

УДК 338.24 : 330.87

С.В.ЗНАХУР, канд. екон. наук

*Харківський національний економічний університет*

О.В.МАНОЙЛЕНКО, канд. екон. наук

*Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»*

### **РАННЯ ДІАГНОСТИКА ФІНАНСОВИХ КРИЗ ПІДПРИЄМСТВ КОРПОРАТИВНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ**

На основі використання методології побудови штучної нейронної мережі запропоновано індикативну модель ранньої діагностики виникнення фінансової кризи на підприємствах корпоративного сектору економіки, визначено основні засади формування комплексу управлінських технологій і інструментів попередження кризових явищ.

Реформування інституціонального середовища діяльності суб'єктів господарювання в Україні викликає структурні зрушення в економіці, що є одним із головних чинників формування невизначеності зовнішнього середовища функціонування суб'єктів господарювання та ускладнює і загострює необхідність вирішення проблем передбачення та попередження кризових явищ.

Таким чином, формування ефективних систем ранньої діагностики кризових становищ суб'єктів господарювання є дуже важливою науково-практичною проблемою. Аналіз динаміки фінансових результатів діяльності суб'єктів господарювання показує, що хоч в останній час і намітилась тенденція скорочення кількості збиткових підприємств в економіці України, але враховуючи той суттєвий факт, що спостерігається тенденція зростання інфляції за витратами і висока ентропія зовнішнього середовища, можна констатувати, що ця проблема є досить актуальною. Крім того, складність цієї проблеми пов'язана з тим, що сьогодні в Україні відбувається відновлення циклів господарчої діяльності суб'єктів господарювання, як то виробничих, інвестиційних, інноваційних, що є передумовою реалізації

інтеграційних процесів, які накладають свої особливості на діагностику кризи. У зв'язку з цим головним завданням діагностики стає не тільки безпосередньо визначення можливості виникнення кризи, але й знаходження шляхів щодо застосування всього інструментарію управлінських технологій, спрямованих на її подолання.

Завданнями побудови систем діагностики суб'єктів господарювання займалися багато провідних вітчизняних і закордонних вчених: В.І.Грушенко, С.О.Дведенидова, О.Ф.Крюков, Л.О.Лігоненко, Л.С.Ситник, О.О.Терещенко, О.М.Тредід, Є.М.Трененков, Т.С.Клебанов [2, 3, 6, 9, 10] та ін.

Аналіз наукових джерел з даної проблеми дозволяє зробити висновок, що найбільш досліджено задачі діагностики кризових станів суб'єктів господарювання, пов'язані з визначенням поточного положення суб'єктів господарювання. В деяких роботах здійснюється прогнозування виникнення кризи, але вони, головним чином, відображають галузеві та регіональні особливості (головним чином США та Західної Європи). Тому мету нашого дослідження визначає необхідність розробки методики діагностики кризи на ранніх етапах її виникнення, яка б враховувала сучасні наробки щодо аналізу фінансового стану соціально-економічних систем, в основі яких полягає інструментарій сучасних математичних методів (так, у роботі запропоновано використання методів моделювання на основі використання нейронної мережі).

Цей висновок підтверджують також останні дослідження з проблем діагностики кризових явищ, особливо пристосовані до складноструктурованих соціально-економічних систем, в яких йдеться вже не просто про аналіз поточного, або майбутнього фінансового стану суб'єктів господарювання, а про пошук ефективних методів їх попередження та подолання [3, 4, 8-10]. Тому метою даного дослідження обрано розробку індикативної моделі прогнозування фінансових кризових станів у суб'єктів господарювання та визначення основних інструментів та управлінських технологій, що застосовуються при формуванні управлінського механізму попередження на ранніх етапах їх виникнення.

На основі узагальнення наукових досліджень, при побудові системи діагностики фінансових криз у суб'єктах господарювання необхідно введення наступних обмежень [3, 4, 6, 8, 10]:

1. Враховуючи, що ключовим етапом ранньої діагностики є прогнозування, необхідно визначити граничні терміни його здійснення. Пропонується здійснювати прогнозування на середньострокову перс-

пективу. Підґрунтям цього є те, що в умовах сучасної інноваційної концепції розвитку корпорацій прогнозування на довгостроковий період вкрай обмежене. Це пов'язано з революційними змінами техніки і технологій, які можуть суттєво змінити спосіб виробництва, що також накладає обмеження на інвестиційну діяльність суб'єкта господарювання. Тому значні інвестиції в умовах швидкої зміни способів виробництва стають неефективними. Крім того, більш вдосконалені техніка та технологія можуть змінити як якісні властивості продукції, так і виробничу собівартість. За цих умов значне збільшення інвестицій у попередні періоди може призвести до банкрутства суб'єкта господарювання в умовах високої конкуренції на ринках. Крім того, висока ентропія зовнішнього середовища (особливо політичні фактори) в Україні не дозволяє робити адекватні довгострокові прогнози, тому моделювання обмежується середньостроковими прогнозами, що включає потребу в постійному оновленні значення факторів у моделі.

2. Модель ранньої діагностики повинна враховувати вплив факторів зовнішнього середовища, які безпосередньо впливають на оцінку діяльності суб'єкту господарювання відповідно до визначеного поняття кризи [8]. Врахування цих факторів дозволяє визначити й скорегувати відповідну «шкалу виміру» для оцінки кризи за різні періоди діяльності підприємства (підприємств) і коректно використати дані для їх часового аналізу.

3. Система найбільш інформативних показників форм статистичної звітності, що виділяються при побудові моделі діагностики є компонентами балансової моделі, де показники балансу (форма 1) зв'язані з показниками звіту щодо фінансових результатів (форма 2) та звіту з праці (ЗПВ). Зміна значень показників відповідної структури балансової моделі суб'єкта господарювання є результатом фінансово-господарських операцій, тому виникає необхідність враховувати причинно-наслідковий зв'язок між перебігом господарських процесів, застосуванням фінансових інструментів та результатами діяльності. Причинно-наслідковий зв'язок між показниками дає змогу побудувати систему антикризового управління, як частини системи корпоративного управління.

