

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Євчука Юрія Юрійовича на тему «Обґрунтування режимів світлофорного регулювання з урахуванням пріоритету для громадського транспорту», подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 275 – транспортні технології (за видами) галузі знань 27 – транспорт

На надання відгуку офіційного опонента представлено дисертацію загальним обсягом 176 сторінок друкованого тексту, яка містить: анотації (українською та англійською мовами) з переліком публікацій здобувача за темою дисертаційної роботи, зміст, перелік скорочень та умовних позначень, вступ, чотири розділи з прикінцевими висновками, загальні висновки по роботі, список використаних джерел зі 120 найменувань та три додатки. Обсяг основного тексту дисертаційної роботи складає 118 сторінок, робота містить 41 рисунок та 16 таблиць.

Актуальність теми дослідження. Тенденцією останніх десятиліть у світі є швидке зростання рівня автомобілізації населення. Не виключенням є і Україна, де кількість автомобільних транспортних засобів поступово зростає, а рівень автомобілізації у містах суттєво перевищує аналогічний показник в середньому по країні. Загальновідомими є шкідливі наслідки високого рівня автомобілізації міського населення – перевантаження міських вулиць та доріг рухом автомобільного транспорту та утворення транспортних заторів, погіршення стану повітряного басейну міст внаслідок шкідливих викидів відпрацьованих газів автомобільних двигунів, збільшення кількості та ризику дорожньо-транспортних пригод. У містах з високим рівнем автомобілізації, як правило, суттєво зменшується швидкість сполучення при реалізації транспортних кореспонденцій та зростає час, який мешканці міста витрачають на моторизовані та піші пересування. Світлофорне регулювання є одним з організаційних методів, що дозволяють вирішувати задачі зменшення затримок учасників дорожнього руху у місцях перетину, розгалуження та злиття транспортних потоків та забезпечувати безпечні умови руху для пішоходів. Разом з тим, створення привабливих умов руху маршрутного громадського транспорту, які дають можливість забезпечити тривалість руху та фінансові витрати на нього бодай не гірші у порівнянні з використанням для поїздок приватного автомобіля, суттєво сприяє зниженню рівня користування автомобілями для поїздок міською територією. Поєднання у комплексі вирішення цих двох задач, яке полягає у розробці наукових підходів до обґрунтування раціональних режимів світлофорного регулювання з урахуванням руху у транспортному потоці транспортних засобів міського громадського транспорту та створення останньому пріоритетних умов руху з метою скорочення затримок у русі та підвищення швидкості сполучення, і є поставленою здобувачем науковою задачею дисертаційної роботи. Таким чином можна стверджувати, що тема та задачі дослідження, сформульовані та вирішені здобувачем у представленій дисертаційній

роботі, є актуальними. Актуальність теми дослідження підвищується в умовах організації руху автомобільних транспортних потоків у містах з історичною забудовою, де вибір методів можливого підвищення пропускної спроможності міських шляхів сполучення та організації дорожнього руху є суттєво обмеженим.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові дослідження здобувача виконані у межах заявлених напрямків та тематики наукових досліджень кафедри «Транспортні технології» Національного університету «Львівська політехніка». Основні положення дисертаційної роботи були розроблені та застосовані у практичних умовах при виконанні держбюджетних кафедральних («Оптимізація автомобільних транспортних систем та підвищення безпеки дорожнього руху», номер державної реєстрації 0118U000348, термін виконання 2018–2022 р.; «Оптимізація параметрів транспортних систем та підвищення ефективності перевізних процесів», номер державної реєстрації 0123U100402, термін виконання 2023–2027 р.) та госпдоговірних («Дослідження параметрів транспортних потоків в межах виконання Проекту техніко-економічної експертизи будівництва північної ділянки об'їзної автомобільної дороги міста Львів», договір № 783, 2021 р.; «Дослідження закономірностей використання автоматизованої системи оплати проїзду у громадському транспорті в межах Львівської міської територіальної громади», договір № 372, 2024 рік) науково-дослідних робіт. Тематичний напрямок дисертаційної роботи здобувача відповідає стратегічним цілям «Безпечний для суспільства, екологічно чистий та енергоефективний транспорт» (широке використання інноваційних технологій щодо забезпечення безпеки дорожнього руху) та «Безперешкодна мобільність та міжрегіональна інтеграція» (виділення у містах окремих смуг руху для перевезення пасажирів) Національної транспортної стратегії України до 2030 року у редакції, схваленій розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 р. № 430-р., стратегічним цілям 2 (забезпечення якісних пасажирських перевезень та безперешкодної мобільності) та 3 (безпечний, людиноцентричний, екологічний та енергоефективний транспорт з курсом на декарбонізацію) у редакції, схваленій постановою Кабінету Міністрів України від 27.12.2024 р. № 1550.

