

УДК 656.11.021.2

Н.А.СОКОЛОВА

Харківська національна академія міського господарства

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОСТЕЙ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ДУГАХ ТРАНСПОРТНОЇ МЕРЕЖІ МІСТА

Розглянуто методи дослідження швидкостей транспортних потоків та фактори, що впливають на швидкість. При визначенні швидкостей транспортних потоків на дугах транспортної мережі міста пропонується враховувати вплив зупиночних пунктів суспільного міського пасажирського транспорту. Для цього визначено фактори, що впливають на швидкість в зоні зупиночних пунктів, та планується проведення натурних обстежень для визначення закономірностей їх впливу на швидкість транспортного потоку.

Рассмотрены методы исследования скоростей транспортных потоков и факторы, влияющие на скорость. При определении скорости транспортных потоков на дугах транспортной сети города предлагается учитывать влияние остановочных пунктов общественного городского пассажирского транспорта. Для этого определены факторы, влияющие на скорость в зоне остановочных пунктов, и планируется проведение натурных обследований для выявления закономерностей их влияния на скорость транспортного потока.

Methods of researching of traffic flows rate and the factors affecting the speed are considered. In determining the speed of traffic flows on the arcs of the city transport network it is advised to take into account the influence of stopping points of urban public passenger transportation system. For this purpose the factors that influence the transport speed in the area of stopping points, and to plan carrying out full-scale landscape peculiarities examination to identify patterns of their influence on the rate of traffic flow.

Ключові слова: швидкість транспортного потоку, інтенсивність, щільність, зупиночний пункт, міський пасажирський транспорт.

При керуванні дорожнім рухом та прогнозуванні розподілу транспортних потоків на мережі міста неминуче виникає завдання вибору й призначення найбільш доцільної швидкості руху автомобілів на тій або іншій ділянці дороги, у даних умовах руху. Швидкість є одним із головних вихідних показників ефективності функціонування комплексу «водій - автомобіль - дорога - середовище» (ВАДС) і володіє рядом властивостей, що дозволяють уважати її універсальною характеристикою. Вона інтегрально відбиває взаємодію всіх систем і, отже, може служити оцінним критерієм цієї взаємодії. Крім того, швидкість відбиває вплив кожного фактора на режим руху й також є оцінним критерієм цього впливу.

Від вибору й призначення рекомендованої швидкості залежить безпека руху, собівартість автомобільних перевезень, пропускна здатність дороги, витрата палива, час доставки вантажів і пасажирів, працездатність покриття, чистота повітряного басейну, рівень шуму й

т.д. Тому правильний вибір рекомендованої швидкості може бути зроблений тільки на основі техніко-економічних розрахунків, що враховують вплив різноманітних факторів.

Об'єктом керування в системі керування дорожнім рухом є транспортний потік (ТП), що складається з технічних засобів (автомобілів, мотоциклів, автобусів і т.д.) [1], який характеризується рядом показників.

Міські транспортні потоки мають такі особливості.

По-перше, це стохастичність транспортних потоків: їхні характеристики допускають прогноз тільки з певною ймовірністю [1], що можна пояснити наявністю великої кількості випадкових факторів, які впливають на формування та стан транспортного потоку. Такі фактори можна віднести до декількох груп [2, 3]: кліматичні умови, рельєф, дорожні умови, організація руху, водій, автомобіль, розвиток економіки, соціальні фактори.

По-друге, це нестаціонарність транспортних потоків, причому коливання їхніх характеристик відбуваються як мінімум у трьох циклах: добовому, тижневому й сезонному [1].

По-третє, це неповна керованість, суть якої полягає в тому, що навіть при наявності повної інформації про потоки й можливість інформування водіїв про необхідні дії, ці вимоги носять рекомендаційний характер. Отже, досягнення глобального екстремума будь-якого критерію керування стає досить проблематичним.

По-четверте, це множинність критеріїв якості, таких як: затримка в шляху, середня швидкість руху, прогнозоване число дорожньо-транспортних подій (ДТП), обсяг шкідливих викидів в атмосферу й т.ін. Більшість характеристик взаємозалежні й виділити яку-небудь одну не представляється можливим.

П'ятою особливістю дорожнього руху як об'єкта керування є складність і навіть неможливість масштабного виміру навіть основних характеристик, що визначають якість керування.

