

## МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ВИКОРИСТАННЯ СТРАТЕГІЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПІДПРИЄМСТВА

Розроблено методи оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства на основі апарату нечіткої логіки та нейронних мереж, що дозволяє ідентифікувати обґрунтовану множину оцінювальних параметрів, врахувати поліфункціональний вплив зовнішнього середовища та дає можливість декомпозиції процесу оцінювання засобами системного підходу.

Ключові слова: стратегічний потенціал підприємства, нечітка логіка, нейронні мережі.

Основне призначення стратегічного управління підприємством полягає у забезпеченні його перспективного розвитку шляхом встановлення динамічного балансу потенціалу підприємства та середовища його функціонування. Стратегічний характер потенціалу підприємства реалізується діями керівництва компанії, що спрямовані на досягнення цілей у майбутньому, шляхом покращення використання наявних виробничих та трудових ресурсів з урахуванням впливу змінюваних внутрішніх та зовнішніх умов функціонування.

Проблемами оцінювання стратегічного потенціалу займається коло широко відомих українських науковців у галузі економіко-математичного моделювання, а саме: А. Я. Берсуцький, В. В. Вітлінський, В. М. Вовк, В. К. Галіцин, Т. С. Клебанова, М. М. Клименюк, Л. І. Краснікова, І. Г. Лук'яненко, О. П. Суслов та ін. Велика кількість існуючих моделей та методів визначення СПП дає можливість керівникам здійснити вибір засобів прийняття рішення щодо подальшого розвитку суб'єкта господарювання, проте жоден з існуючих підходів не є достатньо ефективним як за критерієм повноти аналізованої інформації, так і за точністю й швидкістю отримання результату на підприємстві. Ці моделі ідентифікації стратегічного потенціалу підприємства (СПП) містять обмежену кількість компонентів, які обираються для його характеристики, що спричиняє їх неадекватність. Наявність суб'єктивності у виборі та ранжуванні факторів внутрішнього середовища, недостатня підтримка прийняття конкретних управлінських рішень суттєво знижують їх практичне застосування. Крім того, їх реалізація на конкретному суб'єкті господарювання унеможливується відсутністю універсального методу, який дозволив би здійснювати врахування та всебічний аналіз великої множини як кількісних, так і якісних чинників впливу на СПП, забезпечуючи високу точність та швидкість прийняття рішення. Це свідчить про недостатню розвиненість існуючих математичних моделей оцінювання стратегічного потенціалу.

На думку авторів статті, одним із продуктивних шляхів усунення зазначених недоліків існуючих підходів до оцінювання СПП є застосування математичних апаратів нечіткої логіки (НЛ) та нейронних мереж (НМР). Нечітко-логічний підхід дозволяє отримати кардинальні оцінки для якісних параметрів, тобто уможливорює процес їх формалізації. Нейронна мережа Хопфілда (як, власне, і нечітко-логічний підхід) ідентифікують рівень використання СПП за обмеженою кількістю еталонних зразків (для НЛ – без необхідності оцінювання усіх можливих комбінацій вхідних параметрів), що суттєво знижує часові та грошові витрати на прийняття відповідного рішення.

Усі вищеперелічені чинники зумовлюють актуальність розроблення відповідних математичних моделей та методологічних підходів до оцінювання рівня використання СПП та подальше формування комплексної цільової програми його покращення.

Метою статті є покращення механізму оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства засобами математичного моделювання.

Математична модель оцінювання рівня використання СПП має включати в себе множину вхідних та вихідних параметрів, яка повинна охоплювати широкий їх спектр і

задовольняти умовам повноти, дієвості та мінімальності. Для цього спочатку за критерієм повноти необхідно вибрати таку низку входних оцінювальних параметрів, щоб вони якомога ширше характеризували рівень використання СПП на базі ґрунтового аналізу усіх його елементів впливу. Обмеження сформованої множини оцінювальних параметрів за критерієм дієвості дозволяє виділити параметри з максимальним ступенем результативності. Подальше скорочення множини слід здійснювати з урахуванням критерію мінімальності, тобто виключення усіх колінеарних, корельованих параметрів та ін.

