УДК 656.051

Ю.Я. Ройко, Ю.Ю. Євчук, Д.Ю. Сидоров
Національний університет «Львівська політехніка», Львів, Україна

ПРОБЛЕМИ В РУСІ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ У ЦЕНТРАЛЬНИХ ЧАСТИНАХ МІСТ ТА СПОСОБИ ЇХ РОЗВ'ЯЗАННЯ

У великих та особливо великих містах їх центральні частини вирізняються високою щільністю вулично-дорожньої мережі та значною інтенсивністю транспортних потоків, особливо якщо такі міста мають радіально-кільцеву конфігурацію мережі вулиць. До того ж, центральні частини таких міст часто є діловими та адміністративними центрами, де розміщені великі пункти притягання загальноміського та регіонального значення. За існуючих рівнів автомобілізації та автомобілекористування мешканців такі особливості є причиною виникнення цілого ряду транспортних проблем, зокрема високого рівня завантаження вулиць, значних затримок руху транспортних і пішохідних потоків. Тут часто виникає необхідність застосування світлофорного регулювання з метою зменшення кількості та ступеня небезпеки конфліктних напрямків, надання пріоритету для певного способу пересування учасників дорожнього руху. Як правило, резерви пропускної здатності у цих частинах міст є вичерпаними.

Ключові слова: *вулично-дорожня мережа, транспортний потік, світлофорне регулювання, інтенсивність руху, пропускна здатність, учасники дорожнього руху, громадський транспорт.*

In large and especially large cities, their central areas are characterized by a high density of the street network and significant traffic intensity, particularly if the city has a radial-ring street network configuration. Moreover, the central parts of such cities are often business and administrative hubs, home to major attractions of citywide and regional significance. Given current levels of car ownership and vehicle use among residents, these characteristics give rise to a range of traffic problems, including high street congestion and significant delays in both vehicular and pedestrian traffic. Here, there is often a need for traffic signal control to reduce the number and severity of conflicting traffic directions and to give priority to a specific mode of travel for road users. As a rule, capacity reserves in these parts of cities are exhausted.

Keywords: *street and road network, traffic flow, traffic light regulation, traffic volume, capacity, road users, public transport.*

Для сучасних великих та особливо великих міст з радіально-кільцевою конфігурацією вулично-дорожньої мережі є ряд транспортних проблем, які мають притаманні лише їм особливості формування потоків учасників дорожнього руху, закономірності формування цих потоків та загальні риси мобільності мешканців. Слід відзначити, що можливості перерозподілу обсягів руху також тут є обмеженими через цілий ряд чинників, як транспортних, так і містобудівних.

Проаналізуємо існуючі проблеми, які виникають під час пересування учасників дорожнього руху для таких типів міст, та чинники, що їх спричиняють. Головним завданням та основною метою є розв'язання проблем із затримками в русі під час пересування транспортних та пішохідних потоків, а також забезпечення достатньої та зручної інфраструктури для немоторизованих пересувань. Основними чинниками, які можуть формувати проблеми, що впливають на ефективність функціонування міської транспортної системи, є [1]:

– конфігурація вулично-дорожньої мережі;
– потенційні можливості для формування резервів пропускної здатності у різних районах міста;
– конфігурація маршрутної мережі громадського транспорту;
– розселення мешканців територією міста та специфіка утворення транспортних районів;
– специфіка життєдіяльності мешканців, що пов'язано з характером та функціями міста;
– рівень розвитку транспортної інфраструктури та її інтеграції в єдину транспортну систему;
– географічні особливості.

Проаналізуємо детальніше кожен з чинників з прив'язкою до центральних частин міста. У містах з радіально-кільцевою конфігурацією вулично-дорожньої мережі основні магістральні вулиці, які забезпечують зв'язок між транспортними районами в центральній частині міста, середмісті та периферії і здатні пропускати найбільші за обсягами транспортні потоки, сходяться у центрі міста. Відповідно тут спостерігається висока щільність вулично-дорожньої мережі, ключові вузли якої –

