

АНАЛІЗ ТА МОДЕЛЮВАННЯ ОСВОЄННЯ ПАСАЖИРОПОТОКІВ НА МАРШРУТАХ ГРОМАДСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ МІСТ

Левтеров А. І., Козачок Л. М.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Розроблено метод використання систем комп'ютерної математики для моделювання та прогнозування вхідних часових рядів, при виконанні якого здійснено програмування процесу вирішення. Отримано результати адаптивного алгоритмічного моделювання залежностей пасажиропотоку від часу, що можуть бути використані для побудови розкладів руху роботи транспортних засобів при виконанні пасажирських перевезень громадським міським транспортом.

Ключові слова: транспортні системи міст, часові ряди, математичне моделювання, технологічні процеси, інформаційні технології, комп'ютерні системи.

Вступ

У ході розгляду різноманітних підходів до покращення роботи пасажирського транспорту у містах та методів, спрямованих на це, звернемо увагу на відповідні варіанти удосконалення управління перевезеннями пасажирів на маршрутах. У якості таких регуляторів можуть бути використані ці показники: зменшення інтервалів між виходами на маршрут для виконання перевезень конкретними транспортними засобами; розробка розкладів, які враховують удосконалення якості роботи на маршруті; залучення інших видів транспортних засобів з певною пасажиромісткістю.

Аналіз публікацій

Коректування та створення нових графіків роботи маршруту, нових розкладів обслуговування пасажирів транспортними засобами рухомого складу також мають спиратися на змінення інтервалів руху на маршруті, на змінення часу початку та закінчення роботи із перевезення пасажирів [1]. Велике значення у цих розробках набуває урахування змін пасажиропотоку на маршруті та дослідження побудованої за необхідними об'ємами перевезень епюри інтенсивності пасажиропотоку і кількості транспортних засобів, що працюють на маршруті [2].

У багатьох наукових роботах останнього часу надані розробки нових ефективних методів та інструментів управління пасажирськими перевезеннями, які спрямовані на мінімізацію часу обслуговування, досягнення максимального показника задоволення потреб пасажирів у транспорті на необхідних, економічно активних ділянках транспортної

мережі міста та на мінімізацію витрат при використанні транспортних засобів на маршруті, тобто і на енергозбереження ресурсів економіки міст [3, 4].

Провівши огляд відомих методів та принципів застосування певних груп методів для вирішення задачі організації роботи на маршруті, а саме для розподілу змін роботи транспортних засобів із перевезення пасажирів, ми зупинили свій вибір на розрахунково-табличному методі обстеження пасажиропотоків.

Мета та постановка задачі

Метою дослідження є прогнозування за побудованою моделлю значень пасажиропотоку для складання розкладів роботи транспортних засобів пасажирських перевезень.

Побудова розкладів, що спираються на змінення часу роботи транспортних засобів на маршруті залежно від кількості пасажирів, які використовують автобусний пасажирський транспорт в певні періоди часу і на певних ділянках, є перспективним напрямком розвитку методів управління та регулювання роботи маршрутів транспортних систем міст.

Враховуючи всі необхідні моменти проведення обстеження, організувати обстеження та дослідження пасажиропотоків. Представити отримані результати у вигляді часових рядів, як досліджуваних вхідних змінних спостережуваних значень, отримати та представити модель часових рядів об'ємів перевезень пасажирів на маршруті громадського міського транспорту.

Основні поняття методу досліджень

Розрахунково-табличний метод за змістом процесу проведення полягає в тому, що обстеження проводиться за допомогою обліковців. При виконанні досліджень цим методом обліковці ведуть підрахунок кількості пасажирів, що виходять із транспортного засобу та входять до нього, знаходячись на зупиночних пунктах маршруту. Зручність цього методу особливою мірою проявляється у роботі з мономаршрутами або при дослідженні окремого маршруту.

