

УДК 656.078

НАГОРНИЙ Є. В., д.т.н., проф.

ПОТАПЕНКО А. В., асистент (ХНАДУ)

Математична модель розвитку транспортної системи «людина – автомобіль – середовище» з урахуванням змінності компонентів

Вступ

В сучасних умовах ринкової економіки дуже важливим є питання розвитку транспортної системи. Існуючі підходи до управління розвитком транспортних систем не мають єдиної методики проведення і, в більшості своїй, орієнтовані на окремі види транспорту або на окремі види операцій, що виконуються на транспорті. В існуючих методиках не враховується функціонування транспорту в умовах розвитку єдиної транспортної системи.

В практиці планування розвитку транспортних систем поширені нормативні, статистико-екстраполяційні, системно-структурні, асоціативні та методи економіко-математичного моделювання. Питаннями технологічного планування займався ряд вітчизняних та зарубіжних авторів [1].

В існуючих методиках не враховується синергетичний та системний підходи до розгляду транспортної системи та еволюції її компонентів, не застосовується метод еволюційно-імовірнісного планування.

Основна частина

З точки зору системного підходу умовно транспортну систему можна поділити на декілька складових: автомобільну, людську та середовище. Тому для вирішення проблеми управління розвитком транспортних систем пропонується розглядати модель еволюції транспортної системи з урахуванням змінності параметрів її компонентів на прикладі автомобільного транспорту. Це можливе шляхом розгляду розвитку підсистеми „людина – автомобіль – середовище” (ЛАС) та її компонентів.

- Соціальні показники – психофізіологічні, ергономічні, обсяги заробітної плати;
- Технологічні показники – розмір парку рухомого складу, вантажопідйомність, обсяги перевезень;
- Показники середовища – значення шкідливих викидів в атмосферу, гранично допустимі значення

шуму.

Система „людина – автомобіль – середовище” зберігає відношення, характерні для системи „суб'єкт праці – знаряддя праці – предмет праці” [2]. Суб'єктом праці є людина, знаряддям праці – підсистема „автомобіль – дорога”, предметом праці – середовище, координати якого перетворюються в транспортному процесі. Пусковою частиною системи є людина. Саме людина приводить в дію систему в цілому і додає їй властивість цілісності.

Порівняльний аналіз методів планування та управління розвитком транспортних систем [1-8] дозволяє зробити висновок, що для вирішення проблеми удосконалення методів управління розвитком транспортних систем доцільно застосовувати метод еволюційно-імовірнісного моделювання. Згідно з цим методом треба моделювати не функціонування транспортної системи, а її еволюцію. Це дозволить врахувати змінність компонентів системи та жорсткості зв'язку між ними при розробці математичної прогновної моделі. У відповідності з методом еволюційно-імовірнісного моделювання буде сформована імовірнісна прогнозна модель еволюції транспортної системи та її компонентів на прикладі підсистеми „людина – автомобіль – середовище” (ЛАС). Для цього треба моделювати не функціонування даної системи, а її еволюцію.

Розглянути систему з точки зору її еволюції допомагає синергетика – міждисциплінарний напрям наукових досліджень, завданням якого є вивчення природних явищ і процесів на основі принципів самоорганізації систем.

На сучасному етапі розвитку науки та техніки все більше значення набувають задачі управління, перебудови в умовах неусувної інформативної невизначеності. Одним з перспективних методів вирішення подібних задач є еволюційне моделювання – метод адаптивного синтезу складних моделей. Його основна ідея полягає в тому, щоб замінити процес моделювання об'єкта дослідження моделюванням його

еволюції (К. Шеннон, А. Тьюринг, Л. Фогель).

Оскільки протягом часу змінюються техніко-економічні та техніко-експлуатаційні параметри системи, в середовищі руху відбуваються соціальні, економічні, екологічні, політичні зміни, змінюється психофізіологічний стан людини, можна вважати, що проблема управління розвитком транспортних систем до теперішнього часу залишається не вирішеною.

