

РЕЦЕНЗІЯ

**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.

Пересування пасажирів по мережі міського транспорту характеризується наявністю як прямих без пересадок сполучень, так і поїздок із використанням декількох маршрутів. Процес пересадки зазвичай розглядається як фактор зниження рівня комфорту пасажирів та призводить до суттєвого зростання часових втрат. Критичного значення набуває синхронізація графіків руху, особливо за умови наявності значних інтервалів руху транспортних засобів на маршрутах. Низький рівень узгодженості графіків роботи транспорту на різних маршрутах сприяє відтоку пасажиропотоку до альтернативних видів транспорту. Отже, при проектуванні розкладів, пріоритетним завданням є його синхронізація і як результат мінімізація часу очікування пасажиром транспорту у вузлах пересадки з урахуванням стохастичного характеру їх попиту та поведінки. В Україні спостерігається дисонанс між теоретичними здобутками та низьким рівнем імплементації наукових розробок у практичну діяльність транспортних підприємств.

Дисертаційна робота Мельнікової Ю. І. присвячена подоланню існуючого розриву між теоретичними досягненнями та практичними застосуваннями розроблених рішень синхронізації розкладів руху громадського транспорту з урахуванням коливань пасажирського попиту. Вищевикладене підтверджує своєчасність та наукову доцільність розробки теми, що розглядається в даній дисертації.

Метою дисертаційної роботи є підвищення якості обслуговування пасажирів шляхом синхронізації розкладів руху міського громадського пасажирського транспорту на основі комплексного підходу, що інтегрує евристичні алгоритми та дискретно-подієве імітаційне моделювання.

Для досягнення поставленої мети визначено та розв'язано такі **задачі:**

- здійснити критичний аналіз існуючих наукових підходів до синхронізації розкладів МГПТ та обґрунтувати доцільність застосування евристичних методів для оптимізації пасажирських перевезень;
- сформулювати комплексну методику імітаційного моделювання системи МГПТ як інструментальну базу для верифікації та оцінки якості транспортного обслуговування при різних варіаціях розкладу;
- запропонувати методичний підхід до формування синхронізованих розкладів руху, адаптований до роботи в умовах динамічного та стохастичного характеру пасажирського попиту;

– виконати серію експериментальних досліджень з метою встановлення закономірностей впливу параметрів обраної евристики на ефективність процесу транспортного обслуговування пасажирів.

Об'єктом дослідження є процес транспортного обслуговування пасажирів у мережі міського громадського пасажирського транспорту в умовах стохастичного попиту на перевезення.

Предметом дослідження є методи та алгоритми синхронізації розкладів руху міського громадського пасажирського транспорту на основі евристичної оптимізації та імітаційного моделювання.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, результатів та висновків.

Достовірність наукових положень, висновків, представлених у дисертації, ґрунтується на послідовному застосуванні апарату системного аналізу, теорії ймовірностей і математичної статистики. Пошук раціональних рішень у задачах високої розмірності реалізовано шляхом впровадження генетичних алгоритмів, що забезпечило обґрунтованість отриманих субоптимальних результатів.

Розроблено методику синхронізації графіків руху, що базується на інтегрованому імітаційному моделюванні маршрутних систем. Застосування ієрархічної структури моделей дозволяє досягти високої точності прогнозних оцінок управлінських рішень у реальному експлуатаційному середовищі. Масштабованість розробленого інструментарію забезпечує його адаптацію до різних рівнів планування – від окремих локальних вузлів до загальноміської маршрутної мережі. Комплексне використання стохастичного підходу та генетичних алгоритмів дозволяє об'єктивно враховувати випадкові фактори, що є визначальною умовою для підвищення якості транспортного сервісу.

Результати комплексної апробації на макро- та мікрорівнях підтвердили здатність запропонованої методики мінімізувати середній час очікування пасажирів. Доведено, що результативність оптимізаційних процесів в умовах випадкового попиту безпосередньо залежить від коректного параметричного налаштування ГА.

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у вирішенні важливої науково-прикладної задачі синхронізації розкладів руху.

Вперше розроблено комплексний підхід до синхронізації розкладів руху міського громадського транспорту, який, на відміну від існуючих, дозволяє формувати субоптимальні розклади руху шляхом визначення раціональних меж налаштувань генетичного алгоритму за встановленими закономірностями впливу його параметрів на середній час очікування пасажирів;

Удосконалено методику синхронізації розкладів руху міського громадського пасажирського транспорту, яка, на відміну від існуючих підходів, базується на інтеграції генетичних алгоритмів та дискретно-подієвого імітаційного моделювання процесу обслуговування пасажирів у вузлах пересадки, що дозволило реалізувати механізм динамічної оцінки функції

пристосованості особин популяції за показниками функціонування транспортної системи з урахуванням стохастичних затримок транспортних засобів та нерівномірності попиту на перевезення;

Набув подальшого розвитку підхід до імітаційного моделювання процесів транспортного обслуговування пасажирів міським громадським пасажирським транспортом, що полягає у розробленні та впровадженні модуля генерації нестационарного випадкового попиту; запропоноване рішення дозволяє відтворювати коливання пасажирських кореспонденцій у часі та просторі, що підвищує адекватність імітаційної моделі під час оцінювання ефективності синхронізації розкладів руху.