Враховуючи всі необхідні моменти проведення обстеження, нами було організовано обстеження та дослідження пасажиропотоків таким чином:

1) було узгоджено проведення обстеження пасажиропотоків на маршруті № 220е м. Харкова з перевізниками на загальній зустрічі, на якій було надано перевізникам технічне завдання на організацію досліджень;

2) від перевізників було отримано інформацію про схему маршруту, список зупиночних пунктів, кількість транспортних засобів, які працюють на маршруті, тип рухомого складу, час роботи маршруту. На базі цієї інформації було розроблено облікові картки, що видавалися обліковцям. Вже заповнені картки після проведення обстеження, як приклад, наведено на рис. 1;

Дата		01.11.2020		
Маршрут		220е		
Напрямок		Прямий		
Початок рейсу		6:15		
Кількість пасажирів				
№	Зупиночний пункт	Без-		Пасажи
		Зайшло	Вийшло	
	1 Ст. м. "Холодная Гора"	5		5
	2 вул. Полтавський шлях	2		7
	3 Григорівське шосе	1		8
	4 вул. Цеховська	3		11
	5 пр. Любові Малой	2	1	12
	6 вул. Грушевського	2		14
	7 Григорівка	3	2	15
	8 вул. Станційна	1	2	14
	9 вул. Кітасенко	1	1	14
	10 вул. Крилова	2		16
	11 вул. Герцена	1	3	14
	12 вул. Кібальчича	1	2	12
	13 вул. Північно-Кавказька	1	2	11
	14 вул. Радіотехнічна	1	1	11
	15 вул. Ясні Зорі			11
	16 вул. Радіотехнічна (Карачовське шосе)	2		9
	17 Пос. Победа			9
	Перевезено	25	25	0
	Час закінчення	6:42		

Рис. 1. Приклад облікової картки

3) на маршрут були виведені обліковці з осіб, зацікавлених у досконалому проведенні обстеження. Вони заповнювали картки, знаходячись на зупинках або у салоні автобусів. Крім того, при заповненні облікових карток вони відповідали на пункти розділів дослідження, що знаходяться в картках;

4) такі ж картки були видані водіям автобусів для заповнення. Враховуючи, що водії можуть бути зайнятими або відволікатися на дорожні обставини і у деякі моменти часу не врахувати певну кількість пасажирів, а обліковці, знаходячись на зупиночних пунктах, теж можуть через натовп людей когось із

пасажирів не врахувати, ми обирали середнє значення кількості пасажирів у певний час на певному перегоні маршруту.

Таким чином, розрахунково-табличний метод, який був застосований, базується на підрахунку пасажирів, що входять і виходять на кожному зупиночному пункті маршруту, та відноситься до групи натурних методів дослідження маршрутних пасажиропотоків. Цей метод дозволяє визначити пасажиронаповнення по перегонах маршруту, пасажирообмін зупиночних пунктів та, що найбільш важливо для цієї роботи, пасажиропотоки по годинах доби або по днях тижня по кожному зупиночному пункту.

Оскільки при організації руху пасажирського транспорту потрібно враховувати нерівномірність пасажиропотоків за часом, то для забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів та для ефективного використання рухомого складу на маршруті необхідно зафіксувати розміри пасажиропотоків за годинами доби, за днями тижня тощо.

Для побудови математичної моделі, аналізу та прогнозування об'ємів перевезень розміри пасажиропотоків надано графічно у вигляді епюр, де по осі ординат відкладаються їх величини, а по осі абсцис - дискретно години доби, дні тижня і таке інше. Отримані результати досліджень було зведено до відповідних таблиць та побудовано діаграми (рис. 2).

Пасажиропотік у прямому напрямку



Пасажиропотік у зворотньому напрямку

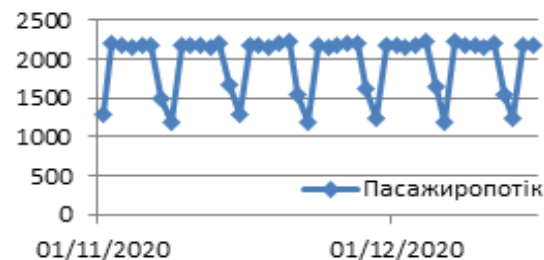


Рис. 2. Графіки залежностей пасажиропотоку від часу

Розклад роботи автобусів на маршруті з обслуговування пасажирів

$Z = (z_1, z_2, \dots, z_N)$ – розклад, який являє собою та надає проміжки часу обслуговування. Мається на увазі обслуговування пасажирів на маршруті певним автобусом, при чому z_N є моментом часу відправлення на маршрут N -го автобуса, який відраховується від моменту часу виходу першого автобуса на маршрут. Також час початку та закінчення обслуговування пасажирів на маршруті z_1 та z_N задаються.

