

Наведена послідовність довгострокового прогнозування характеристик компонентів транспортної системи дозволяє визначити обсяги робіт, виконаних дорожнім господарством. На першому етапі виконується прогноз початкових і кінцевих значень характеристик у різні періоди існування транспортної системи; на другому етапі, використовуючи математичну модель існування системи в замкнутому стані, знаходять чисельні значення характеристик усередині періодів

Ключові слова: методика, прогноз, параметр, стан, обсяг робіт, дорожнє господарство, математична модель

Приведенная последовательность долгосрочного прогнозирования характеристик компонентов транспортной системы позволяет определить объемы работ, выполненные дорожным хозяйством. На первом этапе выполняется прогноз начальных и конечных значений характеристик в разные периоды существования транспортной системы; на втором этапе, используя математическую модель существования системы в замкнутом состоянии, находят численные значения характеристик внутри периодов

Ключевые слова: методика, прогноз, параметр, состояние, объем работ, дорожное хозяйство, математическая модель

МЕТОДИКА ДОВГО- СТРОКОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ РОБІТ, ВИКОНАНИХ ДОРОЖНІМ ГОСПОДАРСТВОМ

Т. О. Самісько

Кандидат технічних наук, доцент
Кафедра «Транспортні технології»
Автомобільно-дорожній інститут
Донецький національний технічний
університет
вул. Кірова, 51, м. Горлівка,
Донецька область, Україна, 84646
E-mail: tasuly@rambler.ru

1. Вступ

У сучасній науці й практиці при довгостроковому прогнозуванні характеристик компонентів транспортної системи країни приділяється увага інтенсивності й швидкості руху, обсягу перевезень, навантаженню на віль [1-6].

Разом з тим, багато характеристик компонентів транспортної системи, що мають значний вплив на її функціонування, ще не спрогнозовані. До таких характеристик слід віднести прогнозування обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством. При цьому, щодо довгострокового прогнозування, не в повній мірі аналізується динаміка зміни прогнозованих характеристик у розвитку системи на етапах її еволюції.

У зв'язку з цим актуальним є вирішення завдання довгострокового прогнозування обсягів робіт, виконаних дорожнім господарством як характеристики компонентів транспортної.

2. Основна частина

Основною частиною довгострокового прогнозування є розбиття на лаги станів системи [7, 8].

У роботі запропоновано розбиття на лаги станів системи аналітичним способом.

Він базується на припущенні, що в розімкненому стані відбувається більшою мірою накопичення ідей, тоді як в замкнутому стані здійснюється реалізація цих ідей [1-5].

Модель прогнозування стану компонентів даної системи або системи в цілому має вигляд [1-4]:

$$X(t) = X_0q(t) + X_Hp(t), \quad (1)$$

де $X(t)$ - поточна кількісна характеристика компонента системи;

X_0 - кількісна характеристика компонента при $t=0$;

X_H - кінцева (задана) характеристика стану компонента при $t=t_3$;

$t_0...t_3$ - час існування системи від початкового (фактичного) t_0 до кінцевого (заданого) t_3 стану;

$p(t)$ - імовірність переходу системи з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий) стан; $q(t) = 1 - p(t)$.

Параметрами математичної моделі функціонування компоненти системи в замкнутому стані є: дійсний корінь характеристичного рівняння λ ; дійсна частина комплексно – сполученого кореня α ; кругова частота коливань β .

Вихідними даними для оцінки параметрів моделі є коефіцієнти ваги компонентів системи.

При прогнозуванні коефіцієнти приймають рівнями [1]:

$$k_s^{(1)} = 0,85; k_d^{(1)} = 0,075; k_c^{(1)} = 0,075;$$

$$k_k^{(2)} = 0,075; k_d^{(2)} = 0,85; k_c^{(2)} = 0,075;$$

$$k_s^{(3)} = 0,85; k_s^{(3)} = 0,075; k_c^{(3)} = 0,075.$$

Оцінку параметрів моделі здійснюють в наступній послідовності [1]:

1. Розраховують коефіцієнти моделі:

$$m_0 = (1 + k_s^{(1)}k_k^{(2)} + k_d^{(1)}k_k^{(3)}), \quad (2)$$

$$m_1 = (2k_3^{(1)} - k_d^{(1)}k_3^{(3)}), \tag{3}$$

$$m_2 = (2k_d^{(1)} - k_d^{(2)}k_3^{(1)}), \tag{4}$$

$$n_0 = m_0 + m_1k_k^{(2)} + m_2k_k^{(3)}, \tag{5}$$

$$n_1 = m_1 + m_0k_3^{(1)} - m_2k_3^{(3)}, \tag{6}$$

$$n_2 = m_2 + m_0k_d^{(1)} - m_1k_d^{(2)}. \tag{7}$$

2. Розраховують коефіцієнти рівняння:

$$p = A_1 - \frac{A_2^2}{3}, \tag{8}$$

$$q = \frac{2A_2^3}{27} - \frac{A_1A_2}{3} + 1, \tag{9}$$

$$A_1 = \frac{n_1m_2 - n_2m_1}{a^3 \sqrt{\left[\frac{n_0a - n_1(m_0k_d^{(1)} - m_2) - n_2(m_1 - k_3^{(1)}m_0)}{a} \right]^2}}, \tag{10}$$

$$A_2 = \frac{n_1k_d^{(1)} - n_2k_3^{(1)}}{a^3 \sqrt{\left[\frac{n_0a - n_1(m_0k_d^{(1)} - m_2) - n_2(m_1 - k_3^{(1)}m_0)}{a} \right]}}, \tag{11}$$

$$u = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}, \tag{12}$$

$$\omega = \sqrt[3]{\frac{q}{2} - \sqrt{\frac{q^2}{4} + \frac{p^3}{27}}}. \tag{13}$$

3. Розраховують дійсний корінь кубічного рівняння за формулою:

$$\lambda_1 = (u + \omega) - \frac{A_2}{3}. \tag{14}$$

4. Розраховують дійсну частину комплексно-сполученого кореня:

$$\alpha = -\frac{u + \omega}{2} - \frac{A_2}{3}. \tag{15}$$

5. Розраховують кругову частоту коливань

$$\beta = \frac{u - \omega}{2} \sqrt{3}. \tag{16}$$

6. Розраховують коефіцієнти моделі:

$$M_0 = \frac{1}{m_1k_d^{(1)} - m_2k_3^{(1)}} \left(\frac{k_d^{(1)}\lambda_1^2}{r^2} + \frac{m_2}{r} \lambda - (m_2 - k_d^{(1)}m_0) \right), \tag{17}$$

$$M_1 = \frac{1}{m_1k_d^{(1)} - m_2k_3^{(1)}} \left(\frac{k_d^{(1)}(\alpha^2 - \beta^2)}{r^2} + \frac{m_2}{r} \alpha + (m_2 - k_d^{(1)}m_0) \right), \tag{18}$$

$$M_2 = \frac{1}{m_1k_d^{(1)} - m_2k_3^{(1)}} \left(-\frac{2\alpha\beta k_d^{(1)}}{r^2} - \frac{m_2}{r} \beta \right), \tag{19}$$

$$N_0 = \frac{1}{m_1k_d^{(1)} - m_2k_3^{(1)}} \left(-(k_3^{(1)}m_0 - m_1) - \frac{m_1}{r} \lambda - \frac{k_3^{(1)}\lambda_1^2}{r^2} \right), \tag{20}$$

$$N_1 = \frac{1}{k_3^{(1)}m_2 - k_d^{(1)}m_1} \left((k_3^{(1)}m_0 - m_1) - \frac{m_1}{r} \alpha - \frac{k_3^{(1)}(\alpha^2 - \beta^2)}{r^2} \right), \tag{21}$$

$$N_2 = \frac{1}{(m_1k_d^{(1)} - m_2k_3^{(1)})} \left(-\frac{2\alpha\beta k_3^{(1)}}{r^2} - \frac{m_1}{r} \beta \right). \tag{22}$$

7. Розраховують визначники моделі:

$$\begin{aligned} \Delta_0 = & -\frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{M_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{M_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] \times \\ & \times \left[\frac{N_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{N_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\beta + b_1}{\alpha^2 + \beta^2} \times \\ & \times \left[\frac{N_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} + \frac{N_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\alpha - b_0}{\alpha^2 + \beta^2} \times \\ & \times \left[\frac{M_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} + \frac{M_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\beta + b_1}{\alpha^2 + \beta^2} \times \\ & \times \left[\frac{M_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{M_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\alpha - b_0}{\alpha^2 + \beta^2} \times \\ & \times \left[\frac{N_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{N_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{N_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} + \right. \\ & \left. + \frac{N_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] \left[\frac{M_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} + \frac{M_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right], \end{aligned} \tag{23}$$

$$\begin{aligned} \Delta_2 = & \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{N_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{N_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] (1 - P_{30}) + \\ & + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\beta + b_1}{\alpha^2 + \beta^2} (1 - P_{10}) + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \times \\ & \times \left[\frac{M_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} + \frac{M_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] (1 - P_{10}) - \\ & - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\beta + b_1}{\alpha^2 + \beta^2} (1 - P_{30}) - \\ & - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{N_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{N_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] \times \\ & \times (1 - P_{10}) - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{M_1(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} + \right. \\ & \left. + \frac{M_2(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] (1 - P_{10}), \end{aligned} \tag{24}$$

