

ОСОБЛИВОСТІ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПОТОКАМИ НА МІСЬКИХ МАГІСТРАЛЬНИХ ВУЛИЦЯХ

Національний авіаційний університет, olst.ph@mail.ru

Розглядається особливість управління та розподілення транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міста на основі вибору маршруту руху ТЗ, що базується на закономірностях їхнього формування.

Ключові слова: вулично-дорожня мережа, пропускна спроможність, транспортний потік, транспортний засіб

Вступ

У міському русі головним завданням вулично-дорожньої мережі (ВДМ) є безперешкодний пропуск транспортних і пішохідних потоків на максимальних швидкостях та забезпечення сполучення із мінімальними затримками. Таким чином, рух транспортних і пішохідних потоків повинен здійснюватися на базі чіткої організації ефективного управління міським рухом на вулично-дорожньої мережі міста із застосуванням ефективних методів підвищення її функціонування.

Управління міським вуличним рухом – це складний процес, який базується на впровадженні комплексу організаційних заходів, що потребує детального вивчення закономірностей формування транспортних і пішохідних потоків для конкретного транспортного району із врахуванням особливостей планувальної структури міста та потенціалу її вулично-дорожньої мережі.

На сьогоднішній день при інтенсивному зростанні кількості транспортних засобів виникає потреба у збільшенні витрат на покращенні інфраструктури вулично-дорожньої мережі, що дозволить перетворювати її на гнучку, керовану логістичну систему. Ефективність функціонування ВДМ базується на оптимальному споживанні ресурсів. Аналіз проведених досліджень показує, що обсяг витрат буде значно зростати, якщо не будуть враховуватися закономірності розвитку ВДМ, особливості формування транспортних потоків, а також можливості розподілення по вулично-дорожній мережі транспортних потоків (враховуючи переважані і недовантажені ділянки мережі).

Мета статті

Мета роботи полягає в проведенні аналізу закономірностей формування транспортних потоків та управління ними на вулично-дорожній мережі міста шляхом вибору оптимального маршруту руху ТЗ та розподілення транспортних потоків.

Постановка завдання

Останнім часом транспортні потоки перейшли до нового стану – насиченого, коли локальне обурення розповсюджується швидко по мережі і різко змінює умови руху на ній. На ВДМ значних і найзначніших міст транспортний потік має дуже високу чутливість до випадкових, відносно невеликих змін обставин, що виникли на проїзній частині вулиці.

Теоретичний опис поведінки насичених потоків на транспортній мережі на сьогоднішній день знаходиться в процесі створення через об'єктивні і технічні складнощі.

Ефективне управління транспортними потоками можливе лише на основі розуміння природи процесів, що виникають у ньому а саме: особливостей їхнього формування та розподілення на вулично-дорожній мережі міста.

Вирішення поставленого завдання

Детальне вивчення причин погіршення умов руху на ВДМ значних і найзначніших міст, які викликають утворення вуличних заторів та зменшення швидкості руху ТЗ, стали першочергово необхідними. Для вирішення цієї проблеми було створено багато теорій і моделей, які описували рух транспортних засобів (ТЗ) і транспортних потоків на магістральних вулицях міста.

Треба зазначити, що на сьогоднішній день теорія транспортних потоків розвивалась у різних областях науки і це дало можливість накопити великий досвід досліджень процесів руху транспортних засобів.

Але загальний рівень дослідження і практичного використання теорії транспортних потоків недостатній у силу наступних факторів [1]:

- транспортний потік не стабільний і різноманітний, отримання об'єктивної інформації про нього є найбільш складним елементом системи управління;
- критерії якості управління дорожнім рухом спірні: треба забезпечити безперебійний рух ТЗ, одночасно знижуючи збитки від нього та застосовуючи обмеження на швидкість і напрямок руху;
- дорожні умови, при усій стабільності, мають непередбачені відхилення природно-кліматичних параметрів;
- виконання рішення по управлінню дорожнім рухом на міських вулицях при його реалізації у багатьох випадках є неточним і це призводить до непередбачених наслідків.

Розробка необхідних рекомендацій по оптимізації дорожнього руху у сучасних умовах практично неможлива без застосування методів математичного моделювання і прогнозування розвитку дорожнього транспортних ситуацій у залежності від постійно змінних факторів, які впливають на безпеку дорожнього руху таких як щільність, максимальна швидкість, кількість перетинів на одиниці довжини, кількість в'їздів і виїздів

Ефективність управління транспортними потоками у значних і найзначніших містах базується на прийнятті оптимальних рішень по проектуванню вулично-дорожньої мережі та її елементів, впровадженні доцільних заходів з організації дорожнього руху, які дозволять враховувати широкий спектр характеристик транспортного потоку та закономірностей впливу зовнішніх і внутрішніх факторів.