По-друге, знаходимо значення змінних, які будуть рішенням задачі. $t \in T \in$ значеннями, що належать скінченній множині усіх значень інтервалів часу та являють собою проміжки часу, що проходять між двома послідовними зупинками автобуса:

$$t_1 < t < \dots < t_M, |T| = M, t_{i+1} - t_i = 1, \forall i = \overline{1, M-1} \quad (1)$$

По-третє, представимо множину зупинок на маршруті. Припустимо, що кількість пасажирів, які обслуговуються за інтервали часу $t_i, i = \overline{1, M}$, розподілена рівномірно. Множину зупинок позначимо $b_j \in \{b_1, b_2, \dots, b_J\}, j = \overline{1, J}$.

Максимальна пасажиромісткість являє собою максимальну кількість пасажирів, яка перевозиться одним автобусом та позначається $p_i, i = \overline{1, N}$.

Також для розгляду завдань можна використовувати поняття бажаної пасажиромісткості, яке було введено А. Седер [4].

Тобто для вивчення роботи з обслуговування на маршруті системи міського пасажирського транспорту та постановки задачі оптимізації вводяться умови з системи обмежень у певному часовому стані $\omega \in \Omega$ на певному часовому етапі $q \in Q$ та у певному проміжку часу $t \in T$.

Моделювання часових рядів, отриманих при обстеженні пасажиропотоку на маршруті

Цілі моделювання містять у собі згладжування нерегулярних рядів, що виключає із розгляду випадкові значення ряду, та прогнозування – запис передбачуваних значень у моменти часу, що слідкують за тими проміжками або моментами часу, у яких значення відомі, тобто короткотермінове або довготермінове прогнозування на майбутнє.

Дослідниками, вченими було розроблено багато моделей часових рядів для різних їх видів з урахуванням різних компонент стохастичного часового ряду.

Подальша розробка, удосконалення моделей спрямована на підвищення їх ефективності, адаптивності, адекватності відповідно до певних критеріїв та точності прогнозування з її оцінкою.

Для досліджування отриманого часового ряду складемо однопараметричну та двопараметричну алгоритмічні моделі.

Інструментом прогнозу при адаптивному алгоритмічному методі служить модель, початкова оцінка параметрів якої спирається на дані базового часового ряду у перші часові моменти. На основі нових даних, одержуваних на кожному наступному кроці, відбувається коригування параметрів моделі у часі та адаптація до нових, відмінних від початкових, умов розвитку досліджуваного процесу. Таким чином, модель використовує нову інформацію, яка з'являється з часом, і пристосовується до неї.

В області аналізу часових рядів найбільш поширеними адаптивними моделями є модель авторегресії (autoregressive, AR) та модель змінного середнього (moving average, MA) [5].

За допомогою моделей згладжують значення часового ряду у задані моменти часу або прогнозують значення ряду на наступні моменти часу. В основу експоненціального згладжування закладена ідея постійного перегляду прогнозних значень з урахуванням надходження фактичних. Початок розвитку методів адаптивного прогнозування покладено роботою Ч. Хольта, що з'явилася в 1957 р., у якій розглядалася проблема експоненціального згладжування. Найбільш повно це питання було вивчено Р.Г. Брауном в його роботах разом із Р.Ф. Майєром [6].

Якщо модель експоненціального згладжування дає змішані прогнози, то для таких часових рядів доцільно використовувати лінійну модель, в якій експоненціальне згладжування застосовується для оцінки коефіцієнтів адаптивної моделі. У цих моделях прогноз може бути отриманий за допомогою такого виразу [5]:

$$y_p(t, k) = a_0(t) + a_1(t)k, \quad (2)$$

де $a_0(t), a_1(t)$ – поточні оцінки коефіцієнтів, k – час попередження прогнозу.

Основною задачею згладжування часового ряду є отримання ряду з найменшим

випадковим розкиданням рівнів, що дозволяє на основі візуального аналізу зробити висновок щодо наявності тренду та його характерних особливостей. Суть згладжування полягає у заміні фактичних рівнів часового ряду розрахунковими рівнями, які являють собою середні значення та схильні до коливань. Це сприяє найбільш чіткому проявленню розвитку тренду [5].

