

Т. Є. Василенко, канд. екон. наук доцент, Д. В. Фесенко, Г. Б. Шепелкіна

Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ
«Донецький національний технічний університет», м. Горлівка

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ПРОГНОЗУВАННЯ ПАСАЖИРОПОТОКУ НА НОВОМУ МІСЬКОМУ МАРШРУТІ НА ПРИКЛАДІ МАРШРУТУ № 1 МІСТА ГОРЛІВКА

На основі аналізу літератури авторами виявлено, що методи прогнозування пасажиропотоку (евристичні методи, методи кореляційного аналізу та методи множинної регресії) є застарілими та не адаптованими для прогнозування пасажиропотоку на нових міських маршрутах. Розроблено математичну модель прогнозування пасажиропотоку на новому маршруті, яка представляє собою багатопродуктову транспортну модель з проміжними пунктами. Спрогнозовано прибутток на маршруті № 1 після його зміни та знайдено необхідну частоту руху автобусів. Встановлено недоліки моделі та запропоновано подальші напрямки її розвитку.

Ключові слова: математична модель, новий міський маршрут, критерії відкриття нового маршруту, прогнозування пасажиропотоку, задача лінійного програмування, пропускна здатність ділянки, час руху, пошук рішення, об'єми перевезень

Постановка проблеми

У теперішній час, у період розвитку діяльності з надання послуг по перевезенню пасажирів у міському сполученні й підвищенню мобільності населення, виникає актуальна задача освоєння нових маршрутів перевезень пасажирів.

Але на сьогоднішній день при відкритті нового маршруту в перевізників математична модель відсутня, яка б дозволяла спрогнозувати розподіл пасажиропотоків при введенні нового маршруту та виявити найкращий (оптимальний) спосіб дій при рішенні задачі в умовах, коли існує обмеження техніко-економічного або іншого характеру.

Аналіз останніх публікацій та виділення невирішених раніше частин проблеми

Прогнозуванням пасажирських потоків займалися М. В. Правдин, В. Я. Негрей [6], В. О. Заблоцький [7], П. А. Дармоян, Н. Г. Кучевський [8]. Так, у [6] представлено евристичні методи прогнозування пасажиропотоків, прогнозування пасажиропотоків методом кореляційного аналізу та прогнозування методами множинної регресії. Але всі ці дослідження є застарілими, тому що евристичні методи представляють собою компроміс між точністю та трудомісткістю розрахунків, а завдяки сучасній техніці можна знаходити точні рішення. Методи кореляційного та регресійного аналізу опираються на уявлення про те, що процес буде розвиватися в майбутньому за тими ж законами, за якими він розвивався раніше, а тому вони не адаптовані для прогнозування в сучасних умовах.

Для побудови оптимальних прогнозних моделей необхідно мати критерії відкриття нового маршруту [9]. У статті [10] запропоновано наступні критерії доцільності відкриття маршруту:

- 1) мінімальний рівень дублювання іншими маршрутами (менше ніж 40 % або кількість зупинок, що збігаються підряд, не перевищуватиме восьми по вже наявному маршруту);
- 2) безпересадочність переміщення (виграш у часі повинен складати не менше 3 хв);
- 3) рентабельність ($R \geq 25 \%$);
- 4) наявність запасу пропускної здатності зупиночних пунктів, які будуть обслуговувати новий маршрут.

Аналіз інтернет-джерел та літератури свідчить, що на сьогоднішній день математична модель прогнозування пасажиропотоку саме на новому маршруті відсутня, тому *метою статті* є розроблення такої математичної моделі.

© Василенко Т. Є., Фесенко Д. В., Шепелкіна Г. Б., 2012

Виклад основного матеріалу

Для прогнозування зміни пасажиропотоку при відкритті нового маршруту (або зміни існуючого) необхідно визначитися з критеріями, відповідно до яких розподіляються пасажиропотоки.

В якості таких критеріїв можуть виступати:

- вартість перевезень;
- кількість пересадок;
- час руху та ін.

Критерієм розподілу пасажиропотоку є час руху. Якщо позначити Q_{ij} як кількість пасажирів, які проїжджають по дузі $i-j$ (пасажиропотік по дузі $i-j$ УДС), а T_{ij} – як часові витрати для руху по цій дузі, то розподіл пасажиропотоку буде підпорядковано мінімізації виразу:

$$z = \sum_i^n \sum_j^n Q_{ij} \cdot T_{ij} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Пасажиропотоки Q повинні бути розташовані так, щоб були задоволені потреби в перевезеннях, які можна представити у вигляді матриці N , кожен елемент якої представляє необхідні пасажиропотоки з кожного пункту в будь-який інший (при цьому необов'язково проходять по одній дузі на відміну від елементів матриці Q).