4. Система корпоративного управління (управління суб'єктами господарювання) є сталою та її зміни прогнозованими, це є запорукою здійснення відповідних управлінських впливів, спрямованих на попередження кризових явищ.

5. Корпоративне утворення і його основні складові (бізнес-одиниці) є цілісними соціально-економічними системами. Управлінські впливи можуть здійснюватися як на корпоративне утворення в

цілому, так і на окремі його структурні підрозділи.

Виходячи з визначених передумов прогнозна модель будується на періоди, які знаходяться в середньостроковій перспективі за поточним, причому, здійснюючи оцінку фінансового стану корпорації, враховується не рівномірний стан зміни (тобто висока динаміка або висока волатильність) окремих статей балансу, що дозволяє проводити оцінку більш об'єктивно, за умов агрегації статей та більш щільного спостереження за об'єктом оцінки.

Здійснюючи прогнозування, спочатку оцінюється поточний стан системи, а також проводиться причинно-наслідковий аналіз зміни основних показників діяльності корпорації (на основі імітаційного моделювання), що слугує основою здійснення прогнозування її характеристик у наступних періодах. При цьому, при аналізі поточного стану об'єкту, з урахуванням прогнозу на майбутні періоди, визначаються ключові показники, зміна яких приведе до покращення положення системи у майбутніх періодах. Як наслідок, здійснюється побудова динамічного управлінського інструменту, за допомогою якого можливо враховувати вплив управлінських рішень на стан фінансової стійкості суб'єкту господарювання.

Таким чином, дослідження включає розробку методики діагностики і прогнозування кризового стану корпорації і механізму (моделі) вибору управлінських технологій, що дозволяють аналізувати виникнення кризових станів та здійснювати управлінські впливи спрямовані на їх запобігання на ранніх етапах їх виникнення, коли соціально-економічна система має відповідні ресурси (резерви) та час для розробки та реалізації сценаріїв їх попередження та подолання.

Для цілей прогнозування ми обираємо саме фінансову модель діагностики стану соціально-економічної системи, тому що вона, як «лакмусовий папірець» відображає її характеристики (цей висновок робиться на основі гіпотези, що будь-які негативні явища в системі в кінцевому підсумку відбиваються на її фінансовому стані [3, 4, 7-10]). А відповідно, позитивні зміни фінансового стану корпорації відображають ефективність діяльності менеджменту з її управління.

Прогнозування можливості кризи діяльності корпорації – це досить складна задача. На функціонування суб'єкту господарювання впливають багато чинників, деякі з них носять вірогідний характер, тому оцінка кризи вбачається теж вірогідною. При оцінці кризи необхідно вирішення двох головних завдань – це визначення неплатоспроможності суб'єкту господарчої діяльності (тобто можливості його банкрутства), що можливо здійснити на основі методик і положень відповідних законодавчих та нормативних актів [4,7,8], що

дозволяє визначити коло показників цієї оцінки, з іншого – кризові явища пов'язані із зменшенням ефективності соціально-економічних систем, а відповідно і їх стабільністю (тобто виникає необхідність дослідження виникнення криз ефективності або криз розвитку).

На основі попереднього аналізу методик і враховуючи визначені передумови й базові принципи (відповідно необхідності розподілу показників на ті, що діагностують стан банкрутства, й ті, що вказують на зменшення ефективності соціально-економічних систем), було визначено склад системи показників для діагностики кризи (табл.1). Ключовим (цільовим для моніторингу) показником визначено стан кризи суб'єкта господарювання. Для рішення задач діагностики оцінка стану передбачає наступні класифікаційні (категоріальні) значення: «1» – вірогідність кризи низька, «0» – висока.

Для діагностики ранньої кризи суб'єкту господарювання пропонується балансова модель, яка має наступний вид на момент часу  $t$ :

$$\underbrace{X1_{-1t} + X1_{-2t} + X2_{-1t} + X2_{-2t} + X2_{-3t} = X3_t + X4_{-1t} + X4_{-2t}}_{X8_t = X6_t + X5_{-2t} + X5_{-3t} \leftrightarrow (X7 \text{ (форма ЗПВ)})} \quad (1)$$

Чистий операційний дохід (форма 2)

Слід зазначити, що всі дані для розрахунку показників, які визначені в табл.1, беруть із стандартизованих форм звітності підприємства. Ці форми знаходяться у прямому зв'язку як наслідок зміни наведених в них показників, впливають один на одного, що знайшло своє відображення у балансовій моделі (1). Наприклад, на величину чистого операційного доходу впливає зміна операційного прибутку ( $X5_{-3t}$ ), амортизації ( $X5_{-2t}$ ) та поточних операційних витрат ( $X6_t$ ), а на загальну суму витрат  $X6_t$  опосередковано впливає чисельність персоналу суб'єкта господарювання.

Наведена модель і її обмеження дозволять у подальшому моделювати поведінку соціально-економічної системи при застосуванні фінансових інструментів, тобто враховувати зміни одного чи декількох компонент балансової моделі в процесі антикризового управління. Балансова модель як структура первинних показників дозволяє оцінити не тільки значення відносних показників (показників моніторингу), а й їх взаємозалежність, що необхідно при побудові імітаційної моделі функціонування підприємства в умовах здійснення антикризового управління. Відносні показники моніторингу використовуються для можливості порівняного аналізу фінансового стану та його динаміки,