При побудові однопараметричної моделі, яка є лінійною та використовує експоненціальне згладжування коефіцієнтів, оцінки коефіцієнтів знаходяться за такими формулами [6]:

$$\begin{aligned} a_0(t) &= a_0(t-1) + a_1(t-1) + (1-\beta)^2 e(t) \\ a_1(t) &= a_1(t-1) + (1-\beta)^2 e(t), \end{aligned} \quad (3)$$

це однопараметрична модель з параметром β .

При побудові двопараметричної моделі оцінки коефіцієнтів знаходяться за формулами [6]:

$$\begin{aligned} a_0(t) &= \alpha_1 y(t) + (1-\alpha_1)(a_0(t-1) \\ &\quad + a_1(t-1)) \\ a_1(t) &= \alpha_2(a_0(t) - a_0(t-1)) \\ &\quad + (1-\alpha_2)a_1(t-1) \end{aligned} \quad (4)$$

це двопараметрична модель з параметрами α_1 та α_2 .

Реалізація експоненціального згладжування та моделювання у середовищі Mathcad

Проведемо моделювання часового ряду значень пасажиропотоку за двопараметричною моделлю. У результаті цього ми отримаємо згладжуваний ряд за процедурою експоненціального згладжування, значення якого будуть наближені до даного ряду значень пасажиропотоку, отриманого при обстеженні маршруту, при цьому згладжуваний ряд буде мати тенденцію (тренд) – основну складову, таку ж, як у вхідного ряду.

Спочатку побудуємо графік наданих значень часового ряду (рис. 3).

Далі запишемо функцію від чотирьох параметрів ($m = 4$) як суму квадратів відхилень значень ряду за моделлю та вхідних значень ряду початкової вибірки, отриманої методами обстеження пасажиропотоку (рис. 4).

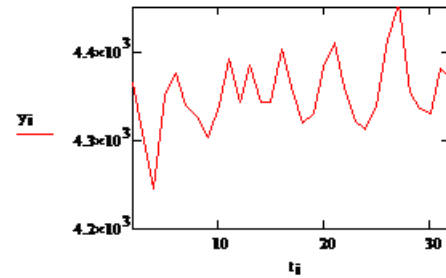


Рис. 3. Часовий ряд значень об'ємів перевезень

```

R(α,β,Y,T) :=
S ← 0
isg ← 32
psg ← Y
T1 ← T
for i ∈ 1..isg-1
    psg+1 ← α·(psg + Ti) + (1-α)·Y+1
    Ti+1 ← (1-β)·(psg+1 - psg) + β·Ti
    Δt ← Y+1 - psg
    S ← S + Δt^2
S ← S ÷ (n - m)

```

Рис. 4. Функція – сума квадратів відхилень значень

Мінімізуючи цю функцію, отримаємо початкові значення параметрів моделі (рис. 5).

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ Y \\ T \end{pmatrix} := \text{Minimize}(R, \alpha, \beta, Y, T)$$

$$\begin{pmatrix} \alpha \\ \beta \\ Y \\ T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.427 \\ 4.3 \times 10^3 \\ 10.083 \end{pmatrix}$$

$$R(\alpha, \beta, Y, T) = 2.669 \times 10^3$$

Рис. 5. Початкові значення параметрів моделі

Згладжування значень ряду для знаходження основної тенденції за допомогою адаптивного алгоритмічного моделювання з двома параметрами, початкові значення яких ми знайшли вище, виходячи з того, щоб сума квадратів відхилень була найменшою, буде виконуватись таким чином.

Початкові значення моделі згладжування:
 $T = 10.083$, $Y = 4300$.

Початкові значення параметрів моделі:
 $\alpha = 0$, $\beta = 0.427$.

За допомогою системи комп'ютерної математики Mathcad ми запрограмували обчислення згладжених значень часового ряду (рис. 6) та побудували графік спостережуваних y_i та згладжених psg_i рівнів ряду залежно від часу, рис. 7.

```

psg := | psg ← Y
      | for i ∈ 1..isg-1
      |   | psg+1 ← α·(psg + Ti) + (1-α)·yi+1
      |   | Ti+1 ← (1-β)·(psg+1 - psg) + β·Ti
      |   | psg
    
```

