

експлуатації морського транспорту, а саме: використання обладнання, що очищає відпрацьовані гази на судах, застосування суден типу Rapamax, що використовує пальне, яке має низький вміст сірки та інших шкідливих речовин. Також освоєння Арктичного Північного морського шляху дасть можливість пришвидшити вантажні перевезення з Китаю до Північної Європи.

транспортно-логістичний комплекс, мультимодальні перевезення, морський транспорт, вантажі

Одержано (Received) 03.10.2024

Прорецензовано (Reviewed) 17.10.2024

Прийнято до друку (Approved) 28.10.2024

УДК 656.1, 711.5

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10\(41\).1.300-305](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2024.10(41).1.300-305)

В. О. Дзюра, проф., д-р техн наук, **Ю.Я. Вовк**, доц., канд. техн. наук,

М. В. Бабій, доц., канд. техн. наук, **А. Й. Матвіїшин**, доц., канд. техн. наук,

У. М. Плекан, доц., канд. екон. наук

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

e-mail: volodymyrdzyura@gmail.com

Особливості регулювання руху транспортних засобів на специфічних ділянках вулично-дорожньої мережі міст з інтенсивним транспортним потоком

Проаналізовано та виявлено потенційно небезпечні ділянки вулично-дорожньої мережі міста Калгарі (Канада). Встановлено, що окремі ділянки вулично-дорожньої мережі формують перехресні транспортні потоки, які створюють конфліктні точки злиття, та перетинання. Невелика відстань між елементами розв'язок залишає водіям недостатньо часу на здійснення маневру, що підвищує ризики утворення дорожньо-транспортних пригод. Розроблено рекомендації щодо регулювання дорожнього руху на вулично-дорожній мережі міст із високою інтенсивністю руху та швидкістю транспортного потоку. Запропоноване вирішення проблеми примикаючих транспортних потоків, що змінюють смуги руху на короткій ділянці вулично-дорожньої мережі.

вулично-дорожня мережа, організація дорожнього руху, дорожньо транспортна пригода, смуги руху, інтенсивність транспортного потоку.

Постановка проблеми. При інтенсивному розвитку великих міст будівництво транспортних розв'язок здійснюється поступово, вирішуючи транспортні проблеми та розвантажуючи вулично-дорожню мережу окремого мікрорайону, а не цілого міста в цілому. Таке будівництво зазвичай здійснюється в межах існуючої забудови міста. Формально транспортні розв'язки можуть вирішувати проблему перенаправлення транспортних потоків та відповідати усім встановленим нормативним показникам. Однак при цьому вони можуть створювати нові транспортні проблеми пов'язані з утворенням нових конфліктних точок транспортних потоків що в поєднанні з обмеженим часом на прийняття рішення та здійснення маневру водіями транспортних засобів призводить до підвищення ймовірності утворення дорожньо-транспортних пригод.

Аналіз останніх досліджень публікацій. Особливо ця проблема загострюється із невідпинним зростанням кількості індивідуальних транспортних засобів. Останні дослідження в цій сфері підкреслюють важливість зазначеної проблематики. У роботі

[1] обговорюються питання розвитку транспортної інфраструктури в умовах зростання популярності нових індивідуальних засобів пересування, таких як електросамокати, електровелосипеди, гіроскутери та інші. Ці транспортні засоби є екологічно безпечними і можуть стати альтернативою автомобілям з двигунами внутрішнього згоряння, особливо в теплі місяці. Для ефективного використання міської транспортної мережі пропонується розробка стратегій для розвитку інфраструктури, яка підтримуватиме різні види індивідуального транспорту.

Так, у роботі [2] досліджено державну політику та законодавчу базу України та ЄС щодо екологічних вимог у транспортній галузі. Проаналізовано ключові проблеми екологічної безпеки, пов'язані з автомобільним транспортом, і запропоновано рекомендації для вдосконалення законодавчих норм у цій сфері.

Аналіз транспортних моделей у роботі [3] охоплює низку рішень, спрямованих на планування довгострокового розвитку транспортної системи, оптимізацію руху, поєднання громадського та приватного транспорту, а також підвищення безпеки та екологічної ефективності.

Одним з шляхів зменшення транспортного навантаження на вулично-дорожньої мережі (ВДМ) є використання громадського транспорту. У роботі [4] проведено детальний аналіз функціонування міського громадського транспорту, зокрема маршрутних транспортних засобів. Розроблено методикку дослідження динаміки руху колісного транспорту категорії M2, яка дозволяє оцінити вплив різноманітних перешкод на швидкість та ефективність пасажирських перевезень. Методика враховує такі фактори, як дорожня інфраструктура, щільність руху та наявність світлофорних регулювань. Важливим аспектом дослідження є результати експериментальних спостережень за рухом автомобілів на міських маршрутах у Житомирі, що дозволяє зробити висновки щодо оптимізації транспортної системи міста та підвищення комфорту для пасажирів.

