

УДК 656.13

Куниця А.В., д.т.н., Милокост Д.М., магістр

АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка

**ЗВ'ЯЗОК МІЖ ПАРАМЕТРАМИ ПАСАЖИРОПОТОКІВ
ПРЕДСТАВНИЦЬКИХ І РЯДОВИХ ПЕРЕРІЗІВ МІСЬКОГО
МАРШРУТНОГО АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

Проведено аналіз зв'язку між параметрами пасажиропотоків представницьких і рядових перерізів маршруту №2 м. Горлівка з метою розпізнання інформаційних ознак стану транспортної системи в умовах використання автоматизованої системи оперативного управління (АСОУ).

Задача, що розглядається

Керування транспортними процесами перевезень, у першу чергу маршрутних пасажирських, потребують визначення різних вихідних даних. Отримання інформації навіть від одного автомобільного транспортного засобу з кожного окремого зупиночного пункту одного маршруту створює значні масиви інформації. При цьому дуже важливим є те, що процеси обробки цієї інформації і реалізації керуючих впливів повинні здійснюватись у режимі реального масштабу часу [1].

Здійснення таких процесів можливе лише при організації процесу отримання даних в автоматичному режимі, який можна організувати, використовуючи мобільний зв'язок.

Водночас це виявляється досить вагомою перешкодою для впровадження систем керування, оскільки робота з великими інформаційними масивами пов'язана з необхідністю значних витрат часу на обробку, аналіз і синтез цієї інформації [2, 3]. Аналіз такої бази даних потребує багато часу, що негативно впливає на якість управління, оскільки процес управління виконується вже не в режимі реального масштабу часу, а з істотним запізненням [1]. Тому в останні роки все більшого значення надають питанням визначення вихідних даних, відбору дійсно корисної для управління інформації і відсіву несуттєвих характеристик транспортного процесу [3]. Спеціалісти з системного аналізу вважають, що таким чином вдасться виділити обмежену, але достатню кількість інформативних ознак [2]. Тому перед нами на сьогоднішній день поставлена задача „розпізнання” поведінки системи на основі аналізу її істотних характеристик. У транспортних системах такий підхід також починає розвиватися.

Одні і ті ж самі параметри транспортних потоків в різних перерізах маршрутної мережі є залежними випадковими величинами. Цей факт „об'яснюється наявністю достаточної кількості детермінованої складової в характеристиках транспортних потоків: подавляючею більшістю поїздок виконується принаймні в одне і те ж саме время, з одними і тими ж цілями і по одних і тих же маршрутах” [3]. Звідси очевидно, що значення заповнення салону автобуса в різних перерізах одного і того ж маршруту, в одному його напрямку, мають між собою певні кореляційні зв'язки.

Дослідження перевезень здійснювалися на маршрутній мережі м. Горлівка (маршрут №2). Цей маршрут починається на території одного (5 квартал) і закінчується на території другого спального району (житломасив „Будівельник”) міста. Довжина маршруту у прямому напрямку 15,4 км, а у зворотному — 16 км. Розрахунковий інтервал руху 5 хвилин, а час рейсу — 76 хвилин. Розрахункова кількість автобусів на маршруті — 38 одиниць.

Мета статті

Метою даної статті є розробка методики визначення розташування представницьких і рядових перерізів і встановлення зв'язку між пасажиропотоками на цих перерізах.

Основний розділ

У якості основного критерію для визначення розташування представницьких і рядових перерізів і зв'язку між пасажиропотоками на цих перерізах візьмемо значення заповнення салону автобуса на різних зупиночних пунктах маршруту. До того ж цей критерій дозволяє, у відповідності з комплексною системою керування якістю [4], провести оцінку транспортного обслуговування населення.

Методика припускає на першому етапі наявність даних про зміни заповнення салону автобуса за всіма перерізами маршрутної мережі. Цю функцію буде виконувати автоматизована система оперативного управління маршрутним пасажирським транспортом. Додатковий контроль часу прибуття кожного автобуса на кожний зупиночний пункт та відповідного заповнення його салону пасажирами відбувався вручну.

Нехай є дані за значеннями заповнення салону транспортного засобу за всіма N перерізами міського маршруту автомобільного транспорту у одному напрямку його руху у кожному з m періодів транспортного обстеження $x^l_1, x^l_2, \dots, x^l_i, \dots, x^l_N, l = 1, \dots, m$, наприклад: у час пік, у окремі відрізки часу доби, у різні пори року.

Оберемо випадкові n перерізи, які $n < N$, і назовемо їх представницькими. Ці перерізи належать перегонам маршруту і на них припадає найбільша кількість пасажирів у автобусі, які характеризуються максимальними значеннями заповнення його салону. Надамо цим перерізам номери j_1, j_2, \dots, j_n , а значенням заповнення салону автобуса надамо символи $x^l_{j_1}, x^l_{j_2}, \dots, x^l_{j_n}$. Решту наступних перерізів до наступного представницького перерізу, за прямим напрямом маршруту, назовемо рядовими. Для зворотного напрямку маршруту треба виділяти відповідні для нього представницькі і рядові перерізи, між якими буде інший зв'язок, ніж для прямого напрямку маршруту. У статті показано роботу методики для одного напрямку маршруту.