Шоста особливість – загальний транспортний потік у містах складається з чотирьох груп транспорту:

1) індивідуальний пасажирський транспорт (легкові автомобілі, таксі, мотоцикли);

2) суспільний пасажирський транспорт (автобуси, маршрутні таксі, тролейбуси, трамваї), для якого характерні планові зупинки в спеціально обладнаних для цього місцях на транспортній мережі міста;

3) вантажний транспорт;

4) спеціалізований транспорт (машини швидкої допомоги, міліція, машини МНС, транспортні засоби з благоустрою міста та ін.).

Розробка інженерних заходів щодо організації дорожнього руху можлива лише при інформації про характер транспортних і пішохідних потоків і умовах, у яких відбувається рух.

Між параметрами транспортного потоку існують певні залежності.

Існуючі методи визначення швидкості залежно від різноманітних факторів наведено в таблиці.

Визначення швидкості транспортного потоку в залежності від різноманітних факторів

Фактор	Модель	Автор
1	2	3
Інтенсивність	$V_a = V_b (1 - kN_a)$	Г.І.Клінковштейн [4]
	$V_n = V_o - \alpha N$	В.Ф.Бабков [5]
	$V = 59,0 - 0,0157N$ $V_{л} = 78,0 - 0,0385N$ $V_{ван} = 54,2 - 0,0122N$	В.Ф.Бабков М.Б.Афанасьєв О.П.Васильєв [6]
Інтенсивність	для крайньої правої смуги $V_1 = 58,5 - 0,0092N_1$, для середньої смуги $V_2 = 77,0 - 0,0257N_2$	Є.М.Лобанов В.В.Сільянов Ю.М.Ситніков [7]
	для крайньої лівої смуги $V_3 = 85,5 - 0,0364$	
Інтенсивність	при $N < 1200$ авт/год $V = 85 - 0,0058N$, при $1200 < N < 2400$ $V = 78 - 0,018N$, при $N > 2400$ авт/год $V = 57 - 0,012 N$	Л.А.Коваленко [8]
Інтенсивність	$V_0 = aN^b$; при $N = 1 \div 5000$ авт/доб, $V = 5 \div 62$ км/год. $V_0 = 5N^{0,29}$	І.О.Романенко [9]
	$V = 55,82 - 6,92 \cdot 10^{-5} \cdot N^2$	О.О.Лобашов, Д.Л.Бурко [10]
Щільність	для сухої погоди $D_{max} = 125 - 0,88V$, для руху по сніжному накату $D_{max} = 125 - 1,10V$	Л.А.Коваленко [8]
Щільність	для лівої смуги руху $V = 85 - 1,41q + 0,0052q^2$; для правої смуги руху $V = 75 - 1,37q + 0,0054q^2$.	В.В.Сільянов [2]

Продовження таблиці

1	2	3
Щільність	$V = V_f (1 - q_j / q_{\max})^{(n+1)/2}$	Д.Дрю [11]
Щільність	$V = (V_m \cdot I_n (q_{\max}) / q_j)$	модель Грінберга
Інтенсивність, щільність, склад руху	$V = V_b - \beta q + \alpha \rho$	В.В.Сільянов [2]
Ширина смуги руху	$B_d = 0,015V_a + b_a + 0,3$	Г.І.Клінковштейн [4]
	$B = a + c + 0,04V$	О.П. Васильєв [12]
Криволінійний профіль	$V_x = \sqrt{(V_n^2 - k_1)e^{-\mu x} + k_1 + k_2 x}$	К. А. Хавкін [13]
	$\bar{u} = 46,26 - 0,746D$	В.У.Ренкін, С.Халберг [14]
	$V = \sqrt{127R(0,6\phi \pm i)}$	О.П.Васильєв, Й.Фрімштейна [12]
Рівність поверхні дорожнього покриття	$V_{\text{доп}} = \frac{7500}{\sqrt{S_c} + 0,15S_c}$	О.П.Васильєв [12]
Дія бічного вітру	$y = a_1 \cdot a_2 \cdot t^3$	О.П.Васильєв [12]

Крім того, в роботах В.В.Сільянова [15], Р.В.Горбаньова [16] розглядалась швидкість руху потоку автомобілів для ділянок вулиць при конкретних дорожніх умовах, при цьому враховувались: погодно-кліматичні умови, геометричні параметри вулиці, інтенсивність руху й склад транспортного потоку, наявність перетинань вулиць із організованим світлофорним регулюванням, наявність пішохідних переходів з неорганізованим і організованим регулюванням, розмітка проїзної частини.