Для вирішення такого завдання скористаємося багатопродуктовою транспортною моделлю з проміжними пунктами [1, 2]. У ній у якості «продуктів» виступають пасажиропотоки, які виїжджають із певного пункту. Так, наприклад, $i-j$ та клітка матриці Q_1 являє кількість тих пасажирів, які проїхали по дузі $i-j$ і виїхали з 1-го пункту.

Крім того, обсяги на дугах мережі повинні бути невід'ємними та не повинні перевищувати пропускну здатність, тобто максимальну кількість пасажирів, які можуть проїхати по дузі $i-j$ за одиницю часу (матриця P).

З урахуванням вище наведеного, розподіл пасажиропотоку задовольняє наступні моделі:

$$\begin{aligned} z &= \sum_i^n \sum_j^n Q_{ij} \cdot T_{ij} \rightarrow \min, \\ Q_{ij} &= Q_{1ij} + Q_{2ij} + Q_{3ij} + Q_{4ij}, \\ \left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n Q_{ij} = \begin{cases} 2 \sum_{j=1}^n N_{1j}, & i=1 \\ \sum_{j=1}^n N_{1j} - N_{1j}, & i \neq 1 \end{cases} & \sum_{i=1}^n Q_{ij} = \sum_{j=1}^n N_{1j}; \\ \sum_{j=1}^n Q_{2ij} = \begin{cases} 2 \sum_{j=1}^n N_{2j}, & i=1 \\ \sum_{j=1}^n N_{2j} - N_{2j}, & i \neq 2 \end{cases} & \sum_{i=1}^n Q_{2ij} = \sum_{j=1}^n N_{2j}; \\ \sum_{j=1}^n Q_{3ij} = \begin{cases} 2 \sum_{j=1}^n N_{3j}, & i=3 \\ \sum_{j=1}^n N_{3j} - N_{3j}, & i \neq 3 \end{cases} & \sum_{i=1}^n Q_{3ij} = \sum_{j=1}^n N_{3j}; \\ \sum_{j=1}^n Q_{4ij} = \begin{cases} 2 \sum_{j=1}^n N_{4j}, & i=4 \\ \sum_{j=1}^n N_{4j} - N_{4j}, & i \neq 4 \end{cases} & \sum_{i=1}^n Q_{4ij} = \sum_{j=1}^n N_{4j}; \end{array} \right. \quad (2) \end{aligned}$$

$$Q_{ij} \leq P_{ij},$$

$$Q_{ij} \geq 0.$$

Величина P_{ij} являє собою максимальну кількість пасажирів, які можуть проїхати по дузі $i-j$ за одиницю часу. Ця величина залежить від кількості автобусів, які проходять по цій ділянці ВДМ, а також від їх місткості й щільності руху. З огляду на те, що щільності руху на ділянках, що досліджуються, далекі від максимальних, останнє обмеження було вирішено не враховувати.

Тому, аналіз відкриття нових маршрутів (або зміни існуючих) зводиться до повторного рішення сформульованої задачі з попереднім збільшенням або зменшенням значень елементів матриці P на суму добутків кількості автобусів та їх місткості.

Сформульована задача є задачею лінійного програмування й може бути вирішена відомими методами, проте з причини її великої розмірності доцільніше використовувати спеціалізовані математичні пакети.

Для оцінки потреб у перевезеннях (матриці N) необхідно провести натурні обстеження. У ході цих обстежень необхідно по всіх або по найбільш значущих маршрутах на кожному зупиночному пункті оцінити кількість пасажирів, що знаходяться в автобусі в момент від'їзду й підрахувати кількість пасажирів, що входять та виходять.

Першу з цих величин зазвичай визначають силуетним методом (оцінка наповнення салону автобуса «на просвіт» на основі типових силуетів шести видів) [3].

Використовуючи тільки лише ці дані, неможливо точно визначити величину пасажиропотоку на досліджуваному маршруті між будь-якою парою пунктів. Для ілюстрації причин цього розглянемо наступний маршрут (рисунок 1).