Таблица 1 – Состав показателей системы мониторингу

Цільовий показник – оцінка виникнення кризи						
Класифікаційне значення кризового стану суб'єкта господарювання						
Показники моніторингу (відносні показники)						
Відношення		Операційна рентабельність	Рентабельність капіталу	Продуктивність праці		
Коефіцієнт поточної ліквідності	маржинального прибутку до всього позикового капіталу					
$P1 = X2/X4$	$P2=(X5_1+X5_2)/(X4_1+X4_2)$	$P3=X5_3/(X6+X5_2)$	$P4=(X5_1+X5_2)/(X3+X4_1+X4_2)=(X5_1+X5_2)/(X1+X2)$	$P5=(X5_1+X5_2)/X7$		
Показники управління (абсолютні показники, які входять до складу відносних)						
Необоротні засоби X1	Оборотні кошти X2	Позиковий капітал X4	Власний капітал	Маржинальний дохід	Поточні витрати (без урахування амортизації)	Кількість персоналу
X1_1 – Основні засоби X1_2 – Довгострокові фінансові вкладення, будівництво та нематеріальні активи	X2_1 – Виробничі витрати та запаси X2_2 – Дебіторська заборгованість X2_3 – Грошові кошти	X4_1 – Довгострокові зобов'язання X4_2 – Короткострокові зобов'язання	X3 – власний капітал	X5_1 – балансовий прибуток X5_2 – амортизація X5_3 – операційний прибуток X8 – операційний дохід	X6 – поточні (операційні) витрати без урахування амортизації	X7 – середньооблікова кількість персоналу за період

якщо зіставляються або різні підприємства, або результати аналізу різних періодів.

На основі визначеної системи балансових показників та обмежень була отримана наступна матриця станів відносних показників (P1, P2, P3, P4, P5) та оцінка кризових ситуацій корпорації (табл.2). Згідно з табл.2, кожний показник було розглянуто з точки зору його значення (більше, дорівнює, або нижче нормативу) та зміни у часі: зростання (+1), рівновага (0), падіння (-1). Таким чином, можна оцінити як відповідність значень показників критеріям кризи, так і їх динаміку в часі відповідно до попереднього періоду.

Таблиця 2 – Матриця оцінки виникнення кризи

Вид кризи	Платоспроможність		Ефективність			Оцінка виникнення кризи
	P1	P2	P3	P4	P5	
Статика (P_S)	>1	>0	>0	>0	>0	Низька (1)
	=1	=0	=0	=0	=0	Висока (0)
	<1	<0	<0	<0	<0	Висока (0)
Динаміка (P_D)	Зростання (+1)	Зростання (+1)	Зростання (+1)	Зростання (+1)	Зростання (+1)	Низька (1)
	Рівновага (0)	Рівновага (0)	Рівновага (0)	Рівновага (0)	Рівновага (0)	Висока (0)
	Падіння (-1)	Падіння (-1)	Падіння (-1)	Падіння (-1)	Падіння (-1)	Висока (0)

Кількість теоретичних ситуацій (можливих комбінацій) дорівнює  $2 \cdot 3^5$ , де 2 – кількість видів кризи, 3 – кількість можливих значень показника, 5 – кількість показників моніторингу. Таким чином, таблиця повинна мати 486 комбінацій. В табл.2 наведено найбільш суттєві, які відповідають отриманим принципам обґрунтування кризового стану корпорації.

Використовуючи наведені принципи, для вирішення проблеми прогнозування кризового стану корпорації (її складових) була запропонована штучна нейронна мережа, яка після навчання і тестування на основі навчальної вибірки дозволила в режимі експлуатації реалізувати прогноз кризи для вхідного набору мережі (використовувалися дані промислових підприємств України).

Вибір штучної нейронної мережі обумовлено тим, що задачі прогнозування даних апарат дозволяє вирішувати з більшою точністю ніж інші статистичні методи (лінійні, експоненціальні моделі, авторегресії, ковзаючого середнього, ARIMA). Особливістю апарату нейронної

мережі є використання структурних моделей (принцип суперпозиції), які більш гнучкі ніж лінійні адитивні моделі класичного статистичного аналізу та аналізу часових рядів [5].

Основними перевагами нейронної мережі є :

1. Висока прогнозна точність за рахунок нелінійності організації самої нейронної мережі .
2. Можливість навчання на будь-якій кількості зразків (спостережень).
3. Можливість використання перешкод (білого шуму) для навчання нейронної мережі .

Таким чином, на основі апарату нейронної мережі можливо у режимі експлуатації для відповідного набору входних спостережень розрахувати прогнозні значення вірогідності (оцінки) кризи.

Для прогнозування в роботі запропонована штучна нейронна мережа багат шарового перцептронну (MLP), яка є достатньо адекватною щодо вирішення такого кола задач. Значення елементів (перцептронів) мережі  $net_j$  визначається за формулою

$$net_j = w_0 + \sum_{i=1}^n x_i w_{ij} , \quad (2)$$

де  $w_0$  – порогове значення;  $x_i$  – входні сигнали ( $j=1,2,\dots,N$ );  $w_{ij}$  – ваги синаптичних зв'язків. Принцип роботи перцептронну наступний: нейрон бере зважену суму своїх входів і зміщує її на порогове значення (Threshold), після чого результат трансформується згідно вибраної функції активації у вихідне значення.

Моделювання нейронних мереж було реалізовано в пакеті Neural Networks Statistic v. 4.1. Основні конструктивні елементи нейронної мережі встановлено згідно рис.1. Вихідний елемент є оцінка кризи, входні – 10 відносних показників, які характеризують стан підприємства (P1\_S, P2\_S, P3\_S, P4\_S, P5\_S) та їх динаміку (P1\_D, P2\_D, P3\_D, P4\_D, P5\_D) відповідно табл.2. Таким чином, вхід мережі включає показники, які характеризують значення платоспроможності та ефективності діяльності суб'єкту господарювання на момент часу  $t$  та їх зміну за період  $\Delta t$  (квартал). Налаштування процесу побудови нейронної мережі подано на рис. 1.

У SNN реалізовані методи мінімакса і середнього/стандартного відхилення, які автоматично знаходять параметри для перетворення числових значень в потрібний діапазон. Побудована (згенерована) нейронна мережа архітектури (10-5-1) наведена на рис.2. Вибір такої архітектури MLP обумовлено необхідністю рішення задач класу про-

гнозування та ідентифікації. Основним призначенням цієї мережі є пошук закономірностей між даними показників фінансово-господарського стану поточного періоду та значенням оцінки кризи корпорації наступного періоду аналізу. Оскільки використовуємо показники динаміки (P1\_D, P2\_D, P3\_D, P4\_D, P5\_D), то для побудови й навчання мережі треба мати дані за три періоди. Наприклад, дані другого кварталу звітності – дані для визначення показників стану підприємства (P1\_S, P2\_S, P3\_S, P4\_S, P5\_S), дані першого та другого кварталу – дозволяють розрахувати показники динаміки (P1\_D, P2\_D, P3\_D, P4\_D, P5\_D), дані третього кварталу є основою для ідентифікації оцінки кризи експертом (за фактом його наявності відповідно принципам, визначеним у табл.2). Таким чином, на основі даних попередніх періодів ми здійснюємо моніторинг та визначаємо можливість кризи в наступних періодах.

