

МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЗАТРИМКИ ТРАНСПОРТУ

В роботі представлені аспекти розвитку методологічних норм по формуванню і розумінню затримок транспорту, пов'язаними з розвитком системи забезпечення безперервності дії транспортної системи на певній території і управлінням на системах перехресть. Запропоновано універсальну математичну модель для проектування затримок транспорту та подолання даного явища на нерегульованих перехрестях.

Ключові слова: регулювання руху, затримка транспорту, втрати часу, підвищення стійкості, розвиток території, безперервність дії.

Стан проблеми. Вплив транспорту на навколишнє середовище визначається багато в чому випадками простою і затримок. Якщо швидкість транспорту залишається високою, то вплив на навколишню територію є суто невеликим, зокрема відбувається лише шумове забруднення. Якщо ж мова йде про більш частому впливу транспортних потоків, то вже більш серйозні наслідки мають місце бути – аж до соціально-економічних. Причин затримок транспорту на навколишній території може бути небагато. Так як проблема особливо гостро стоїть в містах, то слід досліджувати аспекти зниження впливу на навколишню місцевість автомобільних потоків.

Актуальність. Затримка транспорту як було вже сказано в більшості є локальною та приватною проблемою. Вона може спостерігатися і досліджуватися не тільки в аспекті планування розвитку загального генерального плану території, але також і на невеликих ділянках місцевості. У вузькому сенсі проблема затримок транспорту вимагає регулювання сигналів, які виробляють дане обмеження. У сфері автомобільного транспорту – це світлофори, семафори на залізничних переїздах. При цьому потрібен розгляд

⁸ © Гуль А.Є., Степанчук О.В.

можливостей щодо зниження і планування зниження затримок транспорту з боку тих доріг і перехресть, які не є регульовані. В даному випадку – це більше 70% доріг і нерідко виникають не тільки аварійні або спірні ситуації, але й реальний збиток заподіюється. Тобто проблема носить не тільки технічний, але також і соціально-економічний характер як було сказано раніше. Але так як ситуації, коли затримка носить характер тимчасової, а при цьому конструкція та особливості функціонування місць затримки транспорту досить різноманітні, необхідно чітко виявити можливості методики з подолання затримок. Для цього потрібна розробка безпосередньо математичної моделі визначення транспортних затримок на нерегульованих перехрестях для різноманітних умов.

Новизна. У даній статті ми розглянемо різні відомі способи та методи визначення транспортних затримок, на нерегульованих перехрестях, які допомагають нам у проведенні дослідження.

Основні результати дослідження. Нижче наведено одні з найбільш відомих методів і способів визначення транспортних затримок на нерегульованих перехрестях [4, с. 275].

Спосіб описаний в працях Ю.А.Кременець., М.П.Печерського., М.Б.Афанасьєва «Технічні засоби організації руху», мабуть є найбільш відомими у Росії, він полягає в наступному - складові втрат навіть при постійних інтенсивностях руху на пересічних дорогах змінюються у великих діапазонах і для кожного транспортного засобу неоднакові [2, с. 53]. Враховуючи вплив безлічі різних показників, що витрачаються час оцінюють середньою затримкою одного транспортного засобу $t_{\Delta n}$, яка розраховується якщо є деякі показники. Нижче наведено загальний вигляд

$$t_{\Delta n} = t_{\Delta 1} + t_{\Delta 2} + t_{\Delta 3} \quad (1)$$

де $t_{\Delta n1}$ – середній час, що витрачається під час очікування прийняттого інтервалу, с;

$t_{\Delta n2}$ і $t_{\Delta n3}$ – середній час, який витрачається автомобілем у черзі, яка утворюється на другорядній дорозі, і час уповільнення транспортного засобу перед перехрестям.

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

Способи визначення $t_{\Delta n1}$ и $t_{\Delta n2}$ викладаються в теорії транспортних потоків, згідно з якою: середній час $t_{\Delta n2}$ беруть дорівнює відношенню загальної тривалості невідповідних інтервалів до відповідних [1, с. 61].

Середня затримка $t_{\Delta n2}$ залежить від кількості транспортних засобів, що очікують проїзду перед пріоритетним напрямком, цей напрямок зазвичай визначається з теорії масового обслуговування, коли примикає до перехрестя ділянки другорядної дороги можна представити як канал обслуговування з експоненціальним розподілом часу надходження вимог і часу обслуговування. Середню затримку $t_{\Delta n2}$ визначають як різницю між часом, необхідним на зупинку перед перетином і подальший розгін транспортного засобу, і часом його руху у вільних умовах (без зупинки) [6, с. 147].

