

І. О. Хітров¹
О. П. Цьонь²
М. Є. Кристопчук¹
О. Д. Почужевський³

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНИХ ЗАТРИМОК В ЦЕНТРАЛЬНІЙ ЧАСТИНІ МІСТА ТА ШЛЯХИ ЇХ ЗНИЖЕННЯ

¹Національний університет водного господарства та природокористування

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

³Криворізький національний університет

Головним завданням при забезпеченні відповідного рівня організації руху транспортних засобів вулично-дорожньою мережею (ВДМ) міста є мінімізація затримок транспорту, підвищення безпеки руху, забезпечення транспортного і пішохідного зв'язку між планувальними елементами міста. Проблеми, викликані погіршенням функціонування ВДМ, суттєво впливають на роботу всього транспортного комплексу міста. Значні транспортні затримки, виникнення заторів, які характеризуються збільшенням часу на переміщення, погіршення транспортного обслуговування, підвищення рівня забруднення міського середовища внаслідок збільшення шкідливих викидів і підвищення рівня шуму, зростання кількості дорожньо-транспортних пригод свідчать про невідповідність ВДМ міст сучасному рівню автомобілізації.

Для забезпечення необхідної пропускну здатності елементів ВДМ є необхідність у створенні відповідних дорожніх умов, а саме – проведенні робіт із будівництва нових і реконструкції існуючих інженерно-транспортних споруд та елементів вулиць і доріг. Однак, не завжди вирішення цих питань може покращити роботу всієї мережі, оскільки, паралельно з технічними заходами, які базуються на будівництві і реконструкції об'єктів транспортної інфраструктури, слід вирішувати питання застосування ефективних заходів із організації дорожнього руху, що дозволяє управляти транспортними потоками на міських вулицях. Створюючи умови для оптимізації роботи регульованих перехресть потрібно враховувати технічний стан транспортних засобів, дорожні умови та стан дорожнього покриття.

Альтернативним варіантом підвищення ефективності функціонування ВДМ досягається використанням координованого управління транспортними і пішохідними потоками шляхом удосконаленої роботи світлофорів за принципом «зеленої хвилі». Необхідною вихідною умовою встановлення відповідних режимів роботи світлофорних об'єктів неможливе без досліджень інтенсивності і складу транспортних потоків, пропускну здатність елементів ВДМ.

У роботі представлено результати дослідження впливу координованого управління транспортними потоками центральної частини міста Рівне на зменшення транспортних затримок для проїзду перехресть.

Ключові слова: транспортні потоки, склад транспортного потоку, координоване управління, потік насичення, регульоване перехрестя, транспортні затримки, цикл світлофорного регулювання.

Вступ

Основні вимоги до функціонування сучасного міста спрямовані на забезпечення безпечного руху транспортних засобів, велосипедистів і пішоходів вулично-дорожньою мережею, комфортності і зручності поїздок громадським транспортом, зменшення витрат часу на переміщення до пункту призначення, мінімізації суспільно-економічних і матеріальних витрат. З кожним роком зростає транспортне насичення вулиць і доріг, погіршуються умови руху, стан дорожнього покриття. Тому актуальним напрямом досліджень є підвищення функціонування ВДМ з врахуванням економічних, технічних, технологічних, організаційних і матеріальних оціночних показників.

Одним з напрямів покращення функціонування ВДМ є підвищення безпеки руху транспорту шляхом його керування при проїзді регульованих перехресть шляхом застосування методів прогнозування і планування розвитку мережі у поєднанні з системою організації дорожнього руху.

Метою роботи є оцінка впливу технічних засобів організації дорожнього руху на інтенсивність транспортних потоків і часу затримки транспорту при проїзді складних перехрещуваних ділянок ВДМ на прикладі міста Рівне.