Classification

Accept: 0.95, Output type: Confidence, Reject: 0.05, Scale: [button]

Time Series Handling

Steps: 1, Lookahead: 0

Pre/Post Processing

Inputs: 10, Input Fn: None, Outputs: 1, Output Fn: None

	Convert	Missing	Min/Mean	Max/SD	Shift	Scale
P1_S	Minimax	Mean	0	1	0	1
P2_S	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P3_S	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P4_S	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P5_S	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P1_D	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P2_D	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P3_D	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P4_D	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
P5_D	Minimax	Mean	0	1	0.5	0.5
КРИЗА	Minimax	Mean	0	1	0	1

Рис.1 – Налаштування процесу побудови нейронної мережі

Згідно з архітектурою (рис.2), перший шар (вхід нейронної мережі) уключає дані на момент часу  $t$  та  $t-1$ . Вихідний шар (оцінка

кризи) уключає результат на момент часу  $t+1$ . Прогноз (ідентифікація) на момент часу  $t+1$  здійснюється на основі даних часу  $t$  та  $t-1$ .

Кількість елементів проміжного шару (п'ять елементів) розраховано на основі рекомендацій щодо побудови багатозарових перцептронів [5].

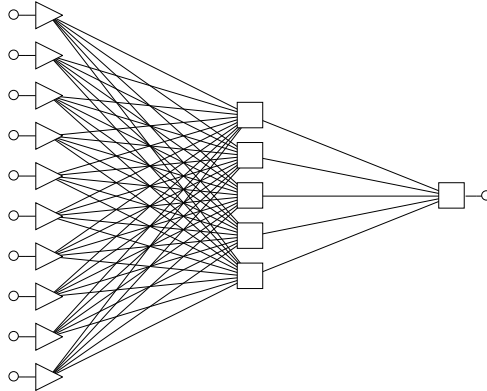


Рис.2 – Архітектура нейронної мережі

Більш докладно архітектуру можливо пояснити, якщо проаналізувати відповідні шари мережі.

Шар перший – вхід мережі. Використовувалася лінійна передаюча та активаційна функція (рис.3).

Шар другий – проміжний. Для елементів другого шару визначено стартові значення ваг (синапсів) та зсув (Threshold). Ваги розраховано відповідно для всіх 10-ти вхідних елементів та 5-ти проміжних (рис.4). Для елементів проміжного шару в якості активаційної була використана логістична функція ( $\frac{1}{1 + e^{-x}}$ ).

$$\left( \frac{1}{1 + e^{-x}} \right).$$

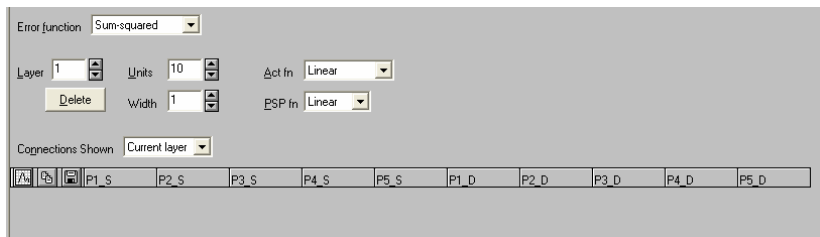


Рис.3 – Налаштування першого шару нейронної мережі

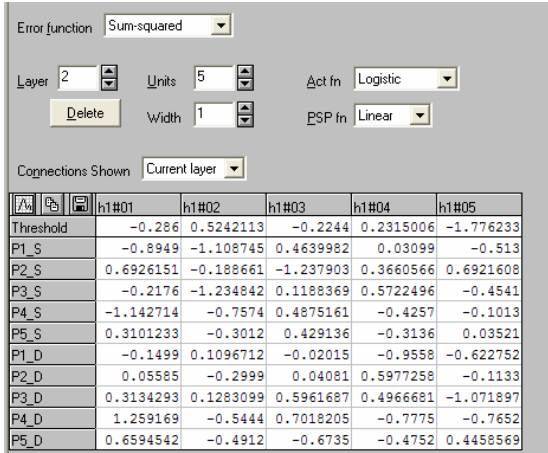


Рис.4 – Ваги щодо вхідного та проміжного шарів

Настройка вихідного шару здійснена відповідно до рис.5. Наведено значення ваг між елементами проміжного шару та вихідним елементом (оцінка кризи). Функція активації лінійна.

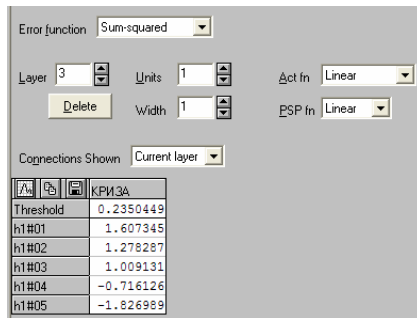


Рис.5 – Ваги щодо проміжного та вихідного шарів

Для тренування (навчання) нейронної мережі були здійснені наступні настройки (рис.6). Слід зауважити, що перед навчанням мережі необхідно проводити етап ретельної попередньої підготовки вхідних та вихідних даних. У роботі для цього були використані дані щодо банкрутств підприємств України окремої галузі (машинобудування). Як відомо, якість навчання мережі безпосередньо залежить від кількості зразків у навчальній вибірці, а також від того, наскільки повно ці зразки описують предметну область задачі (потужність вибірки). Вважається, що для повноцінного тренування мережі потрібно

декілька десятків зразків (рекомендується використовувати спостереження, які мають нормальний розподіл за показниками) [5].