Для вирішення проблеми пропонується розробити математичну модель прогнозування розвитку компонентів транспортної системи ЛАС:

$$C_q \frac{d\Delta P_q}{dt} - \left(\left(\frac{\partial Q_{cpq}}{\partial P_a} \Delta P_a + \frac{\partial Q_{cpq}}{\partial P_D} \Delta P_D \right) - \frac{\partial Q_q}{\partial P_q} \Delta P_q \right) = \frac{\partial Q_{cpq}}{\partial P_c} \Delta P_c$$

$$C_a \frac{d\Delta P_a}{dt} - \left(\left(\frac{\partial Q_{cpa}}{\partial P_q} \Delta P_q + \frac{\partial Q_{cpa}}{\partial P_D} \Delta P_D \right) - \frac{\partial Q_a}{\partial P_a} \Delta P_a \right) = \frac{\partial Q_{cpa}}{\partial P_c} \Delta P_c \quad (1)$$

$$C_D \frac{d\Delta P_D}{dt} - \left(\left(\frac{\partial Q_{cpD}}{\partial P_q} \Delta P_q + \frac{\partial Q_{cpD}}{\partial P_a} \Delta P_a \right) - \frac{\partial Q_D}{\partial P_D} \Delta P_D \right) = \frac{\partial Q_{cpD}}{\partial P_c} \Delta P_c$$

де C_q, C_a, C_D - відповідно організаційні ємкості людини, автомобіля та дороги;

Q_q, Q_a, Q_D - відповідно абсолютні організації людини, автомобіля та дороги;

$Q_{cpq}, Q_{cpa}, Q_{cpD}$ - відповідно абсолютні організації зовнішнього середовища для людини, автомобіля та дороги;

$\Delta P_q, \Delta P_a, \Delta P_D, \Delta P_c$ - відповідно приріст функції переходу людини, автомобіля, дороги та середовища з фактичного в заданий стан (стан норми).

$$\Delta P_q = P_q - P_{q0}; \quad \Delta P_a = P_a - P_{a0};$$

$$\Delta P_D = P_D - P_{D0};$$

P_{q0}, P_{a0}, P_{D0} - відповідно початкові вірогідності переходу людини, автомобіля, та дороги в стан норми.

Після визначення приватних похідних рівняння (1) введемо позначення:

$$b_q = k_c^{(1)} [\log P_c - \log(1 - P_c)] / [\log P_q - \log(1 - P_q)] = \text{const},$$

$$b_a = k_c^{(2)} [\log P_c - \log(1 - P_c)] / [\log P_a - \log(1 - P_a)] = \text{const},$$

$$b_D = k_c^{(3)} [\log P_c - \log(1 - P_c)] / [\log P_D - \log(1 - P_D)] = \text{const}$$

$$[\log P_D - \log(1 - P_D)] / [\log P_q - \log(1 - P_q)] =$$

$$= [\log P_D - \log(1 - P_D)] / [\log P_a - \log(1 - P_a)] = 1,$$

$$[\log P_q - \log(1 - P_q)] / [\log P_D - \log(1 - P_D)] =$$

$$= [\log P_a - \log(1 - P_a)] / [\log P_D - \log(1 - P_D)] = 1,$$

$$[\log P_q - \log(1 - P_q)] / [\log P_a - \log(1 - P_a)] =$$

$$= [\log P_a - \log(1 - P_a)] / [\log P_q - \log(1 - P_q)] = 1.$$

$$k_a^{(1)} + k_D^{(1)} + k_c^{(1)} = 1; \quad (2)$$

$$k_q^{(2)} + k_D^{(2)} + k_c^{(2)} = 1;$$

$$k_q^{(3)} + k_a^{(3)} + k_c^{(3)} = 1.$$

де k_q, k_a, k_D, k_c - відповідно коефіцієнти ваги людини, автомобіля, дороги та середовища.

P_q, P_a, P_D, P_c - відповідно вірогідності переходу людини, автомобіля, дороги та середовища в стан норми.