В роботі Г.І.Клінковштейна [4] досліджується вплив розташування автобусів або тролейбусів на зупинному пункті в плані вулиці (дороги) по її ширині. Зупинений транспортний засіб викликає перешкоди, що проявляються в зміні траєкторії руху транспортного потоку й зниженні його швидкості. Спостереження на автомобільних дорогах показали, що відхилення траєкторії транспортних засобів, що проїжджають повз автобусів, які стоять на зупинці, починається за 70-80 м до нього. Таким чином, зона впливу на траєкторію має довжина більше 150 м.

Також Г.І. Клінковштейн [4] розглядав вплив відстань видимості (довжина ділянки дороги перед автомобілем, яка спостерігається водієм) на режими руху.

В роботі О.П.Васильєва і М.Й.Фрімштейна [12] вивчався вплив

коефіцієнту зчеплення на допустиму швидкість руху при видимості поверхні дороги та видимості зустрічного автомобіля, а також розроблена методика, яка дозволяє оцінити вплив окремих метеорологічних явищ на сприйняття водієм умов руху, взаємодію автомобіля з дорогою і визначити припустиму швидкість руху в цих умовах.

В результаті аналізу існуючих методів визначення швидкості руху транспортних засобів слідує:

1. В практиці визначення швидкостей руху транспортних засобів враховується досить значна кількість факторів, що характеризують геометричні показники вулиць та доріг (ширина та кількість смуг; ширина проїжджої частини), рельєф місцевості (криві у плані та поздовжній профіль), організацію руху (перехрестя із неорганізованим рухом; перехрестя зі світлофорним регулюванням, перетинання шляхів рейкового транспорту, склад транспортного потоку), інтенсивність, щільність транспортного потоку, вплив автобусів, що стоять на ЗП, кліматично-погодні умови (опади, вітер, ожеледиця, температура), стан дорожнього покриття.

2. Розглянуті вище методи визначення припустимих швидкостей руху дозволяють урахувати вплив геометричних параметрів, транспортно-експлуатаційних характеристик і стану доріг і кліматично-погодних умов на швидкість руху як роздільно, так і сумісно.

3. Існуючі методи визначення швидкостей руху на перегонах транспортної мережі не враховують впливу пішохідних переходів залежно від типу їх регулювання (регульованих, нерегульованих, з ручним регулюванням руху), зупиночних пунктів (ЗП) суспільного пасажирського транспорту (з урахуванням перешкод як від транспортних засобів, що стоять, так і від наявності поблизу зупиночних пунктів пішохідних переходів), наявності парковки на проїжджій частині, наявності попереджуючих дорожніх знаків.

Метою даної роботи є визначення закономірностей впливу зупиночних пунктів суспільного пасажирського транспорту на швидкість транспортного потоку на дугах транспортної мережі міста.

Проаналізувавши всі елементи ЗП можна визначити параметри ЗП, які впливають на рух транспортного потоку:

- вид маршрутного транспортного засобу, що користується зупинкою;
- тип рухомого складу (місткість, габаритні розміри);
- інтенсивність руху МПТ через даний зупиночний пункт;
- відсутність / наявність заїзної “кишені”, її розміри;
- відсутність / наявність пішохідного переходу поблизу ЗП (вид переходу та тип регулювання);

– інтенсивність пішохідних потоків.

Параметри дорожнього руху у зоні ЗП, які впливають на рух транспортного потоку:

- ширина проїжджої частини;
- інтенсивність транспортного потоку.

Функціональна залежність швидкості транспортного потоку на дузі транспортної мережі в зоні впливу ЗП МПТ має такий загальний вигляд:

$$V = f(V_{пч}, N_{тр}, K_{зп}, L_{зп}, N_{мпт}, T_{пп}, N_{пш}, V_v), \quad (1)$$

де $V_{пч}$ – ширина проїжджої частини в одному напрямку, м; $N_{тр}$ – інтенсивність транспортного потоку без транспортних засобів МПТ, авт./год.; $K_{зп}$ – конструктивна особливість ЗП (враховує наявність/відсутність заїзної кишені); $L_{зп}$ – довжина ЗП, м; $N_{мпт}$ – інтенсивність МПТ на даному ЗП, ТЗ/год.; $T_{пп}$ – тип регулювання на пішохідному переході поблизу ЗП при його наявності:

- нерегульований;
- регульований;
- з ручним регулюванням руху;

$N_{пш}$ – інтенсивність пішохідних потоків, чол./год.; V_v – швидкість у вільних умовах руху, км/год.

