

чому місці маневрового диспетчера, а також для вибору раціональної конструкції повздовжнього профілю насувної частини при проектуванні нових гірок і реконструкції існуючих.

1.Бутько Т.В., Огар О.М., Топчієв М.П. Дослідження впливу конструктивних параметрів повздовжнього профілю насувної частини гірок на витрати палива при розформуванні составів // Удосконалення управління експлуатаційною роботою залізниць: Міжвуз. зб. наук. праць. Вип.53. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – С.13-19.

2.Правила и нормы проектирования сортировочных устройств на железных дорогах СССР: ВСН 207-89/МПС. – М.: Транспорт, 1992. – 104 с.

*Отримано 28.06.2004*

УДК 656.025 : 510.223

**О.В.ЛАВРУХІН**

*Донецький інститут залізничного транспорту*

### **ОПЕРАТИВНЕ КОРЕГУВАННЯ ВАГОНПОТОКУ В МЕЖАХ ІСНУЮЧОГО ПЛАНУ ФОРМУВАННЯ ПОЇЗДІВ**

Розглядається можливість використання математичного апарату нечітких множин та досягнень у галузі безпаперової передачі даних для оперативного корегування плану формування поїздів. Для одержання економічного ефекту розглядається можливість застосування моделі на окремих станціях із застосуванням електронного документообігу.

Аналізом показників роботи дирекції залізничних перевезень виявлено недосконалість системи планування та організації вагонопотоків. Це в першу чергу пов'язано з тим, що діючий план формування поїздів не враховує складних ринкових умов, які склалися в останні роки. Про це свідчить те, що певна кількість клієнтів залізниці переходить на альтернативні види транспорту. В першу чергу це пов'язано із нестачею рухомого складу та невиконанням обов'язків залізниці по виконанню термінів доставки вантажу. В даних умовах постає задача пошуку нових методів, які будуть враховувати нечіткість вхідної інформації, яка є базовою для планування та організації вагонопотоків.

Відповідно до концепції та програми реструктуризації на залізничному транспорті України передбачається здійснення комплексу заходів з інформаційно технологічного реформування галузі [1].

Залізнична станція являє собою основний лінійний підрозділ залізниці в цілому, саме тут відбувається зародження вагонопотоку. Залізничну станцію як об'єкт управління можна віднести до організаційно-економічних систем. Побудова моделі функціонування залізничної станції в умовах невизначеності за допомогою аналітичних методів пов'язана з великою кількістю припущень, що знижує точність мате-

матичної моделі. Разом з тим імовірнісний характер поточних процесів, вплив різних факторів сприяє умові порушення стійкості функціонування системи.

Використання стандартних аналітичних методів обмежено, тому постає задача пошуку нестандартного аналітичного методу, що буде певною мірою враховувати роль людини для прийняття оптимального рішення при управлінні вагонопотоками. Одним з таких методів є теорія нечітких множин. Вона в першу чергу враховує нечіткість вхідної інформації та вплив людини на вибір раціонального рішення. Одним з важливих факторів, що обумовлюють вибір даного математичного апарату, є його можливість адаптуватися до змінних ситуацій.

Формування всіх вагонопотоків відбувається на залізничних станціях, основою для їх організації є плани на перевезення вантажу, які щомісяця складаються вантажовідправниками та передаються до планових відділів Дирекції залізничних перевезень [2]. Аналіз показав, що надані плани ( $P$ ) найчастіше не відповідають реальному їх виконанню ( $V$ ), внаслідок цього виникає відхилення плану від виконання ( $\Delta x$ ). Непередбаченість відхилень призводить у першу чергу до порушення виконання плану формування поїздів.

Для раціональної організації вагонопотоків проведено моніторинг роботи ряду станцій Донецької залізниці. На основі аналізу виконання плану у потребі в вагонах розроблено гнучку математичну модель на основі теорії нечітких множин, що дозволяє прогнозувати виконання плану потреби у вагонах на основі оцінки відхилення  $\Delta x_p$  та оперативно корегувати план формування поїздів.

