

<sup>1</sup>Н.П. Крап, <sup>2</sup>В.М. Юзевич<sup>1</sup>Львівський інститут економіки і туризму, Львів<sup>2</sup>Фізико-механічний інститут НАН України, Львів

## НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ ЯК ЗАСІБ УПРАВЛІННЯ КОНФІГУРАЦІЯМИ ПРОЕКТІВ ТУРИСТИЧНИХ ПОТОКІВ

*Розглянуто нейронні мережі як засіб для управління конфігураціями проектів туристичних потоків.*

**Ключові слова:** проект, управління конфігураціями проектів, туристичні потоки, нейронні мережі

*Рассмотрены нейронные сети как средство для управления конфигурациями проектов туристических потоков.*

**Ключевые слова:** проект, управление конфигурациями проектов, туристические потоки, нейронные сети

*In the article neural networks as means are considered for the management of projects of tourist streams configurations.*

**Keywords:** configurations of projects, management of projects, tourist streams, neural networks

### Постановка проблеми

Розв'язання науково-технічних та соціально-економічних проблем розвитку України неможливе без розроблення та реалізації відповідних проектів та програм з управління туристичними потоками. Ефективність цих проектів та програм значною мірою залежить від конфігурацій проектів, досконалості управління ними, що сьогодні не має достатнього наукового підґрунтя і не дає бажаних результатів. Отже, теорія з управління проектами та програмами управління проектами туристичних потоків з використанням нейронних мереж розвинута не достатньо.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Науці з управління проектами та програмами присвячено достатньо багато наукових праць. У них досить ґрунтовно розкрито особливості управління складовими сферами проектів на етапах їх життєвих циклів. Однак, питання системного підходу до проблем управління в них розглядаються не повно. Сутність системного розгляду задач управління висвітлено в працях С.Д. Бушуєва, Н.С. Бушуєвої, В.А. Рача, Ю.П. Рака, О.Б. Зачка та інших. Однак, на наш погляд, системний підхід в їхніх працях

розглядається як альтернатива до проектного та процесного. Але ці підходи фактично не можуть бути розділеними через нерозривність їх засад.

### Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми

Сьогодні в науці з управління проектами та програмами питання управління конфігураціями проектів туристичних потоків розкрито недостатньо, зокрема чітко не означені його науково-методичні засади. Їх розробка і впровадження засобами нейронних мереж повинні здійснюватися з урахуванням загального контексту управління проектами з управління туристичними потоками.

### Формулювання мети статті

Мета – дослідження можливостей застосування нейронних мереж у процесі аналізу конфігурацій туристичних потоків проектів для оцінювання застосовності.

### Виклад основного матеріалу

Розглянемо найпростішу математичну модель туристичних потоків, яка описується співвідношенням для вихідного сигналу перетворенням вихідного оператора та оператора активізації. Нелінійний оператор перетворення вектора вхідних

сигналів  $X$  у вихідний сигнал  $Y$  може бути записаний таким чином:

$$H = F_{\text{вих}}(f_a(a f_{\text{вх}}(x, w), b));$$

$W$  – вага потоку;

$V$  – значення зсуву;

$X$  – вхідні туристичні потоки;

$Y$  – вихідні туристичні потоки;

$N$  – число входів нейрона.

У найпростішому нейроні обчислюється добуток вхідного сигналу зі скалярним ваговим коефіцієнтом, а отриманий результат є аргументом функції активації, яка формує скалярний вихід (рис. 1).

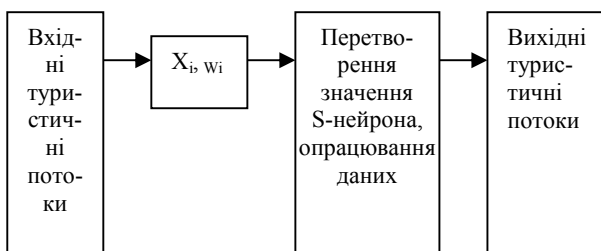


Рис. 1. Схема нейронної мережі туристичних потоків

Для пояснення сутності нечітких нейронних мереж управління конфігураціями туристичних потоків необхідно розглянути просту нейронну мережу, що складається з одного нейрона [2].

Вхідні сигнали туристичних потоків  $x_i$  взаємодіють із синаптичними вагами зв'язку  $w_i$ :

$$p_i = w_i \cdot x_i, i = 1, 2.$$

Ці часткові добутки додаються, утворюючи значення  $S$ -нейрона:

$$s = p_1 + p_2 = w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2.$$

Вихід туристичних потоків нейронної мережі утворюється в результаті перетворення значення  $S$ -нейрона деякою активізаційною функцією  $f$ :

$$Y = f(s) = f(w_1 \cdot x_1 + w_2 \cdot x_2).$$

Нечітка нейронна мережа – це нейронна мережа з чіткими сигналами, вагами і активізаційною функцією, але об'єднанням  $X_i$  та  $w_i$ . Входи, виходи і ваги нечіткої нейронної мережі – дійсні числа на відрізку  $[0; 1]$ .