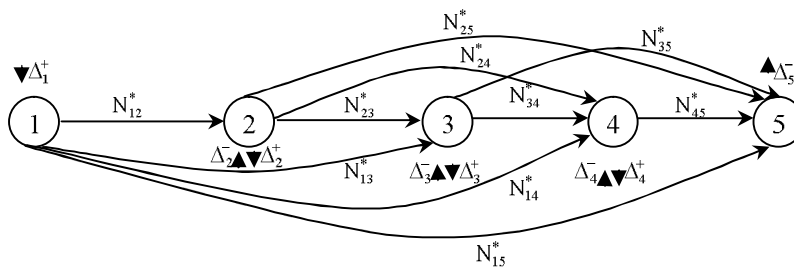


Рисунок 1 – Схема розподілу пасажиропотоків

Якщо кількість пасажирів, що від'їжджають від i -го пункту, позначити як Q_i^* , то шукані інтенсивності N_{ij}^* будуть задовольняти наступну систему:

$$\begin{cases} Q_1^* = N_{12}^* + N_{13}^* + N_{14}^* + N_{15}^*, \\ Q_2^* = N_{23}^* + N_{24}^* + N_{25}^* + N_{13}^* + N_{14}^* + N_{15}^*, \\ Q_3^* = N_{34}^* + N_{35}^* + N_{14}^* + N_{15}^* + N_{24}^* + N_{25}^*, \\ Q_4^* = N_{45}^* + N_{15}^* + N_{14}^* + N_{25}^* + N_{35}^*, \\ \Delta_2^- = N_{12}^*, \\ \Delta_3^- = N_{13}^* + N_{23}^*, \\ \Delta_4^- = N_{14}^* + N_{24}^* + N_{34}^*, \\ \Delta_5^- = N_{15}^* + N_{25}^* + N_{35}^* + N_{45}^*. \end{cases} \quad (3)$$

Так як усі ці 8 рівнянь є незалежними щодо 10 змінних, то система має нескінченну кількість рішень і для її визначення необхідно провести додаткові обстеження.

У зв'язку з тим, що опитування пасажирів є досить трудомістким, пропонується використовувати в якості оцінок N_{ij}^* півсуму їх максимального й мінімального значень, що допускаються системою (2).

Після цього елементи матриці N отримуємо як N_{ij}^* , що відповідає тим автобусним маршрутам, які ходять по дузі $i-j$.

Кожен елемент матриці T' – це час, який затрачується на переміщення з одного пункту до іншого.

Оцінку інтенсивностей пасажиропотоків проілюструємо на прикладі маршруту № 14, який дублює маршрут № 1 на ділянці «ст. Микитівка – пл. Повстання». Рішення задачі 2 з додатковим обмеженням знайдемо за допомогою процедури «Пошук рішення» [4]. Для цього діапазон комірок B4:H10 виділимо як невідомі. У рядок B11:G11 внесемо значення.

У рядку B12:G12 обчислимо суми елементів, що знаходяться не нижче головної діагоналі, наприклад, E12 = СУММ (E4:E7).

У стовпець C15:C21 внесемо значення.

У стовпці D15:D21 обчислимо кількість пасажирів, які покидають кожен із пунктів, наприклад, D18 = СУММ (E4:H7).

Так як, «Пошук рішення» вимагає наявності формули в цільовій комірці, внесемо в клітинку M4 формулу: M4 = E4 (рисунок 2).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q		
1																			
2									Маршрут № 14										
3		N*																	
4		12	23	10	36	31	23	0	55	12	23	10	36	31	23	0	55		
5		13	0	16	0	0	0	0	0	13	0	16	0	0	0	0	0		
6		14	0	0	0	0	0	13	22	14	0	0	0	0	0	13	22		
7		15	0	0	0	0	21	0	0	15	0	0	0	0	0	21	0		
8		16	0	0	0	0	0	22	0	16	0	0	0	0	0	0	22		
9		17	0	0	0	0	0	7	0	17	0	0	0	0	0	0	7		
10		18	0	0	0	0	0	3	0	18	0	0	0	0	0	0	3		
11			23	26	36	31	23	34											
12			23	26	36	31	23	34											
13																			
14			наповнення																
15		Q12*	178	178															
16		Q13*	171	171															
17		N14*	100	100															
18		N15*	165	165															
19		N16*	156	156															
20		N17*	140	140															
21		N18*	109	109															

Рисунок 2 – Рішення задачі 2

Після цього викличемо діалогове вікно «Пошук рішення» і заповнимо його так, як показано на рисунку 3.

