УДК 656.223.2:004.032

Кулешов В.М., к.т.н., проф. (УкрДАЗТ)
Доценко Ю.В., інженер (ДонІЗТ)

ПОБУДОВА НЕЧІТКОЇ АПРОКСИМУЮЧОЇ СИСТЕМИ ЗАЛЕЖНОСТІ ОБОРОТУ ВАНТАЖНОГО ВАГОНУ ВІД ЙОГО ЕЛЕМЕНТІВ

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими завданнями. При проведенні аналізу автоматизованих систем управління перевізним процесом на залізничному транспорті відзначається необхідність удосконалення автоматизованих робочих місць (АРМ) оперативних працівників. Було встановлено, що деякі АРМ носять інформаційний характер. Так, наприклад, автоматизоване робоче місце диспетчера-вагонорозподільника (АРМ ДНЦВ) містить лише нормативно-довідкову інформацію. Однак у даний час тенденція розвитку систем управління носить інформаційно-керуючий характер, тобто система повинна мати можливість вироблення і прийняття рішень [1]. Тим більше, що при складних ринкових умовах, коли необхідно враховувати бажання клієнтів по своєчасній доставці вантажів по призначенню, повинні також бути враховані витрати і прибутки, що одержить залізниця. Тому питання оптимального використання технічних засобів є актуальними.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У роботах [2, 3] розглядалися питання удосконалення АРМ поїзного диспетчера і питання планування перевезень вантажів на основі раціональної організації вагонопотоків з використанням теорії нечітких множин. За допомогою створення нечіткої ситуаційної системи прийняття рішень розроблена модель оперативного корегування поїздоутворення. Математична теорія нечітких множин дозволяє описувати нечіткі поняття і знання, оперувати цими знаннями і робити нечіткі висновки. Наявність математичних засобів відображення нечіткості вихідної інформації дозволяє будувати модель, адекватну реальності [4]. Однак системи з нечіткою логікою більш підходять для пояснення одержуваних з їхньою допомогою висновків, але

вони не можуть автоматично отримувати знання для використання їх у механізмах виводів. Необхідність розбивки універсальних множин на окремі області обмежує кількість вхідних перемінних невеликим значенням. Дані недоліки лягли в основу створення моделі використання технічних засобів за допомогою апарата гібридних мереж.

Ціль статті. Визначення вихідних даних для побудови адаптивної системи прийняття рішень побудовою нечіткої апроксимуючої системи залежності обороту вантажного вагону від його елементів.

Основний матеріал дослідження. На сьогоднішній день АРМ оперативних працівників дорожніх центрів управління (ДЦУ), крім своїх основних функцій, могли б проводити аналіз виконання показників, а також надавати обґрунтовані оперативні вказівки в зрозумілій лінгвістичній формі. Тим більше що при прийнятті управлінських рішень і прогнозуванні можливих результатів оперативний працівник, що приймає рішення, зустрічається зі складною системою взаємозалежних компонентів, яку потрібно проаналізувати. Відзначимо, що однією з не вирішених проблем аналізу експлуатаційної роботи є знаходження залежностей між деяким набором величин, що описують поведінку об'єкта. Цю залежність можна знайти при побудові математичної моделі досліджуваного об'єкта, на основі якої міг би бути зроблений висновок про достатню точність опису об'єкта моделлю. Основним об'єктом варто вибрати вагонний парк, що знаходиться в розпорядженні мережі і залізниці.

При проведенні аналізу виконання основних показників роботи вагонного парку одночасно вирішуються задачі аналізу обороту вантажного вагона, перебування вагонів на одній технічній станції, перебування вагонів під однією вантажною операцією. Тим більше що виконання приведених показників погіршилося. У порівнянні з 1992 роком оборот вантажного вагона в 2003 збільшився на 0,97 доби, простій вагонів на технічній станції збільшився на 2,52 години, простій вагонів під однією вантажною операцією збільшився на 11,26 годин. З 1999 року відзначається поступове покращення обороту вагона (рисунок 1), однак стійка тенденція до зростання об'ємів перевезень (рисунок 2) свідчить про необхідність подальшого удосконалення управління експлуатаційною роботою, і як наслідок, поліпшення показників роботи.