Отже, критерій **повноти** передбачає відбір такої кількості параметрів, що в повній мірі характеризує фактори впливу на використання СПП. Так, до чинників, що характеризують фінансові можливості належать коефіцієнти: незалежності, фінансової стабільності, фінансової стійкості, маневреності власних засобів, забезпечення власними оборотними засобами, розрахункової платоспроможності, критичної ліквідності, співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості, мобільності активів, оборотності активів, оборотності дебіторської заборгованості, оборотності кредиторської заборгованості, оборотності матеріальних запасів, оборотності власного капіталу, рентабельності власного капіталу. До показників, що описують трудові можливості, належать коефіцієнти: обороту з приймання персоналу, обороту з вибуття, плинності кадрів, постійності складу персоналу підприємства, продуктивності праці, прибутковості персоналу тощо. У свою чергу виробничі фактори впливу характеризується такими показниками як частка нової продукції в загальному її випуску, частка продукції вищої категорії якості, рівень сезонності виробництва, рівень диверсифікації виробництва та ін. Серед маркетингових чинників слід зазначити: рентабельність продажу, частку повернутої продукції, відсоток нових замовлень у загальному обсязі. Аналізуючи витратні фактори, розраховується показник витрат на гривню продукції та рівень виробничого браку. Матеріально-технічний стан характеризують такі коефіцієнти як оновлення основних засобів, вибуття основних засобів, зносу основних засобів, придатності основних засобів, рентабельності фондів та рентабельності капіталу. Рівень організаційної культури може визначатися рівнем професійної підготовки, показником іміджу керівника, рівнем репутації підприємства на ринку. Остання група показників описує вплив зовнішнього середовища, який розкривається рівнями: суперництва серед конкуруючих продавців, загрози потенційного входу, конкуренції товарів-замінників, впливу постачальників, впливу споживачів. Отже, об'єднаємо усі показники до восьми блоків, які і будуть визначати рівень використання СПП, а саме: рівень виробництва і реалізації, маркетингової діяльності, кадрової політики, фінансового стану, організаційної культури та зовнішнього середовища, вартісного та матеріально-технічного блоків.

За критерієм **дієвості** у сформованій за критерієм повноти множині необхідно виділити параметри з максимальним ступенем результативності. Слід зазначити, що усі перераховані вище 8 блоків використовуються для комплексного оцінювання фінансово-господарського стану підприємства та характеристики використання СПП.

За критерієм **мінімальності** множина коефіцієнтів, що впливають на рівень використання СПП, яка сформована на базі попередніх двох критеріїв має бути мінімізованою. Так, слід зазначити, що до групи показників, які характеризують рух робочої сили, часто включають як коефіцієнт обороту з приймання персоналу, так і коефіцієнт обороту з вибуття. Але ці коефіцієнти є взаємодоповнюючими. Тому зрозуміло, що цілком достатньо використовувати один із них. Таким же чином взаємооберненими є показники фінансової незалежності та фінансової залежності. Щодо групи показників матеріально-технічного стану, автором виділено коефіцієнти аналізу їх наявності, якості та ефективності використання. Для узагальнюючої характеристики ефективності використання основних фондів виділяють два показника: рентабельність фондів та рентабельність капіталу, вкладеного в основні фонди. Автори статті пропонують використовувати показник рентабельності фондів, який частіше застосовується на вітчизняних підприємствах для

аналізу матеріально-технічного стану і є більш ґрунтовним при визначенні змін у якісному складі основних фондів.

Множина вихідних параметрів формується на базі критерію **повноти**, що дозволяє здійснити розширений опис усіх можливих станів процесу оцінювання рівня використання СПП. При цьому критерій дієвості дозволяє оптимізувати сформовану вище множину з урахуванням результативності усіх її елементів.

Обґрунтувавши множину оцінювальних параметрів [1], побудуємо математичну модель такого вигляду:

$$X^* \xrightarrow{F} Y, X^* = (x_p), p = \overline{1, P}, X = f(X^*), X = (x_{ij}), i = \overline{1, n}, j \in M, Y = (y_s), s = \overline{1, 5}$$

$$F = F(f_1, \dots, f_8),$$

$$f_1 = f(x_{11}, \dots, x_{14}), f_2 = f(x_{21}, \dots, x_{23}), f_3 = f(x_{31}, \dots, x_{35}), f_4 = f(x_{41}, x_{42}), f_5 = f(x_{51}, \dots, x_{515}),$$

$$f_6 = f(x_{61}, \dots, x_{65}), f_7 = f(x_{71}, \dots, x_{73}), f_8 = f(x_{81}, \dots, x_{85}),$$