Наукова новизна одержаних результатів. Заявлені та представлені здобувачем положення наукової новизни дисертаційної роботи є коректними за формулюванням та належним чином обґрунтованими. Наукова новизна одержаних теоретичних та практичних результатів досліджень дисертаційної роботи полягає у наступному:

– удосконалені наукові підходи до вирішення задачі комбінованого застосування просторового та часового пріоритетів у русі для міського маршрутного пасажирського транспорту на регульованих перехрестях у системах координованого світлофорного управління рухом транспортних потоків;

– набули подальшого розвитку науково-методологічні підходи щодо вибору та обґрунтування раціональних режимів світлофорного регулювання з урахуванням параметрів руху потоків транспортних засобів міського маршрутного пасажирського транспорту при їх русі ділянками магістральних вулиць, на яких запроваджене координоване світлофорне регулювання;

– набули подальшого розвитку наукові підходи щодо обґрунтування розміщення зупинкових пунктів громадського транспорту на міських вулицях і дорогах в умовах застосування координованого світлофорного регулювання з урахуванням створення пріоритетних умов для руху громадського транспорту організаційно-планувальними методами.

Практичне значення одержаних результатів дослідження. Отримані у дисертаційній роботі здобувача результати наукових досліджень представлені доведеними до практичного використання рекомендаціями щодо врахування при розробці раціональних режимів адаптивного та координованого світлофорного регулювання на міських вулицях і дорогах руху міського маршрутного пасажирського транспорту та організаційно-планувальних заходів щодо надання останньому пріоритету у русі на регульованих перехрестях. Представлені у роботі наукові підходи та рекомендації можуть бути використані практичними працівниками транспортних служб та підрозділів, що опікуються питаннями організації, регулювання та безпеки руху у містах, для підвищення ефективності функціонування міського маршрутного пасажирського транспорту та його привабливості для пасажирів. Практичне використання результатів наукових досліджень, виконаних у дисертаційній роботі здобувача, підтверджено актами впровадження в умовах ПП «Інжинірингова компанія «ДорПроектСтандарт» та ТОВ «Ежіс Україна». Науково-методологічні підходи, розроблені здобувачем у дисертаційній роботі, використовуються у освітньому процесі підготовки здобувачів бакалаврського та магістерського рівнів вищої освіти за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)» (освітні програми «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» та «Організація і регулювання дорожнього руху»), зокрема під час курсового, дипломного проектування та виконання магістерських робіт на кафедрі «Транспортні технології» Національного університету «Львівська політехніка».

Оцінка змісту дисертаційної роботи в цілому. Дисертаційна робота, представлена до захисту, складається з анотацій (українською та англійською мовами), переліку скорочень та умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та трьох додатків.

Анотації дисертації містять обґрунтування вибору теми здобувача, її актуальність, стислий опис методології дослідження, змісту розділів роботи, можливі способи практичного використання результатів наукових досліджень, перелік ключових слів та публікацій здобувача за темою дисертаційної роботи. Англійська та україномовна версії анотації є тотожними за змістом.