Аналіз теоретичних досліджень та існуючих рішень

Транспортні затори на вулицях середніх і великих міст є буденним явищем. За місцем їх виникнення можна виділити постійні (зазвичай спостерігаються постійно в певний часовий період), випадкові

(характеризуються ситуативною зміною пропускної здатності ВДМ незначної тривалості) і не передбачувані (визначаються специфічними експлуатаційними умовами функціонування ВДМ).

З метою підвищення пропускної здатності ВДМ і місць їх перетину, скорочення довжини черги транспортних засобів перед перехрестям, стабілізації швидкісного режиму руху, зменшення імовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод, а також зменшення шкоди довкіллю застосовують координоване світлофорне регулювання.

Оптимізація режимів світлофорного регулювання носить науково-прикладний характер, неодноразові дослідження яких висвітлювалися науково спільнотою.

Дослідник О. М. Грицунь [1, 2] встановив раціональні режими світлофорного регулювання з врахуванням транспортних потоків і поведінки пішоходів.

Оцінка ефективності світлофорного регулювання визначається такими критеріями як середня швидкість транспортного потоку, довжина черги, час проїзду перехресть, тривалість транспортної зупинки, ступінь використання ВДМ [3–9].

Розроблено методики визначення тривалості світлофорних циклів за довжиною черги транспортних засобів (або їх затримок для проїзду перехрестя) [6, 8, 11, 12–17]. Пропонується встановлювати тривалості циклів світлофорного регулювання T_u за випадковою імовірністю прибуття транспорту до перехрестя і мінімізацією їхньої затримок (основоположником є британський фахівець Вебстер) [5, 6]

$$T_u = \frac{1,5 \cdot T_n + 5}{1 - \sum_{i=1}^n y_i}, \quad (1)$$

де T_n – сума проміжних тактів, с; y_i – фазовий коефіцієнт регулювання; n – кількість фаз циклу регулювання.

В стратегічному плані розвитку сучасного міста обов'язково повинні бути прописані умови розвитку ВДМ, особливо щодо руху громадського транспорту з можливістю виділення окремих смуг руху або першочерговим правом проїзду [3, 13, 16, 17].

Дослідник В. В. Гілевич [10] описав модель транспортних затримок на перехресті з жорсткими світлофорними циклами в якій враховував технічний стан транспортних засобів.

Найзагальнішим критерієм оцінки світлофорного регулювання обрано час середньої затримки транспортних засобів перед перехрестям або його довжини [6, 8, 11, 15–17]. Такий показник можна оцінити в грошовому еквіваленті і розрахувати економічну ефективність запропонованих заходів [3, 13–17].

Для наближених розрахунків значення середньої затримки d у випадку рівномірного прибуття транспортних засобів до перехрестя можна розрахувати згідно з формулою [3, 13, 16, 17]

$$d = \frac{T_u - t_3}{2}, \quad (2)$$

де T_u – тривалість світлофорного циклу, с; t_3 – тривалість дозвільного сигналу світлофора, с.

В більшості випадків прибуття транспортних засобів до регульованого перехрестя носить імовірнісний характер, тоді значення середньої затримки d при нещільних транспортних потоках описується виразом [3, 5, 6, 13–17]

$$d = \frac{T_u \cdot (1 - \lambda)^2}{2(1 - \lambda \cdot x)} + \frac{x^2}{2 \cdot N \cdot (1 - x)} - 0,65 \left(\frac{T_u}{N^2} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot x^{2+5 \cdot \lambda}, \quad (3)$$

де λ – відношення тривалості дозвільного (зеленого) сигналу до тривалості циклу; x – ступінь насичення напрямку руху; N – інтенсивність досліджуваного напрямку руху, од/с.

Важливою вихідною характеристикою для оцінки регульованих перехресть є рівень (ступінь) наповнення напрямку руху [3, 5, 6, 13–17]

$$x = \frac{N \cdot T_u}{S \cdot t_3}, \quad (4)$$

де S – потік насичення, од/с.