Постановка завдання. Метою статті є аналіз стану вулично-дорожньої мережі (ВДМ) м. Калгарі (Канада) та пошук рішень запобігання утворення перехресних транспортних потоків на ділянках ВДМ міст з інтенсивним рухом.

Виклад основного матеріалу. Із зростанням щільності транспортного потоку підвищуються вимоги до уваги водіїв, що призводить до збільшення стресу та підвищує ризик аварій. Затори, спричинені великою кількістю автомобілів у години пік і недостатньою пропускну здатністю доріг, прямо впливають на кількість дорожньо транспортні пригоди (ДТП). При цьому, за низької швидкості руху наслідки ДТП можуть бути менш серйозними.

Дослідження проведено на основі власних спостережень авторів на непоодиноких ділянках ВДМ міста Калгарі (Канада).

Існують ділянки вулично-дорожньої мережі, на яких до основної магістралі примикає додаткова дорога чи смуга руху для злиття транспортних потоків. Через невелику відстань відгалужується смуга руху для виведення транспортного потоку із основної магістралі. Зважаючи на доволі високі швидкості руху транспортного потоку, а також його інтенсивність водіям може бути недостатньо часу для здійснення маневру зміни смуги руху. Це типова ситуація для ділянок між двома кільцевими розв'язками м. Калгарі. Так на ділянці дороги Deerfoot Trail SE до основного транспортного потоку, що рухається по чотири смуговій транспортній магістралі примикає односмугова дорога з Barlow Trail SE, а через 500 м. розташований кільцевий з'їзд на 24 Street SE (рис. 1).

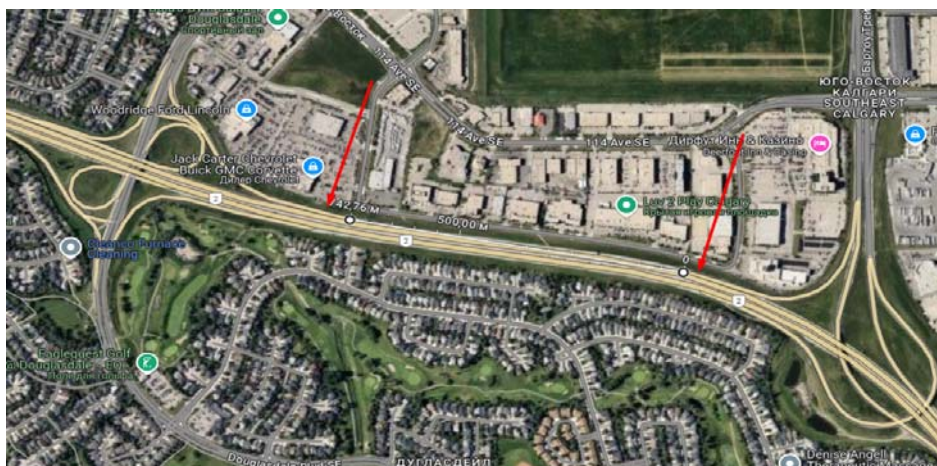


Рисунок 1 – Ділянка дороги Deerfoot Trail SE між кільцевими з'їздами Barlow Trail SE та 24 Street SE

Джерело: розроблено авторами з використанням сервісу Google Maps

На цій ділянці руху при швидкості транспортного потоку 100 км/год у водія, що рухається з примикаючої смуги руху буде всього 18 секунд на здійснення маневру зміни смуги руху з крайньої правої в крайню ліву, змінивши три смуги руху. При цьому деякі водії, що рухаються по основній дорозі Deerfoot Trail SE будуть намагатись зайняти крайню праву смугу для виїзду на кільцевий з'їзд розташований попереду через 500 м. При інтенсивному транспортному потоці це зробити доволі складно та призводить до різких дій водіїв, що може викликати дорожньо-транспортну пригоду.

Аналогічна ситуація у цьому ж місті на Deerfoot Trail на ділянці між 212 Ave SE та Seton Blvd SE становить всього 474 м, що при швидкості транспортного потоку даватиме водію 17 секунд на прийняття рішення та виконання маневру. Транспортна проблема полягає саме у перехресних транспортних потоках, що намагаються змінити смугу руху на короткій ділянці вулично-дорожньої мережі при великій швидкості та інтенсивності транспортного потоку (рис. 2), створюючи таким чином конфліктні точки. Інші проблемні ділянки мають ще меншу відстань між елементами вулично-дорожньої мережі, що поєднує транспортні потоки, що перетинаються.