Рис. 6. Знаходження згладжених значень часового ряду

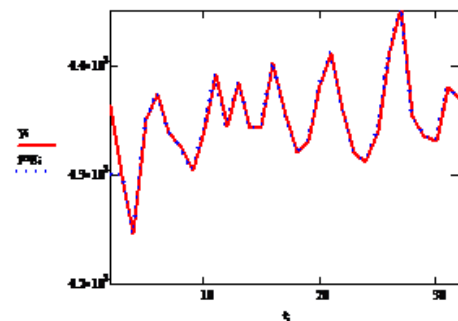


Рис. 7. Графічне подання процесу згладжування часового ряду

Наступником кроком стало проведення навчання моделі, що створюється, з її пристосуванням до досліджуваних значень за методом двопараметричного адаптивного алгоритмічного моделювання для знаходження коефіцієнтів моделі a_0 та a_1 і подальшого прогнозування значень досліджуваної величини. За першими п'яти точками залежності спостережуваних значень від часу, використовуючи метод найменших квадратів, знаходимо початкові значення коефіцієнтів рівняння апроксимуючої прямої як рівняння лінії регресії залежності значень об'єму пасажиропотоку від часу.

$$A := \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n1} t_i & \sum_{i=1}^{n1} (t_i)^2 \\ n1 & \sum_{i=1}^{n1} t_i \end{bmatrix} \quad B := \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{n1} (t_i \cdot y_i) \\ \sum_{i=1}^{n1} y_i \end{bmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a_0 \\ a_1 \end{pmatrix} := A^{-1} \cdot B = \begin{pmatrix} 4.298 \times 10^3 \\ 7.2 \end{pmatrix}$$

Далі програмуємо знаходження змодельованих значень об'єму перевезень за адаптивною алгоритмічною моделлю з двома параметрами (рис. 8, 9), переобчислюючи на кожному кроці коефіцієнти моделі, та будемо графік залежності цих значень від часу.

```

ppc := | n ← 32
      | a0 ← 4298
      | a1 ← 7.2
      | pp0 ← 4300
      | α ← 0.3
      | β ← 0.427
      | τ ← 1
      | for i ∈ 1..n
      |   | ppci ← a0i-1 + a1i-1·τ
      |   | a0i ← α·yi + (1-α)·(a0i-1 + a1i-1)
      |   | a1i ← β·(a0i - a0i-1) + (1-β)·a1i-1
      |   | ppc
    
```

Рис. 8. Обчислення змодельованих значень об'єму перевезень

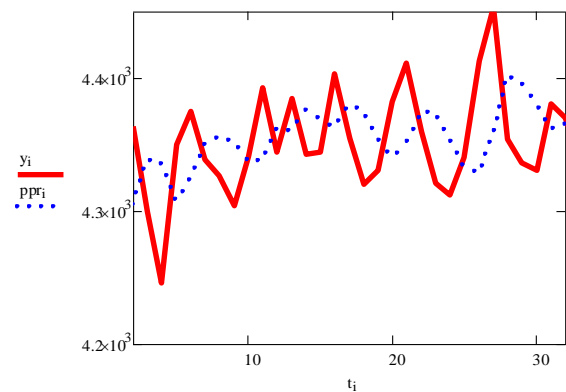


Рис. 9. Графік залежності значень об'ємів перевезень за моделлю

За отриманими значеннями коефіцієнтів моделювання на останньому кроці навчання моделі, що відповідає часу останнього спостережуваного значення, можна спрогнозувати пасажиропотік на декілька кроків за часом вперед. Прогнозні значення пасажиропотоку будуть такими, рис. 10.

Слід зазначити, що при моделюванні об'ємів перевезень потрібно урахувати періодичну компоненту часового ряду. Для цього візьмемо мультиплікативну періодичну модель часового ряду та застосуємо її для моделювання і прогнозування двопараметричного адаптивного алгоритмічного програмування.