У разі постійного уповільнення і прискорення в процесі зміни швидкості та експоненційного розподілу часових інтервалів між транспортними засобами на головній дорозі середня затримка транспортного засобу на даному напрямку другорядного примикання:

$$t_{\Delta n} = \frac{e^{N_{\Gamma} N_{\Gamma} t_{\Gamma}} - N_{\Gamma} \times t_{\Gamma} - 1}{N_{\Gamma} - N_{\Gamma} \times (e^{N_{\Gamma} N_{\Gamma} t_{\Gamma}} - N_{\Gamma} \times t_{\Gamma} - 1)} + \frac{V_a}{7,2} \times \left(\frac{1}{a_T} + \frac{1}{a_P} \right) \quad (2)$$

де e – підстава натурального логарифма;

N_{Γ} – інтенсивність транспортного потоку на головній дорозі в обох напрямках, авт/с;

N_B – інтенсивність, яка припадає в середньому на одну смугу другорядної дороги в розглянутому напрямку руху, авт/с;

a_T и a_P – відповідно уповільнення і прискорення автомобіля (в розрахунках можна прийняти $a_T = 3 \div 4 \text{ м/с}^2$, $a_P = 1,0 \div 1,5 \text{ м/с}^2$).

Середню затримку автомобіля $t_{\Delta n}$ на перехресті в цілому визначають як середньозважене значення затримок для всіх напрямів (підходів до перехрестя) другорядної дороги, розраховуваних по формулі (2):

$$\bar{t}_{\Delta n} = \frac{\sum_1^n (t_{\Delta n j} \times N_j)}{\sum_1^n N_j} \quad (3)$$

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

де N_j – інтенсивність руху на j -му напрямку другорядної дороги, авт/ч; n – кількість напрямків (підходів до перехрестя) другорядної дороги.

У цьому випадку пропонується розглядати визначення транспортних затримок на нерегульованих перехрестях по узагальненого закону розподілу випадкової величини Ерланга.

При узагальненому розподілі Ерланга інтервал за часом між підряд ідучими вимогами проходить k стадій T_0, T_1, \dots, T_{k-1} , причому тривалості цих стадій мають показові розподілу з параметрами $\lambda_0, \lambda_1, \dots, \lambda_{k-1}$ відповідно. Перетворення Лапласа функції щільності розподілу $f_k(t)$ має вигляд:

$$f_k^{(*)}(s) = \frac{\lambda_0 \lambda_1 \times \dots \times \lambda_{k-1}}{(s + \lambda_0) \times (s + \lambda_1) \times \dots \times (s + \lambda_{k-1})} \quad (4)$$

Якщо всі параметри λ різні, функція розподілу узагальненого закону Ерланга має вигляд:

$$f_k(t) = (-1)^{k-1} \times \prod_{i=0}^{k-1} \lambda_i \times \sum_{i=0}^{k-1} \frac{e^{-\lambda_i t}}{\prod_{\substack{n=0 \\ n \neq i}}^{k-1} (\lambda_j - \lambda_n)} \quad (5)$$

Або більш простий вид:

$$f_k(t) = \sum_{i=0}^{k-1} a_i \lambda_i e^{-\lambda_i t} \quad (6)$$

якщо ввести позначення:

$$a_i = \prod_{\substack{n=0 \\ n \neq i}}^{k-1} \frac{\lambda_n}{\lambda_n - \lambda_i}, \text{ причому } \sum_{i=0}^{k-1} a_i = 1 \quad (7)$$

Функція щільності розподілу узагальненого закону Ерланга, у разі збігу якихось окремих параметрів, має інший вигляд і може бути отримана з функції $f_k^{(*)}(s)$, за допомогою розкладання на прості дроби, проте на даний момент нас це не цікавить.