де функціонал відображення **F** оцінюється на базі таких функцій:  $f_1$  – функції виробництва і реалізації;  $f_2$  – маркетингової функції;  $f_3$  – кадрової функції;  $f_4$  – витратної функції;  $f_5$  – функції фінансового стану підприємства;  $f_6$  – матеріально-технічної функції;  $f_7$  – функції організаційної культури підприємства,  $f_8$  – функції зовнішнього середовища. У свою чергу оцінювальними параметрами для цих функцій є:  $x_{11}$  – частка нової продукції в загальному її випуску,  $x_{12}$  – частка продукції вищої категорії якості,  $x_{13}$  – рівень сезонності виробництва,  $x_{14}$  – рівень диверсифікації виробництва;  $x_{21}$  – рентабельність продажу,  $x_{22}$  – частка поверненої продукції,  $x_{23}$  – відсоток нових замовлень у загальному обсязі;  $x_{31}$  – коефіцієнт обороту з приймання персоналу,  $x_{32}$  – коефіцієнт плинності кадрів,  $x_{33}$  – коефіцієнт постійності складу персоналу підприємства,  $x_{34}$  – продуктивність праці,  $x_{35}$  – показник прибутковості персоналу;  $x_{41}$  – показник витрат на гривню продукції,  $x_{42}$  – рівень виробничого браку;  $x_{51}$  – коефіцієнт незалежності,  $x_{52}$  – коефіцієнт фінансової стабільності,  $x_{53}$  – коефіцієнт фінансової стійкості,  $x_{54}$  – коефіцієнт маневреності власних засобів,  $x_{55}$  – коефіцієнт забезпечення власними оборотними засобами,  $x_{56}$  – коефіцієнт розрахункової платоспроможності,  $x_{57}$  – коефіцієнт критичної ліквідності,  $x_{58}$  – коефіцієнт співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості,  $x_{59}$  – коефіцієнт мобільності активів,  $x_{510}$  – коефіцієнт оборотності активів,  $x_{511}$  – коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості,  $x_{512}$  – коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості,  $x_{513}$  – коефіцієнт оборотності матеріальних запасів,  $x_{514}$  – коефіцієнт оборотності власного капіталу,  $x_{515}$  – рентабельність власного капіталу;  $x_{61}$  – коефіцієнт оновлення основних засобів (ОЗ),  $x_{62}$  – коефіцієнт вибуття ОЗ,  $x_{63}$  – коефіцієнт зносу ОЗ,  $x_{64}$  – коефіцієнт придатності ОЗ,  $x_{65}$  – рентабельність фондів;  $x_{71}$  – рівень професійної підготовки,  $x_{72}$  – показник іміджу керівника,  $x_{73}$  – рівень репутації підприємства на ринку,  $x_{81}$  – рівень суперництва серед конкуруючих продавців,  $x_{82}$  – рівень загрози потенційного входу,  $x_{83}$  – рівень конкуренції товарів-замінників,  $x_{84}$  – рівень впливу постачальників,  $x_{85}$  – рівень впливу споживачів.

Кількісні оцінювальні параметри автори статті пропонують розраховувати на основі первинних вхідних параметрів –  $x_p^*$ ,  $p = \overline{1, P}$ , що визначаються на основі звітності підприємства.

Оцінювання якісних параметрів:  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{22}, x_{23}, x_{34}, x_{35}, x_{41}, x_{42}, x_{71}$  відповідним лінгвістичним термом автори пропонують здійснювати на базі множини первинних вхідних параметрів, наведених у табл. 1, та нижчевикладеного алгоритму [1].

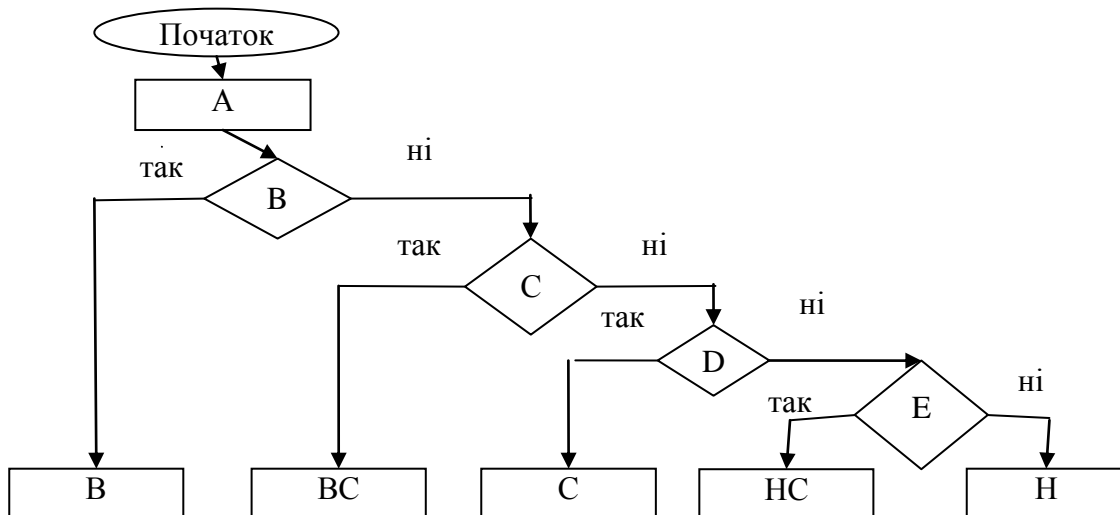
Граф-схема алгоритму оцінювання якісних параметрів (рис. 1) базується на даних табл. 2, де за допомогою умовних блоків А, В, С, D, Е, визначається належність якісного параметру до відповідного  $t$ -го лінгвістичного терму,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T = 5$ .