У вступі дисертації зазначена інформація про обґрунтування вибору теми дослідження та її актуальність, наведено зв'язок роботи з науковими програмами, планами темами, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт та предмет дослідження, зазначено методи досліджень, наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, вказано особистий внесок здобувача у наукові публікації за темою роботи, виконані у співавторстві, подано інформацію про апробацію матеріалів дисертації. Наприкінці вступу розміщено інформацію про кількість публікацій за темою роботи та її структуру та обсяг.

У першому розділі дисертації здобувачем змістовно проаналізовано існуючі науково-методологічні підходи до вибору та обґрунтування режимів світлофорного регулювання з урахуванням руху потоків транспортних засобів міського маршрутного пасажирського транспорту. Окрему увагу приділено впливу дорожньо-планувальних та транспортних чинників на формування транспортних потоків та їх характеристики. На підставі аналізу чинників, що впливають на вибір та характеристики режимів світлофорного регулювання з урахуванням пріоритетних умов для маршрутних транспортних засобів міського громадського транспорту, визначено основні організаційно-планувальні фактори, які мають високу ступінь впливу на досліджувані характеристики, зокрема співвідношення тривалості дозвільного та заборонного сигналів та розташування зупиночних пунктів громадського транспорту на вулично-дорожній мережі міста.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячений аналізу методів, моделей та методик організації руху транспортних потоків в умовах застосування світлофорного регулювання на міській вулично-дорожній мережі, їх адаптації та модифікації з метою врахування руху у потоці маршрутних транспортних засобів і надання останнім пріоритетних умов руху. Розглянуті застосовувані наукові підходи до забезпечення стійкості груп транспортних засобів у транспортному потоці на магістральних вулицях та надання пріоритету громадському транспорту на перехрестях та перегонах транспортної мережі. За результатами аналізу автором сформульовані умови забезпечення сталого руху груп транспортних засобів відносно довжини перегонів, кількості смуг руху та частки прямих потоків у координованому напрямку. Наголошено на необхідності застосування одночасно просторового та часового пріоритетів для громадського транспорту для забезпечення ефективного руху транспортних потоків.

У третьому розділі дисертації викладені результати натурних досліджень характеристик пасажирських потоків на міських маршрутах громадського транспорту міста Львова з визначенням їх абсолютних, похідних показників та аналізом динаміки змінювання попиту на перевезення пасажирів у часі, тривалості обслуговування маршрутних транспортних засобів на зупинках громадського транспорту та витрат часу на проїзд перехресть в залежності від розташування зупинок на вулично-дорожній мережі та у зоні регульованих перехресть. Результати досліджень представлені часовими рядами з відповідними ним регресійними залежностями, середніми

значеннями та характеристиками розподілу досліджуваних характеристик та показників руху транспортних потоків. У розділі також описано розроблену автором імітаційну модель руху транспортних потоків на магістральних ділянках вулично-дорожньої мережі міста Львова засобами пакету програмного забезпечення RPT VISSIM. Результати моделювання представлені залежностями середньої тривалості обслуговування маршрутних транспортних засобів на зупиночних пунктах в залежності від інтенсивності руху потоків маршрутного транспорту, розташування зупиночних пунктів та наявності виділених смуг, регресійними моделями змінювання числових характеристик руху транспортних потоків в залежності від інтенсивності руху та частки дозвільного сигналу у циклі світлофорного регулювання.