регульовані перехрестя з гранично високою інтенсивністю руху з усіх підходів. Це, у свою чергу, потребує введення багатофазного світлофорного регулювання з метою зменшення кількості та ступеня небезпеки конфліктних точок та конфліктних зон під час почергового пропуску різних груп учасників дорожнього руху. Багатофазне (3-4 фази) світлофорне регулювання потребує введення світлофорних циклів великої тривалості (80–120 с). За іншого випадку, тобто при меншій тривалості світлофорного циклу, а відтак і малих тривалостях фаз, суттєво зменшується ефективна тривалість самої фази регулювання через зростання частки тривалості стартової затримки. З іншого боку, фази з тривалим дозвільним сигналом (понад 20 с) у певній фазі регулювання пропорційно спричиняють тривалі заборонні сигнали на конфліктуючих напрямках. В умовах високої інтенсивності прибуття транспортних засобів до стоп-лінії (понад 500 од./год) за великої тривалості заборонного сигналу значно зростають транспортні черги. Враховуючи високу щільність вулично-дорожньої мережі, коли відстань між стоп-лініями є відносно невеликою (іноді менше 100 м), накопичувальна здатність умовного прогону (ділянки вулиці між суміжними стоп-лініями) є вкрай низькою і такі черги здатні «заблокувати» суміжне перехрестя. Досить часто ці радіальні магістральні вулиці є такими лише за призначенням, але не за геометричними параметрами, що робить проблеми в русі транспортних потоків критичними. Основним напрямком вирішення цього завдання для центральних зон є впровадження інтелектуальних транспортних систем управління дорожнім рухом та облаштування вулиць з одностороннім рухом.

Щодо потенційних можливостей ефективного забезпечення пересування мешканців та функціонування транспортної системи важливим є наявність або відсутність резервів пропускної здатності та можливості для розвитку інфраструктури для забезпечення альтернативних способів пересування мешканців. З погляду затримки руху слід відзначити, що у заторах простоює не лише приватний автомобільний транспорт, але й міський громадський. Враховуючи, що сучасні міста прагнуть забезпечити сталу міську мобільність, одним з ключових аспектів якої є зменшення пересувань моторизованим транспортом, то збільшення привабливості громадського транспорту є одним із першочергових завдань, оскільки він здатний переміщати велику кількість людей на значні відстані у будь-яку пору, що не притаманно пішим пересуванням (в межах одного або кількох суміжних транспортних районів) або пересуванням з використанням засобів мікромобільності (велосипеди, самокати тощо), які не є масові та піддаються впливу погодних умов. Відтак, втрати часу громадського транспорту у заторах – це не є питанням покращення його привабливості. Оскільки у центральних частинах міст, особливо історичних, де вулично-дорожня мережа формувалась століттями, фактично немає можливості змінити геометричні параметри вулиць з метою збільшення їх пропускної здатності або для облаштування інфраструктури для забезпечення альтернативних (від автомобільного) способів пересування, тому доводиться вводити різноманітні системи пріоритизації для певного способу пересування або для певних типів транспортних засобів. Такі рішення потребують запровадження обмежень у часі та просторі з метою вирівнювання складу транспортного потоку та зменшення пікового навантаження на окремих ділянках вулиць чи зонах. Поряд з обмеженнями забезпечують часову або просторову пріоритизацію для громадського транспорту. Для центральних частин міст актуальним рішенням є одночасне впровадження обох способів, коли рухомому складу громадського транспорту облаштовують виділені смуги, рух якими управляється адаптивними режимами роботи світлофорної сигналізації або за алгоритмом пошуку розривів у транспортному потоці, або ж за алгоритмом пошуку конкретного типу транспортного засобу у потоці (до прикладу, автобуса, тролейбуса або ж трамвая). Не слід забувати, що центральні частини міст – це території з найбільшими за обсягами пішохідними потоками, які потребують облаштування зручних та доступних громадських просторів. Основним напрямком вирішення цього завдання для центральних частин міст є введення систем обмежень та пріоритизації для окремих способів пересувань, а також впровадження комплексних заходів зі збільшення привабливості громадського транспорту.

Під час розгляду проблем, пов’язаних із забезпеченням транспортної доступності, необхідно завжди пам’ятати, що конфігурація вулично-дорожньої та маршрутної мереж, а також розселення мешканців територією міста і специфіка утворення транспортних районів є взаємопов’язані. У більшості сучасних українських міст відбувається настільки стрімкий приріст мешканців та активне житлове будівництво, що не відповідає темпам створення якісної транспортної інфраструктури. Це, у свою чергу, створює проблеми з доступністю до такої інфраструктури, перевантаження окремих ділянок вулично-дорожньої мережі, відсутність достатньої кількості облаштованих місць для паркування тощо. Особливо критичною є ситуація, коли перелічені чинники одночасно накладаються у суміжних з центральною частиною транспортних районах.

