

# РОЗРОБЛЕННЯ МАТЕМАТИЧНОГО МЕТОДУ УПРАВЛІННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНІСТЮ ВІТЧИЗНЯНИХ ПІДПРИЄМСТВ

<sup>1</sup> Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Запропоновано структурну модель та математичний метод управління конкурентоспроможністю вітчизняних підприємств на основі мережі Хопфілда, що дозволило оцінити її рівень та обґрунтувати подальші шляхи його підвищення.*

**Ключові слова:** структурна модель, рівень конкурентоспроможності, формалізація, нейронна мережа Хопфілда.

## *Abstract*

*The structural model and mathematical method of controlling of enterprise competitiveness with using artificial Hopfield neural network is developed. It's allow to evaluate the enterprise competitiveness level and to propose further ways of improving it.*

**Key words:** structural model, competitiveness level, formalization, Hopfield neural network.

## Вступ

Успішне функціонування вітчизняних промислових підприємств за умов фінансової, виробничої та політичної кризових ситуацій стає дедалі складнішим через перешкоди на шляху до покращення їх конкурентоспроможності. Для того, щоб вирішити дану проблему потрібно чітко формалізувати процес оцінювання рівня конкурентоспроможності на вітчизняних суб'єктах господарювання. Це уможливить розроблення стратегії конкурентоспроможності підприємства та її подальше забезпечення.

Метою роботи є розроблення шляхів покращення конкурентоспроможності вітчизняних підприємств на основі оцінювання її рівня із застосуванням запропонованого математичного методу на базі мережі Хопфілда.

## Результати дослідження

Існуючі підходи до визначення рівня конкурентоспроможності крім того, що оцінюють її лише на рівні товару або підприємства чи держави, не є чітко формалізованими та алгоритмізованими, базуються на вузько обмежених множинах оцінювальних параметрів тільки кількісного характеру, не дозволяють враховувати динамічний вплив внутрішнього та зовнішнього середовищ функціонування господарських суб'єктів, складно практично реалізуються, характеризуються інформаційною обмеженістю, не дозволяють системне оцінювання конкурентоспроможності підприємства. Усі ці чинники унеможливають їх конструктивне використання та автоматизацію такого процесу [1, 2].

За умов постійного розвитку і зміни економічного спектру та удосконалення системи автоматизації прийняття управлінських рішень, зокрема оцінювання конкурентоспроможності підприємств, використання математичних апаратів штучного інтелекту, а саме таких, як нечіткі множини, генетичні алгоритми для вирішення економічних задач може бути доволі ефективним. Проте, кожен із вищезгаданих апаратів мають свої недоліки: нечіткі множини необхідна складна процедура визначення та обґрунтування вигляду і форми функцій належності, порогові елементи потребують на якісне оброблення потужних масивів експертної інформації та базуються на взаємозамінюваних за вагою ієрархічних складних функціях, генетичні алгоритми вимагають складного настроювання тощо.

Слід зауважити, що аналіз стану автоматизації підприємницької діяльності в останнє десятиліття виявив бурхливий розвиток нейромережових технологій та їх конструктивне застосування для вирішення саме управлінських проблем. Сьогодні для розв'язку класифікаційних економічних задач про-

відні дослідники, серед яких слід виділити Н. Є. Бойцуна [3], В. В. Вітлінського [4], О. О. Недоскіна [5], О. П. Ротштейна [6] та багатьох ін., використовують апарати штучного інтелекту, зокрема, нечіткої логіки та нейронних мереж.

Такі міркування дозволили авторам статті обґрунтувати власний вибір математичного апарату для формалізації математичної моделі оцінювання рівня конкурентоспроможності на основі штучних нейронних мереж. Саме такий підхід дозволяє успішно розв'язувати задачу класифікації (в нашому випадку йдеться про ідентифікацію відповідного рівня конкурентоспроможності підприємства) та відтворення образів за неповною чи спотвореною (в нашому випадку реально взятою з економічної діяльності підприємств) інформацією. Саме можливість обмеженого використання дорогих експертних знань, які необхідні для виявлення значень рівнів конкурентоспроможності лише за типовими комбінаціями значень оцінювальних параметрів (у нашому випадку агрегуючих функцій), запропонованої нижче авторами математичної моделі, та отримання, при цьому, точного остаточного рішення і зумовили вибір штучної нейронної мережі Хопфілда для ідентифікації такого процесу.