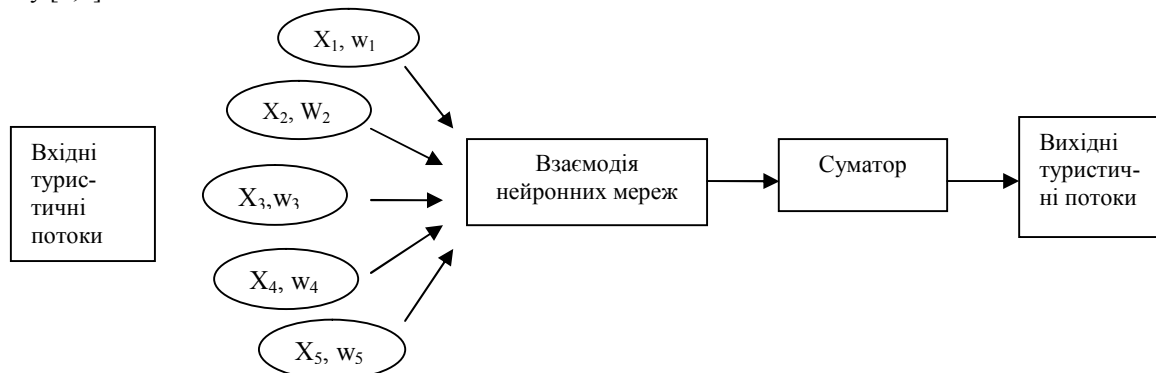


Рис. 2. Схема нейронної мережі для заданої конфігурації туристичних потоків

Нечіткі нейронні мережі можуть використовуватися для задач класифікації різної складності (з різною кількістю класів та ознак досліджуваного об'єкта).

Нечіткі нейронні мережі є сучасним і гнучким інструментарієм, який поєднує переваги нейронних мереж і систем нечіткої логіки та може ефективно використовуватися для управління проектами, визначаючи приналежність досліджуваного об'єкта до одного з класів.

Розглянемо штучну нейронну мережу (табл. 1) за метою відвідування: службова, ділова, бізнес, навчання; дозвілля, відпочинок; лікування; спортивно-оздоровчий вид туризму; спеціалізований туризм у 2005, 2009, 2010 роках [1].

Таблиця 1

**Динаміка зміни конфігурації туристичних потоків**

Конфігурації туристичних потоків		Кількість туристів, тис. осіб		
		2005	2009	2010
Усього обслужено суб'єктами туристичної діяльності	Y	90,8	109,9	153,9
У тому числі за метою відвідування				
Службова, ділова, бізнес, навчання	$x_1$	13,7	4,1	2,5
Дозвілля, відпочинок	$x_2$	73,7	97,2	143,9
Лікування	$x_3$	0,7	8,2	7,4
Спортивно-оздоровчий туризм	$x_4$	1,1	0,1	0,1
Спеціалізований туризм	$x_5$	0,9	0	0

Проведемо вибір оптимального виду туристичних потоків з використанням штучної нейронної мережі. Зобразимо конфігурації туристичних потоків на рис. 2.

Розглянемо штучну нейронну мережу для заданих даних туристичних потоків. Нехай відомо число туристів, обслужених за суб'єктами туристичної діяльності і за метою відвідування  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$ . Визначивши ваги для кожного виду туристичної діяльності та визначивши  $o^k$  та  $E^k$ , отримаємо результат для виходу.

Вихід нечіткої нейронної системи визначається відповідно до центроїдного методу за такою формулою :

$$o^k = \frac{\sum_{i=1}^m x_{ij} W_{ij}}{\sum_{i=1}^m W_{ij}}, \quad (1)$$

де  $k=1, \dots, m$ ;

$X_{ij}$  – кількість обслужених туристів;

$W_{ij}$  – вага кількості обслужених туристів.

Введемо функцію помилки (похибки) для  $k$ -го виду туристичних потоків:

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

де  $k=1, \dots, N$ .

Такий підхід і співвідношення дозволяють застосовувати градієнтний метод для налаштування параметрів заданих предикатних правил, як у звичайних нейронних мережах.

На базі вхідних та вихідних значень туристичних потоків та функції помилки вводять поняття показника чутливості, який характеризує реакцію туристичних потоків на зміни оточуючого середовища.

Запишемо значення показника чутливості:

$$K_{ij} = \frac{o^k}{E^k}. \quad (3)$$

Визначивши вихідні туристичні потоки з використанням формули:

$$p = \sum x_{ij} \cdot w_{ij}, \quad (4)$$

визначимо найпопулярніший вид туристичної подорожі:

$P_1=2,260$ ;

$P_2=280,34$ ;

$P_3=0,973$ ;

$P_4=0,01348$ ;

$P_5=0,00892$ .

Звідси можна зробити висновок, що найпопулярніші види туристичних потоків (за порядком зменшення):

$P_2=280,34$  (дозвілля і відпочинок);

$P_1=2,261$  (службова, ділова, бізнес, навчання);

$P_3=0,973$  (лікування);

$P_4=0,0135$  (спортивно-оздоровчий туризм);

$P_5=0,00892$  (спеціалізований туризм).