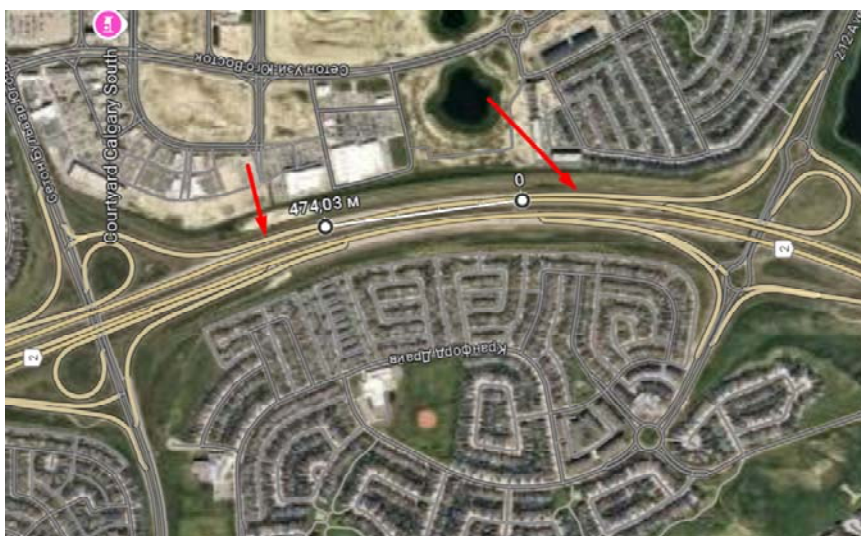


Рисунок 2 – Розміщення кільцевих розв'язок та з'їздів на ділянці Deerfoot Trail на ділянці між 212 Ave SE та Seton Blvd SE

Джерело: розроблено авторами з використанням сервісу Google Maps

Така ситуація насправді є типовою для багатьох ділянок вулично-дорожньої мережі великих міст і тому вимагає типового рішення для уникнення потенційно небезпечних ситуацій.

Запропоновано декілька варіантів вирішення описаної транспортної проблеми та пошуку оптимального рішення для регулювання дорожнього руху транспортних засобів на коротких ділянках вулично-дорожньої мережі міст з обмеженим часом на прийняття рішення щодо здійснення маневру зміни смуги руху.

Варіантів вирішення описаної транспортної проблеми є декілька.

Перший варіант полягає у побудові з'їзду із прилягаючої смуги руху, який вводитиме транспортний потік поза межами з'їзду з основної дороги. Такий варіант вирішення проблеми усуне виниклу конфліктну точку, а рух транспортного потоку регулюватиметься дорожніми знаками пріоритету. Недоліком такого рішення є висока вартість будівництва додаткової смуги руху на опорах. Крім цього таке рішення вимагатиме виділення додаткових площ, що не завжди є можливими, особливо в межах існуючої вулично-дорожньої мережі міста.

Другим варіантом вирішення цієї проблеми є використання дорожніх знаків пріоритету. Такими знаками можуть бути знаки, встановлені на дорозі, що примикає до основної, зокрема знак "Margelane", який повідомляє водіїв про злиття доріг із поєднанням із знаком "Yield", що вказує на те, що потрібно надати перевагу в русі транспорту, що рухається по основній дорозі. Знак пріоритету може бути ще у вигляді червоного трикутника на білому фоні із вершиною спрямованою вертикально вниз. Однак і таке рішення не є оптимальним, оскільки загальмовує транспортний потік, що рухається по прилягаючій смузі зменшуючи його швидкість, а іноді, повністю його зупиняючи. Це призведе до того, що транспортним засобам, щоб переміститись у прогалину між автомобілями, що рухаються в основному потоці із високою швидкістю необхідно буде дуже швидко прискорюватись, що створює дискомфорт при керуванні транспортним засобом та ризики утворення ДТП (рис. 3).