Удосконалена формула Вебстера запропонована німецьким дослідником Міллером [3, 6] для розрахунку транспортної затримки

$$d = \frac{T_u - \lambda}{2 \cdot T_u \cdot (S - N)} \left(\frac{I \cdot S \cdot (2 \cdot x - 1)}{N \cdot (1 - x)} + S \cdot (T_u - \lambda) + I - 1 + \frac{N}{S} \right), \quad (5)$$

де I – коефіцієнт варіації інтенсивності потоку.

Для магістральних вулиць з регульованими перехрестями характерне збільшення інтенсивності руху транспорту в пікові періоди (як правило в ранковий і вечірній час), в тому числі збільшуються затримки пов'язані з перенасиченням світлофорних циклів регулювання дорожнього руху.

Для розрахунку транспортної затримки d використовують формулу Брілона і Ву [3, 5, 6, 13–17]

$$d = \frac{T_u \cdot (1 - \lambda)^2}{2(1 - \lambda \cdot x)} + \frac{N_0}{S \cdot \lambda}, \quad (6)$$

де N_0 – середня довжина черги транспортних засобів перед перехрестям в піковий період:

- для насиченого напрямку руху з $x < 1,14$

$$N_0 = 524 \cdot T_0 \cdot S \cdot \lambda \cdot \left(1,09 \cdot x - 1 + \sqrt{(1,09 \cdot x - 1)^2 + \frac{1,09 \cdot x - x_0}{175 \cdot S \cdot \lambda}} \right); \quad (7)$$

- для насиченого напрямку руху з $x \geq 1,14$

$$N_0 = 900 \cdot T_0 \cdot S \cdot \lambda \cdot \left(x - 1 + \sqrt{(x - 1)^2 + \frac{x - 0,93 \cdot x - x_0}{175 \cdot S \cdot \lambda}} \right), \quad (8)$$

де T_0 – дослідна тривалість пікового періоду, год./добу; x_0 – значення коефіцієнта x , вище якого будуть спостерігатися перенасичені цикли.

Рівень автомобілізації населення невпинно зростає, що в свою чергу потребує радикальних заходів стосовно підвищення функціональності ВДМ, підвищення рівня безпеки. Одним з напрямів передбачено координоване управління транспортними потоками завдяки особливому світлофорному регулюванню. Вихідними параметрами для такого керування є встановлення тривалості циклу та основних тактів світлофорного регулювання залежно від інтенсивності руху транспорту.

Застосування координованого регулювання міськими транспортними потоками дозволить своєчасно змінювати режими роботи світлофорних об'єктів залежно від дорожньої ситуації.

Теоретичні дослідження [1–15] є підґрунтям для формування інформаційної бази вихідних даних щодо оцінки параметрів моделі розробки «зеленої хвилі» для конкретних умов (інтенсивність транспортних потоків, цикли світлофорного регулювання) на ділянці Проспект Миру м. Рівне. В роботі застосовується моделювання у середовищі Vissim.

Результати досліджень

Місто Рівне є обласним центром Рівненської області і розташоване в західній частині України. Місто має розгалужену ВДМ, загальною протяжністю понад 300 км, налічує 48 транспортних світлофорних об'єктів. Рух транспортних засобів магістральними вулицями інтенсивний, характеризується значними постійним скупченнями транспорту перед перехрестями вулиць Проспект Миру, Соборна, В'ячеслава Чорновола, Дубенська. Для отримання вихідних даних проведено обстеження інтенсивності руху транспорту за вказаними напрямками і перехрестями з одночасним фіксуванням роботи світлофорних об'єктів (рис. 1, 2).

За результатами досліджень визначено інтенсивність транспортних потоків складних ділянок ВДМ для таких перехресть: 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.) та вул. Соборна – вул. Дубенська (1728 авт./год.).