У четвертому розділі роботи проведені експерименти на розробленій імітаційній моделі ділянок магістральної вулично-дорожньої мережі міста з метою встановлення ступеня впливу та залежностей між показниками одночасного застосування просторових та часових пріоритетів для руху громадського транспорту та показниками ефективності організації та регулювання дорожнього руху (середня та максимальна довжина черги транспортних засобів, загальних затримок транспортних засобів, в тому числі і громадського транспорту, у зоні регульованих перехресть). На підставі отриманих результатів моделювання та їх опрацювання автором сформульовані рекомендації щодо раціональної частки дозвільного сигналу на координованому напрямку руху в умовах наявності або відсутності виділених смуг для громадського транспорту, а також резерви скорочення витрат часу на проїзд громадським транспортом магістральної ділянки вулично-дорожньої мережі з координованим світлофорним регулюванням.

Загальні висновки по результатах дисертаційного дослідження здобувача містять результати вирішення поставлених у роботі задач та повністю відповідають їм. Висновки є належно обґрунтованими, коректно сформульованими та свідчать про можливість використання результатів роботи для вирішення практичних задач в умовах транспортних підрозділів та служб, що опікуються питаннями організації та регулювання дорожнього руху у містах та виконують функції організації роботи міського маршрутного пасажирського транспорту.

У додатках дисертації розміщено числові результати натурних обстежень пасажирських потоків на маршрутній мережі громадського транспорту міста Львова, імітаційного моделювання руху транспортних потоків на досліджуваних ділянках вулично-дорожньої мережі у вигляді показників середньої та максимальної довжини черги, транспортних затримок та середньої швидкості руху, акти впровадження результатів дисертаційної роботи.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертації. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій, використаних і сформульованих за результатами дисертаційної роботи здобувача, забезпечуються

коректністю обраної методології та методик дослідження, які ґрунтуються на використанні та положеннях загальної теорії систем і системного аналізу, теорії транспортних потоків, математичному та імітаційному моделюванні, методах кореляційно-регресійного аналізу. Отримані у дисертаційній роботі результати та сформульовані на їх підставі висновки та рекомендації є достатньо чіткими, обґрунтованими та достовірними. Це впливає з коректності постановки та формулювання задач дослідження, застосування належного математичного апарату та використання універсального та спеціалізованого програмного забезпечення для вирішення поставлених у роботі завдань. Сформульовані за результатами представленої дисертаційної роботи висновки та рекомендації містять нові, науково обґрунтовані підходи, практично значимі результати, які мають належне теоретичне підґрунтя та відбивають результати вирішення завдань, поставлених здобувачем у дисертаційному дослідженні.

Повнота викладення результатів дисертації у опублікованих працях. Основні результати наукових досліджень здобувача, отримані у рамках дисертаційної роботи, оприлюднені у 18 публікаціях, з яких: чотири публікації у фахових виданнях України (три з яких одноосібні), одна публікація (у співавторстві) у іншому фаховому періодичному виданні, 13 публікацій апробаційного характеру. Зміст публікацій відповідає темі та змісту дисертаційної роботи здобувача та достатньо повно відбиває отримані у дисертації результати наукових досліджень. Зміст особистого внеску здобувача у опублікованих у співавторстві з науковим керівником та іншими співавторами друкованих працях не має повторювань та дублювання. Кількість та якість публікацій здобувача відповідають вимогам п. 8 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 12.01.2022 р. № 44 (зі змінами). Дисертаційна робота має належний рівень апробації за результатами участі здобувача у університетських, всеукраїнських та міжнародних наукових, науково-технічних та науково-практичних конференціях в Україні та поза її межами.

Дискусійні питання та зауваження до дисертаційної роботи. Детальний аналіз змісту дисертаційної роботи дає підстави відзначити деякі дискусійні питання та певні недоліки, а саме:

1. З формулювання наукової новизни дисертаційної роботи незрозуміло, чи вперше автором розроблено рекомендації (зазначені автором як вимоги) щодо розміщення зупиночних пунктів громадського транспорту за критерієм мінімізації витрат часу, чи знайшли подальший розвиток вже існуючі наукові підходи щодо вирішення цієї проблеми.
2. На рисунку 1.6 (б), бажано було б більш детально показати характер змінювання тривалості очікування транспортного засобу громадського

транспорту, пов'язаної з величиною черги у смузі, у діапазоні змінювання тривалості заборонного сигналу 40 ... 60 с. (С. 47).