З урахуванням (2) рівняння (1) перетворюється до наступного вигляду:

$$\begin{cases} \frac{\partial \Delta P_q}{\partial t} - [k_a^{(1)} \Delta P_a + k_D^{(1)} \Delta P_D] - \Delta P_q = b_q \Delta P_c \\ \frac{\partial \Delta P_a}{\partial t} - [k_q^{(2)} \Delta P_q + k_D^{(2)} \Delta P_D] - \Delta P_a = b_a \Delta P_c \\ \frac{\partial \Delta P_D}{\partial t} - [k_q^{(3)} \Delta P_q + k_a^{(3)} \Delta P_a] - \Delta P_D = b_D \Delta P_c \end{cases} \quad (3)$$

Оскільки протягом часу в середовищі відбуваються соціальні, економічні, політичні, екологічні зміни, можна вважати, що $\Delta P_c \neq \text{const}$.

В результаті моделювання будуть одержані прогнозні значення компонентів системи до 2015 року.

З точки зору ергономічного підходу одержані прогнозні значення дадуть можливість водію задовольняти свої потреби:

- обирати рухомий склад з раціональною вантажопідйомністю;
- скоротити строк доставки вантажу, що позбавить від договірних штрафів за несвоєчасне виконання замовлення;
- отримувати гідну заробітну плату, підвищуючи власну кваліфікацію та соціальний статус.

Задоволення цих потреб дасть можливість покращити психофізіологічний стан водія.

Висновки

Вирішення проблеми управління розвитком транспортних систем можливе шляхом розгляду розвитку підсистеми „людина – автомобіль – середовище” (ЛАС) та її компонентів. Для цього треба моделювати не функціонування даної системи, а її еволюцію. Тому пропонується розглядати модель еволюції підсистеми ЛАС з урахуванням змінності параметрів її компонентів.

Напрямок подальших досліджень:

- 1) Розробити математичну модель взаємодії системи з середовищем споживання;
- 2) Розробити методи оцінки жорсткості норм абсолютної організації транспортної системи;
- 3) Розробити критерії ефективності управління транспортними процесами;
- 4) Урахувати соціально-економічні умови в розвитку системи.

Література

1. *Цирель С.В.* Предвидение и прогноз // Математика. – М.: Наука, 2007. – 145 с.
2. *Голицын Г.А.* Динамическая теория поведения. /В кн.: Механизмы и принципы целенаправленного поведения.- М.: Наука, 2002. - С. 5-33.
3. *Гордон Т.Н.* Новый подход к методу Дельфи // Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений.-М.: Прогресс, 2002.- С. 84-93.
4. *Гневашева В.А.* Прогнозування економіки: поняття і історія. – Київ:Знання, 2005. – С. 141-144.
5. *Антомонов Ю.Г., Красникова Л.И., Чораян О.Г.* Методы математической биологии. Книга 5. Информационные методы синтеза моделей биологических систем. – Киев: Вища школа, 2002. – 240 с.
6. *Mc Zeod Douglas S.* State modal system plans as technical issue documents - a new role // Transportation Research Record. – 2004. - № 1206.- Р. 17-23.
7. *Рахмангулов А.Н., Трофимов С.В., Корнилов С.Н.* Управление транспортными системами. Теоретические основы: Учеб. пособие. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2001. – С. 152-180.
8. *Орлов А. И.* Теория принятия решений. – М.: Экзамен, 2006. – 576 с.

Резюме

Робота присвячена проблемі прогнозування еволюції компонентів транспортних систем. Рішення проблеми базується на моделюванні еволюції системи „людина – автомобіль – середовище”

Работа посвящена проблеме прогнозирования эволюции компонентов транспортных систем. Решение проблемы базируется на моделировании эволюции системы «человек – автомобиль – среда»

The work is devoted to the problem of the transport system components prediction. The problem solution is based on “man – automobile – environment” system evolution modeling

Ключові слова: транспортна система, еволюція, компоненти транспортних систем, планування

Поступила 20.10.2010 р.