Проспект Миру (мікрорайон Центральний) простягається від вулиці Небесної Сотні до вулиці Міцкевича з двостороннім рухом у дві смуги в кожному напрямку. При загальній протяжності в 1 кілометр включає 5 перехресть, з них 3 із світлофорним регулюванням (вул. 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 характеризується високою інтенсивністю руху транспортних засобів, що в свою чергу супроводжується затримкою в русі під час проїзду перехресть.

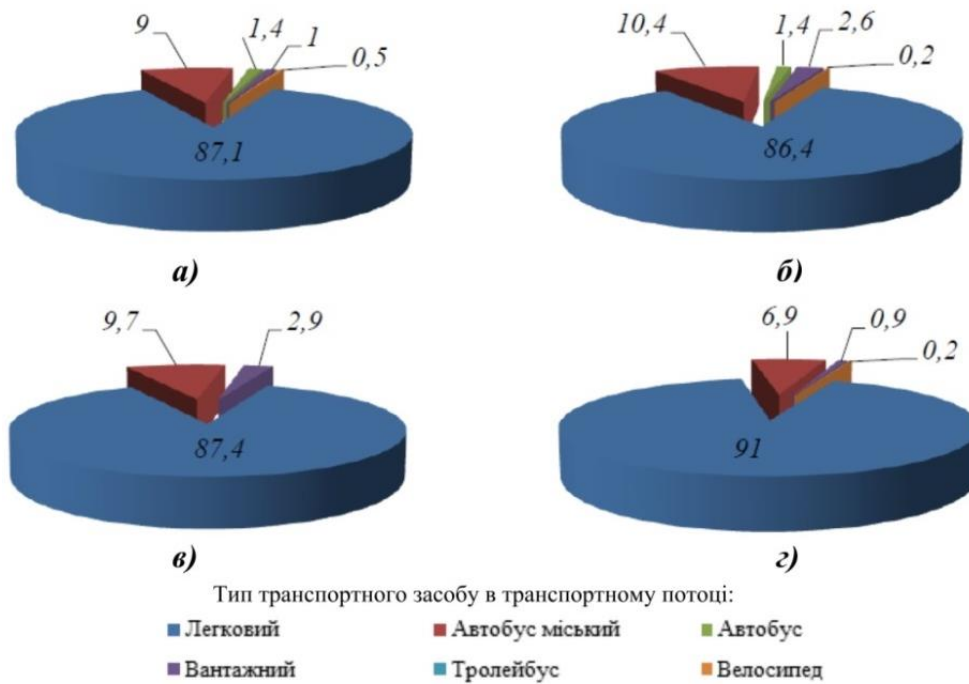


Рис. 1. Відсотковий розподіл потоків транспортних засобів за перехрестями:
 а) Проспект Миру – вул. Набережна; б) Проспект Миру – вул. Шевченка;
 в) Проспект Миру – вул. Симона Петлюри; г) Проспект Миру – вул. Міцкевича