Отже, якщо всі параметри різні, то інтегральна функція розподілу:

$$F_k(t) = 1 - \sum_{i=0}^{k-1} a_i e^{-\lambda_i t} \quad (8)$$

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

Математичне сподівання $M(T)$ і дисперсія $D(T)$ для узагальненого закону Ерланга можуть бути отримані з урахуванням визначення потоку Ерланга:

$$M(T) = M\left(\sum_{i=0}^{k-1} T_i\right) = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{\lambda_i}; D(T) = D\left(\sum_{i=0}^{k-1} T_i\right) = \sum_{i=0}^{k-1} \frac{1}{(\lambda_i)^2} \quad (9)$$

n -й початковий момент:

$$V_n = M(T^n) = \left(\sum i a_i \lambda_i \times \frac{n!}{\lambda_i^{n+1}}\right) \quad (10)$$

В окремому випадку узагальненого закону Ерланга при збігу всіх параметрів λ є спеціальний закон Ерланга (або просто «закон Ерланга»). Щільність розподілу Ерланга має вигляд:

$$f^{(k)}(t) = \frac{\lambda(\lambda t)^{k-1} e^{-\lambda t}}{(k-1)!, (t > 0)} \quad (11)$$

Функція розподілу Ерланга k -го порядку має вигляд:

$$F^k(t) = 1 - \frac{\sum_{n=0}^{k-1} (\lambda t)^n e^{-\lambda t}}{n! = 1 - R(k-1, \lambda t), (t > 0)} \quad (12)$$

Математичне сподівання $M(T)$ і дисперсія $D(T)$ у цьому випадку дорівнюють відповідно:

$$M(T) = M\left[\sum_{i=1}^k T_i\right] = kM[T_i] = \frac{k}{\lambda} \quad (13)$$

$$D(T) = kD[T_i] = \frac{k}{\lambda^2} \quad (14)$$

Проблема цілеспрямованого розвитку та раціонального функціонування транспортних систем міст повинна розглядатися своєчасно, на сучасному рівні, тобто, насамперед, комплексно для всієї транспортної системи, а не як конгломерат різноманітних заходів щодо поліпшення роботи окремих елементів вулично-дорожньої мережі міста. Таким чином, очевидна необхідність розробки недорогих систем (методів) регулювання (організації руху) у містах, заснованих на прескриптивному принципі системного підходу, що дозволяють управляти не тільки транспортним потоком,

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

але і розвитком елементів вулично-дорожньої мережі (вдосконаленням в кінцевому підсумку її структури, виходячи з оптимального функціонування системи).

Для міст з достатньою кількістю капіталовкладень, спрямованих у сферу транспорту, а також впровадженими засобами збору інформації про параметри транспортних потоків і розв'язок міста, на даний момент існує великий вибір того, якими інструментами і методами скористатися, щоб зменшити навантаження на транспортну інфраструктуру, знизити витрати перевезення пасажирів і вантажів, підвищити пропускну спроможність тих або інших «вузьких» місць у мережі міста.

Що ж стосується великих міст з обмеженим бюджетом і вже існуючими проблемами в організації та управлінні рухом транспорту, то їм можна порадити застосування максимально простих в експлуатації і навчанні персоналу, а також не вимагають довгострокового впровадження програмних продуктів, які, однак, повинні дозволяти здійснювати досить ефективне планування розвитку дорожньої мережі міста.

Крім вирішення локальних завдань, наприклад, таких як підвищення пропускну спроможності, також необхідно задовольняти потреби суспільства, зокрема – підвищувати обсяги і якість транспортного сполучення, зробити його якомога більш безпечним і надійним.

Загальноприйняті критерії якості дорожнього руху – рівень забруднення навколишнього середовища, рівень шуму, витрата палива, попередження утворення і поширення транспортних заторів, застосовні як до західних, так і російських магістралей.

Рішення задачі задоволення перерахованих вище критеріїв часто вимагає великих інвестицій у розвиток дорожньо-транспортної інфраструктури. Але це не завжди можливо, а також пов'язане з великими ризиками при недостатньому ступіні вивченості питань закономірності функціонування і розвитку сформованого стану транспортної мережі. Ігнорування ж необхідності досліджувати ці закономірності часто призводить до невдалих проектних рішень,

Проблеми розвитку міського середовища. Вип.1(17) 2017

які потім дуже складно усунути, що, в свою чергу, веде до частого утворення заторних ситуацій, перевантаження або недовантаження окремих ділянок мережі, підвищення аварійності, а також погіршення екологічної ситуації. Відповідно, необхідний пошук прийнятних способів дослідження процесів, що відбуваються під час руху транспорту по вулицях міст і заміських магістралей.

Внесення будь-яких інфраструктурних змін, як і управління, що вже склалося дорожньою мережею, може бути помилковим, якщо не брати до уваги широкий спектр характеристик транспортного потоку, закономірності впливу зовнішніх і внутрішніх факторів на динамічні характеристики змішаного потоку.