$$\begin{aligned} \Delta_3 = & -\frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{M_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{M_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] \times \\ & \times (1 - P_{10}) - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{N_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} + \right. \\ & \left. + \frac{N_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] (1 - P_{10}) - \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\alpha - b_0}{\alpha^2 + \beta^2} (1 - P_{30}) + \\ & + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{M_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{M_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] (1 - P_{10}) + \\ & + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \frac{\alpha - b_0}{\alpha^2 + \beta^2} (1 - P_{10}) + \\ & + \frac{1}{\lambda_1} (e^{\lambda_1\tau_3} - 1) \left[\frac{M_1(\alpha - b_0)}{\alpha^2 + \beta^2} - \frac{M_2(\beta + b_1)}{\alpha^2 + \beta^2} \right] (1 - P_{30}). \end{aligned} \tag{25}$$

8. Розраховують довільні постійні за формулами:

$$C_0 = \frac{\Delta_1}{\Delta_0}, \quad (26)$$

$$C_1 = \frac{\Delta_2}{\Delta_0}, \quad (27)$$

$$C_2 = \frac{\Delta_3}{\Delta_0}. \quad (28)$$

9. Розраховують ймовірності переходу компонентів системи з фактичного стану в заданий стан норми:

$$P_k(\tau) = \frac{C_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + \frac{C_1}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\beta \sin \beta \tau + \alpha \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3)] + \frac{C_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\alpha \sin \beta \tau - \beta \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3)] + C_3, \quad (29)$$

$$P_3(\tau) = \frac{C_0 M_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + \frac{C_1 M_1 - C_2 M_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\beta \sin \beta \tau + \alpha \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3)] + \frac{C_1 M_2 + C_2 M_1}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\alpha \sin \beta \tau - \beta \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3)] + C_4, \quad (30)$$

$$P_c(\tau) = \frac{C_0 N_0}{\lambda_1} (e^{\lambda_1 \tau} - e^{\lambda_1 \tau_3}) + \frac{C_1 N_1 + C_2 N_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\beta \sin \beta \tau + \alpha \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\beta \sin \beta \tau_3 + \alpha \cos \beta \tau_3)] + \frac{C_2 N_1 - C_1 N_2}{\alpha^2 + \beta^2} [e^{\alpha \tau} (\alpha \sin \beta \tau - \beta \cos \beta \tau) - e^{\alpha \tau_3} (\alpha \sin \beta \tau_3 - \beta \cos \beta \tau_3)] + C_5, \quad (31)$$

де P_k, P_3, P_d - імовірність переходу трудового колективу P_k , засобів (машин і механізмів) P_3 і продукту праці (побудованої або автомобільної дороги, що змінила свій стан) P_d з початкового (фактичного) в кінцевий (заданий) стан;

t_3 - період замкнутого стану системи;

t - рік, на який розраховується імовірність у межах цього замкнутого періоду.

У відповідності до закономірності еволюції компонентів транспортної системи, кожний з компонентів проходить три етапи розвитку. У межах кожного етапу існують по три періоди замкнутого і розімкнутого стану [9,10].

Границі періодів замкнутого й розімкнутого станів етапів еволюції транспортної системи наведені в табл. 1. За результатами табл. 1 побудована схема квантування часу існування транспортної системи (рис. 1).

Таблиця 1

Границі періодів замкнутого й розімкнутого станів етапів еволюції транспортної системи

Номер етапу	Номер періоду	Стан системи	
		замкнута	розімкнута
I	1	1722-1780	1780-1818*
	2	1818-1866	1866-1914
	3	1914-1938	1938-1957**
II	1	1957-1977	1977-1989
	2	1989-1994	1994-1999
	3	1999-2002	2002-2005
III	1	2005-2006	2006-2008
	2	2008-2011	2011-2014
	3	2014-2019	2019-2030

* У цей період входить період збоїв ритму 1812 - 1818 рр.
 ** У цей період входить період збоїв ритму 1939 - 1946 рр.



Рис. 1. Схема квантування часу існування дорожньо-транспортної системи

4. Висновки

Аналізуючи вищенаведені еволюції характеристик компонентів транспортної системи, можна зробити прогноз щодо їхнього подальшого розвитку.

Коефіцієнти приросту на першому періоді замкнутого стану системи III етапу менше коефіцієнтів приросту на першому періоді замкнутого стану системи II етапу в середньому за досліджуваними характеристиками в 2 рази.