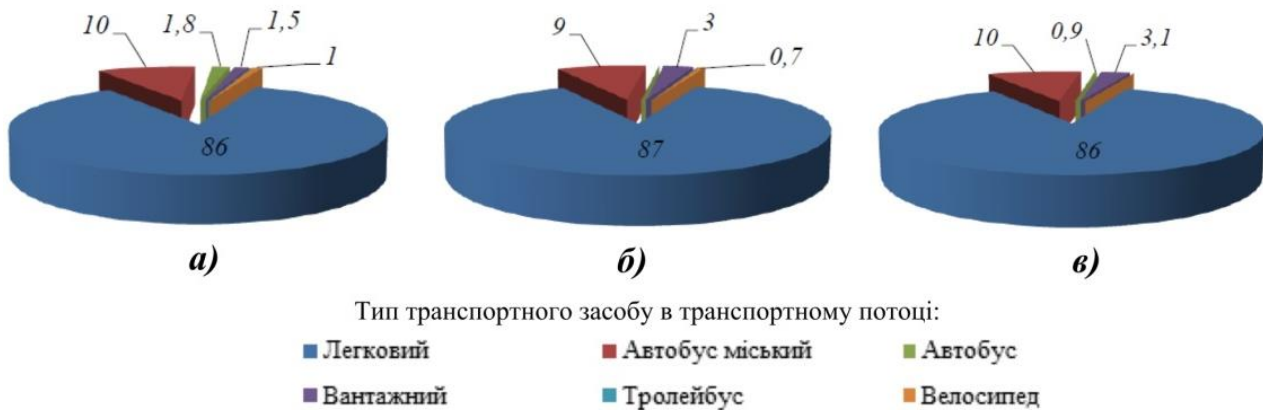


Рис. 2. Відсотковий розподіл потоків транспортних засобів за напрямками ВДМ «Проспект Миру»:
 а) від перехрестя Проспект Миру – вул. Набережна до перехрестя Проспект Миру – вул. Шевченка;
 б) від перехрестя Проспект Миру – вул. Шевченка до перехрестя Проспект Миру – вул. Симона Петлюри;
 в) від перехрестя Проспект Миру – вул. Симона Петлюри до перехрестя Проспект Миру – вул. Міцкевича

З метою покращення функціонування ВДМ проведемо зміну в роботі світлофорних об'єктів шляхом узгодженої роботи ряду світлофорів, що сприятиме реалізації безупинного проїзду Проспектом Миру транспортних засобів за принципом «зеленої хвилі».

Необхідними умовами впровадження координованого регулювання є наявність двох і більше смуг для руху транспортних засобів в кожному напрямку з насиченістю потоку не менше 70 %, можливість синхронної забезпеченості циклового регулювання світлофорних об'єктів та середньої відстані між перехрестями в межах 800 метрів. Всі ці умови відповідають для ВДМ Проспект Миру.

Графічне моделювання процесу координованого регулювання передбачає встановлення прийнятної швидкості координування транспортного потоку до наступного світлофорного об'єкта таким чином, щоб транспортні засоби підходили до перехрестя на зелений сигнал світлофора, тобто

$$tga_1 = \frac{V_{np}}{3,6 \cdot \mu_t \cdot M_s}, \quad tga_2 = \frac{V_{зб}}{3,6 \cdot \mu_t \cdot M_s}, \quad (9)$$

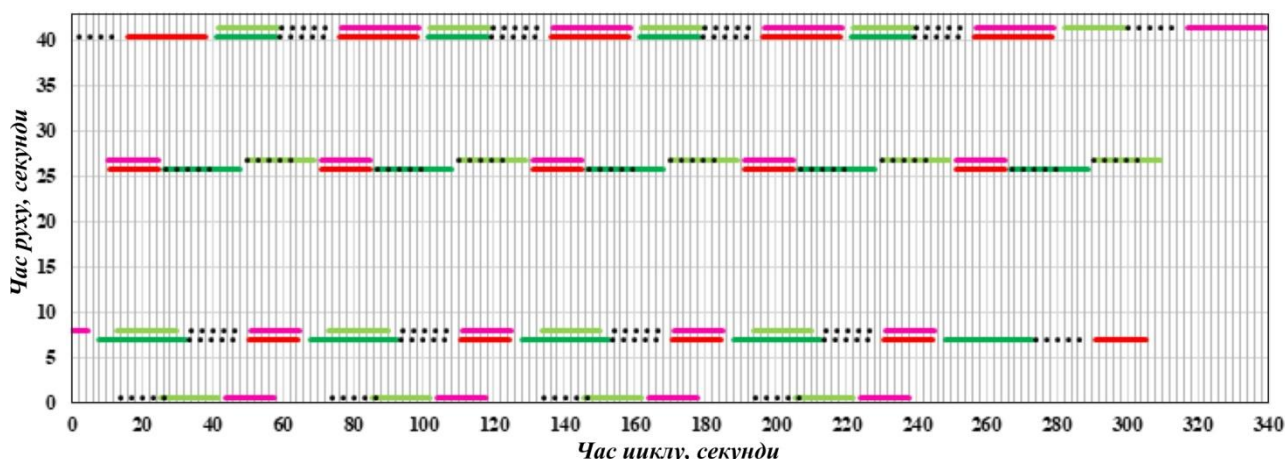


Рис. 4. Узгодження в часі циклів регулювання для зниження транспортних затримок ВДМ Проспект Миру (м. Рівне)