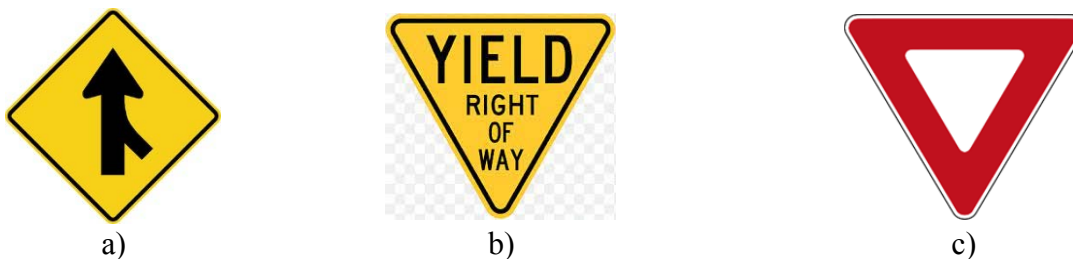


Рисунок 3 – Дорожні знаки для регулювання пріоритетності проїзду транспортних засобів на примикаючих ділянках ВДМ:

Джерело: розроблено авторами на підставі [7]

Вирішення описаної проблеми запропоновано здійснювати за допомогою регулювання відстані між транспортними засобами (дистанції), що рухаються у попутних напрямках по основній та прилягаючій дорогах. Таке рішення може бути організоване використанням системи активного (адаптивного) круїз контролю в сучасних автомобілях [5-7]. Таким чином буде забезпечена достатня відстань для здійснення маневру перестроювання у потрібну смугу руху для водіїв транспортних засобів що рухаються по основній та прилягаючій смузі. При цьому не потрібно зменшувати швидкість транспортного потоку.

Третій варіант вирішення цієї проблеми це почерговий дозвіл на здійснення маневру перестроювання між смугами руху. При цьому розділювальна смуга руху між смугами, що розділяє транспортні потоки злиття між прилягаючою та суміжною

смугами повинна забезпечити можливість маневру перелаштування спочатку транспортним засобам, що виїжджають з прилягаючої смуги. При цьому здійснення маневру перелаштування транспортним, що рухаються в основному потоці повинно бути заборонено відповідними засобами регулювання дорожнього руху [8]. Після цього на відстані рівній половині відстані між прилягаючою смугою та смугою відгалуження повинна бути забезпечена можливість аналогічного маневру зі сторони основного транспортного потоку.

Висновки: 1. Проаналізовано стан вулично-дорожньої мережі на завантажених ділянках інтенсивного руху міста Калгарі (Канада). Встановлено, що існуюча схема ВДМ на деяких ділянках ВДМ створює потенційну небезпеку утворення заторів або ДТП, оскільки ділянки для маневрування транспортних засобів не врегульовані відповідними засобами регулювання дорожнього руху. Швидкісний режим руху та існуюча схема ВДМ створюють умови при яких у водіїв транспортних засобів є всього 10-15 секунд на оцінку дорожньої обстановки, прийняття рішення та здійснення маневру перелаштування між смугами руху.

2. Запропоновані варіанти вирішення створеної ситуації повинні забезпечити безпеку дорожнього руху на існуючих ділянках ВДМ міст з високою інтенсивністю транспортного потоку. Запропоновані рішення повинні запобігти утворенню ДТП на розглянутих та аналогічних ділянках ВДМ міст з інтенсивним транспортним потоком.

Список літератури

1. В.Г. Топорков *Формування дорожньо-транспортної мережі з індивідуальними засобами пересування. Building innovations – 2020* : зб. наук. пр. за матеріалами III Міжнар. азерб.-укр. наук.-практ. конф. (1 – 2 черв. 2020 р., Баку – Полтава). Полтава : Національний університет імені Юрія Кондратюка, 2020. С. 322-325.
2. І. В. Бригадир, І.В. Панова. Роль законодавства та державної політики в мінімізації впливу загроз екологічній безпеці в галузі автомобільного транспорту. *Вісник Харківського національного університету внутрішніх справ*. 2020. № 4 (91). С. 49-58. DOI:<https://doi.org/10.32631/v.2020.4.04>.
3. Я.В. Шевчук. Зарубіжний досвід використання транспортних моделей в розвитку міських і сільських поселень. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Економіка*. Ужгород : УжНУ, 2013. Вип. 3(40). С. 244–252. Бібліогр.: С. 251–252
4. В.В. Рудзінський, В.П. Шумляківський. Дослідження роботи міських маршрутних транспортних засобів, як передумова впровадження технологій інтелектуальних транспортних систем. *Вісник СевНТУ. Сер.: Машиноприладобудування та транспорт*, 2013 (142). С.195-198.
5. Brake Assist. Supports unexpected braking in case of emergency. 2015. URL: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/active/brake.html.
6. Гальмівний шлях при екстремому гальмуванні автомобіля. Он-лайн журнал «Корисні поради» 2015. URL: <http://поради.pp.ua/avto-poradu/623-galmvniy-shlyah-pri-ekstrenomu-galmutvann-avtomoblya.html>.
7. Melbourne launches world-first connected living transport lab. URL: <http://themelbourneengineer.eng.unimelb.edu.au/2017/01/melbourne-launches-world-first-connected-living-transport-lab/> (дата звернення 16.01.2017 р). Назва з екрана.
8. Організація та регулювання дорожнього руху: підручник / О. О. Бакуліч, О. П. Дзюба, В. І. Єресов та ін.; за заг. ред. В. П. Поліщука. К.: Знання України, 2014. 467 с.