Перевагами такого підходу серед інших математичних апаратів є легкість побудови програмних засобів, що зробило цю мережу привабливою для практичних застосувань, зокрема у фінансовому та операційному менеджменті.

Для формування методу оцінювання рівня конкурентоспроможності на основі нейронної мережі Хопфілда [7] необхідно було розробити відповідну структурну модель такого процесу, яку наведено на рис. 1.



Рис. 1 – Структурна модель оцінювання рівня конкурентоспроможності підприємства

Отже, на першому рівні слід визначити функції  $f_i, i = \overline{1, n}, (n=7)$ , що описують:  $f_1$  – ефективність організації збуту та просування товарів;  $f_2$  – ефективність виробничої діяльності підприємства;  $f_3$  – кадри підприємства;  $f_4$  – конкурентоспроможність товару;  $f_5$  – фінансовий стан підприємства;  $f_6$  – організаційну культуру підприємства;  $f_7$  – зовнішнє середовища функціонування досліджуваного суб'єкта господарювання.

На основі експертних знань було запропоновано оцінювати вхідні функції  $f_i$  трьома діапазонами значень: Н – низький, С – середній та В – високий характеристичний рівень функції (табл. 1) і розроблено агрегуючу матрицю знань для визначення остаточного рішення  $y_j, j = \overline{1, 3}$  (де  $y_1$  – низький рівень конкурентоспроможності;  $y_2$  – середній рівень конкурентоспроможності;  $y_3$  – високий рівень конкурентоспроможності) із множини вихідних рішень  $Y$ .

Таблиця 1 – Матриця знань для визначення рівнів конкурентоспроможності

Номер рядку в множині значень для функції $f_i$	Лінгвістичні значення функцій $f_i, i = \overline{1,7}, j \in M$							Рівень КП
	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	
$R$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$y_i$
1	H	H	H	B	H	H	H	$y_1 = H$
2	H	H	H	B	H	H	H	
3	H	H	H	B	H	C	H	
4	H	H	H	B	H	H	C	
5	H	H	H	B	H	H	C	
6	H	H	H	B	H	H	C	
1	C	C	C	C	C	C	C	$y_2 = C$
2	C	C	B	C	C	C	C	
3	C	C	C	B	C	B	C	
4	C	C	C	C	C	C	B	
5	C	C	C	B	C	C	C	
6	C	C	C	C	C	B	C	
1	B	B	B	H	B	B	B	$y_3 = B$
2	B	B	C	H	B	B	B	
3	B	B	B	H	B	B	B	
4	B	B	B	H	B	B	B	
5	B	B	C	H	B	B	B	
6	B	B	B	H	B	B	C	

На другому рівні оцінювання здійснюється відображення значень вхідних функцій  $f_i$  на множину вихідних рішень  $y_j$  із використанням матриці знань на основі нейронної мережі Хопфілда. Така мережа дозволяє співставити образ отриманого для досліджуваного підприємства вхідного вектора  $K = (k_l), l = \overline{1, L}, L = 21$ , що описує коди значень функцій  $f_i, i = \overline{1, 7}$  із найближчим еталонним вектором  $U = (u_l)$ .

Кожен еталонний вектор  $U$  однозначно характеризує конкретний рівень оцінювання конкурентоспроможності –  $y_j, j = \overline{1, 3}$ , що є виходом моделі.

Слід зауважити, що в цій мережі функціонують нейрони з пороговою функцією активації, які набувають значень «1» та «-1» [7]. Тому пропонуємо здійснити кодування рівнів функцій  $f_i$  трізначним кодом, що складається з 1 або -1, а саме: низький рівень функції  $f_i \rightarrow (-1, -1, -1)$ ; середній рівень функції  $f_i \rightarrow (-1, 1, -1)$ ; високий рівень функції  $f_i \rightarrow (1, 1, 1)$ .

Після кодування мережа Хопфілда співставляє вхідний вектор  $K = (k_l), l = \overline{1, L}, L = 21$ , що описує рівень конкурентоспроможності підприємства, з трьома еталонними зразками  $u_l$ , описаними в табл. 2. Наведені еталони складено на базі даних, що надано експертами і подано у табл. 2.