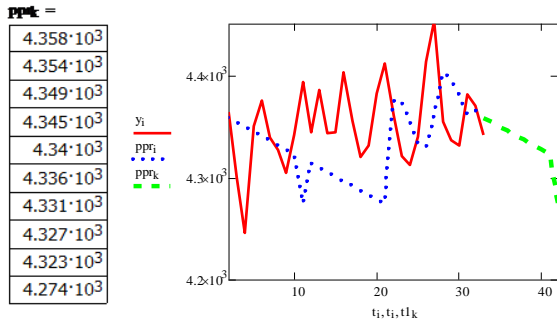


Рис. 10. Прогнозні значення пасажиропотоку

Проведемо обчислення значень періодичної компоненти моделі часового ряду об'єму перевезень (5):

$$f_i := \begin{cases} f_1 \leftarrow 0.55 \\ \text{for } i \in 2..n \\ \left| \begin{array}{l} f_i \leftarrow 0.69 \text{ if } \frac{i}{7} - \text{floor}\left(\frac{i}{7}\right) = 0 \\ f_i \leftarrow 1 \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ \text{for } i \in 2..n \\ f_i \leftarrow 0.55 \text{ if } \frac{i-1}{7} + \left(-\text{floor}\left(\frac{i-1}{7}\right)\right) = 0 \\ f_i \end{cases} \quad (5)$$

Обчислення прогнозних значень пасажиропотоку за моделлю буде здійснюватися таким чином (6):

$$ppr_k := \begin{cases} \tau \leftarrow 0 \\ ppr_0 \leftarrow y_{45} \\ \text{for } k \in 1..10 \\ \left| \begin{array}{l} ppr_k \leftarrow (\text{modell}_0 + \text{modell} \cdot \tau) \cdot f(t_{1k}) \\ \tau \leftarrow \tau + 1 \end{array} \right. \\ ppr_k \end{cases} \quad (6)$$

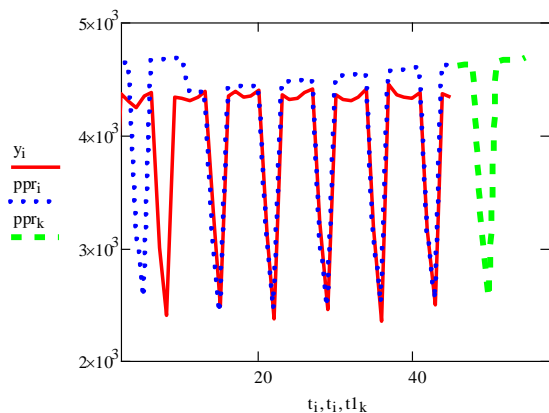


Рис. 11. Мультиплікативна періодична модель часового ряду об'єму перевезень пасажирів на маршруті

Висновки

Побудова розкладів організації роботи транспортних засобів на громадських пасажирських маршрутах, що полягає у визначенні змін роботи автобусів, спирається на визначення часу роботи залежно від кількості пасажирів, які використовують автобусний транспорт у певні періоди часу та на певних ділянках, є перспективним напрямком розвитку методів управління та регулювання роботи маршрутів транспортних систем міст. У ході реалізації наведених вище алгоритмів отримано адаптивні моделі дослідження та прогнозування пасажиропотоку, які можуть бути використані при плануванні роботи громадського міського транспорту.

Література

1. Ceder A. Planning and Evaluation of Passenger Ferry Service in Hong Kong. *Transportation*. 2006. Vol. 33. P. 133–152.
2. Горбачов П.Ф., Любий Є.В. Моделювання попиту на перевезення населення малих міст маршрутним пасажирським транспортом: монографія. Харків: ХНАДУ, 2014. 257 с.
3. Левковець П.Р., Мороз М.М., Кобилецький Р.В. Удосконалення логістичного управління перевезень пасажирів. *Вісник КДПУ імені Михайла Остроградського*. Київ, 2007. Вип. 6 (47). С. 113-115.
4. Ceder A., Voß S., Daduna J. Efficient Timetabling and Vehicle Scheduling for Public Transport. *Computer-Aided Scheduling of PublicTransport. Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*. 2001. Vol. 505. P. 37-52.
5. Makridakis, Spyros G. Forecasting: Methods and Applications / Spyros G. Makridakis, Steven C. Wheelwright, Rob J. Hyndman. — Wiley, 1998.
6. Brown, Robert Goodell. Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series / Robert Goodell Brown. — Englewood Cliff s, NJ : Prentice-Hall, 1963.
7. Alvarez A., Casado S., GonzalezVelarde J., Pacheco J. A computational tool for optimizing the urban public transport. *Journal of Computer System Sciences International*. 2010. Vol. 49(2). P. 244-252.
8. Zadeh L.A. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965. Vol. 8(3). P. 338-353.

