

УДК 656.13

Гаван Я.Я.¹, Вельган А.І.²

¹ студ. гр. РТМ-21 НУ«Львівська політехніка»

² студ. гр. ТТ-43 НУ«Львівська політехніка»

ОСОБЛИВОСТІ РУХУ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ НА МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ З КООРДИНОВАНИМ УПРАВЛІННЯМ

Впроваджуючи інтелектуальні транспортні системи або їх окремі елементи під час управління рухом громадського транспорту, часто вдаються до використання часових та просторових пріоритетів. Суть впровадження перших – це облаштування виділених смуг для громадського транспорту, а других – управління роботою засобів світлофорної сигналізації за критерієм мінімізації затримки рухомого складу громадського транспорту. Перешкодою для впровадження просторових пріоритетів часто є геометричні параметри проїзної частини, оскільки окрім пріоритизації громадського транспорту необхідно забезпечити пропуск загального транспортного потоку. Щодо часових пріоритетів, які ґрунтуються на застосуванні адаптивних режимів світлофорного регулювання, то певні перешкоди виникають на перехрестях, де рух громадського транспорту відбувається з усіх підходів, або ж на тих регульованих ділянках вулично-дорожньої мережі, де є малі (50–100 м) відстані між стоп-лініями. Досвід впровадження просторового пріоритету для громадського транспорту на вулицях регульованого руху показує, що на таких ділянках істотно збільшуються затримки руху у загальному транспортному потоці. Це часто пов'язано із відсутністю злагодженої роботи на суміжних світлофорних об'єктах. Поряд із цим слід враховувати також необхідність забезпечувати потреби пішоходів та інших учасників дорожнього руху, які використовують під час свого переміщення засоби мікромобільності. Такий аналіз підтверджує необхідність формування обґрунтованого комплексного підходу для вирішення проблем з затримками руху, який би відрізнявся для кожного транспортного району або функціональної території міста, виходячи із специфіки їх функціонування. Це пояснюється тим, що кожен транспортний район характеризується різною специфікою формування транспортних та пішохідних пасажирських потоків, щільністю забудови та конфігурацією вулично-дорожньої мережі. Відповідно, мають існувати різні підходи до управління потоками учасниками дорожнього руху.

Впровадження світлофорного регулювання, незалежно від способу управління (жорсткі або гнучкі алгоритми), потребує врахування інтересів як транспорту, так і пішоходів. За будь-якого виду алгоритмів має встановлюватись мінімальна тривалість дозвільного сигналу для пішоходів,

які за цей час реалізують своє право на перехід проїзної частини, а також максимальна тривалість заборонного сигналу, що пов'язане із їх терпеливим очікуванням. У роботах [1–3] визначено, що для різних територій (транспортних районів) міста такі часові параметри, виходячи із тривалості терпеливого очікування пішоходів, суттєво відрізняються. Врахування часу терпеливого очікування дозволяє суттєво зменшити кількість порушень пішоходами режиму світлофорного регулювання. Цей чинник впливу обов'язково має враховуватись в системах координованого управління рухом, де окрім регульованих перехресть також існують стоп-лінії, на яких у конфліктуючому напрямку пропускаються виключно пішоходи або інші учасники дорожнього руху, які під час свого переміщення використовують засоби мікромобільності.

Врахувавши показники пішохідних та транспортних потоків, переходять до побудови стрічки часу у системах координованого управління рухом, під час якої забезпечується беззупинний пропуск транспортних засобів через стоп-лінії цієї системи. З метою забезпечення беззупинного проїзду особливу увагу необхідно звертати на групи транспортних засобів, які проїжджають кожну із стоп-ліній. Цим групам властиво розпадатися під час руху, що пов'язано із двома ключовими чинниками – однорідністю самої групи та довжиною перегону [4]. Розглянемо детальніше ці два чинники впливу на формування та розпад груп транспортних засобів.

Формування групи транспортних засобів відбувається на заборонний сигнал і залежить від інтенсивності їх прибуття та співвідношення між дозвільним та заборонним сигналами у циклі регулювання [5]. Під час цього процесу мінімальним є вплив динамічного габариту транспортних засобів, тому ступінь неоднорідності транспортного потоку є відносно незначним чинником. Розпад групи транспортних засобів менше залежить від інтенсивності вибуття їх від стоп-лінії на дозвільний сигнал та часових параметрів світлофорного циклу, проте спостерігається більший вплив ступеня неоднорідності транспортного потоку. Цей вплив збільшується у міру збільшення відстані між сусідніми стоп-лініями, оскільки легкові автомобілі мають вищі динамічні характеристики, ніж вантажні та автобуси (тролейбуси).