Графік (див. рис. 4) відображає рух транспортних засобів між перехрестями у вигляді паралельних ліній за двома магістральними напрямками руху (в прямому і зворотному). Зелений колір вказує на дозволений рух (прямо і праворуч, а в двофазному циклі також і ліворуч). Червоним кольором відображено рух транспорту другорядною дорогою. Чорними крапками – дозволений поворот ліворуч на магістралі.

Відповідність координованого регулювання світлофорними об'єктами характеризується таким транспортним насиченням (одиниць за годину):

- від перехрестя Проспект Миру – вул. Набережна до вул. Шевченка – 1052;
- від Проспект Миру – вул. Шевченка до вул. С. Петлюри – 1104;
- від вул. С. Петлюри до вул. Міцкевича – 1098.

Збільшення інтенсивності руху транспортних засобів до 100–150 одиниць за годину понад розрахункове значення не впливає на збільшення довжини черги для проїзду перехрестя за умови дотримання рекомендованої швидкості транспортного потоку в 40–50 км (як правило групами з 8–10 транспортних засобів). Подальше збільшення інтенсивності руху потребує перерахунку циклів світлофорного регулювання, який можна реалізувати, наприклад, шляхом встановлення облікових пристроїв контролю автоматичної системи координування.

Оцінимо ефективність реалізованих заходів координованого регулювання режимами роботи світлофорних об'єктів часовим показником. Для проїзду транспортом складної ділянки ВДМ Проспект Миру протяжністю 800 метрів витрачається 2,6–3,0 хв. Завдяки координованому регулюванню зменшується час проїзду до 1,1–1,5 хв. з середньою швидкістю руху 50 км/год., що відповідає соціальному ефекту в 1,5 хв.

Впровадивши координоване світлофорне регулювання вулицею Проспект Миру спостерігається стабільний швидкісний режим руху транспорту із одночасним збільшенням пропускної здатності безупинного проїзду перехресть.

Висновки

Важливим елементом в оцінці ефективності функціонування ВДМ є дослідження транспортних потоків і їх взаємозв'язок з режимами роботи світлофорних об'єктів при проїзді перехресть.

Для збільшення пропускної здатності перехресть, можливості їх безупинного проїзду транспортними засобами, стабілізації швидкісного режиму руху ВДМ запропоновано координоване регулювання режимами роботи трифазного світлофорного регулювання вулиці Проспект Миру (м. Рівне).