Сутність моделі полягає в знаходженні ступенів еквівалентності відхилень плану від виконання впродовж періоду дослідження, а також у визначенні ступеня еквівалентності міждекадних відправлень вагонів із станцій. Формалізація процесу знаходження ступенів еквівалентності має вигляд [3]:

$$\eta(\tilde{\varphi}) = \alpha(\tilde{\varphi})_{ref} \& \alpha(\tilde{\varphi})_{sym} \& \alpha(\tilde{\varphi})_{tr}, \quad (1)$$

де  $\alpha(\tilde{\varphi})_{ref}, \alpha(\tilde{\varphi})_{sym}, \alpha(\tilde{\varphi})_{tr}$  – відповідно ступінь рефлексивності, симетричності, транзитивності.

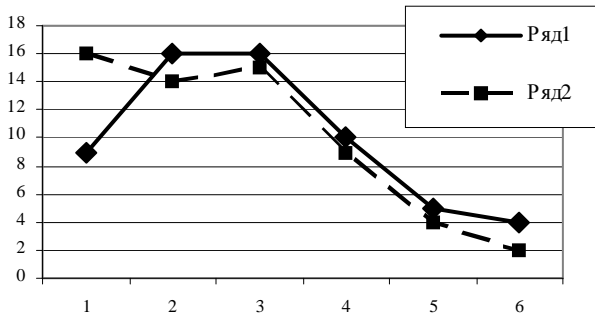
При  $\eta(\tilde{\varphi}) > 0,5$  система еквівалентна, тобто відхилення мають невелике розсіювання, а точність прогнозування не менше потрібної; при  $\eta(\tilde{\varphi}) = 0,5$  система індиферентна; при  $\eta(\tilde{\varphi}) < 0,5$  система не еквівалентна, тобто відхилення не взаємозалежні і прогнозування має виконуватися за обраним варіантом з високим ступенем впевненості.

Необхідно зазначити, що навіть при  $\Delta x_p \rightarrow \min$  спостерігається покращення основних експлуатаційних показників, таких як обіг вагона, пробіг порожнього вагону, використання пропускної спроможності. Окрім зазначених показників підвищується рівень обслуговування клієнтів, які користуються послугами залізничного транспорту, за рахунок своєчасного надання рухомого складу під перевезення вантажів.

Перевірку адекватності розробленої математичної моделі виконували за допомогою критерію  $\chi^2$  Пірсона:

$$\chi^2 = \sum (n_i - n'_i)^2 / n'_i. \quad (2)$$

Перевірку на адекватність проводили на прикладі прогнозу виконання плану потреби у вагонах станції Рутченкове Донецької залізниці. Вихідні дані спостерігали за період 1999-2003 рр. Результати перевірки наведені на рис.1.



ряд 1 – емпіричні частоти; ряд 2 – теоретичні частоти

Рис. 1– Розподілення емпіричних та теоретичних частот відхилень плану потреби у вагонах від виконання

Після одержання прогнозного значення виконання плану перевезення визначається декадна нерівномірність відправлення вагонів зі станції для кожного призначення (рис.2).

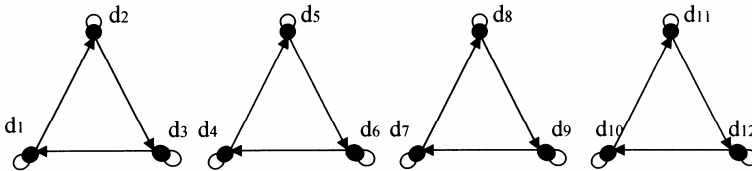


Рис. 2 – Граф декадної нерівномірності відправлення вантажу, де  $d_i$  ( $i = 1+12$ ) – відношення однорідних декад.

Для знаходження ступеня еквівалентності запропонованого графу потрібно подекадно проаналізувати напрямки слідування вагонопотоків, що формуються по станції Рутченкове, і кількість вагонів у них.

