

ДОСЛІДЖЕННЯ КООРДИНОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ

Національний університет водного господарства та природокористування, Рівне, Україна

Анотація

У роботі розглянуто результати дослідження впливу координованого управління транспортними потоками в центральній частині міста Рівне на зниження транспортних затримок при проїзді перехресть транспортними засобами та запропоновано технічні рішення щодо підвищення безпеки дорожнього руху шляхом обладнання перехресть додатковими технічними засобами регулювання дорожнього руху.

Ключові слова: інтенсивність транспортних потоків, склад транспортного потоку, координоване управління, потік насичення, регульоване перехрестя, цикл світлофорного регулювання.

Основною проблемою транспорту, є велика кількість затримок транспортних засобів на вулично-дорожній мережі. Це відбувається через різке збільшення рівня автомобілізації, підвищення рівня автомобілекористування, яке відбувається постійно. Вулично-дорожня мережа більшості міст, не призначена для такої кількості автомобілів. Це явище негативно впливає на дорожній рух, через що відбувається збільшення дорожньо-транспортних пригод, заторів, збільшення витрати палива, підвищення викидів шкідливих речовин, зменшення комфорту проїзду через надмірні транспортні затримки.

Проблематикою раціональних режимів світлофорного регулювання займалися багато дослідників в Україні та за кордоном. Зокрема Грицунь О.М. [1] досліджував раціональні режими світлофорного регулювання з урахуванням транспортних потоків і поведінки пішоходів. Аналіз літературних джерел [2-7] вказує, що світлофорне регулювання не доцільно застосовувати на вулиці нижчого рівня порівняно з автомобільними дорогами або головними вулицями з регульованим рухом. Введення примусового світлофорного регулювання для транспортних потоків регулюється у [6], а для пішохідних потоків є вимога: інтенсивність транспортних потоків має бути більшою 600 авт./год., а вулиці з роздільною смугою більше 1000 авт./год. – при кількості більше 150 чол./год. на переході. При збільшенні інтенсивності транспортних потоків і наближенні значень, наведених у [6, 8], лише за допомогою використання світлофорного регулювання можна організувати рух на перехресті в одному рівні. Розглядаючи питання визначення тривалості циклу світлофорного регулювання, потрібно вибрати відповідний критерій управління сигналами світлофорного регулювання, для визначення його ефективності [1-10]. Існують різні методи для визначення тривалості фаз світлофорного регулювання, які базуються тільки на принципі оцінки довжини черги транспортних засобів або транспортних затримок, які виникли перед стоп-лінією [11-15].

Метод розрахунку тривалості циклів світлофорного регулювання запропонований Вебстером [4, 14, 15], враховує випадкове прибуття транспортних засобів до стоп-лінії та мінімізацію транспортних затримок. Для розв'язання транспортних проблем основним напрямом має бути формування вулично-дорожньої мережі міст з ростом кількості транспортних засобів, поліпшення умов для руху громадського транспорту (створення додаткових смуг та забезпечення першочергового руху) [8-15]. Зрозуміло, що для міст з історично сформованою вулично-дорожньою мережею, враховувати всі ці чинники одночасно важко. Проблема можна розв'язати частково, шляхом знаходження закономірностей впливу інтенсивності пішохідних і транспортних потоків на пропускну здатність біля перехресть, пішохідних переходів, зупинок громадського транспорту. Для підвищення якості організації дорожнього руху за допомогою цих методів можна обґрунтувати зони для ефективного застосування пішохідних переходів.

Збільшенням ефективності роботи регульованих перехресть з жорсткими світлофорними циклами займалися багато дослідників. Зокрема, Гілевич В.В. [8], розглядав моделі транспорт-

них затримок на перехресті. Для оптимізації світлофорного регулювання найбільш розповсюдженим критерієм є середня затримка транспортних засобів перед перехрестям [8-15]. Середня затримка просто вимірюється і легко оцінюється в грошовій одиниці, за рахунок чого можна розрахувати економічний ефект запропонованих заходів [8, 10, 11]. Транспортна затримка є показником, який застосовується при визначенні необхідної довжини смуги руху перед перехрестям, необхідності пального та викидів відпрацьованих газів [13].