В результаті впроваджених заходів зменшено кількість транспортних засобів, які очікують на дозвільний сигнал світлофора для перетину перехресть з 10 до 2 одиниць із зменшенням часу проїзду складної ділянки Проспект Миру в два рази (з 3 хв. до 1,5 хв.), що позитивно впливає на безпеку дорожнього руху і стимулює водіїв до рівномірного швидкісного режиму руху.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] О. М. Грицунь, «Обґрунтування раціональних режимів світлофорного регулювання з урахуванням характеристик транспортних потоків і поведінки пішоходів» дис. канд. тех. наук, Національний університет «Львівська політехніка», Львів, 2019.
- [2] О. М. Грицунь, «Аналіз поведінки пішоходів на регульованих перехрестях», у *Наукові нотатки*, вип. 55, с. 90–95, 2016.
- [3] О. О. Бакуліч та ін., *Організація та регулювання дорожнього руху*, під заг. ред. В. П. Поліщука. Київ: Знання України, 2012.
- [4] В. П. Поліщук, О. П. Дзюба, *Теорія транспортного потоку : методи та моделі організації дорожнього руху*. Київ: Знання України, 2008.
- [5] *Public Transport Assignment*. Transport Analysis Guidance: Department for Transport, London. 2013.
- [6] Ortuzar, J. de D., Willumsen, L. G. *Modelling transport*. Third edition. – John Wiley & Sons Ltd., 2006. – 499 p.
- [7] М. Krystopchuk, “Change of drivers functional condition while moving along highways of different technical categories”, *Transport technologies*, vol. 1. no. 1, pp. 22-32, 2020.
- [8] Е. В. Гаврилов та ін., *Системологія на транспорті. Організація дорожнього руху*, під заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. Київ: Знання України, 2005, кн. 4, 452 с.
- [9] С. М. Пашкевич, М. Є. Кристопчук, «Аналіз параметрів функціонування об'єктів транспортної інфраструктури на формування транспортних та пасажирських потоків у містах», *Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті*, № 1, с. 66-72, 2018.
- [10] В. В. Гілевич, «Підвищення ефективності роботи регульованих перехресть з жорсткими світлофорними циклами», дис. канд. тех. наук, Національний Університет «Львівська Політехніка», Львів, 2016.
- [11] М. Krystopchuk, S. Pashkevych, I. Khitrov, Y. Tkhoruk, “Formation and Distribution Flows of External Transport in the City” in *International Conference on Reliability and Statistics in Transportation and Communication*. 2019, pp. 141-150.
- [12] В. І. Єресов, О. В. Христенко, «Комплексна оцінка ефективності світлофорного регулювання на перехрестях», *Вісник Національного транспортного університету*, № 19, ч. 2, с. 72–77, 2009.
- [13] Д. В. Капский, Д. В. Навой, «Методика определения экономических потерь при координированном регулировании движения транспортных и пешеходных потоков», *Вестник БНТУ*, № 4, с. 60–70, 2010.
- [14] D. X. Cheng, T. Z. Zong, C. J. Messer, «Development of an Improved Cycle Length Model over the Highway Capacity Manual 2000 Quick Estimation Method», *Journal of Transportation Engineering*, № 12, pp. 890-897, 2005.
- [15] В. Е. Трушевський, «Удосконалення світлофорного регулювання при організації руху за окремими напрямками», дис. канд. тех. наук, Національний транспортний університет, Київ, 2016.
- [16] H. Guo, “Reliability analysis of pedestrian safety crossing in urban traffic environment” *Safety Science*, vol. 50, issue 4, pp. 968-973, 2012.[Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ssci.2011.12.027>.
- [17] R. Noland, “Pedestrian travel times and motor vehicle traffic signals”, *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, v. 1553, no. 1, pp. 28-33.[Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.3141/1553-04>.

Кристопчук Михайло Євгенович – канд. техн. наук, доцент, завідувач кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua.

Хітров Ігор Олександрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри транспортних технологій і технічного сервісу, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

Цьонь Олег Петрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобілів.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, м. Тернопіль

Почужевський Олег Дмитрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автомобільного транспорту.

Криворізький національний університет, м. Кривий Ріг

I. Khitrov¹
O. Tson²
M. Krystopchuk¹
O. Pochuzhevskiy³

Analysis of transport delays in the central part of the city and ways to reduce them

¹National University of Water and Environmental Engineering

²Ternopil Ivan Puluj National Technical University

³Kryvyi Rih National University

The main task in ensuring the appropriate level of organization of traffic on the street and road network of cities is to minimize traffic delays, increase traffic safety, provide transport and pedestrian communication between the planning elements of the city. Problems caused by the deterioration of the street and road network significantly affect the work of the entire transport complex of the city. Significant traffic delays, congestion, characterized by increased travel time, deterioration of transport services, increased pollution of urban environment due to increased emissions and noise, increasing the number of road accidents indicate the inconsistency of the road network of cities to the modern level of motorization.