' – це ознака якісного параметру.

## Первинні вхідні параметри для визначення якісних оцінювальних параметрів

 $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{22}, x_{23}, x_{34}, x_{35}, x_{41}, x_{42}, x_{71}$ 

Позначення	Назва параметру
$x_{24}^*$	Обсяг нової реалізованої продукції, робіт, послуг
$x_{25}^*$	Обсяг продукції, робіт, послуг вищої категорії якості
$x_{26}^*$	Обсяг реалізації продукції, робіт, послуг по кварталам
$x_{27}^*$	Кількість нових видів діяльності підприємства, впроваджених за звітний період
$x_{28}^*$	Обсяг повернутої продукції
$x_{29}^*$	Кількість нових клієнтів підприємства за звітний період
$x_{30}^*$	Виручка від реалізації
$x_{31}^*$	Прибуток
$x_{32}^*$	Середньогалузевий рівень витрат на виробництво одиниці продукції
$x_{33}^*$	Обсяг бракованої продукції
$x_{34}^*$	Кваліфікація співробітників
$x_{35}^*$	Досвід роботи
$x_{36}^*$	Наявність вищої освіти

Рис. 1 – Граф-схема оцінювання якісних параметрів  $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{22}, x_{23}, x_{34}, x_{35}, x_{41}, x_{42}, x_{71}$   $t$ -м лінгвістичним термом,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T = 5$ 

Позначення А, В, С, D, Е в граф-схемі (рис. 1) для якісних оцінювальних параметрів

 $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{22}, x_{23}, x_{34}, x_{35}, x_{41}, x_{42}, x_{71}$ 

Пара-метр	А	В	С	Д	Е
$x_{11}$	Аналіз випуску нової продукції	Частка нової продукції складає 10% - 15%	Частка нової продукції складає до 10%	Частка нової продукції складає до 5%	Частка нової продукції складає до 2%

$x_{12}$	Аналіз якості продукції галузі	Частка продукції вищої категорії якості складає 90-100%	Частка продукції вищої категорії якості складає 80-90%	Частка продукції вищої категорії якості складає 70-80%	Частка продукції вищої категорії якості складає 50-70%
$x_{13}$	Аналіз обсягу реалізації	Виробляє продукцію протягом операційного року	Виробляє продукцію протягом II, III, IV або I кварталів	Виробляє продукцію протягом II, III кварталів	Виробляє продукцію протягом одного кварталу
$x_{14}$	Аналіз видів діяльності за рівнем прибутковості	Активне інвестування в нові сектори бізнесу	Помірне інвестування в нові сектори бізнесу	Зосередження на розвитку існуючих бізнес-одиниць	Концентрація бізнесу на одному підрозділі з можливістю інвестування
$x_{22}$	Аналіз кількості поверненої продукції	Відсутність поверненої продукції	Частка поверненої продукції складає до 5%	Частка поверненої продукції складає 5% -10%	Частка поверненої продукції складає 10% -15%
$x_{23}$	Аналіз нових клієнтів	Частка нових клієнтів більше 30%	Частка нових клієнтів до 20%	Частка нових клієнтів до 10%	Частка нових клієнтів більше 5%
$x_{34}$	Аналіз балансової інформації	Виручка активно зростає	Виручка зростає повільно	Виручка росте періодично	Виручка не змінюється
$x_{35}$	Аналіз балансової інформації	Прибуток активно зростає	Прибуток зростає повільно	Періодичність росту прибутку	Прибуток не змінюється
$x_{41}$	Аналіз середньогалузевого рівня витрат на одиницю продукції	Витрати на одиницю продукції нижче середньогалузевих	На один вид продукції нижче середньогалузевих, на другий дорівнюють	Витрати на одиницю продукції дорівнюють середньогалузевим	Витрати на одиницю продукції є трохи вищими за середньогалузеві
$x_{42}$	Аналіз кількості бракованої продукції	Відсутність бракованої продукції	Кількість бракованої продукції складає до 5%	Кількість бракованої продукції складає 5%-7%	Кількість бракованої продукції більше 7%
$x_{71}$	Аналіз особової картки працівника	Більше 80% співробітників із високим рівнем кваліфікації або з досвідом чи вищою освітою	70-80% співробітників з високим рівнем кваліфікації або з досвідом чи вищою освітою	50-70% співробітників із високим рівнем кваліфікації (досвідом, освітою)	Не менше 50% співробітників із високим рівнем кваліфікації (досвідом, освітою)

Для визначення параметру  $x_{73}$  (рівень репутації підприємства) пропонується використовувати такі первинні вхідні параметри, що найбільш повно описують рівень репутації фірми і мають відповідну вказану експертами і перевірену на узгодженість бальну оцінку  $b_t$  (табл. 3).

