Їх зміст і структура послідовно відтворюють основні етапи дослідження - від аналізу сучасного стану наукової проблеми до практичної реалізації запропонованих інформаційних технологій. Апробація результатів дослідження на науково-практичних конференціях підтверджує належний рівень їх оприлюднення та обговорення в науковому середовищі.

Структура і зміст дисертації.

Дисертаційна робота має логічну та завершену структуру, що відповідає поставленим завданням.

У вступі обґрунтовано актуальність теми, сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження.

Перший розділ присвячено аналізу існуючих підходів до синхронізації розкладів міського громадського пасажирського транспорту. Виявлено проблему суттєвого дисонансу між вагомим теоретичним базисом та низьким рівнем впровадження наукових розробок у практичну діяльність транспортних підприємств.

У другому розділі розроблено та реалізовано мовою Python спеціалізовану бібліотеку класів для моделювання функціонування систем міського громадського пасажирського транспорту. Для забезпечення високої адекватності відтворення процесів в умовах стохастичної природи транспортного середовища у бібліотеку інтегровано інструментарій генерації випадкових величин.

Третій розділ описує розроблені моделі пересадочного вузла та мережі міського громадського пасажирського транспорту. Перевагою запропонованих моделей є їх здатність відтворювати стохастичний характер реальних систем міського громадського пасажирського транспорту.

Четвертий розділ містить результати експериментальних досліджень, проведених на макро- та мікрорівнях організації транспортних процесів, які підтвердили ефективність запропонованої методики. Результати експериментів довели визначальну роль прецизійного налаштування керуючих параметрів генетичного алгоритму для досягнення високої якості оптимізації в умовах стохастичного попиту.

Дотримання принципів академічної доброчесності

Аналіз тексту дисертації та публікацій свідчить про дотримання

здобувачкою норм академічної доброчесності. Посилання на джерела інформації оформлені коректно. Наукові результати отримано здобувачкою самостійно та вперше. За результатами вивчення роботи не виявлено жодних ознак академічного плагіату, фальсифікації чи фабрикації даних дослідження.

Зауваження та дискусійні положення.

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

Висловлені зауваження не знижують загальної високої оцінки наукового рівня та практичної цінності дисертаційної роботи.

1. У розділі 2 при описі класу Stochastic зазначено лише три закони розподілу (рівномірний, нормальний, експоненціальний). Для адекватного моделювання реальних пасажиропотоків цього може бути недостатньо. Зокрема, розподіл Пуассона, який є класичним для потоків подій, у класі відсутній. Доцільно обґрунтувати, чому обрано саме ці три закони та чи достатньо їх для забезпечення адекватності імітаційної моделі в широкому діапазоні транспортних умов.

2. Модель пересадочного вузла (розділ 3, с. 81–93) передбачає фіксований рівномірний інтервал руху транспортних засобів δt (формула 3.4, с. 85). Однак реальні розклади транспорту м. Верхньодніпровськ (розділ 4, с. 107–122) мають суттєво нерівномірні інтервали: наприклад, маршрут №3 має амплітуду від 20 до 225 хв., маршрут №4 - від 10 до 275 хв. (с. 109–112). Таким чином, між базовою моделлю та реальним об'єктом дослідження існує суттєве методичне протиріччя, яке вимагає пояснення або коригування.

3. В розділі 4 (с. 125–129) для процедури синхронізації у вузлі “Автовокзал” встановлено, що середній час очікування знизився з 14 хв. до 12,6–12,7 хв., тобто покращення склало близько 9%. Для мережі (с. 128) автор стверджує, що вектор Ψ_2 дозволяє “мінімізувати негативні наслідки”, проте конкретне числове значення покращення (у відсотках або абсолютних хвилинах) в тексті явно не зазначено.

4. В підрозділі 4.3 (с. 130–152) дослідження впливу параметрів ГА проводилося методом варіювання кожного параметру окремо при фіксованих інших (однофакторний аналіз). Такий підхід не враховує можливих взаємодій між параметрами (наприклад, між розміром популяції та ймовірністю мутації), що є відомим обмеженням у налаштуванні евристик. Дисертант не коментує цього обмеження та не обговорює можливі ефекти взаємодії параметрів, що може знижувати практичну цінність отриманих рекомендацій.

5. Нумерація підрозділів містить помилку: у змісті та тексті розділу 2 вказано “3.3.4 Поля і методи класу Line” замість коректного “2.3.4”.

Виявлені зауваження мають дискусійний або рекомендаційний характер і не знижують загального високого наукового рівня та практичної цінності дисертаційного дослідження.

Загальний висновок

Дисертація Мельнікової Юлії Ігорівни на тему «Синхронізація розкладів руху громадського транспорту із використанням евристичних методів і імітаційного моделювання» є завершеним, самостійним науковим дослідженням, яке вирішує важливу науково-прикладну задачу. Робота відповідає вимогам

п.п. 6-9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 року № 44. Дисертація оформлена згідно з вимогами освітньо-наукової програми «Транспортні системи» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету і не суперечить вимогам наказу Міністерства освіти і науки України від 12 січня 2017 року № 40 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації». Здобувачка Мельнікова Юлія Ігорівна, заслуговує на присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)».

Офіційний опонент,
професор кафедри транспортних
систем та безпеки дорожнього руху
Національного транспортного університету

Оксана ГУЛЬЧАК



ПІДПИС ЗАСВІДЧУЮ
вчений секретар Національного
транспортного університету
Олександр ІВАНУШКО
« 07 » 20 26 р.