To ensure the required capacity of the elements of the road network, there is a need to create appropriate road conditions, namely the construction of new and reconstruction of existing engineering structures and elements of streets and roads. However, addressing these issues may not always improve the performance of the entire network, as, in parallel with technical measures based on the construction and reconstruction of transport infrastructure, the application of effective traffic management measures to manage traffic in urban areas should be addressed streets. When creating conditions for optimizing the operation of regulated intersections, it is necessary to take into account the technical condition of vehicles, road conditions and the condition of the road surface.

One of the main tasks of any traffic organization is to increase the capacity of intersections and reduce vehicle delays, ie the passage of traffic lights with minimal delay. To solve the problem of congestion of the street and road network of the city is to increase the efficiency and use of coordinated management of traffic and pedestrian flows, improving the operation of traffic lights. To implement the introduction of coordinated traffic light regulation, or the so-called green wave, it is necessary to establish the intensity and composition of traffic flows, the capacity of the elements of the road network and the modes of operation of traffic light facilities.

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

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

Krystopchuk Mykhailo – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Transport Technologies and Technical Service Department, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua.

Khitrov Igor – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Transport Technologies and Technical Service Department, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua.

Tson Oleg – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Automobiles Department.

Pochuzhevskiy Oleg – Ph. D. (Eng.), Associate Professor of the Motor Transport Department.

И. А. Хитров¹
О. П. Цьонь²
М. Е. Кристопчук¹
О. Д. Почужевский³

Анализ транспортных задержек в центральной части города и пути их снижения

¹Национальный университет водного хозяйства и природопользования
²Тернопольский национальный технический университет имени Ивана Пулюя
³Криворожский национальный университет

Главной задачей при обеспечении соответствующего уровня организации движения транспортных средств по улично-дорожной сети городов является минимизация задержек транспорта, повышение безопасности движения, обеспечения транспортной и пешеходной связи между планировочными элементами города. Проблемы, вызванные ухудшением функционирования улично-дорожной сети, существенно влияют на работу всего транспортного комплекса города. Значительные транспортные задержки, возникновение заторов, которые характеризуются увеличением времени на перемещение, ухудшение транспортного обслуживания, повышение уровня загрязнения городской среды вследствие увеличения вредных выбросов и уровня шума, рост количества дорожно-транспортных происшествий свидетельствуют о несоответствии улично-дорожной сети городов уровню автомобилизации.

Для обеспечения необходимой пропускной способности элементов улично-дорожной сети есть необходимость в создании соответствующих дорожных условий, а именно – проведении работ по строительству новых и реконструкции существующих инженерно-транспортных сооружений и элементов улиц и дорог. Однако не всегда решение этих вопросов может улучшить работу всей сети, поскольку, параллельно с техническими мерами, которые базируются на строительстве и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры, следует решать вопрос применения эффективных мер по организации дорожного движения, позволяющий управлять транспортными потоками на городских улицах. Для реализации введения координированного светофорного регулирования, так называемой, зеленой волны, необходимо установить интенсивность и состав транспортных потоков, пропускную способность элементов улично-дорожной сети и режимы работы светофорных объектов.

В работе рассмотрены результаты исследования влияния координированного управления транспортными потоками в центральной части города Ровно на снижение транспортных задержек при проезде перекрестков транспортными средствами и предложены технические решения по повышению безопасности дорожного движения путем оборудования перекрестков дополнительными техническими средствами регулирования дорожного движения.

Ключевые слова: транспортные потоки, состав транспортного потока, координированное управление, поток насыщения, регулируемый перекресток, транспортные задержки, цикл светофорного регулирования.

Кристопчук Михаил Евгеньевич – канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой транспортных технологий и технического сервиса, e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua.

Хитров Игорь Александрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры транспортных технологий и технического сервиса, e-mail: i.o.khitrov@nuwm.edu.ua.

Цьонь Олег Петрович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобилей.

Почужевский Олег Дмитриевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта.