

банкрутству від 23.11.1198 р. № 22 // Державний інформаційний бюлетень про приватизацію. — 1998. — № 7. — С. 18—28.

7. Постанова Верховної Ради України від 4 листопада 2010 р. «Про прийняття за основу проекту Закону України про Стратегію національної екологічної політики України на період до 2020 року» [Електронний ресурс] / Сайт Верховної Ради. Режим доступу: // <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2818-17>

8. Стратегії розвитку регіонів: шляхи забезпечення дієвості: [збірник матеріалів «круглого столу» за ред. С. О. Білої]. — К.: НІСД, 2011. — 88 с.

9. Стратегічні напрями переходу України на засади сталого розвитку в контексті її інтеграції до Європейського співробітництва: [під ред. акад. НАН України Е.В. Соботовича]. — К.: Салютіс, 2005. — 44 с.

Стаття надійшла до редакції 9.09.2011 р.

УДК 336.1.0018

**А.О. Азарова, О.А. Ковальчук, О.Д. Ситнік,**  
Вінницький національний технічний університет

## **РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ ІДЕНТИФІКАЦІЇ РІВНЯ МОТИВАЦІЇ ПЕРСОНАЛУ ЗАСОБАМИ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

*АНОТАЦІЯ.* Запропоновано метод оцінювання рівня мотивації працівників за допомогою штучної нейронної мережі — багатопшарового перцептрону, навчання якого здійснюється на базі алгоритму зворотного розповсюдження помилки.

*КЛЮЧОВІ СЛОВА:* нейронна мережа, мотиваційний процес, мотивація персоналу.

*SUMMARY.* The method of personal motivation evaluating with using artificial neural network — multilevel perceptron, which is learning on the basis of back propagation algorithm is considered in the article.

*KEY WORDS:* neural network, a motivational process, motivation of personnel.

Проблема оцінки мотиваційних процесів є надзвичайно актуальною, оскільки персонал є одним з основних джерел підвищення продуктивності праці, а отже й потужним ресурсом зростання прибутку підприємства. Проте на більшості українських підприємств оцінювання персоналу здійснюється достатньо обмежено та суб'єктивно, без урахування усіх його характеристик та потенціалу.

Враховуючи складність мотиваційного процесу, вплив суб'єктивних чинників на його здійснення на підприємстві, залежність від умов зовнішнього кризового середовища, велику множину

параметрів опису такого процесу, необхідним є розроблення математичних методів та моделей управління системою мотивації на вітчизняних підприємствах з використанням сучасних апаратів, а саме нейромережових технологій.

Нейронні мережі здатні вирішувати широке коло задач, однією з найпростіших та найпоширеніших є задача класифікації, суть якої полягає у віднесенні певного зразка до одного із заздалегідь відомого класу.

Представимо задачу оцінювання рівня мотивації персоналу на підприємстві таким чином. Розглядається певний об'єкт — мотиваційний процес на підприємстві чи окремому його підрозділі, що характеризується множиною параметрів  $U$ ,  $U=(u_i)$ ,  $i=1,5$ . Необхідно віднести цей мотиваційний процес до одного із класів із множини  $Z$ ,  $Z=(z_n)$ ,  $n=1,3$ , — рівнів мотивації, тобто розв'язати класичну задачу класифікації.

Складемо таку множину вхідних параметрів  $U$ ,  $U=(u_i)$ ,  $i=1,5$  [1]:

- коефіцієнт плинності кадрів ( $u_1$ );
- коефіцієнт ефективного використання робочого часу ( $u_2$ );
- коефіцієнт трудової дисципліни ( $u_3$ );
- лояльність персоналу ( $u_4$ );
- трудова активність ( $u_5$ ).

На базі експертних даних опишемо множину вихідних параметрів  $Z=(z_n)$ ,  $n=1,3$  так:

- $z_1$  — високий рівень мотивації;
- $z_2$  — середній рівень мотивації;
- $z_3$  — низький рівень мотивації.

Робота мережі зводиться до пошуку функціональної залежності  $Z=F(U)$ , де  $U$  — вхідний вектор, а  $Z$  — вихідний вектор,  $Z=(z_n)$ ,  $n=1,3$ ,  $U=(u_i)$ ,  $i=1,5$ . Для вирішення даної задачі автори пропонують використовувати метод зворотного розповсюдження помилки.

Алгоритм зворотного розповсюдження помилки представимо згідно із специфікою мотиваційного процесу так, як зображено на рис. 1 [2].

тошарового перцептрон — нейронної мережі прямого розповсюдження сигналу (без зворотних зв'язків), у якій вхідний сигнал перетворюється на вихідний, проходячи послідовно кілька шарів.

Крім вхідного і вихідного багат шаровий перцептрон має ще один чи кілька проміжних шарів, які називаються прихованими.

Вони виконують проміжне перетворення сигналів таким чином, що вихідний нейрон-класифікатор отримує на свої входи вже лінійно розподілені множини.



Рис. 1. Алгоритм зворотного розповсюдження помилки для оцінювання рівня мотивації на підприємстві

Розглянутий алгоритм використовується для навчання бага. Для визначення кількості нейронів у прихованих шарах нейронної мережі можна скористатися таким співвідношенням [3]:

$$\frac{N}{10} - n - m \leq L \leq \frac{N}{2} - n - m, \quad (1)$$

де  $n$  — кількість вхідних сигналів;  
 $m$  — кількість вихідних сигналів;  
 $N$  — кількість елементів навчальної вибірки.

Визначимо необхідну кількість нейронів нейронної мережі для оцінювання рівня мотивації персоналу на підприємстві.

Для навчання нейронної мережі використаємо навчальну вибірку, складену на базі даних 24 підприємств, тобто  $N = 24$ .

Оскільки,  $n = 5$ ,  $m = 3$ , то за співвідношенням (1) визначаємо:

$$\frac{24}{10} - 5 - 3 \leq L \leq \frac{24}{2} - 5 - 3.$$

Отже,  $L \leq 4$ . Нехай нейронна мережа для оцінювання рівня мотивації персоналу містить чотири нейрони у прихованому шару.

Вважається, що одного прихованого шару нейронів із сигмоїдною функцією активації достатньо для апроксимації будь-якої функції з високою точністю [2, 3]. Крім того, така мережа здатна одночасно апроксимувати і саму функцію, і її похідну.

Нехай нейронна мережа для оцінювання рівня мотивації персоналу на підприємстві складається із трьох шарів: вхідного, прихованого та вихідного, а кількість нейронів у прихованому шарі дорівнює 4. Таку нейронну мережу для оцінювання рівня мотивації автори представили на рис. 2.

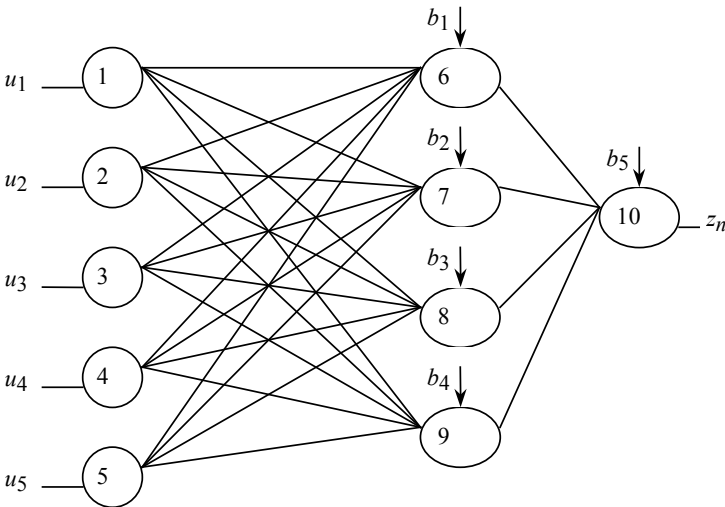


Рис. 2. Багатошаровий перцептрон для оцінювання рівня мотивації персоналу

Для оцінювання рівня мотивації персоналу використаємо такий спосіб кодування змінних нейронної мережі, як розбиття

одиночного інтервалу на відрізки, залежно від кількості рівнів мотивації, довжина яких пропорційна кількості прикладів кожного рівня мотивації у навчальній вибірці:

$$\Delta x_k = \frac{N_k}{N}, \quad (3)$$

де  $\Delta z_n$  — довжина  $n$ -го відрізка;

$N_n$  — кількість прикладів  $n$ -го класу;

$N$  — загальна кількість прикладів.

Числовим значенням  $z_n$  для  $n$ -го класу буде центр відрізка  $\Delta z_n$  (рис. 3).

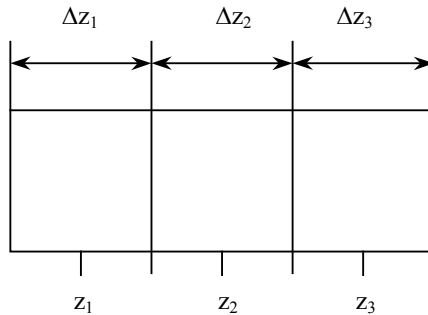


Рис. 3. Ілюстрація способу кодування змінних з урахуванням кількості прикладів кожного рівня мотивації у навчальній вибірці

Навчальна вибірка, що використовується для навчання нейронної мережі для оцінювання рівня мотивації персоналу, містить дані 24 підприємств, тобто  $N = 24$ , з них п'ять мають високий рівень мотивації персоналу ( $N_1 = 5$ ), сім мають середній рівень ( $N_2 = 7$ ) і рівень мотивації дванадцяти підприємств характеризується як низький ( $N_3 = 12$ ).

Тоді за формулою (3) отримаємо такі значення довжини відрізків:

$$\Delta z_1 = \frac{5}{24} = 0,2; \quad \Delta z_2 = \frac{7}{24} = 0,3; \quad \Delta z_3 = \frac{12}{24} = 0,5.$$

Визначимо числові значення  $z_n$ , що відповідають центрам відрізків  $\Delta z_n$ , та отримаємо такі значення вихідних параметрів:

$$z_1 = \frac{0,2}{2} = 0,1; \quad z_2 = 0,2 + \frac{0,3}{2} = 0,35; \quad z_3 = 0,2 + 0,3 + \frac{0,5}{2} = 0,75.$$

Штучна нейронна мережа для оцінювання рівня мотивації персоналу на підприємстві була реалізована за допомогою математичного пакету програм MatLab 7,0, у результаті чого було отримано такі вагові коефіцієнти:

$$\text{для прихованого шару: } \begin{vmatrix} 0,47039 & 0,76316 & 0,15419 & -0,11781 \\ -0,04462 & -0,26179 & 0,54631 & 0,00832 \\ 0,47841 & -12,0869 & 16,4434 & -1,0156 \\ 1,3476 & 1,1678 & 0,041394 & 0,42381 \\ -0,72904 & 1,6799 & -0,36825 & -0,22188 \end{vmatrix},$$

$$\text{для вихідного: } \begin{vmatrix} 2,2428 \\ 0,20647 \\ -4,3193 \\ -4,0444 \end{vmatrix},$$

$$\text{значення } b_i, i = \overline{1,5}: \begin{vmatrix} 3,1833 \\ -1,0321 \\ 6,9265 \\ 6,5313 \\ -1,4661 \end{vmatrix}.$$

За допомогою даних тестової вибірки було діагностовано штучну нейронну мережу — багатошаровий перцептрон та підтверджено, що з використанням обчислених вагових коефіцієнтів можливо оперативно та з високою точністю визначити рівень мотивації працівників підприємства.

Отже, запропонований авторами статті метод оцінювання рівня мотивації працівників за допомогою штучної нейронної мережі — багатошарового перцептрона, навчання якого здійснюється на базі алгоритму зворотного розповсюдження помилки, дозволяє з мінімальними часовими і грошовими витратами та з високою точністю прийняти рішення щодо рівня мотивації персоналу.

### **Література**

1. Ковальчук О. А. Формування множини показників, що характеризують рівень мотивації персоналу // Вісник Хмельницького національного університету. — 2010. — №4. — С. 77—80.

2. *Каллан Р.* Основные концепции нейронных систем. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
3. *Круглов В. В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. — М.: Горячая линия. Телеком, 2001.
4. *Хайкин С.* Нейронные сети: 2-е изд. — М.: Вильямс, 2006. — С. 1104.
5. *Ротштейн А. П.* Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. — Винница: Універсум-Вінниця, 1999. — 320 с.
6. *Терехов В. А.* Нейросетевые системы управления. — Высшая школа, 2002. — С. 184.

Стаття надійшла до редакції 10.10.2011 р.

УДК: 330.341.4

**О.В. Галіцина**, канд. екон. наук,  
**Н.К. Самченко**, асистент,  
кафедра інформаційного менеджменту,  
ДВНЗ «КНЕУ імені Вадима Гетьмана»

## АНАЛІЗ ДИНАМІКИ СТРУКТУРИ ВАЛОВОГО ВИПУСКУ ПРОДУКЦІЇ

*АНОТАЦІЯ.* У статті розглянуто структурний аналіз динаміки валового випуску продукції з метою виявлення характерних особливостей розвитку структури економіки. Аналіз здійснено на основі Національних рахунків України і, зокрема, таблиць «витрати—випуск».

*ABSTRACT.* The article deals with structural analysis of the dynamics of gross output in order to identify the characteristic features of the structure of the economy. The analysis was done with the National Accounts of Ukraine and, in particular, «input—output» tables.

*КЛЮЧОВІ СЛОВА.* Економіка, вид економічної діяльності, структура економіки, структурні зрушення.

Економічне зростання у вирішальній мірі залежить від наявності прогресивних структурних зрушень у структурі економіки за видами економічної діяльності. При розробленні заходів щодо стимулювання позитивних структурних зрушень і запобігання негативних тенденцій повинні враховуватися результати ретроспективного комплексного аналізу структури економіки за ВЕД. Такий аналіз може бути успішно здійснений на основі Національних рахунків України і, зокрема, отриманих таблиць „витрати—випуск».

Національна економіка включає в себе більшість видів діяльності, притаманних індустріально розвиненим країнам світу. Але