Для визначення закономірностей впливу названих факторів на швидкість транспортного потоку на дугах транспортної мережі міста в зонах зупиночних пунктів планується проведення натурних обстежень.

1.Сергеева К.Ф. Анализ и оптимизация транспортных потоков с помощью моделирования // Материалы Междунар. молодежной школы-семинара "БИКАМП: Будущее Информатики, Космического, Авиационного и Медицинского Приборостроения" // <http://masters.donntu.edu.ua/2005/kita/shapovalova/library/sergeeva.pdf>.

2.Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения. – М.: Транспорт, 1977. – 303 с.

3.Системологія на транспорті. В 5 кн. / За заг. ред. М.Ф.Дмитриченка. – К.: Знання України, 2006. Кн. IV: Організація дорожнього руху / Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Лановий О.Т., Поліщук В.П. та ін. – 496 с.

4.Клиновштейн Г.И. Организация дорожного движения. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 240 с.

5.Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч.1. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1987. – 368 с.

6.Дорожные условия и режимы движения автомобилей / В.Ф.Бабков, М.Б.Афанасьев, А.П.Васильев и др. – М.: Транспорт, 1967. – 233 с.

7.Лобанов Е.М., Сильянов В.В., Ситников Ю.М. Пропускная способность автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1970. – 146 с.

8.Коваленко Л.А. Оценка скоростей движения автомобилей в городских условиях // Материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф. «Современные методы строительства автомобильных дорог и обеспечение безопасности движения» БГТУ им. В.Г.Шухова. – 2007. conf.bstu.ru/conf/docs/0047/2105.doc.

9. Романенко И.А. Техничко-економические основы проектирования сетей автомобильных дорог. – М.: Высш. шк., 1967. – 295 с.

10. Лобашов А.О., Бурко Д.Л. Определение скорости движения транспортных потоков в городах // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.69. – К.: Техніка, 2008. – С.202-205.

11. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

12. Васильев А.П., Фримштейн М. И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 296 с.

13. Хомяк Я.В. Организация дорожного движения. – К.: Вища шк., 1986. – 271 с.

14. Автомобильные перевозки и организация дорожного движения: Пер. с англ. / В.У.Ренкин, С.Халберт и др. – М.: Транспорт, 1981. – 592 с.

15. Сильянов В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.

16. Горбанев Р.В., Красников А.И., Щербаков Е.И. Городские улицы и дороги с многополосной проезжей частью. – М.: Стройиздат, 1984. – 168 с.

Отримано 25.04.2011

УДК 656.256

В.С.ВІНИЧЕНКО, канд. техн. наук, І.Ю.ТАРАСЮК

Харківська національна академія міського господарства

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ І УМОВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСТЬ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ НА МІСЬКОМУ ПАСАЖИРСЬКОМУ ТРАНСПОРТІ

Проаналізовано фактори й умови, які впливають на якість пасажирських перевезень на міському пасажирському транспорті.

Проанализированы факторы и условия, которые влияют на качество пассажирских перевозок на городском пассажирском транспорте.

The factors and conditions influenced on the passenger transportations quality on the city passenger transport are investigated.

Ключові слова: міський пасажирський транспорт, транспортне обслуговування, якість перевезення, показники, методи оцінки.

Підвищення якості пасажирських перевезень у системі міського пасажирського транспорту (МПТ) – одне з найважливіших напрямків, поставлених перед потребами суспільства у галузі транспорту [7]. Нині оцінку якості транспортних послуг ототожнюють з оцінкою рівня транспортного обслуговування пасажирів.

Згідно з Правилами надання послуг з перевезень міським електротранспортом, транспортне обслуговування (транспортні послуги) – це перевезення пасажирів та їх багажу, а також надання інших послуг під час перебування пасажирів у трамвайних вагонах (тролейбусах) та на проміжних зупинках і в кінцевих пунктах маршруту [6]. Однак, на