Для навчання мережі в роботі було використано алгоритм back propagation (зворотне розповсюдження помилки). Перед застосуванням алгоритму було здійснено налагодження управляючих параметрів навчання. Найбільш важливими параметрами є кількість епох, швидкість навчання, інерція, шум і перемішування спостережень в процесі навчання.

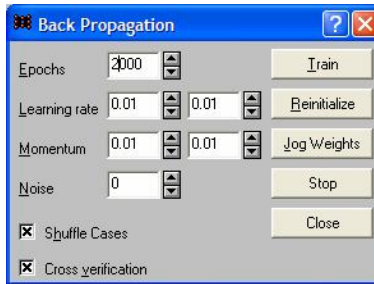


Рис.6 – Налаштування тренування (навчання) мережі

Кількість епох (Epochs) – кількість циклів, на кожному з яких всі зразки з тренувального набору пропускаються через мережу для змінування її ваг. Для наведеної у роботі моделі було використано 2000 епох. Швидкість навчання (Learning rate) або норма навчання  $\eta$  визначає величину кроку при зміні ваг, тобто величину змін, що вносяться алгоритмом у значення ваг мережі: в разі недостатньої швидкості алгоритм повільно сходиться, а при дуже великій швидкості алгоритм нестійкий. В роботі було використано значення 0,01 для детального пошуку локальних мінімумів похибки. Інерція (Momentum) служить для надання процесу корекції ваг деякої інерційності, що згладжує різкі скачки при переміщенні по поверхні похибки (у роботі використовували квадрат помилки  $e^2$ ). Перемішування спостережень (Shuffling) додає деякий випадковий шум у процес навчання за допомогою зміни порядку проходження спостережень в наборах на кожній епісі. Shuffling зменшує ймовірність того, що алгоритм застрягне в одному локальному мінімумі, а також зменшує ефект перенавчання. Для побудови моделі перемішування спостережень не було реалізовано, оскільки зразки (дані по підприємствам) мали нормальний розподіл та відсутню авторегресію (тобто спостереження умовно незалежні). Шум (Noise) – це випадкова величина, рівномірно розподілена в діапа-

зоні  $(-n,+n)$ . Вона додається до кожної вхідної змінної в ході навчання. Це дозволяє поліпшити здібність мережі до узагальнення, запобігаючи перенавчанню мережі на даних тренувального набору, а також зменшує ймовірність того, що процес навчання застрягне в одному локальному мінімумі похибки.

У роботі пропонується у якості припинення дії алгоритму використати критерій мінімального рівня помилки та визначення максимальної кількості епох.

Згідно з рис.6, для навчання мережі було встановлено 2000 епох. Результат навчання мережі наведено на рис.7. Слід відзначити, що помилка мережі значно зменшилася на перших епохах (5–10) до рівня 0,45. Потім здійснювалося повільне зменшення до рівня 0,09 (на 2000 епосі).

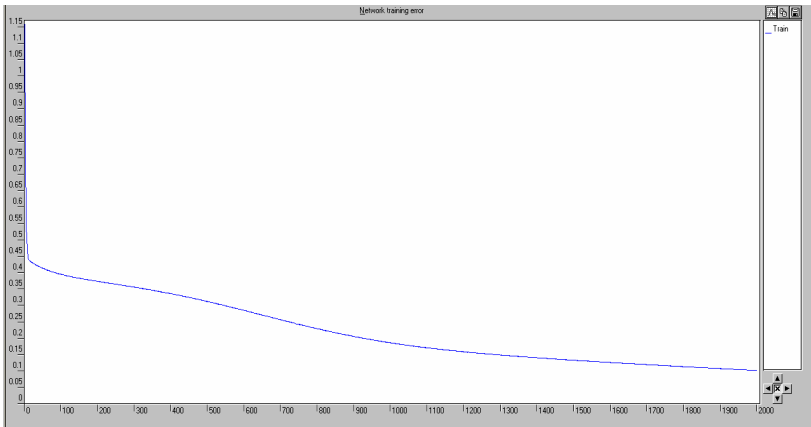


Рис. 7. Помилка навчання мережі

Більш повну інформацію про якість навчання мережі наведено на рис.8.

Variable	1	Run
Tr. КРИЗА		
Data Mean	0.3636364	
Data S.D.	0.504525	
Error Mean	-0.0002589	
Error S.D.	0.1088914	
Abs E. Mean	0.0728267	
S.D. Ratio	0.2158295	
Correlation	0.9768446	

Рис.8 – Статистика навчання мережі

Основні результати:

Data Mean – середнє значення вихідної змінної «Оцінка кризи» дорівнює 0,36. Data S.D. – стандартне відхилення цієї ж змінної дорівнює 0,504. Error Mean – середнє значення помилки на виході мережі (різниця між цільовим і дійсним значеннями на виході мережі) дорівнює -0,002. Error S.D. – стандартне відхилення помилок для вихідної змінної дорівнює 0,108. Abs E. Mean – середня абсолютних відхилень реального виходу від цільового дорівнює 0,07. Correlation – коефіцієнт кореляції між цільовими зразками і прогнозами мережі 0,976. Чим ближче він до 1, тим краща продуктивність мережі. S.D.Ratio = (Помилка / Стандартне відхилення) дорівнює 0,215. Результати роботи мережі на кожному зразку показано в таблиці (рис.9): колонка КРИЗА відповідає значенням на виході мережі; колонка Т.КРИЗА містить цільові (первісні) значення для вхідних зразків з набору даних; колонка Е. КРИЗА містить значення різниці першої і другої колонок; колонка Error показує середньоквадратичну помилку для всіх вихідних змінних.

Адекватність прогнозу моделі на основі використання апарату нейронної мережі оцінюється на основі величини помилки (абсолютної і відносної) згідно навчальної вибірки. Дані рис.8, 9 показують досить близькі значення прогнозу (моделювання) до відповідних реальних (первісних) даних.

	КРИЗА	Т. КРИЗА	Е. КРИЗА	Error
01	0.9756738	1	-0.02433	0.02433
02	-0.02206	0	-0.02206	0.02206
03	0.2242098	0	0.2242098	0.2242098
04	0.9783263	1	-0.02167	0.02167
05	0.8733057	1	-0.1267	0.1266943
06	-0.03148	0	-0.03148	0.03148
07	0.01582	0	0.01582	0.01582
08	0.9844718	1	-0.01553	0.01553
09	0.005731	0	0.005731	0.005731
10	0.1533634	0	0.1533634	0.1533634
11	-0.1602	0	-0.1602	0.1602164

Рис.9 – Статистика навчання мережі

Отримана нейронна мережа використовується для прогнозування стану суб'єкта господарювання на наступний період. Тобто маючи дані по підприємству за два попередні періоди (згідно мінімального складу

абсолютних показників табл.1) на основі отриманої мережі прогнозуємо та визначаємо оцінку кризи у наступний час ( $t$ ), або якщо знаємо дані за попередній та поточний час можемо прогнозувати оцінку кризи у майбутній час ( $t + 1$ ). Таким чином, на основі використання нейронної мережі можливо визначити вірогідність виникнення кризи на підприємстві.

Розглянемо позитивні й негативні сторони моделі на основі нейронної мережі. Позитивні: мережа дозволяє здійснити більш точний прогноз оцінки кризи ніж інші традиційні статистичні методи; для здійснення аналізу не має потреби вирішувати проблему взаємозалежності (високу кореляцію) між вхідними показниками. Негативні: отримана модель не дозволяє однозначно й «прозора» визначити вклад кожного показника у збільшення або зменшення значення оцінки кризи.

У подальшому отримана нейронна мережа використовувалась для прогнозування значення оцінки кризи (еталонна прогнозна оцінка) та імітаційного моделювання (отримання спостережень для моделювання фактичної матриці оцінки виникнення кризи – рис.2).

Для структурного аналізу виникнення кризи та розробки механізму антикризового управління слід проаналізувати також й лінійні моделі, наприклад, регресійні. Таким чином, управління запобіганням кризи можливо здійснити на основі моделей, які відображають економічно обґрунтовану залежність між результатом прогнозування та показниками, які вибрані в якості показників управління. В роботі було використано балансову модель в якості описової (дескриптивної) моделі стану та динаміки зміни результатів фінансово-господарської діяльності суб'єкту господарювання. Балансова модель описує фінансову сферу діяльності на основі принципу подвійного обліку – з точки зору зміни витрат та капіталу. На основі балансової моделі було отримано набір відносних показників ( $P1 ? P5$ ), які використовуються для моніторингу (табл.1) кризи.

Для оцінки кризи та її аналізу використаємо регресійну модель, де в якості незалежних показників використовуються відносні ( $P1 ? P5$ ) за два періоди  $t$  – поточний період аналізу, ( $t - 1$ ) – попередній період оцінки кризи.

Необхідно зауважити, що оскільки відносні показники ( $P1 ? P5$ ), наведені в табл.1, мають різний діапазон значень, необхідно використати єдину шкалу їх виміру для визначення реальних їх ваг для діагностики кризи. Це необхідно, щоб визначити відносний приріст (зменшення) показника та відповідне зменшення (ріст) оцінки кризи.

Єдину шкалу виміру показників можна отримати, якщо викори-

статистику операцію стандартизації показників

$$Pst = (P - P_{\text{середнє}}) / \delta, \quad (2)$$

де  $Pst$  – стандартизоване значення відносного показника  $P$ ;  $P_{\text{середнє}}$  – середнє значення показника  $P$  для репрезентативної вибірки;  $\delta$  – середньоквадратичне відхилення показника  $P$  для репрезентативної вибірки.

Використаємо лінійну регресійну модель

$$O_{t+1} = A_0 + A_1 * Pst1_t + A_2 * Pst2_t + A_3 * Pst3_t + A_4 * Pst4_t + A_5 * Pst5_t + A_6 * Pst1_{t-1} + A_7 * Pst2_{t-1} + A_8 * Pst3_{t-1} + A_9 * Pst4_{t-1} + A_{10} * Pst5_{t-1} + e, \quad (3)$$

де  $O_{t+1}$  – вірогідність кризи на момент часу  $t+1$ ;  $A$  – параметри регресійної моделі;  $Pst1_t$  – стандартизовані відносні показники (P1?P5) (табл. 1) на момент часу  $t$ ;  $Pst1_{t-1}$  – стандартизовані відносні показники (P1?P5) (табл. 1) на момент часу  $(t-1)$ .

При визначенні термінів (горизонтів) прогнозування до розробки управлінської моделі попередження та запобігання кризових явищ, необхідно врахувати декілька положень. З точки зору поведінкової теорії фірми, управлінські впливи на соціально-економічну систему є прогнозованими на достатньо короткостроковому періоді часу [3, 4, 6, 10]. Це можна проілюструвати у вигляді графіку, що подано на рис. 10. Тобто, на короткотермінових проміжках часу, коли спостерігається односпрямовані вектори розвитку суб'єкту господарювання, наприклад,  $A_1, A_2, A_3 \dots A_n$ , за рахунок моделювання можна виявити тенденції, тобто спрогнозувати зміни напрямків векторів на протилежні і відповідно виявити показники, які вплинули на цей факт у найбільший спосіб. За рахунок досліджень теоретичних і практичних робіт можна виявити декілька періодів або ієрархічних рівнів здійснення діяльності [1, 7-10]:

- 1) операційний;
- 2) інвестиційний;
- 3) інноваційний.

Слід зазначити, що в деякі періоди часу вони співпадають. Тому для різних рівнів діяльності для забезпечення стійкого розвитку для соціально-економічних систем потрібно використання різних управлінських інструментів і технологій, які забезпечують баланс зростання та стійкості.

Тобто, наприклад, до інвестиційних періодів можна встановлювати менш жорсткі границі (або значення) для показників стійкості, бо саме в ці періоди часу оборотні кошти та маржинальний дохід можуть не перебивати кредиторську заборгованість у розмірах, що характерні

для звичайної поточної діяльності.