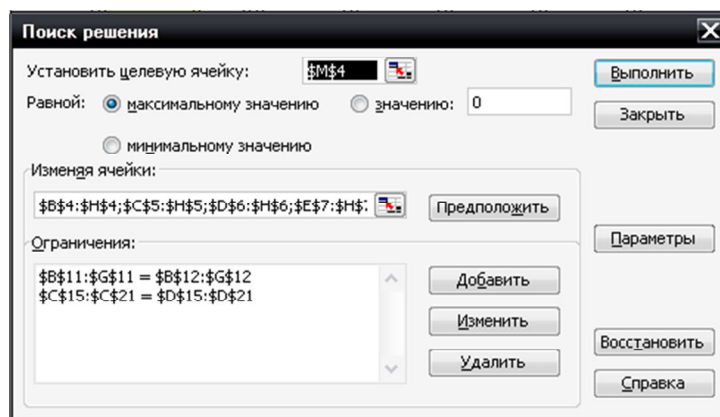


Рисунок 3 – Діалогове вікно «Пошук рішення»

Дану процедуру необхідно застосувати до кожної комірки матриці, щоб знайти максимальні й мінімальні значення кожної, а потім знайти середнє значення. Для знаходження рішення задачі 1 заповнюємо робочий лист Excel так, як показано на рисунку 4.

Підсумковий розподіл перевезень отримаємо в комірці M29. Рішенням буде виступати матриця (рисунок 5).

$$Q =$$

	1	2	3	4
1	4135	259	0	0
2	382	3046	867	0
3	0	1212	1465	1575
4	0	0	2185	2942

Рисунок 5 – Рішення матриці при існуючому русі маршрутів

Використовуємо отриману модель для прогнозування розподілу пасажиропотоків при зміні схеми маршруту № 1 так, як показано на рисунку 6.