Визначимо функцію помилки для заданих туристичних потоків з використанням формули (2) для кожного року спостереження (табл. 2–4).

Таблиця 2

**Значення функції помилки для заданих туристичних потоків у 2005 році**

2005	$E^k$
Службова, ділова, бізнес, навчання	0,893
Дозвілля, відпочинок	37401,58
Лікування	7892,70
Спортивно-оздоровчий туризм	0,000104
Спеціалізований туризм	0

Найбільш точну помилку встановлено для видів туризму, де значення  $E^k$  є найменшим. Так, для спортивно-оздоровчого виду туризму  $E^k=0,000104$ , а для «службового, ділового, бізнес, навчання» виду туризму  $E^k=0,893$ . Для інших видів туризму помилка є досить великою, тому її не можна використовувати для порівнянь і подальших досліджень.

Таблиця 3

**Значення функції помилки для заданих туристичних потоків у 2009 році**

2009	$E^k$
Службова, ділова, бізнес, навчання	59,80
Дозвілля, відпочинок	31250,42
Лікування	6978,53
Спортивно-оздоровчий туризм	0,515
Спеціалізований туризм	0,405

Для спортивно-оздоровчого виду туризму помилка  $E^k=0,515$ , для спеціалізованого виду туризму  $E^k=0,405$ , для інших видів туризму помилка є досить великою, тому її не можна використовувати для досліджень.

Таблиця 4

**Значення функції помилки для заданих туристичних потоків у 2010 році**

2010	$E^k$
Службовий, діловий, бізнес, навчання	78,58
Дозвілля, відпочинок	20665,78
Лікування	7073,36
Спортивно-оздоровчий туризм	0,515
Спеціалізований туризм	0,405

Для спортивно-оздоровчого виду туризму помилка  $E^k=0,5145384$ , для спеціалізованого виду туризму  $E^k=0,405$ , для інших видів туризму помилка є досить великою, тому її не можна використовувати для досліджень.

Обчислимо значення показника чутливості для заданої конфігурації туристичних потоків (табл. 5).

Таблиця 5

**Значення коефіцієнта чутливості для заданої конфігурації туристичних потоків**

Конфігурації туристичних потоків	Кількість туристів	Коефіцієнт чутливості
Усього обслужено суб'єктами туристичної діяльності	у	К
У тому числі за метою відвідування		
Службова, ділова, бізнес, навчання	$x_1$	0,173
Дозвілля, відпочинок	$x_2$	0,083
Лікування	$x_3$	0,323
Спортивно-оздоровчий туризм	$x_4$	1,246
Спеціалізований туризм	$x_5$	1,111

Таким чином, коефіцієнт чутливості є найменшим для виду туризму (дозвілля, відпочинок)  $K_2=0,0832$ , а максимальний (який відповідає найбільшій чутливості) для спортивно-оздоровчого туризму  $K_4=1,246$ .

Для оптимізації туристичних потоків  $P_k(X_i)$  і покращення конфігурації проекту використаємо функціонал якості [3] з урахуванням коефіцієнта чутливості  $K$  і оберненого зв'язку:

$$J(P_k(X_i), FB(X_i)) = \int_{t_0}^{t_k} f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s}, K) dt \Rightarrow opt \quad (5)$$

де  $\bar{y}$  – вектор заданих впливів ( $y_j(t)$  – компоненти вектора,  $j = 1, 2, \dots, n$ );  $\bar{u}$  – вектор керувань;

$\bar{s}$  – вектор невизначених збурень;  $[t_0, t_k]$  – інтервал часу, в якому розглядається процес (формування оптимальних значень туристичних потоків  $P_k(X_i)$ ,  $k=1, 2, \dots, m$ );  $m$  – загальне число туристичних потоків, які розглядаються в даному проекті;  $f(\bar{y}, \bar{u}, \bar{s})$  – функція, що відображає показник якості;  $FB(X_i)$  – функція, яка характеризує обернений зв'язок (Feed-back) між потоками  $P_i$  і оточенням з урахуванням коефіцієнта чутливості  $K$  і думок експертів.

## Висновки

Математична модель, побудована на основі нейронних мереж для управління конфігураціями туристичних потоків дає можливість оптимального вибору туристичних маршрутів. На підставі отриманої моделі проведено аналіз чутливості виходу нечіткої нейронної мережі до зміни вхідних туристичних потоків і визначено, що найменш чутливим є вид туристичних потоків у яких коефіцієнт чутливості є найменшим. Для оптимізації туристичних потоків і покращення конфігурації проекту використано функціонал якості, в якому враховано коефіцієнта чутливості  $K$  і обернений зв'язок.

## Список літератури

1. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
2. Клебанова Т.С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: Монографія / Т.С. Клебанова., Л.О. Чаговець, О.В. Панасенко. – Х.: ВД Інжсек, 2011. – 240 с.
3. Голубева Т. О. Використання методу оцінювання в задачах інваріантного управління / Т.О. Голубева, В.М. Дубової // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2007. – № 1. – С. 5–9.

Стаття надійшла до редколегії 18.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.М. Ванько, НУ "Львівська політехніка", Львів.