У результаті аналізу та проведених розрахунків було встановлено, що ступінь еквівалентності для перших, других і третіх декад  $\mu(\tilde{A}) > 0,5$ , а ступінь еквівалентності неоднорідних декад  $\mu(\tilde{D}) < 0,5$ . Це означає, що при виконанні плану формування поїздів необхідно враховувати подекадну нерівномірність. У цьому випадку поїзний диспетчер повинен на основі одержаної рекомендації розробити стратегію оперативного корегування плану формування поїздів, що буде враховувати зменшення затрат на просій вагонів на станції. У межах застосування розробленої моделі на станції Рутченкове був розглянутий існуючий план формування поїздів, при якому станція повинна формувати серед інших поїздів дільничний поїзд призначенням на Волноваху, але в першій декаді місяця в середньому відправляється близько 20-30 вагонів на добу. В результаті більш раціональним є поповнення цими вагонами дільничного поїзда, який відправлено із станції Ясинувата Донецької залізниці. Починаючи з другої декади спостерігається збільшення обсягу відправлення вагонів із станції, тому з цього моменту доцільно відправляти задане число поїздів за планом формування за умови, що в середньому за добу відправлення складає 50-60 вагонів. Таким чином, було одержано прогноз по декадному відправленню вагонів зі станції на розрахунковий період. При даному методі передбачений аналіз та корегування прогнозних показників згідно поточних даних, які надходять із станцій за певний період.

Впровадження запропонованого методу базується на застосуванні електронного документообігу та системи управління базами даних, що дозволяє в мінімальні інтервали часу одержувати і систематизувати великий масив звітних даних про виконання плану формування поїздів та надавати оперативних вказівок для його корегування. Електронний документообіг також надає оперативному персоналу, пов'язаному з рухом поїздів, змогу в стислі періоди часу ефективно реагувати на зміну вагонопотоку та одержувати рекомендації для подальшої роботи.

Максимальний економічний ефект від впровадження даного методу буде одержано при повномасштабному впровадженні на мережі залізниць, але й при частковому застосуванні (в межах окремої станції) спостерігається зменшення перепробігу рухомого складу і як наслідок це сприяє раціональній організації вагонопотоків. Використання запропонованого методу дає можливість удосконалити роботу з клієнта-

ми, які користуються послугами залізничного транспорту, за рахунок своєчасного та безперебійного надання вагонів під перевезення. Ще одним позитивним моментом цього методу є покращення використання пропускну́ї спроможності внаслідок ліквідації згущення підводу порожніх вагонів.

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

2. Петренко Л.М., Габа В.В. Перевезення вантажів залізничним транспортом. – К.: НАБЛА, 2003. – 240 с.

3. Мелехов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 175 с.

*Отримано 16.07.2004*

УДК 519.24 : 658.15 (628.148)

Е.Е.ДАШЕВСКАЯ  
ТПО «Харьковкоммунпромвод»

### **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ПРИ ПОСТРОЕНИИ АСУ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЕМ В ИС**

Рассматривается метод аналитического исследования данных – нейронные сети. Анализируется практическое применение метода для оптимизации процедуры принятия решений потокораспределением в ИС.

Управление сложным производственно-экономическим предприятием затруднительно без обратной связи, которая заключается в накоплении и анализе данных, отражающих состояние этого предприятия и ситуацию вокруг него. Обладая всеми данными о состоянии потокораспределительной системы инженерных сетей (ИС) и ее элементов во времени, можно отслеживать динамику процессов, что особенно важно для поддержки принятия решения [1]. Проблема извлечения и исследования необходимой информации из оперативных и исторических данных стала актуальной ввиду того, что это позволяет использовать новые знания путем поиска скрытых зависимостей и закономерностей в процессе обеспечения информационной системы поддержки принятия решения.

До недавнего времени единственным механизмом анализа данных для поддержки принятия решений было использование заранее запрограммированных запросов с генерацией стандартных отчетов [2]. При продолжительном использовании такие системы разрастались до огромных наборов жестко заданных запросов. Необходимость универсализации определения запросов и способов обработки данных вызвало формирование идеологии интерактивного динамического анализа с