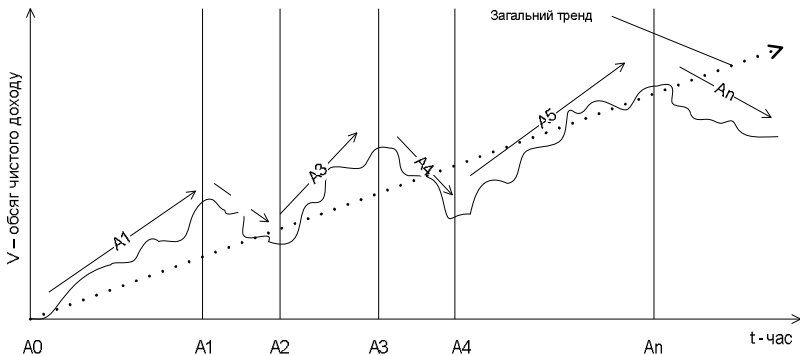


Рис.10 – Графік розвитку соціально-економічної системи в координатах «обсяг чистого доходу – час»

Таким чином, з урахуванням динамічних аспектів діагностики, прогнозування й управління кризою можливо здійснити на основі визначеної структури регресійної моделі за наступним алгоритмом:

1. Визначити період та крок аналізу.
2. Сформувати репрезентативну вибірку, яка містить не менш 40 спостережень (для десятиох показників).
3. Розрахувати параметри регресійної моделі (рекомендується використати метод Forward для включення найбільш суттєвих показників та виключення кореляційно залежних).
4. Визначити ті параметри моделі (A), які мають максимальне значення по модулю та високу значність для моделі (критерій Стюдента, p-level). Ці параметри моделі визначають показники управління.
5. Змінювати показники управління згідно напрямку (знаку) параметрів регресійної моделі.

Тобто відповідно до цього алгоритму ми виділяємо ключові індикативні точки здійснення управлінських впливів у моменти часу  $t$  та  $t-1$ .

Зазначимо, що в роботі для побудови регресійної моделі було використано метод Forward stepwise (Гребневу регресію) для усунення проблеми кореляційної залежності відносних показників між собою, також треба відмітити проблему наявності автокореляційної залежності між показниками за різний час, наприклад, рентабельність капіталу на момент часу  $t$  може визначатися рентабельністю на момент часу  $(t-1)$ . Після розрахунків моделі в пакеті Statistica 6.0 були

отримані наступні результати (для побудови моделі використовуються такі ж дані, що й при розробці нейронної мережі):

$$\text{Оцінка кризи}_{t+1} = 0,02 + 0,12 * \text{Pst1}_t + 0,31 * \text{Pst3}_t + 0,42 * \text{Pst4}_t + 0,04 * \text{Pst1}_{t-1} + 0,09 * \text{Pst4}_{t-1}. \quad (4)$$

Коефіцієнт детермінації моделі складає 0,83, що говорить про досить високу її адекватність.

Таким чином, на ризик (зменшення або його збільшення) виникнення кризових станів у середньостроковій перспективі найбільшою мірою впливає ефективність операційної діяльності (параметр дорівнює 0,31) й ефективність використання капіталу (рентабельність капіталу – параметр дорівнює 0,42). Слід відмітити, що на значення оцінки кризи у момент часу  $t+1$  найбільший вплив здійснюють показники на момент часу  $t$ . Слід також підкреслити, що показники платоспроможності (параметр 0,12 для  $t$  і 0,04 для  $t-1$ ) не мають домінуючого впливу на оцінку кризи на момент часу  $t+1$ , це ще раз підкреслює примат ефективності над ліквідністю у фінансовому аналізі.

Необхідно зазначити, що представлена регресійна модель не дозволяє повною мірою визначити управлінські впливи, які необхідно застосовувати для підвищення стійкості корпорації. Побудована модель скоріше індикативна та служить для моніторингу фінансового стану підприємства з метою попередження кризових явищ та для формування комплексу антикризових управлінських технологій та фінансових інструментів. Але модель дозволяє визначити, які процеси і які показники найбільшою мірою впливають на оцінку кризи соціально-економічної системи. Таким чином, для прийняття адекватних управлінських рішень щодо підвищення стійкості соціально-економічних систем необхідна розробка й застосування методик щодо вибору стратегій управління по попередженню кризи, що прогнозується.

Для цього необхідно визначити вплив зовнішнього середовища на здійснення самої процедури моніторингу і прогнозування оцінки кризи та визначення впливу типових фінансово-господарчих операцій на результати, які фіксуються в існуючій системі обліку та фінансових документах. Згідно з табл.2, поняття росту, рівноваги, падіння повинні розглядатися з урахуванням впливу факторів зовнішнього середовища, тобто корегуватися відповідно до їх зміни. Наприклад, рівень інфляції або зміни вартості запозичень кредитних ресурсів можуть суттєво змінити тлумачення динаміки показників. Також необхідно враховувати середньогалузеві значення показників для подальшої якісної інтерпретації динаміки щодо підприємства, яке аналізується. Згідно з

існуючою системою обліку, використання фінансових інструментів фіксується на рівні фінансово-господарчих операцій, які здебільшого мають консолідований вид у вигляді балансу та звіту з фінансових результатів. Тому в роботі пропонується при застосуванні фінансових і організаційних інструментів і управлінських технологій враховувати два рівня показників: абсолютні (балансові показники та фінансові результати) та відносні (побудовані на основі абсолютних) (табл. 1). Відносні використовуються для моніторингу та прогнозування, а зміни абсолютних – для формування управлінських механізмів попередження кризових явищ та їх реалізації. При моделюванні управлінських впливів на корпоративні і бізнес-системи необхідно в першу чергу відзначити той істотний факт, що абсолютні величини елементів балансової моделі взаємозалежні один від одного і зміна одних автоматично приводить до зміни інших показників балансу.