Незважаючи на те, що у своїх Планах сталої міської мобільності міста прагнуть акцентувати увагу на піших та немоторизованих пересуваннях, прагнення мешканців до використання приватного легкового автомобіля під час повсякденних пересувань є значним, що притаманно не лише абсолютній більшості українських міст, але й багатьом містам Східної та Центральної Європи. Тут якраз проявляється чинник специфіки життєдіяльності мешканців, характер та функції міста, а також рівень розвитку та інтегрованості транспортної інфраструктури. Досить часто на вибір мешканцями способу пересування впливає [2,3]: доступність до ліній громадського транспорту; рівень інтегрованості між маршрутами міського громадського транспорту та зовнішнього пасажирського транспорту; доступність паркування; швидкість пересування; вартість проїзду; рівень розвитку інформаційних та комунікаційних сервісів тощо. Враховуючи, що у цій роботі основна увага зосереджена на аналітичному огляді стану лише частини міської транспортної системи, а саме її центральної зони, то тут важливо звертати увагу на рівень розвитку та облаштованості транспортно-пересадкових вузлів, а також інтегрованості способів пересування.

Також важливо звернути увагу на географічні особливості планування міської території, оскільки цей чинник має суттєвий вплив на формування транспортних мереж, спосіб пересування мешканців та доступність.

Отже, за результатами проведених теоретичних та експериментальних досліджень відзначимо такі головні аспекти із зазначеної проблематики:

1. У центральних частинах міст ефективними є заходи з пріоритизації тих способів пересування, які забезпечують їх масовість.

2. Для великих та особливо великих міст з радіально-кільцевою конфігурацією вулично-дорожньої мережі у центральних частинах, де існує висока щільність цієї мережі та висока інтенсивність руху транспортних потоків, пріоритетом є застосування двофазних циклів світлофорного регулювання, що можна досягти шляхом обмеження лівоповоротних маневрів та облаштування одностороннього руху транспортних потоків, з сумарною тривалістю циклу до 60 с. Таке рішення ефективне за умови відстані між стоп-лініями суміжних регульованих перехресть (пішохідних переходів) 100-150 м.

3. Суттєвого зменшення затримок під час руху громадського транспорту можна досягти за умови надання йому одночасно часового та просторового пріоритету.

Подальшими завданнями з дослідження цієї проблематики є проведення імітаційного моделювання з метою визначення прогнозованого стану транспортних потоків значної інтенсивності та зміни закономірностей у цих потоках за різних способів пріоритизації руху.

[1] Форнальчик Є.Ю. Розвиток науково-прикладних основ управління транспортними потоками: монографія / Є.Ю. Форнальчик, Ю.Я. Ройко, В.В. Гілевич. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2022. – 240 с.

[2] Royko Yu., Hrytsun O., Bura R., Rohalskyi R., Yevchuk Yu. Improving the methodology of adaptive traffic control at pedestrian crosswalks / Communications – Scientific Letters of University of Zilina. – 2025. – Vol. 27 (issue 3). – P. 90–101

[3] Royko Yu. Public Transport Prioritization and Descriptive Criteria-Based Urban Sections Classification on Arterial Streets / Yu Royko, Ye. Fornalchyk, E. Koda, I. Kernytskyy, O. Hrytsun, R. Bura, P. Osinski, A. Markiewicz, T. Wierzbicki, R. Barabash, R. Humenuyk, P. Polyansky // Sustainability. – 2023. – No. 15. – P. 1–15

РОЙКО Юрій Ярославович – к.т.н., доцент, директор інституту механічної інженерії та транспорту, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: yurii.y.roiko@lpnu.ua

ЄВЧУК Юрій Юрійович – д-р філософії, старший викладач кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: yurii.y.yevchuk@lpnu.ua

СИДОРОВ Дмитро Юрійович – аспірант кафедри транспортних технологій, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: dmytro.sydorov.asp.2025@lpnu.ua

ROYKO Yuriy – PhD, Associate Professor, Head of the Institute of Mechanical Engineering and Transport, Lviv Polytechnic National University, e-mail: yurii.y.roiko@lpnu.ua

YEVCHUK Yurii – PhD, Senior Lecturer, Department of Transport Technologies, Lviv Polytechnic National University, e-mail: yurii.y.yevchuk@lpnu.ua

SYDOROV Dmytro – postgraduate student, Department of Transport Technologies, Lviv Polytechnic National University, e-mail: dmytro.sydorov.asp.2025@lpnu.ua