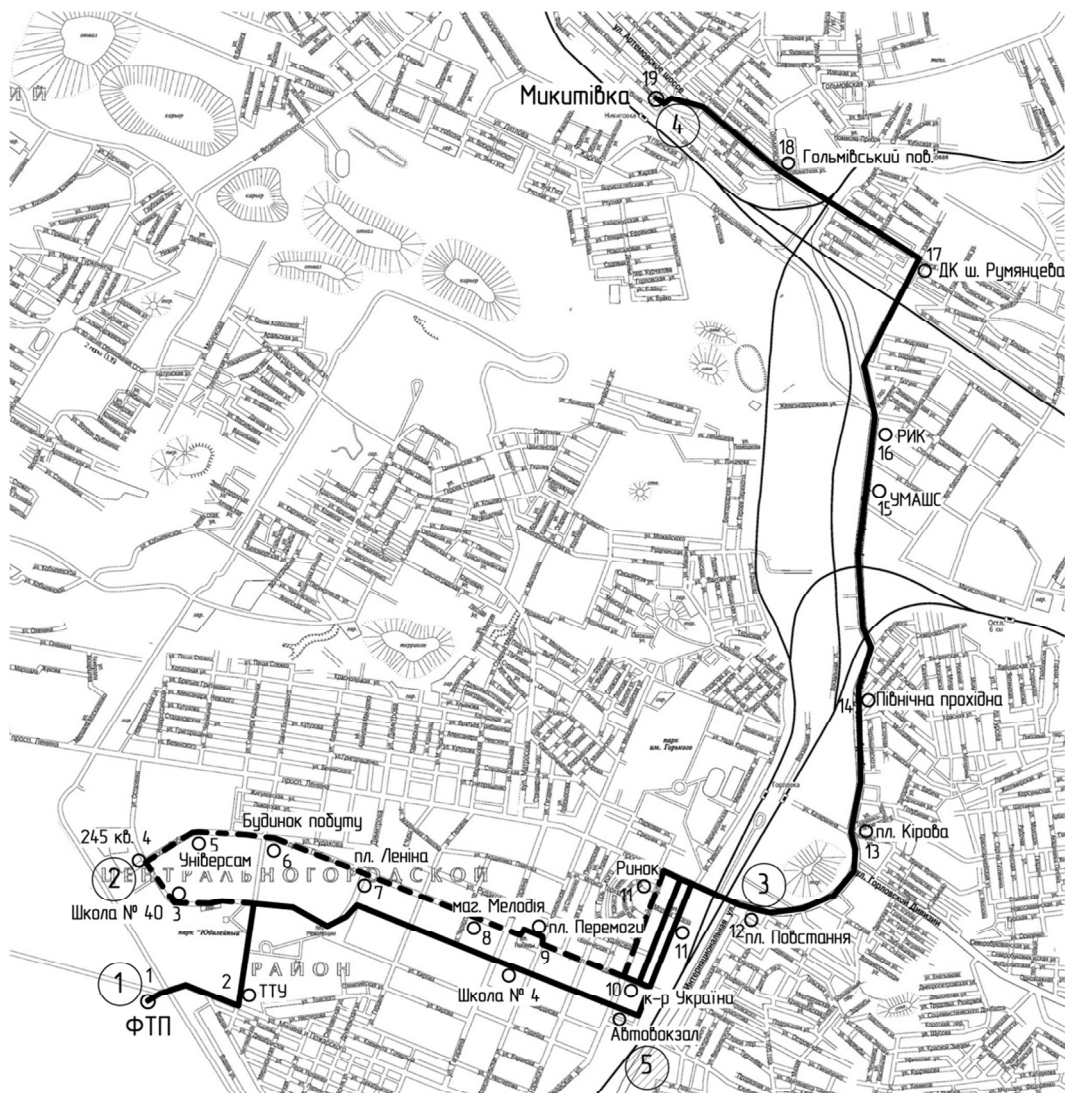


Рисунок 6 – Схема нового маршруту № 1, що змінений у середній частині

Зі схеми видно, що пропускна здатність ділянок 2–3 (3–2), 1–2 (2–1) повинна бути зменшена, а 1–5 (5–1) і 5–3 (3–5) збільшена на максимальну кількість пасажирів, яку може перевезти цей маршрут за годину.

Таким чином, матриці T , N , P перед оптимізацією будуть виглядати так (рисунок 7).

		1	2	3	4	5
$N =$	1	0	31	95	76	57
	2	60	0	1436	539	1330
	3	133	1337	0	713	1289
	4	108	690	994	0	478
	5	81	1254	1261	260	0

		1	2	3	4	5
$T =$	1	0	8	22	44	14
	2	8	0	19	46	12
	3	22	19	0	26	8
	4	44	46	26	0	34
	5	14	12	8	34	0

		1	2	3	4	5
$P =$	1	100000	1250	0	0	1000
	2	1250	100000	2400	0	1850
	3	0	2400	100000	2800	2250
	4	0	0	2800	100000	0
	5	1000	1850	2250	0	100000

Рисунок 7 – Матриці T , N , P

Для вибору оптимальної кількості рухомого складу на новому маршруті будемо послідовно в якості вихідних матриць P брати такі, в яких комірки (виділені жирним шрифтом) відповідають кількості автобусів від 1 до 15.

Рішення задач з отриманими таким чином матрицями пропускної спроможності представлено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Визначення середньої завантаженості автобусів у залежності від їхньої кількості

Кількість автобусів	Середня завантаженість автобуса
1	0,6298
2	0,6095
3	0,5909
4	0,5737
5	0,5577
6	0,5428
7	0,5288
8	0,5157
9	0,5033
10	0,4916
11	0,4805
12	0,4699
13	0,4599
14	0,4504
15	0,4413

На рисунку 8 представимо графік завантаженості автобусів у залежності від їхньої кількості.

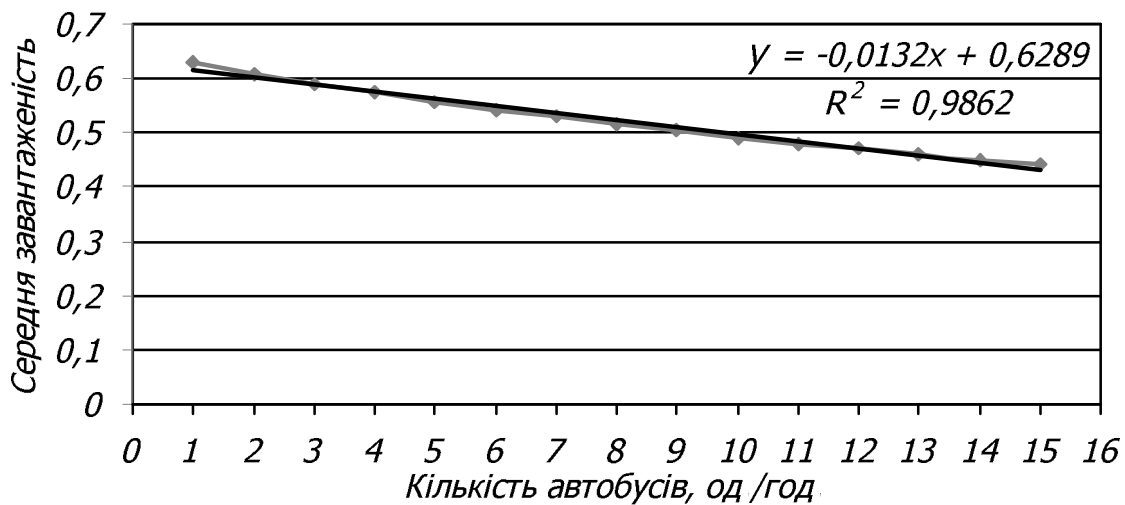


Рисунок 8 – Графік завантаженості автобусів у залежності від їхньої кількості

На інтервалі $n = 1, 2 \dots 15$ дана функція апроксимується лінійно з коефіцієнтом детермінації $R^2 = 0,986$.