Значення x^l_{jk} заповнення салону автобуса в рядових перерізах маршрутної мережі з номерами $j_{n+1}, j_{n+2}, \dots, j_k, \dots, j_N$ виразимо через значення $x^l_{j_n}$ заповнення салону автобуса в представницьких перерізах залежністю:

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, n; \\ x^l_{jk} &= \beta_{ji} + \alpha^p_{ji} x^l_{j_n}; \\ k &= n + 1, \dots, N, \end{aligned} \quad (1)$$

де β_{ji} — заповнення салону автобуса, яке забезпечується даним рядовим перерізом jk , що пов'язаний з попереднім представницьким перерізом j_n [3];

α^p_{ji} — коефіцієнт додаткового заповнення салону автобуса в рядовому перерізі jk . Це заповнення обумовлене кореляційним зв'язком між характеристиками пасажиропотоків перерізу jk з попереднім представницьким перерізом j_n ;

p — показник ступеня, який залежить від співвідношення значень заповнення салону автобуса в представницьких і рядових перерізах, між якими встановлюється кореляційний зв'язок. Показник ступеня визначається шляхом підбору відповідно до умов даного міста, маршруту або навіть представницького перерізу j_n . Пропонується прийняти ступеневу залежність для даного маршруту $p=2$.

Для визначення β_{ji} і α^p_{ji} використовуємо два відомих і відповідних значення заповнення салону автобуса, що встановлені експериментальним шляхом, для представницького $x^{l(1)}_{j_n}, x^{l(2)}_{j_n}$ і рядового $x^{l(1)}_{j_n}, x^{l(2)}_{j_n}$ перерізів, що дозволяє скласти систему рівнянь.

Згідно рівняння (1) отримаємо наступну систему рівнянь:

$$x^{l(1)}_{jk} = \beta_{ji} + \alpha^p_{ji} x^{l(1)}_{j_n}; \quad (2)$$

$$x_{jk}^{l(2)} = \beta_{ji} + \alpha_{ji}^p x_{jn}^{l(2)}. \quad (3)$$

Із рівнянь (2) і (3) отримуємо:

$$x_{jk}^{l(1)} - x_{jk}^{l(2)} = \alpha_{ji}^p x_{jn}^{l(1)} - \alpha_{ji}^p x_{jn}^{l(2)}. \quad (4)$$

З рівняння (4) визначимо коефіцієнт додаткового заповнення α_{ji} салону транспортного засобу:

$$\alpha_{ji}^p = \frac{x_{jk}^{l(1)} - x_{jk}^{l(2)}}{x_{jn}^{l(1)} - x_{jn}^{l(2)}}. \quad (5)$$

Підставляючи у формулу (1) значення α_{ji} із рівняння (4), отримуємо:

$$\beta_{ji} = x_{jk}^{l(1)} - \frac{x_{jk}^{l(1)} - x_{jk}^{l(2)}}{x_{jn}^{l(1)} - x_{jn}^{l(2)}} x_{jn}^{l(1)} = \frac{x_{jk}^{l(2)} x_{jn}^{l(1)} - x_{jk}^{l(1)} x_{jn}^{l(2)}}{x_{jn}^{l(1)} - x_{jn}^{l(2)}}. \quad (6)$$

Залежності (5) та (6) визначають показники зв'язку між заповненням салону автобуса пасажирями на представницькому перерізі з відповідними йому рядовими перерізами. Аналогічно встановлюється зв'язок для інших представницьких перерізів з відповідними їм рядовими перерізами у одному напрямку руху.

Використовуючи наведену методику та результати обстеження пасажиропотоку на автобусному маршруті № 2 м. Горлівка, виконаємо розрахунки для одного представницького перерізу (див. таблицю):

1) в залежності від максимального заповнення салону автобуса на перегонах маршруту оберемо чотири перерізи, які назвемо представницькими. Ними будуть зупинки: ж/м "Будівельник", пл. Перемоги, Центральний Ринок і "Олександрія";

2) визначимо час доби на цих перерізах з найбільшим заповненням пасажирями салону автобуса. Це час між 7 і 8 та 8 і 9 годинами доби. Кількість пасажирів на першому представницькому перерізі (зупинка №4 ж/м "Будівельник") у ці години 340 та 267 чоловік відповідно, а на наступному після представницького рядовому перерізі 387 та 346 чоловік;

3) підставимо ці дані у формулу (5) та (6) та отримаємо коефіцієнти додаткового і основного заповнення салону транспортного засобу:

$$\alpha_{ji}^p = \frac{387 - 346}{340 - 267} = 0,56, \quad (7)$$

$$\beta_{ji} = 387 - \frac{387 - 346}{340 - 267} \cdot 340 = 196; \quad (8)$$

4) використовуючи отримані коефіцієнти β_{ji} і α_{ji}^p згідно формули (1), знаходимо розрахункове завантаження салону транспортного засобу на рядовому перерізі (див. таблицю, зупинка 4, час між 9 та 10 годинами):

$$x_{jk}^l = 196 + 0,56 \cdot 288 = 357. \quad (9)$$

Воно дорівнює 357 пасажирів при реальній їх кількості 288 чоловік. Відхилення у відсотках при цьому складає 23%;

5) аналогічно зробимо розрахунки для решти рядових перерізів і у різні часи доби, а результати розрахунків заносимо до таблиці 1.