Транспортний потік різноманітний і не стабільний, критерії управління ним суперечливі, а дорожні умови не можуть бути непередбачуваними з-за погоди і параметрів полотна дороги. Всі ці фактори значною мірою ускладнюють теоретичні і практичні дослідження в області математичного моделювання транспортних потоків.

Висновки. Нами запропонована математична модель, яка може використовуватися при проектуванні дорожньої мережі, а також виявляти ті аспекти діяльності дорожніх служб, коли виникають спірні моменти щодо швидкості, щільності потоку автомобільних засобів. При цьому, застосована математична модель описує окремі випадки в міському середовищі. А, стало бути, виникає можливість проектування більш рівномірно розташованих міських територій. До майбутніх напрямків розвитку відносять, насамперед, мінімальний розподіл між зупинками транспорту та їх скороченням, а також визначення можливості забезпечення більшості районів міської території при русі вже транзитного транспорту. Це також є можливістю для подальших досліджень в цьому напрямку.

Список використаних джерел:

1. Димова И.П. Адаптивное управление светофорными объектами с предоставлением приоритета городскому маршрутному

транспорту / И. П. Димова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – Т. 4. – № 5-3 (25-3). – С. 59-62.

2. Жиркова А.А., Обоснование введения выделенных полос для маршрутного пассажирского транспорта / А.А. Жиркова, К.А. Басов, В.Ю. Ивлев, П.А. Титова // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 1-2 (22). – С. 52-55.

3. Лабутин А.С. Задержки транспорта на нерегулируемых пересечениях / А.С. Лабутин // Аллея науки. – 2016. – № 3 (3). – С. 73-79.

4. Луценко М.М. Транспортные сети с нелинейными функциями задержки / М.М. Луценко // Развитие экономической науки на транспорте: проблема оптимизации бизнеса сборник научных статей V Международной научно-практической конференции. Под редакцией Н.А. Журавлевой; ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения императора Александра I». – 2016. – С. 273-277

5. Полтавская Ю.О. Оценка условий движения транспортных потоков с применением геоинформационных технологий / Ю.О. Полтавская, М.Н. Крипак, В.Е. Гозбенко // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2016. – № 1 (49). – С. 155-161.

6. Тимченко В.С. Структура имитационной модели оценки потерь по причине отставления грузовых поездов от движения / Т.С. Тимченко // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении материалы всероссийской научно-практической конференции. Гуманитарно-педагогическая академия (филиал) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» в г. Ялте; Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ". – 2016. – С. 145-149.

Аннотация

В работе представлены аспекты развития методологических норм по формированию и пониманию задержек транспорта, связанными с развитием системы обеспечения непрерывности действия транспортной системы на определенной территории и управлением на системах перекрестков. Предложена универсальная математическая модель для проектирования задержек транспорта и преодоления данного явления на нерегулируемых перекрестках.

Ключевые слова: регулирование движения, задержка транспорта, потери времени, повышение устойчивости, развитие территории, непрерывность действия.

Anotation

The paper presents aspects of the methodological norms for the formation and understanding of transport delays associated with the development of the system of ensuring the continuity of the transport system of action in a particular area and at intersections controlled systems. A universal mathematical model for the design of transport delays and to overcome this phenomenon in unregulated intersections.

Keywords: traffic control, transport delay, waste of time, increased stability, the development of the territory, continuity of action.

Стаття надійшла до редакції у березні 2017р.

УДК 712:504:72.054(045)

**Запорожченко О. Ю.⁹, ст. викладач
Кириченко А. І., студентка, НАУ**

**ЕКОЛОГІЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ ФОРМУВАННЯ АРХІТЕКТУРИ
АДМІНІСТРАТИВНО-ОФІСНИХ СПОРУД**

Розглянуто екологічні тенденції формування архітектури адміністративно-офісних будівель, пов'язані з використанням екологічних принципів проектування та будівництва даного типу споруд.

Ключові слова; екологічна архітектура, адміністративно-офісні споруди, екологічні тенденції, екоматеріали, інноваційні технології.

Життєздатне екологічне архітектурне середовище – не новина на початку ХХІ століття. Користь екологічної архітектури виражається не тільки в функційному призначенні, а й у відсутності нанесенню шкоди здоров'ю людей та навколишньому середовищу. Міцність і надійність досягається правильною реалізацією інноваційних екотехнологій та етапів будівництва, а краса – гармонією із природним оточенням, співрозмірністю та

⁹ © Запорожченко О. Ю., Кириченко А. І.