3. У другому розділі дисертації на С. 62-63 наведено деякі критерії впровадження координованого світлофорного регулювання, отримані, за твердженням автора, на підставі результатів аналізу фахової літератури. Бажано було б навести посилання на відповідні джерела інформації (публікації або нормативні документи) щодо кожного згаданого критерію.
4. У тексті дисертації бажано було б навести формулу для розрахунку коефіцієнта змінності пасажирів на маршрутах міського громадського транспорту, оскільки відповідне формулювання наведено лише у тексті роботи (С. 94), при цьому по тексту використовуються поняття «коефіцієнт змінності» (С. 87, 89) та «коефіцієнт змінюваності» (С. 95). Крім того, незрозуміло, яким чином визначався статичний коефіцієнт використання пасажиромісткості рухомого складу за рейс, наведений у таблицях А1—А3 додатку А (С. 160-165).
5. Графіки змінювання у часі досліджуваних показників функціонування пасажирської транспортної системи міста, наведені на рисунках 3.1—3.6 (с. 90—93) не є достатньо репрезентативними, оскільки представляють собою часові тренди, у яких аргумент має розриви у певних проміжках часу. Відповідно, побудовані на підставі даних, представлених на графіках, регресійні залежності з використанням поліномів 4-го порядку не можуть бути використані для надійної оцінки досліджуваних показників. При цьому здобувач у тексті дисертації не наводить ані спосіб отримання цих регресійних залежностей, ані будь-які показники їх якості. Більш доцільним бачиться представлення результатів досліджень за кожний проміжок часу у вигляді графіків типу «ящик з вусами», які дали б можливість оцінити та порівняти як середні значення досліджуваних показників, так і ступінь їх коливності, представлену середнім абсолютним або стандартним (середньоквадратичним) відхиленням чи дисперсією.
6. Потребує додаткового пояснення та обґрунтування вибір типових планувальних особливостей проїзних частин (рисунок 3.7, С. 98), перехресть для проведення натурних обстежень роз'їзду черги на них та твердження, наведені у першому абзаці підрозділу 4.2 (С. 134) з урахуванням рекомендацій п. 5.4.2 ДБН В.2.3-5:2018 «Вулиці та дороги населених пунктів» та вимог п. 10.3.4 ДБН В.2.3-18:2007 «Трамвайні та тролейбусні лінії. Загальні вимоги до проектування» у частині розміщення зупинок автобуса та тролейбуса відносно перехресть.
7. Для розроблених у п. 3.2.3 регресійних моделей залежності середньої тривалості обслуговування маршрутного транспортного засобу на зупинці в залежності від планувальних умов та інтенсивності прибуття маршрутних транспортних засобів бажано було б навести показники якості (рисунки 3.11,

3.12, с. 106—107). Аналогічне зауваження стосується розроблених у підрозділі 3.3 багатофакторних регресійних залежностей (3.1)—(3.4), для яких доцільним бачиться не лише оцінка як загальної якості моделі, так і значимості її окремих факторів. Крім того, необхідне додаткове пояснення присутності у цих регресійних залежностях двох вільних членів у правій частині рівностей.

