

УДК 656.025:510.223

Лаврухін О.В., к.т.н., доцент (ДонІЗТ)

ОПТИМІЗАЦІЯ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПІДРОЗДІЛІВ НА ОСНОВІ ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Аналітичні передумови необхідності удосконалення перевізного процесу на залізниці. На протязі останніх років намітилася стійка тенденція до зростання обсягів перевезення, які починаючи з 1993 року неухильно знижувалися до 1999 року про що свідчить динаміка відправлення вантажів (рисунок 1) і вантажообігу (рисунок 2.) залізниць України.

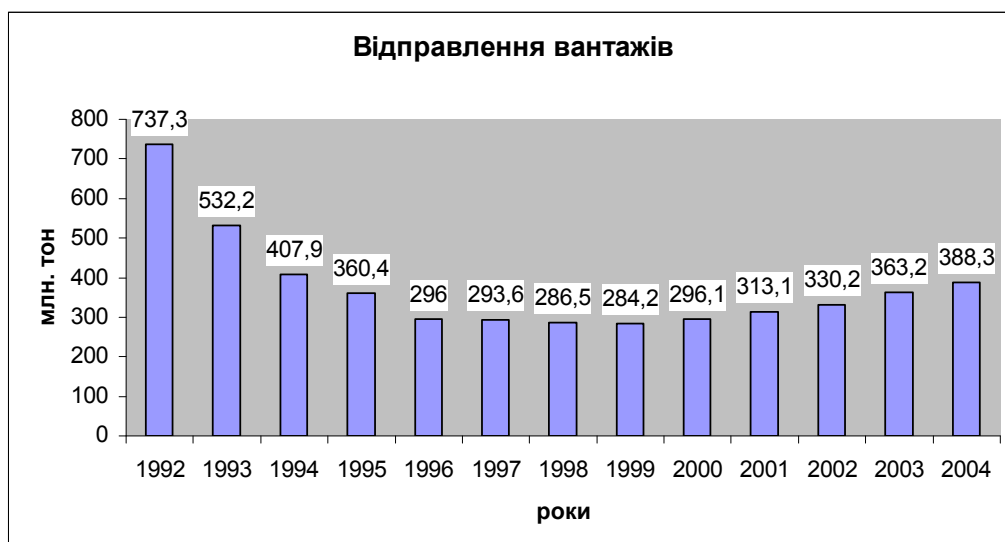


Рисунок 1 - Динаміка відправлення вантажів залізницями України
(млн. тонн)

Наведений аналіз свідчить, що Україна поступово виходить з економічної кризи і переходить до ринкової економіки. Це ставить задачі пошуку нових рішень при розробці технологій перевізного процесу орієнтованих на європейські стандарти.

Таким чином концепція реструктуризації залізничного транспорту, передбачає повномасштабне удосконалення експлуатаційної роботи залізничного транспорту за умови використання передових досягнень техніки і технологій перевізного процесу [1]. З цього виходить, що оптимізація перевізного процесу повинна базуватися на паралельному удосконаленні роботи всіх підрозділів залізниці.