В якості критерію вибору оптимальної частоти руху автобусів на новому маршруті будемо використовувати дохід від пасажирських перевезень:

$$D(n) = q \cdot T \cdot N \cdot f(n), \quad (4)$$

де q – номінальна місткість автобуса (приймаємо 50), чол.;

N – кількість автобусів, од.;

$$f(n) = c + dn, \quad (5)$$

де $f(n)$ – лінійна апроксимація завантаження автобусів.

Собівартість перевезень визначаємо згідно з розділом 3 Наказу «Про затвердження Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування» [5].

Тому,

$$D(n) = q \cdot T \cdot N \cdot (c + dn) - a - bn. \quad (6)$$

Для знаходження екстремуму даної функції прирівнюємо до нуля її похідну:

$$D'_n = (q \cdot T \cdot c + 2 \cdot q \cdot T \cdot dn) - b = 0, \quad (7)$$

$$n = \frac{1}{2 \cdot q \cdot T \cdot d} \cdot (b - q \cdot T \cdot c).$$

Стосовно нового маршруту параметри функції завантаження будуть дорівнювати: $c = 0,6289$; $d = -0,0132$.

Тому, оптимальна частота руху на новому маршруті буде дорівнювати 8 автобусам (рисунок 9).

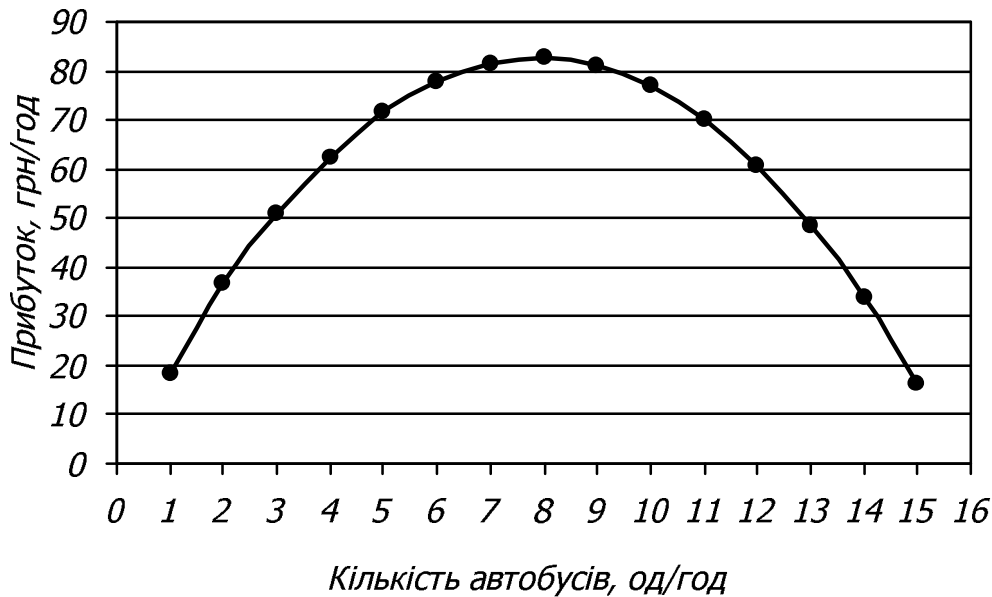


Рисунок 9 – Визначення необхідної кількості автобусів на новому маршруті

Таким чином, при зміні маршруту № 1 в середній частині отримаємо наступне рішення матриці (рисунок 10).

	1	2	3	4	5
1	11840	31	0	0	228
2	60	8910	1975	0	1330
3	0	2027	6285	1588	2008
4	0	0	2270	10634	0
5	322	1254	1692	0	8656

Рисунок 10 – Рішення матриці після зміни траси маршруту № 1

Порівнюючи матриці до (рисунок 5) і після зміни (рисунок 9) маршруту № 1 видно, що завантаження ділянок 1–2 (2–1), 2–3 (3–2) зменшилося, що позитивно позначиться на роботі транспорту.

Таким чином, було отримано наступні результати:

- 1) зменшили завантаження пр. Перемоги на ділянці «маг. Космос – к-тр Україна»;
- 2) підвищили пропускну здатність зупиночних пунктів на цій ділянці;
- 3) розрахували необхідну частоту руху автобусів на новому маршруті (8 автобусів);
- 4) визначили прибуток на новому маршруті в годину пік ($\Pi = 82$ грн).