References

1. V.G. Toporkov (2020) *Formation of a road and transport network with individual means of transportation. Building innovations - 2020*: coll. of science according to the materials of the III International Azerbaijani-Ukrainian science and practice conf. (June 1 - 2, 2020, Baku - Poltava). – Poltava: Yury Kondratyuk National University. P. 322-325. [in Ukrainian].

2. I.V. Brigadyr, & I.V. Mr. (2020). The role of legislation and state policy in minimizing the impact of threats to environmental safety in the field of road transport. *Bulletin of Kharkiv National University of Internal Affairs*. No. 4 (91). pp. 49-58. DOI: <https://doi.org/10.32631/v.2020.4.04>. [in Ukrainian].
3. Ya.V. Shevchuk. (2013). *Foreign experience of using transport models in the development of urban and rural settlements*. Scientific Bulletin of Uzhgorod University: Series: Economics. Uzhhorod: UzhNU, Issue 3(40). pp. 244–252. Bibliography: p. 251–252 [in Ukrainian].
4. V.V. Rudzinsky, & V.P. Shumlyakivskyi.(2013). *Study of the operation of urban route vehicles as a prerequisite for the introduction of technologies of intelligent transport systems*. Bulletin of SevNTU. Ser.: Mechanical engineering and transport, (142). P. 195-198. [in Ukrainian].
5. Brake Assist. *Supports unexpected braking in case of emergency*. [Electronic resource] / 2015 - Access mode: http://www.toyota-global.com/innovation/safety_technology/safety_technology/technology_file/active/brake.html
6. *Braking distance during emergency braking of the car*. Online magazine "Useful tips" [Electronic resource] / 2015 - Access mode: <http://porady.pp.ua/avto-poradu/623-galmvniy-shlyah-pri-ekstrenomu-galmuvann-avtomoblya.html>.
7. *Melbourne launches world-first connected living transport lab* [Electronic resource] / Access mode: <http://themelbourneengineer.eng.unimelb.edu.au/2017/01/melbourne-launches-world-first-connected-living-transport-lab/> – (access date 16.01.2017). Title from the screen.
8. *Organization and regulation of traffic: textbook* / O. O. Bakulich, O. P. Dzyuba, V. I. Yeresov, etc.; in general ed. V. P. Polishchuk. - K.: Knowledge of Ukraine, 2014. 467 p.

Volodymyr Dzyura, Prof., DSc., **Yuriy Vovk** Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Mariya Babii**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Anatoliy Matviyishyn**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Uliana Plekan**, Assoc. Prof., PhD econ. sci. *Ternopil National Technical University named after Ivan Pulyu, Ukraine*

Peculiarities of Regulating the Movement of Vehicles on Specific Sections of the Street and Road Network of Cities with Heavy Traffic Flow

Potentially dangerous sections of the street and road network of the city of Calgary (Canada) were analyzed and identified based on our own observations. It was established that individual sections of the street-road network form cross traffic flows that create conflict points of confluence and crossing. The small distance between the junction elements leaves drivers with insufficient time to maneuver, which increases the risk of traffic accidents. The described transport problem is typical for large cities with a developed road transport network and high traffic intensity.

Recommendations for traffic regulation on the street-road network of cities with high traffic intensity and speed of traffic flow have been developed. A proposed solution to the problem of adjacent traffic flows changing lanes on a short section of the street-road network. The essence of the proposed solutions to the described transport problem involves both traditional approaches (building additional traffic lanes for maneuvering) and alternative approaches - changing the existing traffic organization using road markings and priority signs, which does not require significant financial investments.

The peculiarity of the proposed solutions is that they provide that the traffic flow moving along the traffic lane that merges with the main traffic flow should not reduce the speed of traffic, which will contribute to its merging with the main traffic flow. Another option involves the use of active cruise control systems on vehicles. The proposed solutions should prevent the occurrence of traffic accidents on the considered and similar sections of the street-road network of cities with intensive traffic flow.

street and road network, organization of traffic, traffic accident, traffic lanes, intensity of traffic flow

Одержано (Received) 23.09.2024

Прорецензовано (Reviewed) 14.10.2024

Прийнято до друку (Approved) 28.10.2024