Таблиця 3

**Характеристика репутації фірми,  $x_{73}$** 

Найменування параметра	Параметр	Бальна оцінка – $b_t$
Якість продукції	$x_{43}^*$	[0 – 5]
Час перебування на ринку	$x_{44}^*$	[0 – 5]
Частка, яку підприємство займає на ринку	$x_{45}^*$	[0 – 2]

Скориставшись експертними знаннями щодо впливовості первинних вхідних параметрів ( $x_{43}^*$ ,  $x_{44}^*$ ,  $x_{45}^*$ ) на рівень репутації підприємства, визначення лінгвістичної оцінки параметру  $x_{73}$  пропонується здійснювати за допомогою такого співвідношення.

$$x_{73} = \begin{cases} \hat{I}, \text{ якщо } 0 \leq \sum_{t=1}^3 b_t \leq 2; \\ \hat{I}\tilde{N}, \text{ якщо } 2 \leq \sum_{i=1}^3 b_t \leq 4; \\ C, \text{ якщо } 4 < \sum_{t=1}^3 b_t \leq 8; \\ \hat{A}\tilde{N}, \text{ якщо } 8 \leq \sum b_t \leq 10; \\ \hat{A}, \text{ якщо } 10 < \sum_{t=1}^3 b_t \leq 12. \end{cases}$$

Таким же чином визначаються і параметри  $x_{81}$ – $x_{85}$ .

Кількісні оцінювальні параметри розраховуються на основі первинних вхідних параметрів –  $x_p^*$ ,  $p = \overline{1, P}$ , що визначаються за допомогою звітності підприємства і є такими:  $x_1^*$  – чистий прибуток (збиток) (ф.№2 ряд.220,230);  $x_2^*$  – чистий дохід (виручка від реалізації) (ф.№2 ряд.035);  $x_3^*$  – кількість прийнятих працівників (ф. №1–ПВ ряд. 5010);  $x_4^*$  – середньооблікова кількість штатних працівників (ф.№1–ПВ ряд.1041);  $x_5^*$  – кількість вибувчих працівників (ф.№1–ПВ ряд.5020);  $x_6^*$  – власний капітал (ф.№1 ряд.380, ряд.430);  $x_7^*$  – валюта балансу (ф.№1 ряд.280);  $x_8^*$  – залучений капітал (ф.№1 ряд.480, ряд.620, ряд.630);  $x_9^*$  – поточні зобов'язання (ф.№1 ряд.620);  $x_{10}^*$  – оборотні активи (ф.№1 ряд.260);  $x_{11}^*$  – довгострокова кредиторська заборгованість (ф.№1 ряд.480);  $x_{12}^*$  – оборотні активи за мінусом запасів (ф.№1 ряд.260-(ряд.100 – ряд.140));  $x_{13}^*$  – дебіторська заборгованість (ф.№1 ряд.150 – ряд.220, ряд.040 – ряд.050);  $x_{14}^*$  – кредиторська заборгованість (ф.№1 ряд.520 – ряд.600);  $x_{15}^*$  – собівартість реалізованої продукції (ф.№2 ряд.040);  $x_{16}^*$  – матеріальні запаси (ф.№1 ряд.100 – ряд.140);  $x_{17}^*$  – необоротні активи (ф.№1 ряд.080);  $x_{18}^*$  – надходження основних засобів за рік (ф.№5 ряд.260);  $x_{19}^*$  – первісна вартість основних засобів (кін.) (ф.№1 ряд.031);  $x_{20}^*$  – вибуття основних засобів за рік (ф.№5 ряд.260);  $x_{21}^*$  – первісна вартість основних засобів (поч.) (ф.№1 ряд.031);  $x_{22}^*$  – знос основних засобів на кінець року (ф.№1 ряд.032);  $x_{23}^*$  – валовий прибуток (ф.№2 ряд.050).

Формули для розрахунку кількісних оцінювальних параметрів надано у табл. 4.