Щодо довжини прогону, то цей чинник залежить від щільності вулично-дорожньої мережі та розміщення регульованих пішохідних переходів. У дослідженні [6] відзначається, що гранична довжина перегону, за якої забезпечується достатня стійкість групи, становить 1200 м. Поряд із цим, тут не відзначається, яким за ступенем однорідності (частка легкових автомобілів) є транспортний потік та рівень його транзитності (частка прямих транспортних засобів на стоп-лініях). До того ж, інтенсивність руху змінюється у широких межах (200–600 авт/год на одну смугу). У роботі [7]

схожі закономірності досягаються за довжини прогону 300 м та інтенсивності руху в межах 400-600 авт/год на одну смугу. Така розбіжність може пояснюватися кількістю смуг на напрямку у системі координованого управління, оскільки із цією величиною пов'язана кількість маневрів зміни смуги руху у групі транспортних засобів.

Виходячи із викладеного, забезпечити проїзд всієї групи через ділянку координації без затримок можна або обмежуючи її швидкісні параметри, або забезпечувати зсув фаз на суміжних стоп-лініях [7]. Застосовуючи обмеження швидкості, втрачається одна з основних переваг координації на магістральних вулицях – забезпечення швидкого та беззупинного пропуску транзитних транспортних потоків. Зсув фаз також часто є неефективним рішенням, оскільки збільшує затримки на конфліктуючих напрямках. До того ж, якщо є значна неоднорідність транспортного потоку, то необхідний не лише зсув фаз, але й збільшення ширини стрічки часу. Додаткові затримки також виникають для рухомого складу громадського транспорту, беззупинний проїзд якого через систему координації залежить не лише від його динамічних характеристик, але й від тривалості затримки на зупинкових пунктах. Такі затримки визначаються інтенсивністю руху громадського транспорту та показниками змінності пасажиропотоку на зупинкових пунктах [8].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Choice of the rational regimes of traffic light control for traffic and pedestrian flows / Y.Fornalchyk, I. Kernytsky, O. Hrytsun, Y. Royko. // Scientific Review Engineering and Environmental Studies (SREES). – 2021. – №30 (1). – С. 38–50.. doi: 10.22630/PNIKS.2021.30.1.4
2. Gong Q. Pedestrian violations crossing behavior at signal intersections: A case study in Anning District of Lanzhou / Q. Gong, X. Liang, M. Xu. // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – С. 1–9. doi: 10.1088/1757-899X/688/4/044006
3. Iryo-Asano M. Consideration of a Pedestrian Speed Change Model in the Pedestrian–Vehicle Safety Assessment of Signalized Crosswalks / M. Iryo-Asano, W. Alhajyaseen. // Transportation Research Procedia 21. – 2017. – С. 87–97. doi: 10.1016/j.trpro.2017.03.080
4. Currie G. Balanced Road Space Allocation: A Comprehensive Approach / G. Currie, M. Sarvi, W. Young. // ITE Journal on the Web. – 2007. – С. 75–83.
5. Абрамова Л. С. Особливості моделювання групового руху транспортних засобів у містах // Abstracts of the 1st International scientific and practical conference “Scientific achievements of modern society” (September 11-13, 2019) Cognum Publishing House, Liverpool, United Kingdom. 2019. Pp. 8-17.

6. Дослідження координованого управління транспортними потоками в центральній частині міста / М.Криstopчук, І. Хітров, О. Цьонь, О. Почужевський. // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. – 2021. – №1(16). – С. 82–90. doi :10.36910/automash.v1i16.511.

7. Кулик М. Забезпечення сталої швидкості транспортних потоків в режимі координованого управління на міських магістралях / М. Кулик, В. Ширін. // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції “Безпека на транспорті – основа ефективної інфраструктури: проблеми та перспективи”. – 2019. – С. 238–241.

8. Improvement of methods for assessing the effectiveness of dedicated lanes for public transport / Y.Fornalchyk, I. Vikovych, Y. Royko, O. Hrytsun. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – С. 29–37.