

УДК 656.11

Степанчук О.В., к.т.н., доц.

ЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ РОЗПОДІЛЕННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Національний авіаційний університет, olst.ph@mail.ru

Розглядається необхідність створення системи управління і розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст. Запропонований метод розподілу базується на миттєвому реагуванні на поточну дорожню ситуацію і надання рекомендації щодо прийняття оптимального маршруту руху.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, пропускна здатність, управління рухом, розподіл транспортного потоку, транспортний потік, транспортний засіб.

Вступ. На сьогоднішній день вулично-дорожня мережа (ВДМ) міст України є невід'ємним елементом транспортної системи держави. Робота будь-якого виду міського транспорту неможлива без його взаємодії з автомобільним транспортом, бо саме вулично-дорожня мережа і забезпечує цю роботу. Проблеми, пов'язані з погіршенням функціонування ВДМ, які в основному вже стали закономірними в крупних і найкрупніших містах України, суттєво впливають на роботу всього транспортного комплексу міста. Затримки транспорту в процесі руху, виникнення заторів, які характеризуються збільшенням часу на переміщення, погіршення транспортно-обслуговування, підвищення рівня забруднення міського середовища внаслідок збільшення шкідливих викидів і підвищення рівня шуму, збільшення дорожньо-транспортних пригод і т.п. говорять про невідповідність ВДМ міст сучасному стану автомобілізації країни. Дана проблема супроводжується значним відставанням у забезпеченні і створенні необхідних транспортно-експлуатаційних показників стану ВДМ міст від інтенсивних темпів автомобілізації країни. Вирішення цієї проблеми на сьогоднішній день потребує суттєвого впровадження ефективних містобудівних, технічних, адміністративних заходів і заходів із управління та організації дорожнім рухом та злагодженої роботи всієї транспортної системи міста[1].

Одним із головних факторів покращення транспортно-експлуатаційних показників ВДМ міст є забезпечення умов стабільної її роботи.

Мета статті. Мета роботи полягає в розробці системи управління і розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст, яка базується на використанні теорії графів і методів комп'ютерного моделювання.

Постановка завдання. Головним завданням вулично-дорожньої мережі є забезпечення транспортного і пішохідного зв'язку між планувальними елементами населеного пункту. Основними вимогами у функціонуванні вулично-дорожньої мережі є забезпечення:

- мінімальних витрат часу на переміщення;
- мінімальних матеріальних та фінансових витрат;
- безпеки руху транспортних засобів і пішоходів;
- комфортних та зручних умов при переміщенні за допомогою транспортних засобів та пішки.

Говорячи про погіршення умов руху на ВДМ міст України, треба відмітити такі причини, як щорічне збільшення кількості транспортних засобів і майже незмінний показник стану проїзної частини і перетинів вулиць. Зараз на багатьох ділянках вулично-дорожньої мережі (ВДМ) крупних і найкрупніших міст інтенсивність руху транспортних засобів перевищує її пропускну здатність.

Тому на сьогоднішній день головним є питання підвищення ефективності функціонування ВДМ із найменшими територіальними, матеріальними і фінансовими затратами, точніше необхідно знайти сховані резерви в покращенні роботи вулично-дорожньої мережі.

Вирішення поставленого завдання. Виникнення транспортних заторів на ВДМ значних і найзначніших міст України стало вже нормою і покращення ситуації не спостерігається. Місця виникнення затримок руху транспорту на міських вулицях, де погіршення умов руху можна розподілити на три види:

- постійні, в яких виникнення заторів і погіршення дорожніх умов руху спостерігається щоденно майже в однаковий час;
- випадкові, в яких заторові ситуації виникають внаслідок втрати пропускну здатності елементами ВДМ на незначний період;
- непередбачені, викликані втратою пропускну здатності елементів ВДМ внаслідок непередбачених обставин, які погіршують їх умови експлуатації.