Управління міськими транспортними потоками мають наступні особливості [2]:

- нестабільність і різноманіття транспортного потоку створюють практичні складності отримання основних характеристик, які визначають якість управління. Отримання достовірної інформації про транспортний потік є складним ресурсоємним елементом системи управління;
- неповне управління, навіть при наявності повної інформації про потоки і можливості інформування водіїв ТЗ про необхідні дії, носить лише рекомендувальний характер;
- різноманітність критеріїв якості, таких як затримка в дорозі, середня швидкість руху, прогнозоване число ДТП, об'єм шкідливих викидів у навколишнє середовище і т.п. Самі критерії якості управління дорожнім рухом дуже різняться між собою. Більшість характеристик руху транспортного засобу по вуличній мережі взаємопов'язані і розглядають деяку модель транспортного потоку. Спиратися тільки на одну характеристику було б неправильно.

Ефективність управління транспортними потоками повністю залежить від проблеми визначення параметрів транспортних потоків у місті, а це значно пов'язано зі складностями визначення параметрів розподілення транспортних потоків по мережі, тому що на параметри розподілу впливають наступні фактори:

- зміни у зовнішніх транспортних зв'язках;
- заборона або дозвіл на паркування автомобілів на транспортній мережі міста;
- введення нових елементів мережі: ліній метро, радіальних або кільцевих магістралей;
- будівництво нового житлового району або міського центру тяжіння транспорту;
- тимчасове закриття або ліквідація якого-небудь елемента транспортної системи.

У залежності від типу прийнятих моделей можливості застосування результатів дуже широкі: створення і тестування нових рішень при організації дорожнього руху, оптимізація роботи уже існуючих систем організації дорожнього руху, пошук альтернативних шляхів організації дорожнього руху. Для вивчення поведінки транспортних потоків на ВДМ значних і найзначніших міст необхідні моделі, які описують потік не тільки на лінійній ділянці або в транспортному вузлі, а й на всій мережі міста в цілому.

Створення моделі потребує впровадження сучасної системи моніторингу стану й умов руху на вулично-дорожній мережі міст. Звісно, на основі даних моніторингу можна збудувати статистичну модель, яка може описати зміни стану ВДМ у часі. Але велике число факторів, що впливають на стан ВДМ, крім основних, - інтенсивності і швидкості транспортних потоків - роблять цю модель неефективною.

Як відмічено у роботі [3], для побудови стаціонарної усередненої моделі поведінки й функціонування ВДМ міста потрібні достатньо значні за часом спостереження за станом руху. Після чого можна описати цю поведінку математично і постаратися врахувати максимальну кількість факторів, які впливають на цю поведінку. Хоча життєдіяльність таких моделей у часі незначна. Тобто, побудована зі значними затратами модель міської транспортної системи міста, повністю буде зруйнована при незначній зміні транспортної пропозиції у системі (організація руху або будівництво нових елементів мережі).

Комплекс заходів управління рухом транспорту дозволяє спрогнозувати оптимальний перерозподіл транспортних потоків у результаті впливу на окремі ділянки мережі таких факторів зміни умов руху на мережі, як:

- значна кількість транспортних засобів (ТЗ), що перевищує пропускну спроможність ділянки;
- виникнення дорожньо-транспортних пригод;
- наявність «вузьких місць» на ВДМ міста;
- закриття окремих ділянок вулиць для руху транспорту;
- реконструкція окремих ділянок мережі;
- введення в експлуатацію нових ділянок;
- зміна маршрутної мережі громадського пасажирського транспорту.

Управляючий вплив на транспортний потік можна оцінювати на основі різних моделей, які описують його поведінку від найпростіших гідродинамічних до мікромоделей, що відтворюють поведінку водія. Але сам транспортний потік на тій або іншій ділянці ВДМ не чисто фізичне явище, а результат соціально-економічних взаємодій у суспільстві. І водій, і пасажир будь-якого транспортного засобу мають конкретну мету здійснення поїздки. У залежності від мети, кожна поїздка має свій рівень необхідності, і кожний користувач транспортної системи вибирає варіанти дій у наступному аспекті процесу здійснення поїздки: здійснювати або не здійснювати поїздку, вид транспорту для здійснення поїздки, час початку поїздки, маршрут руху.