8. Використання в якості інструменту дослідження спеціалізованого програмного пакету імітаційного моделювання PTV VISSIM є сучасним і прогресивним підходом до вирішення проблем та задач організації дорожнього руху, втім, у такому разі, бажано було б приділити у роботі увагу опису математичного апарату, який використовується у даному програмному продукті для реалізації процесів імітаційного моделювання руху транспортних потоків на мікро- та мезо- рівнях. Це створює необхідні передумови для належної перевірки адекватності розробленої у пакеті імітаційної моделі руху транспортних потоків на обраній ділянці магістральної вулично-дорожньої мережі міста Львова (імітаційні експерименти з моделлю, наведені у розділі 4 дисертації) і аргументованого пояснення можливих відхилень отриманих внаслідок моделювання результатів від тих, що можуть фактично скластися на цій ділянці.
9. За результатами експериментів на імітаційній моделі, наведених у розділі 4 дисертації, автором отримано низку показників параметрів руху транспортних потоків маршрутного та немаршрутного транспорту для досліджуваної ділянки вулично-дорожньої мережі (довжини черг, величини затримок, швидкості руху, рівня завантаження рухом, частки дозвільного сигналу) за різних дорожньо-транспортних ситуацій. Втім, остаточні рекомендації та висновки щодо удосконалення організації дорожнього руху на регульованих перехрестях з світлофорним регулюванням та забезпеченням пріоритету у русі громадського транспорту розроблені на підставі єдиного локального показника – середньої тривалості проїзду громадським транспортом експериментальної ділянки вулично-дорожньої мережі міста. З урахуванням наявної по результатах імітаційного моделювання інформації щодо затримок у русі транспортних потоків та їх характеристик, а також отриманої у розділі 3 інформації щодо потужності та характеристик пасажирських потоків, ступеня використання пасажиромісткості рухомого складу, бачиться більш доцільним обрання в якості критерію для розробки рекомендацій більш узагальненого інтегрального показника, який може враховувати, наприклад, загальні або середні затримки учасників дорожнього руху та пасажирів на досліджуваних перехрестях або ділянках вулично-дорожньої мережі міста.
10. У тексті дисертації присутня низка орфографічних, стилістичних та технічних помилок, серед іншого: у формулі (1.5) на с. 37 та при вживанні знаків

нерівностей меж значень рівня завантаження смуги руху (с. 46); використання слова «аза» у першому абзаці на с. 48; неузгодженість речення у третьому абзаці на с. 49; використання слова «Пізніше ...» на початку речення першого абзацу на с. 54; наявність подвійної закриваючої дужки у другому абзаці на с. 110; використання словосполучення «вкрай рідно» у п. 1 висновків за розділом 3.

Висловлені зауваження та зазначені недоліки не зменшують наукової та практичної цінності представленої дисертаційної роботи та не впливають на її загальну позитивну оцінку.

ВИСНОВОК

Виходячи з аналізу змісту представленої дисертаційної роботи, наукової новизни її положень, практичної значимості результатів досліджень, ступеня достовірності та обґрунтованості положень та результатів дослідження можна дійти висновку, що дисертація Євчука Юрія Юрійовича на тему «Обґрунтування режимів світлофорного регулювання з урахуванням пріоритету для громадського транспорту» є завершеною науковою працею, в якій отримані наукові результати, що вирішують актуальну науково-прикладну проблему вибору раціональних режимів світлофорного регулювання на перехрестях вулиць та доріг у містах з врахуванням організаційно-планувальних умов та забезпеченням пріоритетного руху міського маршрутного пасажирського транспорту. Дисертаційна робота відповідає спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» в частині напрямків наукових досліджень. За обсягом проведених теоретичних та експериментальних досліджень, їх рівнем та науковою новизною, практичною значимістю отриманих результатів дисертаційна робота у повній мірі відповідає вимогам 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 12.01.2022 р. № 44, а її автор, Євчук Юрій Юрійович, за с л у г о в у є на присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 275 «Транспортні технології (за видами)».

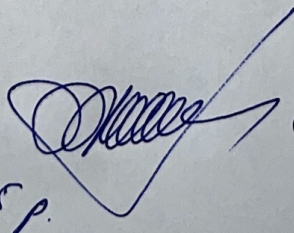
Офіційний опонент:

декан транспортного факультету

Національного університету

«Запорізька політехніка»

доктор технічних наук, професор



Олексій КУЗЬКІН

14.07.2025 р.