Таблиця 4

#### Розрахунок кількісних оцінювальних параметрів

Назва кількісного параметра $x_{ij}$		Формула для
1		2
Рентабельність продажу	$x_{21}$	$x_1^* : x_2^*$
Коефіцієнт обороту з приймання персоналу	$x_{31}$	$x_3^* : x_4^*$
Коефіцієнт плинності кадрів	$x_{32}$	$x_5^* : x_4^*$
Коефіцієнт постійності складу персоналу	$x_{33}$	$(x_4^* - x_5^*) : x_4^*$

1		2
Коефіцієнт незалежності	$x_{51}$	$x_6^* : x_7^*$
Коефіцієнт фінансової стабільності	$x_{52}$	$x_6^* : x_8^*$
Коефіцієнт фінансової стійкості	$x_{53}$	$x_6^* + x_{11}^* : x_7^*$
Коефіцієнт маневреності власних засобів	$x_{54}$	$(x_6^* - x_{17}^*) : x_6^*$
Коефіцієнт забезпечення власними оборотними засобами	$x_{55}$	$(x_6^* - x_{17}^*) : x_8^*$
Коефіцієнт розрахункової платоспроможності	$x_{56}$	$x_{10}^* : x_9^*$
Коефіцієнт критичної ліквідності	$x_{57}$	$x_{12}^* : x_9^*$
Коефіцієнт співвідношення дебіторської та кредиторської заборгованості	$x_{58}$	$x_{13}^* : (x_9^* + x_{11}^*)$
Коефіцієнт мобільності активів	$x_{59}$	$x_{12}^* : x_{17}^*$
Коефіцієнт оборотності активів	$x_{510}$	$x_2^* : x_7^*$
Коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості	$x_{511}$	$x_2^* : x_{13}^*$
Коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості	$x_{512}$	$x_2^* : x_{14}^*$
Коефіцієнт оборотності матеріальних запасів	$x_{513}$	$x_{15}^* : x_{16}^*$
Коефіцієнт оборотності власного капіталу	$x_{514}$	$x_2^* : x_6^*$
Рентабельність власного капіталу	$x_{515}$	$x_1^* : x_6^*$
Коефіцієнт оновлення	$x_{61}$	$x_{18}^* : x_{19}^*$
Коефіцієнт вибуття	$x_{62}$	$x_{20}^* : x_{21}^*$
Коефіцієнт зношування	$x_{63}$	$x_{22}^* : x_{19}^*$
Коефіцієнт придатності	$x_{64}$	$(x_{19}^* - x_{22}^*) : x_{19}^*$
Рентабельність фондів	$x_{65}$	$x_{23}^* : ((x_{21}^* + x_{19}^*)) : 2$

Отже, визначено та обґрунтовано множину  $X$  оцінювальних параметрів  $x_{ij}$ , ідентифікація значень яких відбувається на базі вхідних первинних параметрів  $(x_1^* \dots x_{65}^*)$ .

Елементами множини вихідних параметрів  $Y$  є:  $y_1$  – високий рівень використання СПП;  $y_2$  – вище середнього;  $y_3$  – середній рівень;  $y_4$  – нижче середнього;  $y_5$  – низький рівень використання СПП.

#### Розроблення методів оцінювання рівня використання СПП на основі НЛ та НМР.

Авторами статті було запропоновано підходи до оцінювання рівня використання СПП на базі математичного апарату НЛ та НМР. Так, використовуючи апарат нечіткої логіки, для кожного кількісного та якісного параметру обчислюється значення функції належності  $\mu^{\tau_t}(x_{ij})$ , використовуючи 5 нечітких термів  $\tau_t$ ,  $t = \overline{1, T}$ ,  $T = 5$  (значення лінгвістичної змінної, що описує рівень СПП, зокрема:  $\tau_1$  – В – високий;  $\tau_2$  – ВС – вище середнього;  $\tau_3$  – С – середній;  $\tau_4$  – НС – нижче середнього;  $\tau_5$  – Н – низький).

Процес оцінювання СПП складається з двох етапів. На першому – засобами НЛ оцінюються лінгвістичні значення узагальнюючих функцій  $f_1 - f_8$ , що характеризуються 5 вищеописаними термами  $\tau_t$ . На другому етапі на основі нейронної мережі Хопфілда авторами статті визначається належність СПП до одного із можливих його рівнів.