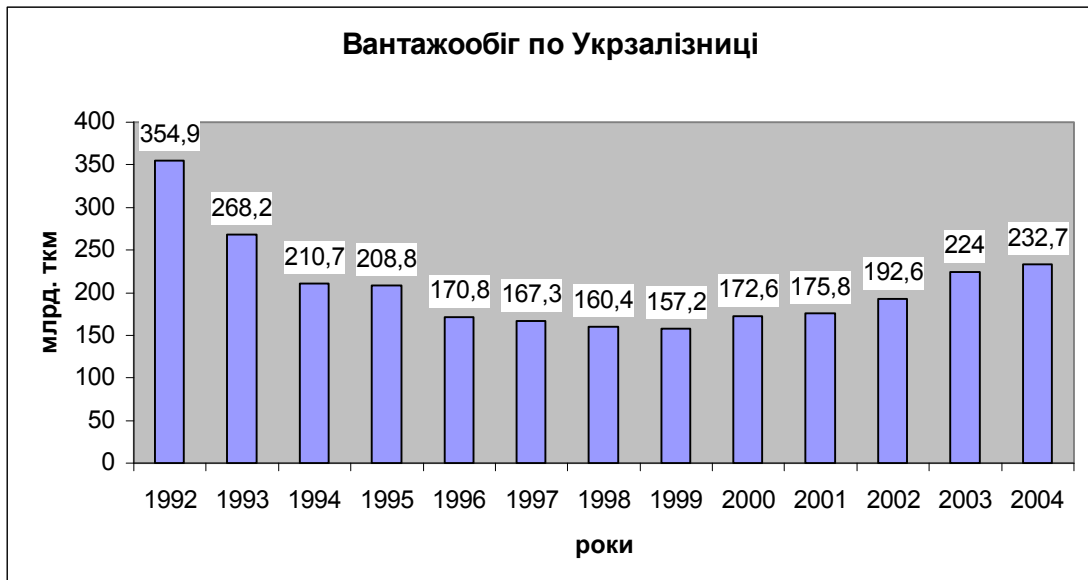


Рисунок 2 - Динаміка вантажообігу на залізничному транспорті України, млрд.т-км (нетто)

В роботі [2] розглядається можливість оптимізації процесів на залізничній станції при прогнозуванні обсягів перевезень на основі нечіткої логіки і теорії нечітких множин, в роботах [3,4] розглянута можливість оперативного корегування діючого плану формування поїздів розробленого на основі будь-якого з існуючих методів (метод сполучених аналітичних співставлень, метод направленої перебору варіантів) в межах полігону дирекції залізничних перевезень.

Перспективною задачею є раціональний синтез зазначених методів і методик при безумовному пошуку нових, оснований на широкомасштабному застосуванні комп'ютерної техніки. Цей факт в свою чергу надає нові можливості для використання передових математичних апаратів спрямованих на урахування великої кількості чинників та нечіткості вхідної інформації. Також в основу нових методів удосконалення перевізного процесу мають бути покладені принципи

систем самонавчання, які базуються на досягненні в галузі нейронних мереж. Це надасть можливість для оптимально-оперативного прийняття максимально достовірних рішень.

Вибір варіанту розв'язання поставленої задачі. Розробка та удосконалення технології організації перевізного процесу повинна базуватися на аналізі статистичних даних та на постійному моніторингу при спостереженні за об'єктом дослідження (станція, дирекція, залізниця). Розв'язуючи таку задачу динамічного збору та обробки інформації розглянемо можливість використання нейронних мереж. Таким чином задача зводиться до знаходження таких значень заданих параметрів, які сприяють максимальному виконанню умови економії технічних засобів таких як вагони, локомотиви, залізничні споруди та одержанню позитивного економічного ефекту. Причому розроблена модель повинна забезпечувати повний аналіз всіх можливих ситуацій. Для вирішення поставленої задачі необхідно дослідити формальний нейрон наведений на рисунку 1.

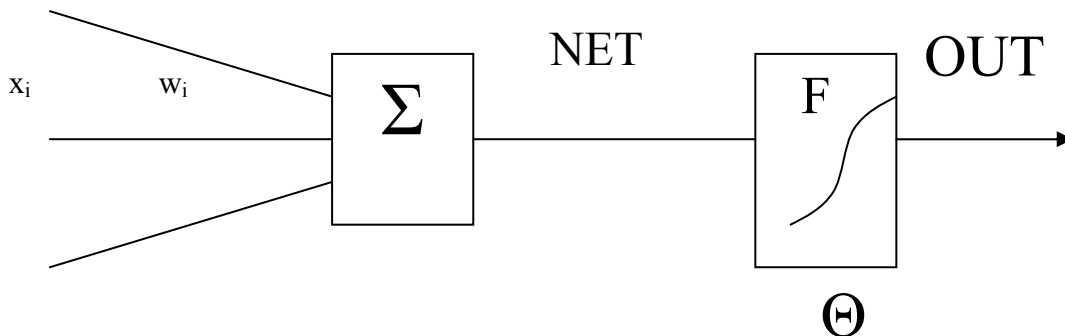


Рисунок 3 - Формальний нейрон

Згідно з [5] нейрон складається із зваженого суматора і нелінійного елемента. Функціонування нейрона визначається формулами:

$$NET = \sum_i w_i \cdot x_i, \quad (1)$$

де x_i - вхідні сигнали, які були визначені раніше і являють собою параметри необхідні для розробки. Сукупність всіх сигналів нейрона утворює вектор x ;

w_i - вагові коефіцієнти, сукупність вагових коефіцієнтів утворює вектор ваг w ;

NET - зважена сума вхідних сигналів, значення NET передається на нелінійний елемент F ;

Θ - граничний рівень даного нейрона;

F - нелінійна функція або функція активації.

В даному випадку вагові коефіцієнти w_i можуть знаходитися методом експертного опитування, але це буде впливати на одержанні достовірних результатів із-за впливу суб'єктивного фактору. Більш достовірним методом який дозволить оцінити вхідні сигнали є метод, що базується на теорії нечітких множин [6]:

$$w_i = \frac{z_k}{z_{\max}}, \quad (2)$$

де z_k - значення показника у будь-якому вимірнику;

z_{\max} - максимально-можливе значення параметру одержане як статистичним так і умовним способом.

Передумови створення комплексу математичних моделей на основі варіацій функцій активації. З поставленої задачі логічно виходить, що оптимізація технології роботи не може бути реалізована у вигляді однієї математичної моделі тому необхідним є побудова комплексу таких моделей. Таким чином для подальшої побудови такого комплексу необхідно розглянути основні типи функції активації і визначити стратегію їх використання при певних ситуаціях.

Функція жорсткої сходинки (3) використовується у класичному формальному нейроні дозволяє синтезувати довільні логічні схеми. Ця функція надмірно спрощена і тому в принципі не дозволяє моделювати схеми з безперервними сигналами, що в більшості випадках негативно впливає на достовірність результатів моделювання.

$$OUT = \begin{cases} 0, & NET < \Theta \\ 1, & NET \geq \Theta \end{cases} \quad (3)$$

Логістична функція (4) у більшості випадках найбільш відповідає вимогам до підвищенні рівня достовірності щодо моделювання процесів на

залізничній станції (прийом, відправлення, пропуск поїздів, прогноз підходу поїздів до станції та першочерговість розформування составів):

$$OUT = \frac{1}{1 + e^{-NET}}. \quad (4)$$

Даний вид функцій використовується в основному для багат шарових перцептронів і інших мереж з безперервними сигналами. Гладкість, безперервність функції – важливі позитивні якості. Безперервність першої похідної дозволяє навчати мережу градієнтними методами.

Функція симетрична відносно точки ($NET=0$, $OUT=1/2$), це робить рівноправними значення $OUT=0$ і $OUT=1$, що вагоме в роботі мережі. Тем не менш, діапазон вихідних значень от 0 до 1 несиметричний, із-за того навчання значно уповільнюється.

Дана функція володіє стискаючою якістю, тобто для малих значень NET коефіцієнт передачі $K=OUT/NET$ великий.

Значення похідної легко виражається через саму функцію. Швидкий розрахунок похідної прискорює навчання. Цей факт має особливо значення стосовно поставленої задачі збору та аналізу великого масиву динамічної інформації (состав поїзду, номерний облік вагонів). Гіперболічний тангенс (5) також застосовується для мереж з безперервними сигналами. Функція симетрична відносно $(0;0)$, в цьому виражається перевага у зрівнянні з сигмоїдою:

$$OUT = th(NET) = \frac{e^{NET} - e^{-NET}}{e^{NET} + e^{-NET}}. \quad (5)$$

Полога сходинок розраховується легко, але має розривну першу похідну в точках $NET=\Theta$, $NET=\Theta+\Delta$, що ускладнює алгоритм навчання (6):

$$OUT = \begin{cases} 0, & NET \leq \Theta \\ \frac{(NET - \Theta)}{\Delta}, & \Theta \leq NET < \Theta + \Delta \\ 1, & NET \geq \Theta + \Delta \end{cases} \quad (6)$$

