

Степурина Світлана Олександрівна  
Степурина Светлана Александровна

Stepurina Svitlana Oleksandrivna

к.е.н., доц. кафедри економічної кібернетики

ХНЕУ ім. С. Кузнеця

sv\_stepurina@ukr.net

## ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ НЕЙРОСІТЬОВОГО МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ФІНАНСОВОЇ КРИЗИ ПІДПРИЄМСТВА

**Анотація.** Розглянуто застосування інструментарію нейросітьового моделювання для діагностики фінансової кризи підприємства на підставі використання елементів байєсовської методології.

**Аннотация.** Рассмотрено применение инструментария нейросетевого моделирования для диагностики финансового кризиса предприятия на основе элементов байесовской методологии.

**Annotation.** The application of neural network modeling tools for the diagnosis of enterprise financial crisis based on the elements of the Bayesian methodology.

**Ключові слова:** діагностика фінансової кризи підприємства, розпізнавання, нейронна мережа, Байєсовський алгоритм, бінарний відгук.

**Ключевые слова:** диагностика финансового кризиса предприятия, распознавание, нейронная сеть, Байесовский алгоритм, бинарный отзыв.

**Keywords:** diagnostics enterprise financial crisis, recognition, neural networks, Bayesian algorithm, binary feedback.

В даний час умовах нестабільності розвитку економічних процесів в перехідному періоді особливо широкого поширення набули завдання, пов'язані з розпізнаванням кризового стану підприємств різних галузей національної економіки. Для вирішення подібного класу задач доцільно застосування інструментарію нейронних мереж, тому що він дозволяє формалізувати процеси прогнозування, класифікації та ідентифікації в складних економічних системах.

Тому з метою розпізнавання класів кризових підприємств доцільно використовувати штучні нейронні мережі, тобто сукупність моделей біологічних нейронних мереж, які представляють собою мережу елементів (штучних нейронів), що пов'язані одне з одним синаптичними зв'язками. Штучна нейронна мережа складається із штучних нейронів, що організовані різноманітними шляхами для формування структури мережі [2].

У свою чергу мережа обробляє вхідну інформацію і в процесі зміни свого стану в часі формує сукупність вихідних сигналів. Робота мережі полягає в перетворенні вхідних сигналів у часі, в результаті чого змінюється внутрішній стан мережі і формуються вихідні впливи.

Розглянемо реалізацію методики розпізнавання кризового стану підприємства на основі так званого байєсовського алгоритму, яка заснована на застосуванні нейронних мереж. Як інструмент моделювання пропонується використовувати модель бінарного відгуку. Такий вибір обумовлений тим, що моделі бінарного відгуку принципово відрізняються від класичних регресійних і дискримінантних моделей рядом позитивних властивостей [1]:

1) в моделях бінарного відгуку не потрібно дотримання умови підпорядкування змінних багатовимірному нормальному закону розподілу;

2) модель бінарного відгуку може враховувати нелінійну залежність вихідної величини від вхідних факторів;

3) на відміну від дискримінантних моделей, модель бінарного відгуку визначає конкретну ймовірність настання кризового стану, тобто відсутні зони невизначеності, коли неможливо ідентифікувати клас кризи підприємства, що досліджується.

Як показник  $\hat{y}$ , що моделюється, розглянемо ймовірність того, що при заданих значеннях вхідних показників,  $i$ -те підприємство опиниться у кризовому стані:  $\vec{x}_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ .

Задаємо залежність:  $\hat{y}_i(\vec{x}_i) \equiv P(y_i = m) = F(\vec{b}^T, \vec{x})$ ,  $m = \{1; 0\}$ , де  $F(\cdot)$  – інтегральна нормалізована функція розподілу Лапласа [3].

Тоді попередній вираз можна записати у вигляді:

$$\hat{y}_i(\vec{x}_i) \equiv P(y_i = 1) = \Phi(u) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{z^2}{2}} dz \quad (1)$$

Для відновлення залежності  $u = \varphi(\vec{x})$  доцільно використати нейросітьове моделювання, у результаті чого отримаємо:

$$P(y_{i^*} = 1) = \Phi(\hat{u}_{i^*}), \quad (2)$$

де  $P(y_{i^*} = 1)$  – значення ймовірностей підприємства під номером  $i^*$  класифікується згідно правила: якщо  $P(y_{i^*} = 1) > 0,2$ , то підприємство відноситься до класу кризових, у протилежному випадку воно визнається платоспроможним (надійним).