Джон Вардроп сформував два принципи розподілення транспортних потоків по мережі [4,5]:

- рівномірне розподілення, при якому час руху для кожної поїздки на усіх маршрутах однаковий і ніхто із учасників руху не може зменшити час своєї поїздки, переключившись на інший маршрут;
- розподілення, при якому сумарний час руху усіх транспортних засобів на мережі мінімальний.

Ситуація, яка склалась у значних і найзначніших містах України, а саме відсутність або невідповідність застарілої системи управління розподілення потоків, представляє собою стохастичний рівномірний розподіл який характеризується тим, що водій вибирає маршрут руху, виходячи з досвіду попередньої поїздки по найко-

ротшому шляху руху. У таких умовах можливості вулично-дорожньої мережі використовуються не достатньо ефективно, водій самостійно не може визначити оптимальний маршрут, який забезпечить найменший час руху при даній ситуації, що склалася на ВДМ. Для підвищення ефективності використання ВДМ необхідно направити водія, обминаючи затори, по альтернативних маршрутах, підвищуючи рівномірність їхнього завантаження.

Однією з проблем погіршення руху транспортних засобів є невизначеність водія, тому 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 брунівські 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 відхилитися від виконання правил дорожнього руху і порушувати їх.

Дійсно, одним із основних факторів, що має вплив саме на управління транспортними потоками, є вибір маршрутів руху на індивідуальному автомобілі, оскільки вулично-дорожня мережа міста надає декілька можливих варіантів маршруту для поїздки. І коли мережа вільна або має мінімальні затримки в русі, то тоді, як правило, приймається маршрут, який має найкоротшу відстань, але внаслідок збільшення кількості ТЗ на мережі, час руху на маршруті збільшується. Таким чином, поїздка кожного нового автомобіля викликає збільшення затримки для усіх транспортних засобів, що використовують той самий маршрут у той самий час, особливо дуже сильно це проявляється при приближенні рівня завантаження до пропускної спроможності ділянки маршруту.

Тому ефективною моделлю управління транспортними потоками, яка дозволить оптимально розподілити транспортні потоки по вулично-дорожній мережі, повинна бути модель, яка б враховувала не тільки транспортні характеристики транспортного потоку, параметри та стан ВДМ, вплив кліматичних факторів, а й необхідні соціально-економічні фактори.

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.

Висновки.

Аналізуючи подану вище інформацію, треба відмітити, що у сучасних умовах вирішення задач управління транспортними потоками на ВДМ значних і найважливіших міст є актуальною у зв'язку із швидкими темпами збільшення кількості автотранспортних засобів та мобільності населення.

Сучасна модель управління повинна враховувати наступні важливі особливості та умови формування транспортних потоків на вулично-дорожній мережі міст, а саме вибір оптимального маршруту переміщення, який враховує завантаженість магістральних вулиць та пропускну спроможність її елементів, щільність транспортних потоків та їхнє розподілення протягом доби, днів тижня і т. п, вплив природно-кліматичних факторів та дорожніх умов, затрати часу на переміщення та соціально-економічні фактори існування взаємозалежності між формуванням транспортних і пасажирських потоків.

Саме такий підхід дозволить збалансувати відповідність транспортного попиту транспортній пропозиції та рівномірно розподілити транспортну роботу по усій ВДМ міста.

Список літературних джерел

1. Семенов В. Математическое моделирование динамики транспортных потоков мегаполиса/ В.В. Семенов // М., Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша, Препринт № 34, 2004. - 44 с.
2. Наумова Н.А. Теоретические основы и методы управления транспортными потоками средствами мезоскопического моделирования: Диссертация доктора технических наук: 05.22.10 / Наумова Наталья Александровна: Волгоградский государственный технический университет.- Волгоград, 2015.- 331 с.
3. Якимов М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М. Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с.
4. John G. Wardrop. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. / Wardrop J. G. Proceedings of the Institution of Civil Engineers, 1952. – Part II, Volume I, pp. 325-362.
5. Белов А. В. Повышение эффективности использования улично-дорожных сетей на основе управления формированием транспортных потоков: диссертация кандидата технических наук: 05.22.01 / Александр Владимирович Белов: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет "МАДИ". - Москва, 2014.- 134 с.