Слід зазначити, що вказані в роботі методи прогнозування оцінки кризи (на основі нейронної мережі та регресійної моделі) дозволяють визначити доцільність тих та інших змін у структурі балансу. Наприклад, якщо структура капіталу (відношення власного капіталу та кредиторських зобов'язань) на період аналізу знаходяться в деякій  $\varepsilon$ -окресності, та водночас існує позитивне значення власних обігових коштів, то вірогідність кризи досить низька. Для вибірки, отриманої за допомогою імітаційного моделювання (метод Монте-Карло), для всіх можливих комбінацій пропорцій абсолютних показників балансової моделі відповідно до обмежень (формула (1)) було визначено величину оцінки кризи на основі використання моделі нейронної мережі. Це дозволило визначити стратегії зміни структури балансу, тобто зміни структури капіталу, які б дозволили зменшити ризик (вірогідність) кризи.

Відповідно до визначеної регресійної моделі, на зменшення ризику виникнення кризових явищ при формуванні управлінського механізму, в першу чергу, необхідно розглянути інструменти, які пов'язані зі зміною структури витрат компанії, що знижують собівартість і збільшують доходи. Тобто необхідно виділити два основні напрямки впливу управлінських інструментів: збільшення доходів, зниження витрат. При цьому має виконуватися співвідношення:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Delta D_{ij} \geq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Delta R_{ij}, \quad (5)$$

де  $\Delta D$  – зміна доходу від реалізації інструмента або управлінської технології;  $\Delta R$  – зміна витрат при реалізації відповідного управлінського

інструмента або технології;  $i \dots n$  – період часу застосування відповідного заходу;  $j \dots m$  – підрозділи, пов'язані з його застосуванням.

Відповідно визначимо комплекс інструментів та управлінських технологій, що можуть застосовуватися: для підвищення доходу – інструменти маркетингу, франчайзинг; для зниження витрат – організація внутрішніх ринків (внутрішнє підприємництво), удосконалювання моделі корпоративного управління, аутсорсинг, реструктуризація, реорганізація, реінжиніринг.

Розглядаючи основні сучасні управлінські інструменти й технології, які спрямовані на підвищення ефективності, слід виділити:

*Інструменти зміни структури балансу компанії*: зміна структури кредиторської заборгованості (зменшення оплати обслуговування притягнутих коштів), зміна структури оборотних коштів суб'єкта господарювання (пов'язане з підвищенням їхньої ліквідності).

*Фінансові інструменти*, що впливають на зміну структури кредиторської заборгованості та капіталу з ціллю зменшення вартості його обслуговування: залучення кредитів, облігаційні позики, розширення участі в капіталі (випуск цінних паперів корпоративного рівня).

*Організаційні інструменти*: злиття й поглинання, виділення й відділення, утворення стратегічних альянсів, кластеризація.

*Змішані організаційно-фінансові інструменти* різноспрямованої дії: лізинг, факторинг.

Необхідно зазначити, що в умовах обмеженості фінансових ресурсів окремі інструменти, наприклад такі, як лізинг і факторинг впливають не тільки на підвищення платоспроможності корпорації але й служать інструментами залучення фінансування й збільшення оборотності капіталу суб'єкта господарювання. В деяких випадках, наприклад, при глибокій фінансовій кризі, зворотний лізинг є практично єдиним інструментом, що, зберігаючи цілісність соціально-економічної системи, дозволяє різко збільшити платоспроможність підприємства.

Використовуючи ці інструменти, координаційний центр корпоративного утворення може здійснювати планомірний вплив на подолання кризових явищ як в соціально-економічній системі в цілому, так і в окремих бізнес-одинацях, знижувати ймовірність їхнього виникнення за рахунок попередження загострення латентних (схованих) протиріч у корпоративних системах, забезпечуючи адекватну гнучкість моделі управління суб'єктами господарювання відповідно до негативних впливів внутрішніх і зовнішніх факторів.

У результаті проведеного дослідження була запропонована модель діагностики виникнення фінансових криз у корпоративних систе-

мах, яка дозволяє виявити ключові фактори, зміна яких дозволяє запобігти або зм'якшити кризові прояви. Узагальнено управлінські інструменти, які можна застосовувати при формуванні механізму превентивного антикризового управління та його реалізації.

Подальші дослідження в даному напрямку пов'язані з розробкою механізмів трансформації соціально-економічних систем у цільовий рівноважний стан на нових якісних рівнях з урахуванням забезпечення їх стійкості та цілісності, заснованих на доданні корпораціям та їх окремим елементам (підсистемам) нових властивостей, якісних характеристик, що забезпечують їх поступовий розвиток.

1.Акимова Т.А. Теория организаций. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 367 с.

2.Грушенко В.И., Фомченкова Л.В. Кризисное состояние предприятия: поиск причин и способов его преодоления // Менеджмент в России и за рубежом. – 1998. – №1. – С.35-47.

3.Трененков Е.М., Дведенидова С.А. Диагностика в антикризисном управлении // Менеджмент в России и за рубежом. – 2002. – №1. – С.56-78.

4.Кизим Н.А., Благун И.С., Копчак Ю.С. Оценка и прогнозирование неплатежеспособности предприятий. – Харьков: Изд. дом «ИНЖЭК», 2004. – 144 с.

5.Кричевский М.Л. Интеллектуальные методы в менеджменте. – СПб.: Питер, 2005. – 304 с.

6.Крюков А.Ф., Егорычев И.Г. Анализ методик прогнозирования кризисной ситуации коммерческих организаций с использованием финансовых индикаторов // Менеджмент в России и за рубежом. – 2001. – №2. – С.76-85.

7.Лігоненко Л.О. Антикризове управління підприємством: теоретико-методологічні засади та практичний інструментарій. – К.: КНТЕУ, 2001. – 580 с.

8.Манойленко О.В., Знахур С.В. Особливості ранньої діагностики та оцінки ефективності управлінських впливів щодо попередження кризових явищ // Підприємництво, господарство і право. – 2007. – №3. – С.75-79.

9.Ситник Л.С. Організаційно-економічний механізм антикризового управління підприємством. – Донецьк: ІЕП НАН України, 2000. – 504 с.

10.Терещенко О.О. Антикризове фінансове управління на підприємстві. – К.: КНЕУ, 2004. – 268 с.

*Отримано 25.01.2008*