Недоліки:

- не враховується те, що на формування пасажиропотоків впливає кількість пересадок, вартість перевезень та інші чинники;
- у реальних міських умовах розмірність завдання дуже швидко росте, що значно ускладнює її в обчислювальному плані.

Подальші напрямки розвитку моделі:

- врахування впливу на пропускну спроможність щільності руху;
- ускладнення критерію оптимізації;
- створення спеціалізованого програмного комплексу.

Висновок

Розроблена математична модель дозволяє:

- прогнозувати зміну розподілу пасажиропотоків при додаванні нового маршруту (або зміни існуючого);
- оцінювати завантаження ділянок маршруту;
- визначати раціональну частоту руху автобусів на маршруті;
- спрогнозувати прибуток від введення нового маршруту.

Список літератури

1. Таха Х. Введение в исследование операций: в 2-х кн. Кн. 1; пер. с англ. / Х. Таха. – М.: Мир, 1985. – 479 с.
Takha KH. Vvedeniye v issledovaniye operatsiy: v 2-kh kn. Kn. 1 (Introduction to operations research: in two books. Book 1); per. s angl. / KH. Takha. – М.: Mir, 1985. – 479 s.
2. Балдин К. В. Математическое программирование: учебник / К. В. Балдин, А. В. Рукосуев, Н. А. Брызгалов. – Дашков и К, 2012. – 218 с.
Baldin K. V. Matematicheskoye programmirovaniye: uchebnik (Mathematical programming: coursebook) / K. V. Baldin, A. V. Rukosuyev, N. A. Bryzgalov. – Dashkov i K, 2012. – 218 s.
3. Пассажи́рские автомоби́льные перево́зки: учебник для вузов / В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Вельможин, С. А. Ширяев. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 448 с.
Passazhirskiye avtomobilnyye perevozki: uchebnik dlya vuzov (Passenger automobile transportations: college textbook) / V. A. Gudkov, L. B. Mirotin, A. V. Velmozhin, S. A. Shirayayev. – М.: Goryachyaya liniya – Telekom, 2004. – 448 s.
4. Excel для экономистов и менеджеров. Экономические расчеты и оптимизационное моделирование в среде Excel / А. Дубина, С. Орлова, И. Шубина, А. Хромов. – Питер, 2004. – 304 с.
Excel dlya ekonomistov i menezherov. Ekonomicheskiye raschety i optimizatsionnoye modelirovaniye v srede Excel (Excel for economists and managers. Economic calculations and optimization modeling in Excel) / A. Dubina, S. Orlova, I. Shubina, A. Khromov. – Piter, 2004. – 304 s.
5. Наказ Міністерства Транспорту України «Про затвердження Методичних рекомендацій визначення рівня тарифів на послуги пасажирського автотранспорту загального користування» від 25.06.2003 № 461 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1040.1615.2&nobreak=1>.
Nakaz Ministerstva Transportu Ukrainy “Pro zaterdzhennya Metodychnykh rekomendatsiy vuznachennya rivnya tarifiv na poslugu pasazhurskogo avtotransportu zagalnogo korystuvannya” vid 25.06.2003 № 461 (Order of the Ministry of Transport of Ukraine “On approval of Methodological recommendations on service tariffs level determination of public transport”) [Elektronnyi resurs]. – Rezhum dostupu: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1040.1615.2&nobreak=1>. – Nazva z ekranu.
6. Правдин Н. В. Прогнозирование пассажирских потоков (методика, расчеты, примеры) / Н. В. Правдин, В. Я. Негрей. – М.: Транспорт, 1980. – 223 с.
Pravdin N. V. Prognozirovaniye passazhirskikh potokov (metodika, raschety, primery) (Passenger flow forecast (method, calculations, examples) / N. V. Pravdin, V. YA. Negrey. – М.: Transport, 1980. – 223 s.
7. Заблочкий Г. А. Методы расчета потоков пассажиров и транспорта в городах / Г. А. Заблочкий. – М.: Центр научно-технической информации по гражданскому строительству и архитектуре, 1968. – 92 с.
Zablotskiy G. A. Metody rascheta potokov passazhirov i transporta v gorodakh (Calculation methods of passengers and traffic flows in cities) / G. A. Zabolotskiy. – М.: Tsentri nauchno-technicheskoy informatsii po grazhdanskomu stroitelstvu i arkhitekture, 1968. – 92 s.
8. Дармоян П. А. Методы прогнозирования пассажирских перевозок / П. А. Дармоян, Н. Г. Кучевский. – Мн.: Наука и техника, 1975. – 88 с.
Darmoyan P. A. Metody prognozirovaniya passazhirskikh perevozok (Methods of passenger transportation forecast) / P. A. Darmoyan, N. G. Kuchevskiy. – Мн.: Nauka i tekhnika, 1975. – 88 s.
9. Наказ Міністерства Транспорту України «Про затвердження Порядку і умов організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом» від 21 січня 1998 р. № 21 [Електронний ресурс]. – К. – Режим доступу: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1036.184.5&nobreak=1>. – Назва з екрану.
Nakaz Ministerstva Transportu Ukrainy “Pro zatverdzhennya Poryadku i umov organisatsii perevezen pasazhyriv ta bagazhu avtomobilnym transportom” vid 21 sichnya 1998 r. № 21 (Order of the Ministry of Transport of Ukraine “On approval of terms and conditions of management of passenger and luggage road transportation” dated January 21,