Причинами погіршення умов руху, що спричиняють виникнення заторів у русі транспортних

засобів постійно на конкретній ділянці ВДМ є:

- планувальні елементи вулиці (наявність перехрещень в одному рівні з іншими вулицями, примикання, розгалуження, трамвайні колії, зупинки громадського транспорту, ухили, звуження, повороти і т.п.);
- організаційні заходи (технічні засоби й методи організації руху);
- умови видимості на перегоні та перехрестях;
- тип покриття та його стан;
- склад потоку й габаритні розміри транспортних одиниць.

Виникнення заторів, причинами яких є випадкові і непередбачені ситуації, відбуваються внаслідок: погодно-кліматичних умов; дорожньо-транспортних пригод; дорожньо-ремонтних робіт; проїзд кортежу; масових заходів; аварій на інженерних мережах.

Головними завданнями у забезпеченні відповідного рівня зручності руху транспортних засобів по ВДМ міст є мінімізація затримок транспорту і підвищення безпеки руху при виникненні вище названих ситуацій. Для забезпечення потрібної пропускної здатності вулично-дорожньої мережі міста 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, але не завжди вирішення цих питань покращить роботу всієї мережі, тому що паралельно з технічними заходами, які базуються на будівництві і реконструкції об'єктів вулиць і доріг, треба вирішувати питання застосування ефективних заходів із організації дорожнього руху, що дозволяє управляти транспортними потоками на міських вулицях.

У сучасних умовах розвитку міст України особливо гостро постає питання про удосконалення методів прогнозування і планування розвитку транспортної системи, включаючи всі питання розвитку її інфраструктури. Важливе значення при цьому становить створення методології комплексної оцінки й оптимізації розвитку вулично-дорожньої мережі в містах і системи організації руху автомобільного транспорту.

Для забезпечення якісного функціонування ВДМ міст є необхідність впровадження ефективних методів по організації дорожнього руху, що включають в себе комплекс інженерно-технічних і організаційних заходів, спрямованих на максимальне використання транспортним потоком можливостей, які передбачені геометричними параметрами вулиці і її станом.

Існує ряд специфічних методів, які використовуються окремо або комплексно при вирішенні проблеми організації руху. Основними з них є: розподілення транспортних потоків; покращення орієнтування водія в процесі руху; обмеження руху; регулювання руху; управління рухом.

Треба відмітити, що за допомогою названих заходів створюється можливість організувати рух транспортних потоків на самій вулично-дорожній мережі, обходячи місця з погіршеними умовами руху, що дозволить мінімізувати час затримки при русі по відповідному маршруту.

У загальній проблемі підвищення ефективності транспортних процесів важливе місце належить впровадженню автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР) та автоматизованих систем диспетчерського управління (АСДУ), побудованих на базі сучасних засобів автоматизації та обчислювальної техніки.

Автоматизовані системи управління дорожнім рухом в Україні діють у 13 містах: Києві, Дніпропетровську, Харкові, Донецьку, Одесі, Запоріжжі, Житомирі, Луганську, Миколаєві, Хмельницькому, Полтаві, Черкасах, Маріуполі [2].

Основною метою впровадження автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР) є підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міста. Впровадження АСУДР дозволяє покращити показники руху транспортних потоків на вулично-дорожній мережі без значних капіталовкладень. АСУДР на даний час є найбільш досконалим комплексом технічних засобів і програмного забезпечення, що забезпечує максимально можливі скорочення транспортних затримок, збільшує пропускну спроможність магістралі і безпеку руху.

Але на сьогоднішній день структура організації дорожнього руху застаріла і вже не в змозі дієво впливати на процеси, що обумовлюють автомобільні затори.

У м. Києві діють 568 світлофорних об'єктів, з яких до існуючої АСКДР підключено 124, що складає 21,8% від загальної кількості. За оцінками фахівців, для забезпечення належного керування дорожнім рухом у м. Києві необхідно довести кількість світлофорних об'єктів, задіяних в АСКДР, до 85—90% від загальної кількості. Основним недоліком діючої системи є те, що вона морально та фізично застаріла [3]. Діюча АСКДР являє собою примітивний фрагмент сучасних систем, який не може оперативно реагувати на зміни інтенсивності руху, що значно відрізняються від розрахункових. Для того, щоб система управління дорожнім рухом була ефективною, на сьогоднішній день потрібно створити її так, щоб вона могла миттєво реагувати на ситуацію, що

склалася на ВДМ. Вона повинна бути чутливою до факторів, які характеризують дорожню обстановку, і повинна бути надійною. Надійність є важливою умовою досконалої роботи будь-якої комплексної системи. Для ефективного використання вулично-дорожньої мережі необхідно цілеспрямовано перерозподілити транспортні потоки. В критеріях розподілення транспортних потоків треба прийняти мінімум сумарного часу проїзду транспортних засобів по вулично-дорожній мережі.