Практичне значення результатів дослідження полягає у створенні методичного інструментарію для синхронізації графіків руху на маршрутній мережі. Запропонований підхід, на відміну від традиційних методів, ґрунтується на синергії генетичних алгоритмів та імітаційного моделювання, що забезпечує мінімізацію часових втрат пасажирів у пересадочних вузлах.

В роботі генетичні алгоритми інтегруються у гнучке цифрове середовище, що дозволяє трансформувати складні математичні моделі у прикладний інструментарій для оперативного управління. Запропонований підхід забезпечує перехід від статичного планування до динамічного регулювання графіків руху, що гарантує стійкість транспортної системи до випадкових збурень зовнішнього середовища.

Розроблені науково обґрунтовані рекомендації мають високе практичне значення і спрямовані на ефективне розв'язання задачі синхронізації розкладів руху транспорту в реальних умовах підприємств, які дозволять фахівцям-практикам підвищити якість обслуговування пасажирів, що підтверджується відповідними актами впровадження з автотранспортних підприємств.

Результати роботи використовуються у навчальному процесі Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» при підготовці бакалаврів і магістрів спеціальності 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)», а також при викладанні дисциплін «Управління автомобільними перевезеннями» і «Пасажирські перевезення», що підтверджується відповідним актом впровадження.

Перспективним напрямом подальшого розвитку практичного застосування дослідження є інтеграція розробленого алгоритму синхронізації, реалізованого у вигляді програмного коду на мові Python, безпосередньо у програмний комплекс для макроскопічного транспортного моделювання та планування PTV Visum з використанням архітектури COM (Component Object Model).

Оприлюднення та апробація результатів дослідження. По матеріалам дисертаційної роботи опубліковано 9 наукових праць, із них: 2 статті у фахових виданнях України (категорія «Б»); 2 статті у виданнях, що включені до наукометричної бази SCOPUS; 5 тез доповідей у збірках праць за матеріалами наукових конференцій.

Матеріали та результати дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та були схвалені на науково-технічних конференціях у м. Харкові, міжнародних науково-практичних конференціях у м. Києві,

м. Щецині, м. Каунасі, і м. Вінниці, наукових семінарах у м. Дніпро.

Наукові праці вичерпно розкривають зміст виконаної роботи та підтверджують належний рівень оприлюднення результатів.

Зауваження та дискусійні положення.

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

1. У дисертаційній роботі використано методичний апарат та професійну термінологію генетичних алгоритмів для задачі синхронізації розкладів руху громадського транспорту. Водночас недостатньо деталізовано інтерпретацію застосованих термінів у контексті транспортного моделювання та проведення експериментальних досліджень. Зокрема, відсутнє чітке пояснення відповідності елементів генетичного алгоритму (хромосом, генів, функцій пристосованості, операторів селекції, кросоверу та мутації) параметрам і процесам формування та оптимізації розкладів руху. Це певною мірою ускладнює сприйняття методики дослідження та логіки побудови моделі.

2. У роботі недостатньо уваги приділено дослідженню процесу підходу пасажирів до зупиночних пунктів громадського транспорту. Зокрема, потребує уточнення поведінкова модель пасажирів під час формування кореспонденцій: чи здійснювали пасажирів пересування з урахуванням попереднього знання розкладу руху транспортних засобів, чи їх прибуття на зупинки розглядалося як випадковий процес.

3. У дисертаційній роботі наведено узагальнені результати обстеження пасажиропотоків, однак не представлено форму картки обстеження, що використовувалася під час збору первинних даних. Наявність такого матеріалу сприяла б підвищенню відтворюваності дослідження та більш повному розумінню методики проведення натурних спостережень.

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

Дотримання принципів академічної доброчесності

На підставі вивчення тексту дисертації, наукових праць здобувачки і довідки про перевірку на плагіат встановлено, що дисертація виконана самостійно, текст дисертації не містить плагіату і відповідає вимогам академічної доброчесності. Перевірка наявності текстових запозичень виконана у системі StrikePlagiarism. Усі літературні джерела і запозичення, на які є посилання у тексті дисертації, належним чином ідентифіковані.

Загальний висновок

Дисертаційна робота 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 рецензент,
доцент кафедри транспортних систем і
логістики Харківського національного
автомобільно-дорожнього університету,
кандидат технічних наук, доцент



Віталій ЧИЖИК