Дійсна і розрахункова кількість пасажирів, що ввійшли в автобус на зупиночних пунктах маршруту №2 у прямому напрямку

Номер зупинки	Години доби (прямий напрям)																Значення	
	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	β_{ji}	α_{ji}^p
1	3	119	75	107	59	29	36	20	32	70	10	70	81	44	37	63	0	0
2	9	207	227	185	172	80	81	65	65	165	23	163	222	85	109	153	0	0
			$x_{jn}^{(1)}$	$x_{jn}^{(2)}$														
3	10	265	340	267	248	122	153	125	107	262	11	239	287	91	184	214	0	0
			$x_{jk}^{(1)}$	$x_{jk}^{(2)}$														
4	14	190	387	346	288	181	157	177	121	296	41	279	350	102	197	227	196	0,56
(розр)			387	346	357	297	283	295	263	361	218	352	392	253	306	323		
% відх			0	0	23	64	80	66	217	21	531	26	12	248	55	42		
5	16	140	389	375	331	208	190	198	147	295	69	292	392	119	225	247	324	0,56
(розр)			389	375	386	363	360	361	352	380	337	379	398	346	366	371		
% відх			0	0	16	74	89	82	239	28	488	29	1	290	62	50		
6	22	169	288	254	390	241	236	225	182	309	79	327	425	135	275	245	131	0,46
(розр)			288	254	310	242	177	234	214	273	167	281	326	193	257	244		
% відх			0	0	25	1	25	4	17	12	211	15	24	42	7	1		
7	24	191	446	435	415	186	247	275	182	297	96	315	338	147	279	282	395	0,15
(розр)			446	435	457	422	432	436	422	439	409	442	445	417	436	437		
% відх			0	0	10	226	74	158	231	147	426	40	31	283	50	54		

Таким чином:

1) встановлюємо, що відхилення у відсотках між розрахунковими і дійсними значеннями заповнення пасажирами салону автобуса задовольняє потребам точності при оперативному управлінні маршрутними перевезеннями пасажирів;

2) володіючи інформаційними характеристиками маршруту щодо заповнення салону автобусів в його представницьких і рядових перерізах, можна оцінити якість транспортного обслуговування населення. У випадку, якщо в представницьких перерізах значення коефіцієнта заповнення не виходять за межі його нормативних значень [5], то немає необхідності виконувати розрахунки за залежністю (1). Це дозволить значно знизити фінансові та часові витрати при експлуатації АСОУ;

3) в іншому разі, необхідно розраховувати значення інформаційних характеристик стану і поведінки автобусів на маршруті в цілому. Це дозволить у реальному масштабі часу ввести рекомендовані управлінські рішення [5] в поведінку автобусів на маршруті або навіть розробити власні управлінські рішення, які впливають із специфіки даного міста і його маршрутної мережі з метою поліпшення якості транспортного обслуговування населення.

Висновки

Установлено залежність між параметрами пасажиропотоків представницьких і рядових перерізів з урахуванням заповнення салону транспортного засобу і розроблено питання визначення цих перерізів.

Розроблена методика представницьких перерізів дозволяє розв'язувати питання щодо організації оперативного управління міським маршрутним автомобільним транспортом, яка у даний момент є дуже дорогою і трудомісткою через велику кількість перерізів, що одночасно обстежуються.

Список літератури

1. Куница А.А. Перспективы применения GSM сетей на автомобильном транспорте//Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. — Луганськ. — 2004. — Вип. №7 (77). — Ч. 1. — С. 151-156.
2. Куница А.А. К вопросу определения представительных сечений с учетом наполнения салона автотранспортного средства // Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту. — Донецьк, 2006. — Вип. 1. — С. 39-42.
3. Брайлоский И.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. — М.: Транспорт, 1978. — 125 с.
4. Типовой проект комплексной системы управления качеством пассажирских перевозок во всех видах сообщений для автотранспортных предприятий (КС УКПП)/ Минавтотранс РСФСР. — М.: НИИАТ, 1987. — 227 с.
5. Спирин И.В. Городские автобусные перевозки: Справочник. — М.: Транспорт, 1991. — 238 с.

Стаття надійшла до редакції 15.10.07
© Куница А.В., Милокост Д.М., 2007