1998 № 21) [Elektronnyi resurs]. – К. – Rezhum dostup: <http://zakon.nau.ua/doc/?uid=1036.184.5&nobreak=1>. – Nazva z ekranu.

10. Василенко Т. Є. Обґрунтування критеріїв доцільності відкриття нового маршруту в міському сполученні: зб. наук. пр. / Т. Є. Василенко, Г. Б. Шепелкіна // Серія: Машиноприладобудування та транспорт // Вісник СевНТУ. – Севастополь, 2012. – Вип. 135.

Vasylenko T. YE. Obgruntuвання kruteriiv dotsilnosti vidkryttya novogo marshrutu v miskomu spoluchenni: zb. nauk. pr. (Criteria reasoning of setting up new route expediency in city communication: collection of research papers) / T. YE. Vasylenko, G. B. Shepelkina // Seriya: Mashinobuduvannya ta transport // Visnyk SevNTU. – Sevastopol, 2012. – Vyp. 135.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. А. В. Хімченко, АДІ ДонНТУ.

Стаття надійшла до редакції 27.12.12

Т. Е. Василенко, Д. В. Фесенко, А. Б. Шепелкіна

Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ

«Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Математическая модель прогнозирования пассажиропотока на новом городском маршруте на примере маршрута № 1 города Горловка

На основе анализа литературы авторами выявлено, что методы прогнозирования пассажиропотока (эвристические методы, методы корреляционного анализа и методы множественной регрессии) являются устаревшими и не адаптированными для прогнозирования пассажиропотока на новых городских маршрутах. Разработана математическая модель прогнозирования пассажиропотока на новом маршруте, которая представляет собой многопродуктовую транспортную модель с промежуточными пунктами. Спрогнозирована прибыль на маршруте после его изменения и найдена необходимая частота движения автобусов. Установлены недостатки модели и предложены дальнейшие направления ее развития.

НОВЫЙ ГОРОДСКОЙ МАРШРУТ: МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, КРИТЕРИИ ОТКРЫТИЯ НОВОГО МАРШРУТА, ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАССАЖИРОПОТОКА, ЗАДАЧА ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ, ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ УЧАСТКА, ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ, ОБЪЕМЫ ПЕРЕВОЗОК

T. Ye. Vasilenko, D. V. Fesenko, A. B. Shepelkina

Automobile Transport and Highway Engineering Institute of

Donetsk National Technical University, City of Gorlovka

Mathematical Model for Passenger Flow Forecasting on New City Route through the Example of Bus Route No. 1 of Gorlovka

Nowadays the methods of passenger flow forecasting (the heuristic methods, the methods of correlation analysis and the methods of multiple regression) are obsolete and not adapted for passenger flow forecasting on new city routes. The mathematical model of passenger flow forecasting on new route has been developed through the example of Bus Route No. 1 of Gorlovka which presents the multicommodity model with intermediate points. The following model special features have been obtained: forecasting of passenger flow arrangement change while setting a new route (or changing the existent one), evaluation of traffic on route segments, determination of rational rate of road traffic on route, forecasting the profits getting from new route introduction. The disadvantages of the model have been defined: firstly, it is not considered that the number of changes, transportation cost and other factors affect the passenger flow formation; secondly, the dimension of the problem is on the rapid increase that causes difficulty of its calculation. The following trends of model development have been suggested: the consideration of the effect on traffic concentration capacity, the problem of optimization criterion, the development of specialized program complex.

NEW CITY ROUTE: MATHEMATICAL MODEL, NEW ROUTE SETTING CRITERION, PASSENGER FLOW FORECASTING, LINEAR PROGRAMMING TASK, TRAFFIC CAPACITY OF ROUTE SEGMENT, TIME IN ROUTE, FLOW OF TRAFFIC