References

1. P.R. Levkovec, M.M. Moroz, and R.V. Kobileckiy, “Improved logistics management of passenger transportation”, *Vestnik KDPU, vol. 6(47), 113-115, 2007* [in Ukrainian].
2. A. Ceder, “Planning and Evaluation of Passenger Ferry Service in Hong Kong”, *Transportation*, vol. 33, p. 133–152, 2006.
3. A. Ceder, S. Voß, & J. Daduna, “Efficient Timetabling and Vehicle Scheduling for Public

- Transport. Computer-Aided Scheduling of Public Transport”, *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, vol 505, 37-52, 2001.
4. P.F. Gorbachov, E.V. Lyubiy, “Modeling the demand for transportation of the population of small towns by route passenger transport: monograph”, Kharkov: KhNADU, 2014 [in Ukrainian]
 5. Makridakis, Spyros G. *Forecasting: Methods and Applications* / Spyros G. Makridakis, Steven C. Wheelwright, Rob J. Hyndman. — Wiley, 1998.
 6. Brown, Robert Goodell. *Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series* / Robert Goodell Brown. — Englewood Cliffs, NJ : Prentice-Hall, 1963.
 7. A. Alvarez, S. Casado, J. GonzalezVelarde, & J. Pacheco, “A computational tool for optimizing the urban public transport”, *Journal of Computer System Sciences International*, vol. 49(2), 244-252, 2010.
 8. R.E. Bellman, L.A.Zadeh, “[Decision-Making in a Fuzzy Environment](#)”, *Management Science*, vol. 17, 141-164, 1970.

Левтеров Андрій Іванович¹, к.т.н., проф. каф. інформатики та прикладної математики, alevterov@gmail.com, тел. +38 095-139-77-55,

Козачок Лариса Миколаївна¹, ст. викладач каф. інформатики та прикладної математики, LarisaK2010@ukr.net, +38 095-647-93-31.

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, 61002, Україна, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25.

Analysis and modeling of developing passenger traffic on public transport routes of urban transport systems

Abstract. Problem. To solve the problems of rational organization of work of urban passenger transport on the routes and determine the modes of vehicles work and labor of drivers of motor transport enterprises when carrying out transportation of the city population. It is necessary to know all the input conditions for creating traffic schedules on the route. One of the main parameters is the existing traffic volumes on a certain public transport route. In order to improve the management of transportation on the routes of urban passenger transport, various approaches to their survey were considered, the problem of studying traffic volumes for further drawing up traffic schedules was identified. In this article, the task was to analyze the work of a separate route and passenger traffic on it. **Goal.** The goal is

studying passenger traffic on a separate public transport route, studying the regularities of traffic volumes and their dependence on operating time. **Methodology.** When fulfilling the task, the procedure by which the input data is processed is given. Having examined the known methods and principles of applying certain groups of methods to solve various types of problems, to solve the problem of organizing work on the route, namely, to distribute changes in the operation of vehicles for the transportation of passengers, we opted for a readable tabular method of examining passenger traffic. Thus, an incoming sequence of values was obtained, which we presented as time series levels. An analysis of incoming time series was carried out, their modeling using an adaptive algorithmic method. **Results.** A method of using computer mathematics systems for modeling and predicting input time series was developed, during which the solution process was programmed and the results of adaptive algorithmic modeling of passenger traffic dependencies on time were obtained, which can be used to build schedules for the movement of vehicles during passenger transportation by public transport. **Originality.** Passenger traffic on a separate route was investigated, the methodology of this study was presented, all components of the time series were taken into account and modeled. The graphic representation was provided. This article has developed programs for performing modeling and forecasting using adaptive algorithmic models. **Practical value.** This provides an opportunity to investigate the passenger traffic of any passenger transport route, carrying out transportation, sequences of volume whose values have similar components of the time series. The result of these studies is building a model and obtaining forecast values, which plays a large role in management of road passenger transport.

Key words: urban transport systems, time series, mathematical modeling, technological processes, information technologies, computer systems.

Levterov Andrii, professor, Asoc. Prof. Informatics and Apply Mathematics Department, alevterov@gmail.com, тел. +38 095-139-77-55,

Kozachok Larisa, Senior Lecture Informatics and Apply Mathematics Department, LarisaK2010@ukr.net, +38 095-647-93-31.

Kharkov National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudrogo str., Kharkiv, 61002, Ukraine.