Таблиця 2 – Еталонні зразки  $u_l$  для оцінювання рівнів  $y_j, j = \overline{1, 3}$ 

$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$u_l$
-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	$u_1$
-1-1-1	-111	-1-1-1	111	-111	111	111	$u_2$
111	111	111	111	111	111	111	$u_3$

Таким чином, у табл. 2 кожен із трьох рівнів оцінювання конкурентоспроможності  $y_j$ , описаний відповідним закодованим набором значень  $u_l, l = \overline{1, L}, L = 21$  функцій  $f_i$ , які були обрані як найбільш інформативні з матриці знань. Таким чином, мережа ідентифікує той еталон, що є найбільш типовим, а кожний еталон, у свою чергу, відповідає певному рівню конкурентоспроможності  $y_j, j = \overline{1, 3}$ .

Даний метод було реалізовано на підприємствах різних галузей.

Результат роботи мережі Хопфілда, що використовується на другому рівні структурної моделі (див. рис. 1), на прикладі одного із цих підприємств (закодований вектор його вхідних функцій має вигляд [-1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 1]) можна продемонструвати за допомогою математичного пакету MathLab 7.0, фрагмент лістингу програми якого наведено нижче.

```

T=[-1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1
-1 -1 -1 -1 1 1 -1 -1 -1 1 1 1 -1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1];
net=newHop (T);
X=[[-1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 1 1]];
[a,b,c]=(net, {1 100}, {},X);
a{100}
ans = -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1 -1

```

Таким чином, програма видає на виході еталон  $u_1$ , який відповідає низькому рівню конкурентоспроможності. Подальшими діями на підприємстві є розроблення низки заходів, які дозволять підвищити її рівень шляхом побудови відповідної комплексної цільової програми.

### Висновки

В основу запропонованого методу покладено оцінювання конкурентоспроможності підприємства за такими основними функціями, як: ефективність організації збуту та просування товарів, ефективність виробничої діяльності підприємства, кадрова, конкурентоспроможність товару, фінансовий стан підприємства, організаційна культура підприємства та зовнішнє середовище функціонування суб'єкта господарювання. Такі функції охоплюють всі найбільш важливі, на наш погляд, оцінки господарської діяльності підприємства, виключаючи дублювання окремих показників, дозволяючи швидко та ефективно оцінити перспективи підприємства на галузевому ринку.

Крім того, суттєвими перевагами запропонованого авторами методу є його автоматизованість, чіткість, прозорість та зручність.

Отже, аналізуючи вищевикладене, можна зробити такі висновки:

1. Підтверджено гіпотезу авторів про доцільність застосування нейронної мережі Хопфілда для оцінювання рівня конкурентоспроможності.
2. Запропоновано метод визначення рівня конкурентоспроможності відповідний на основі структурного та нейромережевого підходів.
3. Складено структурну модель оцінювання рівня конкурентоспроможності на основі теорії систем, що дозволяє детально описати з метою подальшої автоматизації такий процес шляхом застосування декомпозиційного та стратифікаційного підходів.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мошнов В. А. Комплексная оценка конкурентоспособности предприятия / В. А. Мошнов // Электронный ресурс: [http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate\\_competitiveness.shtml](http://www.cfin.ru/management/strategy/estimate_competitiveness.shtml)
2. Небава М. І. Теорія корпоративного управління / М.І. Небава. К. : ЦУЛ, 2004.
3. Бойцун Н. Є. Прогнозування економічних і фінансових процесів на основі нейро-нечітких технологій / Н. Є. Бойцун, О. М. Кисельова, О. М. Притоманова // Фінанси України. – 2005. – №5. – С. 79–93.
4. Вітлінський В. В. Штучний інтелект у системі прийняття рішень / В. В. Вітлінський // Нейро-нечіткі технології моделювання в економіці. – 2012.– №1. – С.45-67.
5. Недосекин А. О. Применение теории нечетких множеств к задачам управления финансами / А. О. Недосекин // Электронный ресурс: <http://www.cfin.ru/press/afa/2000-2/08-1.shtml>
6. Ротштейн А.П., Штовба С.Д. Идентификация нелинейной зависимости нечеткой базой знаний с нечеткой обучающей выборкой // Кибернетика и системный анализ. – 2006. – №2. – С. 17–24.
7. Круглов В. В. Нейронные сети. Теория и практика / В. В. Круглов, В. В. Борисов. — М. : Горячая линия — Телеком, 2002. — 382 с.

*Анжеліка Олексіївна Азарова* — канд. техн. наук, професор кафедри менеджменту та безпеки інформаційних систем, Вінницький національний технічний університет

*Azarova A. Anzhelika* — Ph.D., Professor, Deputy dean of the Faculty of Management by science researches and international cooperation Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.