SOFTMAX-функція (7) забезпечує підсумовування по всім нейронам даного шару мережі. Такий вибір функції забезпечує суму виходів шару, яка дорівнює одиниці при будь-яких значеннях сигналів NET_i даного шару. Це дозволяє трактувати OUT_i як вірогідність подій, сукупність яких утворює повну групу. Ця корисна якість дозволяє використовувати SOFTMAX-функцію в задачах класифікації факторів та параметрів плану формування, відображених раніше.

$$OUT = \frac{e^{NET}}{\sum_i e^{NET_i}}. \quad (7)$$

Гаусова крива використовується в випадках якщо реакція нейрона повинна бути максимальною для якого-небудь певного значення NET (8). Ця умова є корисна для одержання максимального ефекту при обробці великого масиву статистичних даних про існуючі вагонопотоки:

$$OUT = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi \cdot \sigma}} e^{-\frac{(NET-m)}{2 \cdot \sigma^2}}. \quad (8)$$

Лінійна функція, $OUT=K \cdot NET$, $K=const$. Використовується для тих моделей мереж, де не потрібно послідовне з'єднання шарів нейронів один за одним. Таким чином вирішення задачі оптимального розподілення вагонопотоків може бути вирішена більш оптимально ніж існуючими методами.

Взагалі вибір функції активації визначається згідно із специфікою задачі, зручністю реалізації при застосуванні комп'ютерної техніки у вигляді електричної схеми або іншим способом, алгоритмом навчання: деякі алгоритми накладають обмеження на вигляд функції активації, їх необхідно враховувати.

Висновки та перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Таким чином в роботі розглянуті основні задачі та проблеми розробки нових та удосконалення існуючих технологій перевізного процесу, а також обрано напрямок до їх розв'язання. Розв'язання поставленої задачі базується на застосуванні передових досягнень в математичному моделюванні та аналізі, що сприятиме ефективності в експлуатаційній роботі і одержання додаткового економічного ефекту від оптимального використання засобів транспорту.

В даному випадку вибір математичного апарату нейронних мереж для вирішення проблем пов'язаних з організацію перевізного процесу обумовлено можливістю обробляти великий масив динамічних даних і надавати рішення на основі минулого досвіду. Також одним з важливих моментів обумовлюючих вибір нейронних мереж є можливість самонавчання моделі в процесі роботи, що в теперішній час являється необхідною умовою, яка пов'язана з ситуацією невизначеності на ринку транспортних послуг.

Подальшою стратегією вирішення проблеми є застосування теорії нечітких множин та нечіткої логіки для можливості одержання лінгвістичних характеристик обраних параметрів та знаходження їх оптимальних функцій приналежності умовах нечіткості вихідних даних.

Список літератури

1. Концепція та програма реструктуризації на залізничному транспорті України. - Київ, Міністерство транспорту, 1998. – 232 с.
2. Лаврухін О.В. Залізнична станція як об'єкт для оперативного корегування плану формування поїздів. Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції „Наука і освіта 2004”. Том 62. Технічні науки. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – 84 с.
3. Лаврухін О.В. Удосконалення управління перевізним процесом на основі теорії нечітких множин // Зб. наук. праць. – Х: ХарДАЗТ, 2003. – Вип. № 53. – С. 78 – 82.
4. Лаврухін О.В. Знаходження функції належності факторів впливу планової потреби у вагонах // Проблеми та перспективи розвитку транспортних систем: техніка, технологія, економіка і управління: Тези доп. першої наук.-практ. конф. – К.: КУЕТТ, 2003.
5. Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели. – Воронеж: 1999. – 76 с.
6. 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.