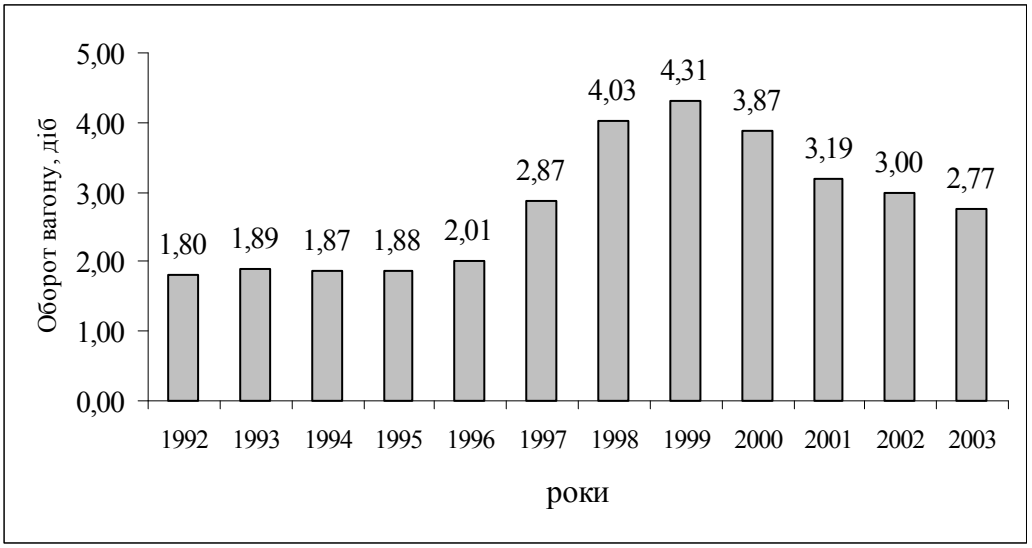

Рисунок 1 - Динаміка зміни обороту вагона на Донецькій залізниці

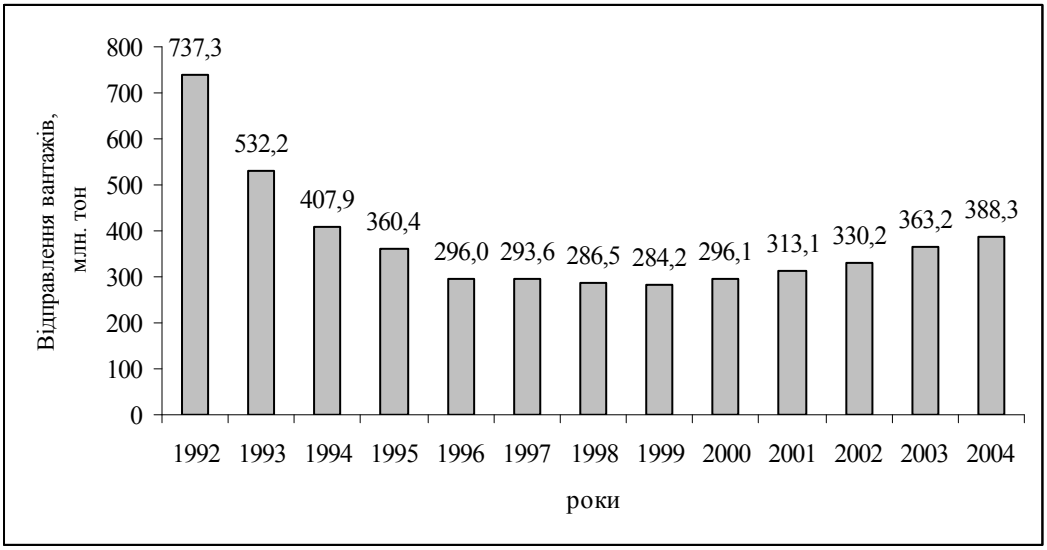

Рисунок 2 - Динаміка відправлення вантажів залізницями України

На даному етапі побудуємо нечітку систему, що відображає залежність між оборотом вагону та його елементами. Гібридною мережею повинно бути реалізовано невідоме відображення [5]:

$$y^k = f(x^k) = f(x_1^k, x_2^k, \ldots, x_n^k), \quad k = 1,2,\ldots,N, \tag{1}$$

при наявності навчальної множини $\left\{\left(x^1, y^1\right), \ldots \left(x^N, y^N\right)\right\}$.

Для моделювання невідомого відображення f використаємо раніше розглянутий алгоритм нечіткого виводу [6,7], застосовуючи наступну форму запису предикатних правил:

Π_i: якщо x_1 є A_{i1} та x_2 є A_{i2} та . . . та x_n є A_{in}, тоді $y=z_i$, i=1, 2, . . ., m,

де A_{ij} – нечіткі числа трикутної форми;

z_i – речовинні числа.

Ступінь істинності і-го правила визначимо:

$$\alpha_i = \prod_{j=1}^{n} A_{ij}(x_j^k), \tag{2}$$

а вихід нечіткої системи:

$$o^k = \frac{\sum_{i=1}^{m} \alpha_i z_i}{\sum_{i=1}^{m} \alpha_i}. \tag{3}$$

Уведення функції помилки для k-го пред'явленого зразка виду

$$E_k = \frac{1}{2}(o^k - y^k)^2 \tag{4}$$

дозволяє використовувати градієнтний метод для підстроювання параметрів предикатних правил.

Корегування величини z_i проведемо по співвідношенню:

$$z_i := z_i - \eta \frac{\partial E_k}{\partial z_i} = z_i - \eta(o^k - y^k)\frac{\alpha_i}{\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots \alpha_m}, \tag{5}$$

де η – константа, яка характеризує швидкість навчання;

i=1, 2, . . ., m.

Для побудови вищезазначеної системи використовуються два інструментальних засоби математичної системи MATLAB: пакети Neural

Networks Toolbox та Fuzzy Logic Toolbox. Результати та подальші дослідження у даному напрямку будуть представлені у наступних роботах.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Вибір математичного апарату гібридних мереж для вирішення задач пов'язаних з організацію перевізного процесу обумовлено можливістю використання не тільки апріорної інформації, а і одержання нових знань, а також змогою надавати рішення на основі минулого досвіду.

Подальший розвиток у даному напрямку потребує переходу до розробки адаптивної нечіткої системи з більшою кількістю вхідних змінних.

Список літератури

1. Концепція та Програма реструктуризації на залізничному транспорті України. – К.: НАБЛА, 1998. – 145 с.

2. Лаврухін О.В. Удосконалення АРМ поїзного диспетчера з використанням нечіткої логіки. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Х.: УкрДАЗТ, 2004. – 233 с.

3. Бутько Т.В., Лаврухін О.В. Планування перевезень вантажу на основі раціональної організації вагонопотоків на залізниці із застосуванням теорії нечітких множин // Східно-Європейський журнал передових технологій.2004. – Спецвипуск 7 [1]. – С. 16 - 19.

4. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. -М.: Радио и связь, 1982.- 432 с., ил.

5. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001. – 224 с.

6. С.Д. Штовба Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику http://matlab.tutornet.ru.

7. Кулешов В.М., Доценко Ю.В. Знаходження критерію пріоритетності розподілу технічних засобів реалізацією системи нечіткого виводу // Зб.наук.праць / УкрДАЗТ, 2005. – Вип.66. – С.22 – 28.