Отже, на етапі 1 необхідним є формування матриць знань для оцінювання належності значення функцій  $f_1 - f_8$  до вищеописаних термів  $\tau_t$  та отримання відповідних логічних

рівнянь:

$$\mu^{\tau_t}(f_1) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^4 [\mu^{tr}(x_{1j})] \right\}; r = \overline{1,6}, \quad \mu^{\tau_t}(f_2) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^3 [\mu^{tr}(x_{2j})] \right\}; \mu^{\tau_t}(f_3) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^5 [\mu^{tr}(x_{3j})] \right\};$$

де  $r$  – номер рядку в множині значень для функції  $f_i$ ,  $i = (1-3; 5-8)$ .

$$\mu^{\tau_t}(f_4) = \max_{k=1}^3 \left\{ \min_{j=1}^2 [\mu^{tk}(x_{4j})] \right\}; k = \overline{1,3}, \quad \mu^{\tau_t}(f_5) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^{17} [\mu^{tr}(x_{5j})] \right\};$$

де  $k$  – номер рядку в множині значень для  $f_4$ .

$$\mu^{\tau_t}(f_6) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^5 [\mu^{tr}(x_{6j})] \right\}; \mu^{\tau_t}(f_7) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^3 [\mu^{tr}(x_{7j})] \right\}; \mu^{\tau_t}(f_8) = \max_{r=1}^6 \left\{ \min_{j=1}^5 [\mu^{tr}(x_{8j})] \right\}.$$

На етапі 2 для визначення  $\mu^{ys}$ ,  $s = \overline{1,5}$ , автори пропонують нейронну мережу Хопфілда, входами для якої є отримані на етапі 1 на базі НЛ лінгвістичні оцінки функцій  $f_i$ ,  $i = \overline{1,8}$ . Виходячи зі специфіки роботи мережі Хопфілда, автори пропонують на її вхід подавати бінарні коди  $z_l$  («1» та «-1») значень функцій  $f_i$ ,  $i = \overline{1,n}$ . Формат коду опишемо трьома цифрами, щоб закодувати 5 лінгвістичних термів: низький рівень функції  $f_i$  – (-1,-1,-1); нижче середнього – (-1,-1,1); середній рівень функції  $f_i$  – (-1,1,-1); рівень  $f_i$  вище середнього – (-1,1,1); високий рівень функції  $f_i$  – (1,1,1).

Запропонована мережа Хопфілда (рис. 2) дозволяє співставити образ вхідного вектора  $Z = (z_l)$ ,  $l = \overline{1,L}$ ,  $L = 24$ , що описує коди значень функцій  $f_i$ ,  $i = \overline{1,8}$ , із 5 еталонними зразками (табл. 5), обраними як найбільш типові з матриці знань, визначаючи найближчий еталонний вектор  $U = (u_i)$  (вихід системи).