Мета роботи - дослідження закономірності впливу технічних засобів організації дорожнього руху на інтенсивність транспортних потоків та затримки транспортних засобів при проїзді ділянок вулично-дорожньої мережі. Перевагами введення координованого світлофорного регулювання є: підвищення швидкості проїзду перехресть; скорочення кількості зупинок перед перехрестями; вирівнювання транспортного потоку за рахунок групування транспортних засобів та збільшення пропускної здатності перехресть; стабілізація швидкості руху окремих транспортних засобів, скорочення кількості дорожньо-транспортних пригод; зменшення викидів відпрацьованих газів та забруднення навколишнього середовища.

Рівне - місто обласного значення в Україні. Населення - 246 тис. мешканців. Загальна площа міста - 63 км². На балансі та експлуатаційному утриманні Служби автомобільних доріг у Рівненській області знаходиться 2009,8 км автомобільних доріг загального користування державного значення, в тому числі: міжнародних - 371,7 км; національних - 247,8 км; регіональних - 152,4 км; територіальних - 1237,9 км. У м. Рівне налічується 442 вулиці. Загальна протяжність вулично-дорожньої мережі складає 300,5 км з твердим покриттям. Експлуатується 8 автомобільних мостів та 4 шляхопроводи, загальною довжиною 0,7 км. Протяжність освітлюваної вулично-дорожньої мережі складає 274,4 км. На території міста розташовані 70 світлофорних об'єктів, з яких 44 є транспортними, 23 - пішохідними та 3 - залізничними. Маршрутна мережа громадського пасажирського транспорту м. Рівне складається з 28 автобусних та 10 тролейбусних маршрутів, на яких щоденно працюють 280 автобусів та мікроавтобусів, 65 тролейбусів. Всі автобусні маршрути працюють в режимі маршрутного таксі та обслуговуються 46 підприємствами різної форми власності. В м. Рівне було проведено обстеження роботи світлофорних об'єктів та інтенсивності руху транспортних засобів на основних перехрестях. Інтенсивності транспортних потоків на ділянках між перехрестями складають відповідно: вул. Проспект Миру - вул. Міцкевича - 1850 авт./год; вул. Соборна - вул. В. Чорновола - вул. Міцкевича - 1931 авт./год.; вул. Соборна - вул. Княгині Ольги - вул. Князя Володимира - 1760 авт./год.; вул. Соборна - вул. Дубенська - 1728 авт./год. Проспект Миру одна із вулиць у місті Рівне, відноситься до мікрорайону Центральний. Вулиця починається від вулиці Небесної Сотні де проходить через 5 перехресть і переходить у вулицю Міцкевича. Загальна протяжність 1 кілометр. Вулиця має двохсторонній рух, по дві смуги в кожному напрямку, проїжджа частина розділена розподільчою смугою. Загальна ширина вулиці 14 метрів. Проспект Миру перетинає 3 вулиці: вул. Набережна, вул. Шевченка, вул. Симона Петлюри. На вулиці 5 перехресть на 3 з них здійснюється світлофорне регулювання, а саме на перехрестях вулиць Небесної Сотні - Проспект Миру, вул. Набережна - Проспект Миру, вул. Симона Петлюри - Проспект Миру, та 2 нерегульовані перехрестя: вул. Шевченка - Проспект Миру, вул. Міцкевича - Проспект Миру. Проспект Миру є паралельною до вулиці Соборна, що в свою чергу розвантажує центральну частину міста від транспортних потоків. Інтенсивність транспортних потоків на ділянках №1 - 1048 авт./год.; №2 - 1101 авт./год.; №3 - 1097 авт./год.

Повний розпад групи транспортних засобів відбувається на відстані 600-800 м і рух стає рівномірним. Тому на таких перегонах не завжди доцільно використовувати координоване регулювання. На Проспекті Миру відстані перегонів між перехрестями складають не більше 300 метрів, а саме: від перехрестя Проспект Миру - вул. Набережна до Проспект Миру - вул. Шевченка - 170 м; від перехрестя Проспект Миру - вул. Шевченка до Проспект Миру - вул. Симона Петлюри - 290 м; від перехрестя Проспект Миру - вул. Симона Петлюри до перехрестя Проспект Миру - вул. Міцкевича - 270 метрів.