Однією з проблем скупчення транспортних засобів є невизначеність водія, тому що природа транспортних потоків обумовлена в значній мірі діями водія. Приймаючи те чи інше рішення, водій знаходиться під впливом багатьох факторів. Як правило, водій прагне якнайшвидше досягти мети поїздки при забезпеченні безпеки руху. Управління транспортними засобами і вибір маршруту руху частково покладається на водія автомобіля, а частково - на об'єднану систему управління. Але рух автомобільного транспорту не відбувається вільно, як броунівські частки, і не обмежений, як наприклад, для транспортних засобів, що рухаються за графіком. Рух транспортних засобів на ВДМ регулюється такими засобами регулювання дорожнього руху, як дорожні знаки, світлофори, дорожня розмітка та ін. Треба відмітити, що водії в якійсь мірі самі керують рухом своїх транспортних засобів і прямують при цьому до досягнення власної мети. Вони можуть також відхилятися від виконання правил дорожнього руху і порушувати їх.

Вибираючи маршрут руху водій керується такими критеріями: забезпечення руху транспортного засобу по маршруту, що має найкоротшу відстань; забезпечення найменшого часу сполучення при обмежених дорожніх витратах; забезпечення найменших транспортних витрат при обмежених дорожніх умовах; забезпечення максимального рівня безпеки руху при наявних дорожніх умовах; забезпечення максимальної пропускної здатності ВДМ, що характеризується рухом транспортного засобу з оптимальною швидкістю; забезпечення руху транспортного засобу по маршруту, який відомий водієві.

Говорячи про особливості руху транспортних засобів на ВДМ міст, треба сказати, що маршрути руху транспортних засобів можуть бути постійними - коли водій (власник транспортного засобу) майже в один і той же час їде на роботу і в зворотному напрямку, та епізодичними - коли рух по даному маршруту відбувається нерегулярно (один раз на тиждень, місяць і т.д.).

Рухаючись до місця призначення, в більшості випадків, водій вибирає маршрут руху, який характеризується найкоротшою відстанню. Зрозуміло, що даний маршрут при нормальних умовах руху має найменші матеріальні і часові затрати. На рис 1. зображено схему вулично-дорожньої мережі, яка складається з десяти перегонів і восьми перетинів. За даною схемою можна прокласти шість різних маршрутів, рухаючись від точки А до точки В. Кожен із шести маршрутів направлений до кінцевої точки призначення, але має різну відстань. Максимальна кількість руху транспортних засобів завжди буде спостерігатися по маршруту з найменшою відстанню руху. Значне збільшення інтенсивності руху транспортних засобів на ділянці ВДМ призведе до перевищення її пропускної здатності і почне утворювати затор, який викличе збільшення матеріальних і часових затрат. Зрозуміло, що найбільш ефективними шляхами досягнення мінімуму витрат є зменшення довжини пробігу і проведення заходів з підвищення транспортно-експлуатаційних показників вулично-дорожньої мережі. Використання для руху тільки найкоротших маршрутів є традиційним рішенням транспортної задачі, але призводить до перевантаження окремих ділянок ВДМ.