Процес побудови нейросітьової моделі діагностики фінансової кризи підприємства можна представити у вигляді такої алгоритмічної моделі:

1. Формується декілька множин показників-індикаторів фінансової кризи підприємства, які відрізняються між собою набором змінних:

$$H_k = \langle \vec{X}_j, Y \rangle, j = \overline{1, N_{H_k}}, k = \overline{1, G}, \quad (3)$$

де  $N_{H_k}$  – кількість незалежних змінних  $X_j$  у множині показників-індикаторів  $H_k$ ;

$G$  – кількість альтернативних множин показників. При цьому заздалегідь невідомо, яка з множин найкращим чином підходить для діагностики фінансової кризи підприємства.

2. З метою вибору оптимальної множини показників-індикаторів кризового стану підприємства будується допоміжна нейронна мережа, яка навчається на різних наборах даних. Після навчання нейромережі для тестових даних отримаємо оцінки ймовірностей кризових станів згідно (3) і проведемо класифікацію підприємств, що досліджуються, на кризові та надійні.

При цьому можливі два види помилок. Якщо кризове підприємство було класифіковано як надійне, то це помилка першого роду («пропуск кризи»), якщо, навпаки, надійне підприємство було визначено як кризове, то це помилка другого роду («помилкова тривога») [4]. У більшості випадків, набагато небезпечніші помилки першого роду. З метою формування оптимальної множини показників-індикаторів кризового стану підприємства доцільно використовувати

ти такий критерій [1]:

$$K_{H_k} = N_{H_k}^* r_1 - N_{H_k}^1 r_2 - N_{H_k}^2 r_3,$$

де  $N_{H_k}^*$  – кількість вірно ідентифікованих підприємств;

$N_{H_k}^1$  – кількість помилок 1-го роду;

$N_{H_k}^2$  – кількість помилок 2-го роду;

$r_1, r_2, r_3$  – питома вага кожного показника.

3. Відповідно до Байєсова підходу [5] створюється ансамбль нейромереж, що належать до одного класу (тобто набір нейросітьових моделей, що приймає рішення шляхом усереднення результатів роботи окремих моделей.). Нейронні мережі, що входять до ансамблю, мають певні відмінності, наприклад, кількість прихованих шарів, нейронів в прихованих шарах і видом функцій активації. Для навчання мереж байєсовського ансамблю використовується система індикаторів класу кризового розвитку підприємства. Якість отриманих нейросітьових моделей є різною, тому після навчання проводиться процедура відсіву, в результаті якої видаляються найменш вдалі нейронні мережі.

Таким чином, використання інструментарію нейросітьового моделювання з метою розпізнавання фінансової кризи підприємства є досить актуальним, тому що дозволяє з достатнім ступенем ймовірності класифікувати підприємства однієї галузі за рівнем їхнього кризового розвитку, і, таким чином, отримувати деякі кластери підприємств із загальними властивостями.

Література:

1. Горбатков С. А., Белолипецев И. И., Фархиева С. А. Приближенный метод байесовской регуляризации и двухступенчатая оценка адекватности гибридной нейросетевой модели налогового контроля // Научная сессия НИЯУ МИФИ – 2011: XIII Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика-2011»: Сб. научных трудов – М.: МИФИ, 2011, с. 144-154.

2. Когнитивная бизнес-аналитика: Учебник / под науч. ред. д-ра техн. наук, проф. Н. М. Абдикеева. – М.: ИНФРА-М, 2011. – 511 с.

3. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов, т. 2: Учебное пособие для втузов. – 13-е изд. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 560 с.

4. Фомин Я. А. Диагностика кризисного состояния предприятия: Учеб. пособие для вузов. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 349 с.

5. Шумский С.А. Байесова регуляризация обучения // Научная сессия МИФИ 2002. IV Научно-техническая конференция «Нейроинформатика - 2002»: Лекции по нейроинформатике. Часть 2. – М.: МИФИ, 2002, с.