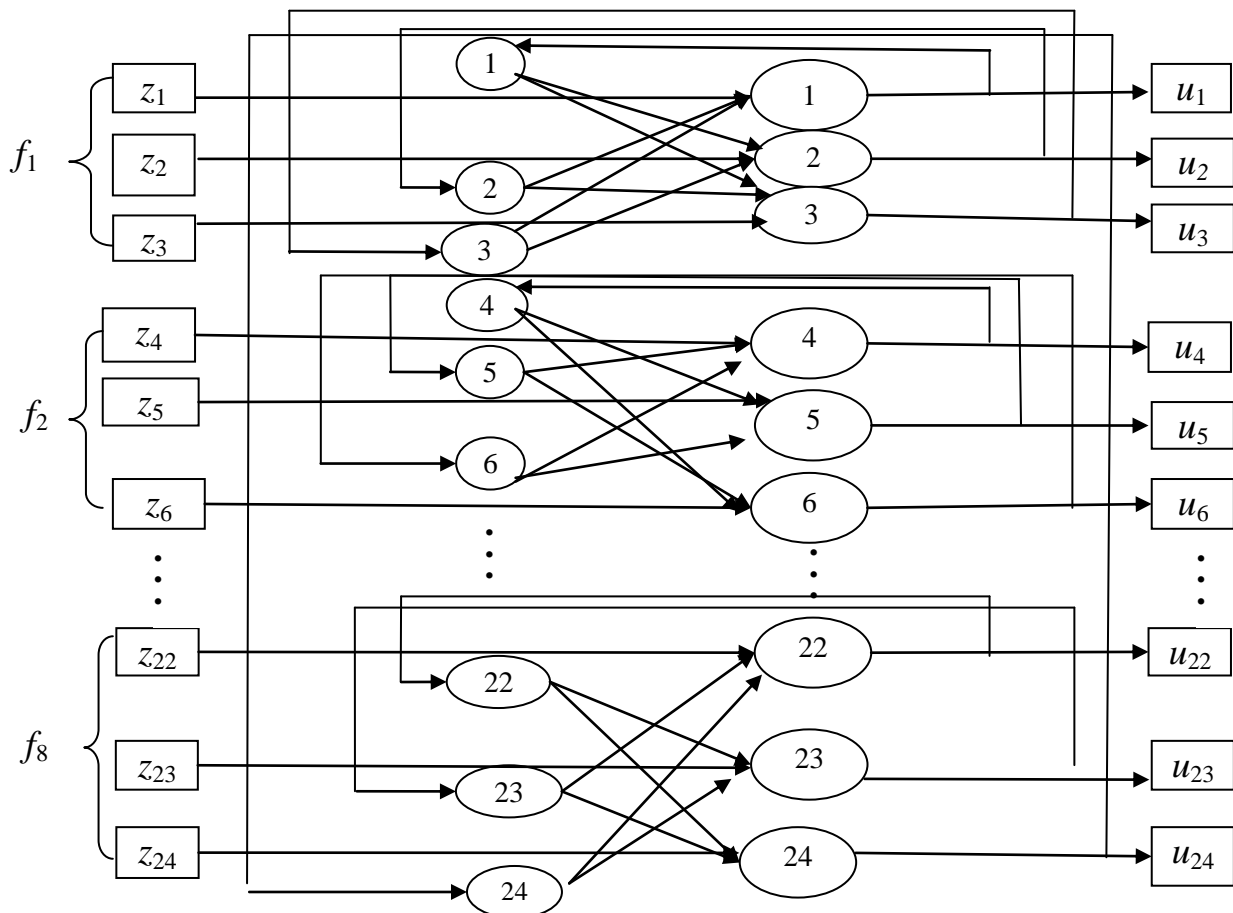


Рис. 2 – Структура нейронної мережі Хопфілда для оцінювання СПП



Еталонні зразки для оцінювання  $y_s$  СПП

$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_4$	$f_5$	$f_6$	$f_7$	$f_8$	$y_s$
-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	111	-1-1-1	-1-1-1	-1-1-1	111	$y_5$
-1-11	-1-11	-1-11	-111	-1-11	-1-11	-1-11	-111	$y_4$
-11-1	-11-1	-11-1	-11-1	-11-1	-11-1	-11-1	-11-1	$y_3$
-111	-111	-111	-1-11	-111	-111	-111	-1-11	$y_2$
111	111	111	-1-1-1	111	111	111	-1-1-1	$y_1$

Таким чином, мережа ідентифікує той еталон, що є найбільш схожим із наявним на підприємстві, а кожний еталон, у свою чергу, визначає певний рівень використання СПП –  $y_s$ ,  $s = \overline{1,5}$ .

Для тих підприємств, які на базі вищевикладених підходів визначені як такі, що мають оцінку СПП нижче середнього та низьку, автори пропонують розробляти комплексну цільову програму підвищення рівня його використання, в основу якої покладено ієрархічно-цільовий метод [2].

### Висновок

У статті запропоновано математичну модель, що описує процедуру оцінювання рівня використання СПП, яка відображає множину вхідних первинних параметрів на множину вихідних рішень, що ідентифікує результуюче. При цьому множина вхідних параметрів формується з основних елементів впливу на рівень використання СПП, які об'єднуються у блоки, що характеризують фінансово-господарську діяльність підприємства та вплив зовнішнього середовища. Множина вихідних параметрів, у свою чергу, дозволяє описати усі можливі рівні використання СПП, що адекватно його характеризують.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в формуванні механізму оцінювання стратегічного потенціалу підприємства на базі штучного інтелекту, зокрема:

вперше запропоновано методологічний підхід та інструментарій оцінювання стратегічного потенціалу підприємства на базі математичних апаратів нечіткої логіки та нейронної мережі Хопфілда, які дозволяють з мінімальними часовими та грошовими витратами врахувати широке коло як кількісних, так і якісних чинників впливу для забезпечення комплексності та динамічності оцінювання СПП за умов швидкоплинних внутрішнього та зовнішнього середовищ функціонування суб'єктів господарювання;

удосконалено структурну модель оцінювання стратегічного потенціалу підприємства, яка, на відміну від існуючих, дозволяє за допомогою ієрархічного підходу ідентифікувати обґрунтовану множину оцінювальних параметрів та врахувати вплив зовнішнього середовища;

одержала подальшого розвитку математична модель процесу оцінювання стратегічного потенціалу підприємства, що враховує поліфункціональний вплив чинників та дає можливість його декомпозиції.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Азарова А. О. Оцінювання рівня використання стратегічного потенціалу підприємства на базі нейронної мережі Хопфілда / А. О. Азарова, О. В. Антонюк // Моделювання та інформаційні системи в економіці. – №83. – 2011. – С. 46 – 58.
2. Азарова А. О. Побудова СППР зі стратегічного управління підприємством на базі апарату КЦП / А. О. Азарова, О. В. Форонова // Вісник ВПІ. – №5. – 2006. – С.140 – 145.