Виходячи з вищевикладеного, прогнозування досліджуваних характеристик доцільно виконувати в два етапи:

- на першому етапі, використовуючи коефіцієнти приросту всередині етапу і співвідношення між приростами перших періодів замкнутого стану й перших періодів розімкнутого стану II і III етапів, виконуємо прогноз початкових і кінцевих значень характеристик у різні періоди існування транспортної системи;

- на другому етапі, використовуючи математичну модель існування системи в замкнутому стані, знаходимо чисельні значення характеристик усередині періодів.

Література

1. Доля, В.К. Прогнозування параметрів транспортних систем [Текст]: підручник / В.К. Доля, Я.В. Санько, Т.О. Самісько; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 312 с.
2. Ярещенко, Н. В. Долгосрочное прогнозирование скоростей движения на автомобильных дорогах [Текст]: дис.канд. техн. наук / Н. В. Ярещенко. – Х., 1999. – 160 с.
3. Гаврилов, Э.В. Прогнозирование общественно необходимых скоростей движения на автомобильных дорогах [Текст] / Э.В. Гаврилов, И.А. Школяренко, Н.В. Дацко(Ярещенко) // Проблемы развития автотранспорта и транзитных коммуникаций в Центрально - Азиатском регионе: Сб. тр. междунар. науч.-техн. конф. – Ташкент. – 1996.
4. Мусиенко, И. В. Долгосрочное прогнозирование расчетных нагрузок на автомобильных дорогах [Текст]: дис.канд. техн. наук / И. В. Мусиенко. – Х., 2004. – 155 с.
5. Араб-Оглы, Э. А. Рабочая книга по прогнозированию [Текст] / Э. А. Араб-Оглы, И. В. Бестужев-Лада, Н. Ф. Гаврилов и др. – М.: Мысль, 1982. – 430 с.
6. Каганович, В. Е. Прогнозирование интенсивности движения методами математической статистики [Текст]. – В кн.: Повышение транспортно-эксплуатационных показателей автомобильных дорог Казахской ССР / В. Г. Каганович, В. К. Пашкин. – Алма-Ата: ЦБНТИ Минавтодора КазССР, 1971. - с. 67 - 91.
7. Хилюк, Ф. М. Методы прогнозирования научно - технического прогресса [Текст] / Ф. М. Хилюк, В. А. Лисичкин. - К.: УкрНИИТИ, 1969. – 132с.
8. Горелова, В. Л. Основы прогнозирования систем [Текст]: учеб. пособие для инж.-экон. спец. вузов / В. Л. Горелова, Е. Н. Мельникова. – М.: Высшая школа, 1986. – 285 с.
9. Lewis Al. Automobiles of the World [Текст] / Al. Lewis, W. A. Musciano. – New York: Simon and Schuster, 1977. – 731 p.
10. Мацкерле, Ю. Автомобиль сегодня и завтра [Текст] / Ю. Мацкерле; [Пер. с чешк.]. – М.: Машиностроение, 1980. – 384 с.

Розглядаються нескінченновимірні задачі розташування підприємств із одночасним розвитком регіону, неперервно заповненого споживачами, на області споживачів, кожна з яких обслуговується підприємством, із метою мінімізації виробничих та транспортних витрат. Пропонується їх зведення у математичній постановці до неперервних нелінійних задач оптимального розвитку множин (ОРМ) і їх розв'язання методами та алгоритмами ОРМ

Ключові слова: нескінченновимірні задачі, задачі розташування підприємств, оптимальне розбиття множин

Рассматриваются бесконечномерные задачи размещения предприятий с одновременным разбиением региона, непрерывно заполненного потребителями, на области потребителей, каждая из которых обслуживается предприятием, с целью минимизации производственных и транспортных затрат. Предлагается их сведение в математической постановке к непрерывным нелинейным задачам оптимального разбиения множеств (ОРМ) и их решение методами и алгоритмами ОРМ

Ключевые слова: бесконечномерные задачи, задачи размещения предприятий, оптимальное разбиение множеств

УДК 519.8

РОЗВ'ЯЗАННЯ ДЕЯКИХ НЕСКІНЧЕННО- ВИМІРНИХ ЗАДАЧ РОЗТАШУВАННЯ ПІДПРИЄМСТВ

М. С. Сазонова

Кандидат фізико-математичних наук, доцент
Кафедра прикладної математики та
обчислювальної техніки
Національна металургійна академія України
пр. Гагарина, 4, м. Дніпропетровськ, Україна,
49600

E-mail: nmetau@nmetau.edu.ua

1. Вступ

Нескінченновимірні транспортні задачі [1-5] або (більш загальні) нескінченновимірні задачі розташу-

вання підприємств із одночасним розвитком даного регіону, неперервно заповненого споживачами, на області споживачів, кожна з яких обслуговується одним підприємством, із метою мінімізації транспортних і