Здійснено розрахунок режимів роботи світлофорних об'єктів для координованого регулювання, з використанням трьохфазного світлофорного регулювання. У роботі запропоновано проект удосконалення руху на вулиці Проспект Миру в м. Рівне. В ході обстеження дорожніх умов, інтенсивностей та складу транспортних потоків, проведених розрахунків за аналітичними залежностями, були розроблені наступні заходи: введення координованого регулювання на

ділянці від перехрестя з вул. Набережна до перехрестя з вул. Міцкевича; запровадження світлофорного регулювання на перехрестях Проспект Миру – вул. Шевченка та вул. Міцкевича. Доцільність впровадження заходів є виправданим, оскільки вони дозволять покращити організацію дорожнього руху на вул. Проспект Миру, зменшити кількість транспортних засобів з 10 до 2 на перехрестях, в очікуванні дозволеного сигналу світлофора, зменшити час на проїзд ділянки дороги з 2,6 хв. до 1,1 хв., що, в свою чергу зменшує транспортні затримки та покращує екологічну ситуацію в центральній частині міста.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грицунь О. М. Обґрунтування раціональних режимів світлофорного регулювання з урахуванням характеристик транспортних потоків і поведінки пішоходів : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.01 / Національний університет «Львівська політехніка». Львів, 2019. 167 с.
2. Грицунь О. М. Аналіз поведінки пішоходів на регульованих перехрестях. *Міжвузівський збірник «Наукові нотатки»*. 2016. Вип. 55. С. 90–95.
3. Організація та регулювання дорожнього руху : підручник / О. О. Бакуліч та ін. ; за заг. ред. В. П. Поліщука. Київ : Знання України, 2012. 467 с.
4. Поліщук В. П., Дзюба О. П. Теорія транспортного потоку : методи та моделі організації дорожнього руху. Київ : Знання України, 2008. 175 с.
5. Krystopchuk M. Change of drivers functional condition while moving along highways of different technical categories. *Transport technologies*. 2020. Vol. 1. № 1. pp. 22-32.
6. Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху: кн. 4 / Гаврилов Е. В. та ін.; за заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. Київ : Знання України, 2005. 452 с.
7. Пашкевич С. М., Кристопчук М. С. Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах. *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*. 2018. № 1. С. 66–72.
8. Гілевич В. В. Підвищення ефективності роботи регульованих перехресть з жорсткими світлофорними циклами : дис. ... канд. тех. наук : 05.22.01 / Національний Університет «Львівська Політехніка». Львів, 2016. 169 с.
9. Formation and Distribution Flows of External Transport in the City / Krystopchuk, M., Pashkevych, S., Khitrov, I., Tkhoruk, Y. *International Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication*. 2019. Springer, Cham. pp. 141-150.
10. Сресов В. І., Христенко О. В. Комплексна оцінка ефективності світлофорного регулювання на перехрестях. *Вісник Національного транспортного університету*. 2009. № 19, Ч. 2. С. 72–77.
11. Капский Д. В. Навой Д. В. Методика определения экономических потерь при координированном регулировании движения транспортных и пешеходных потоков. *Вестник БНТУ*. – 2010. № 4. С. 60–70.
12. Cheng D. X. Zong T. Z., Messer C. J. Development of an Improved Cycle Length Model over the Highway Capacity Manual 2000 Quick Estimation Method. *Journal of Transportation Engineering*. 2005. № 12. P. 890–897.
13. Трушевський В. Е. Удосконалення світлофорного регулювання при організації руху за окремими напрямками : дис. ... канд. тех. наук: 05.22.01 / Національний транспортний університет. Київ. 2016. 150 с.
14. Guo H. Reliability analysis of pedestrian safety crossing in urban traffic environment. *Safety Science*. 2012. Vol. 50, Issue 4. P. 968–973. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.027>
15. Noland R. Pedestrian travel times and motor vehicle traffic signals. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 1996. Т. 1553. №. 1. С. 28–33. <http://dx.doi.org/10.3141/1553-04>.

Кристопчук Михайло Євгенович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-8701-4469>

RESEARCH OF COORDINATED MANAGEMENT OF TRANSPORT FLOWS

Abstract

The paper considers the results of the study of the impact of coordinated traffic management in the central part of the city of Rivne on the reduction of traffic delays when passing intersections by vehicles and offers technical solutions to improve road safety by equipping intersections with additional technical means of traffic control.

Key words: traffic intensity, traffic flow composition, coordinated control, saturation flow, adjustable intersection, traffic light control cycle.

Mykhailo Krystopchuk, PhD, Associate Professor, Head of the Transport Technologies and Technical Service Department, National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua; <https://orcid.org/0000-0002-8701-4469>