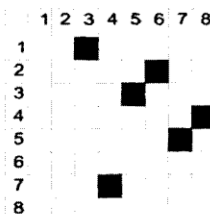
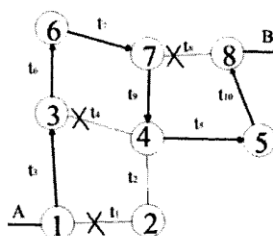
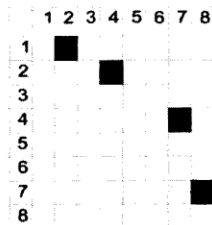
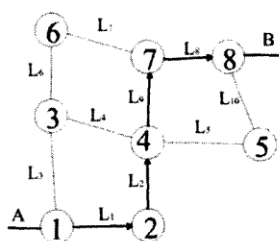


Рис 1. Оптимальний шлях руху згідно мінімальної відстані

Рис.2. Оптимальний шлях руху згідно мінімального часу руху

Ефективність функціонування вулично-дорожньої мережі може здійснюватися за умови, що інтенсивність руху на перегонах і перетинах не повинна перевищувати їх пропускну здатність. У результаті руху на перегонах і перетинах вулично-дорожньої мережі формуються транспортні потоки визначеної інтенсивності. Тому вирішення цього питання полягає в розподіленні транзитних транспортних потоків по інших можливих напрямках руху.

Головним завданням при виборі можливих напрямків руху транспортних засобів, при розподіленні транспортних потоків по ВДМ міст, є визначення оптимального маршруту руху для транзитного транспорту. Оптимальний маршрут характеризується об'їздом місць виникнення заторів за критерієм мінімізації часу, коли час руху транспортного засобу, обминаючи ділянку виникнення затору, буде значно менший від часу простою (рис.2). Вибрати оптимальний маршрут об'їзду перешкод сам водій практично не може. Причиною є відсутність інформації про стан руху на інших ділянках мережі, які можна використати як маршрути об'їзду, і тому водій самостійно не може оцінити об'єктивно транспортну ситуацію, яка склалася на території відповідного транспортного району. Користуючись тільки своїми міркуваннями і у виборі маршруту руху, водій стає заручником ситуації, яка вже на даному етапі не дозволяє йому змінити напрям руху, і він вимушений рухатися тільки вже в тому напрямку, куди рухається потік.



Рис.3. Розподілення транспортних потоків із використанням комп'ютерної програми

Вирішення цієї проблеми потребує створити і розробити відповідну програму розподілення транспортних потоків (рис.3) для ВДМ міста. Поєднавши її з роботою автоматизованої системи керування дорожнім рухом (АСКДР) міста і узгодивши з роботою світлофорних об'єктів і багатопозиційних дорожніх знаків, які дозволяють змінювати свої показники в залежності від ситуації, дозволить створити гнучку систему управління дорожнім рухом і розподілення транспортних потоків, яка забезпечить зручний і безперебійний рух транспортних засобів по всій вулично-дорожній мережі міста.

Висновки. Отже, на сьогоднішній день покращення умов проїзду транспортних засобів на вулично-дорожній мережі крупних і найкрупніших міст потребує створення нової ефективної системи управління і розподілу транспортних потоків. Створення такої автоматизованої системи, яка буде миттєво реагувати на всі негаразди, що можуть суттєво вплинути на проїзд транспортного потоку на певній ділянці, дозволить самостійно приймати рішення щодо розподілення транспортних потоків, виходячи від фактичного показника інтенсивності і можливості пропускну здатності ділянки вулиці або перетину. Зібравши, змодельовавши, проаналізувавши і спрогнозувавши ситуацію така система буде спроможна прийняти ефективне рішення, яке вчасно через систему інформаційних стендів і дорожніх знаків буде доведена до водія. Це дозволить водію вибрати оптимальний маршрут руху, який приведе не тільки до економії його часу і матеріальних та фінансових витрат, а також створить можливість підвищити пропускну здатність усієї вулично-дорожньої мережі міста.

Список літературних джерел

1. Степанчук О.В. Методологічні основи підвищення ефективності функціонування вулично-дорожньої мережі міст/ О.В. Степанчук // Проблеми міського середовища: Науково-практичний збірник / – К.: НАУ, 2011 – Вип. 6. – С. 230-236.
2. Рейцен Е.А. Градостроительные основы построения автоматизированных систем управления дорожным движением/ Е.А. Рейцен// Містобудування та територіальне планування. К.: КНУБА, 1998.-№2- С.17-22.
3. Програми розвитку автоматизованих систем управління транспортом міста Києва АСУТ (АСКДР, АСДУ) на 2007—2009 роки.