

НЕЙРОНЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОЦІНКИ ЗАГРОЗИ ФІНАНСОВОЇ КРИЗИ ПІДПРИЄМСТВА

Статтю присвячено побудові економіко-математичної моделі оцінки загрози фінансової кризи підприємства на основі нечітких нейронних мереж. Розглянуто переваги застосування нечіткої логіки та нейронних мереж у прогнозуванні фінансової кризи та загрози банкрутства підприємства, визначено основні етапи побудови нейронечіткої моделі оцінки загрози фінансової кризи підприємства.

Ключові слова: фінансова криза, банкрутство, підприємство, модель, нечіткі нейронні мережі.

CHAGOVETS L. O., PANASENKO O. V.

Simon Kuznets Kharkiv National Economic University

FUZZY NEURAL MODELING OF THE THREATS ASSESSMENT OF ENTERPRISE FINANCIAL CRISIS

The article is devoted to the questions of the economic and mathematical fuzzy neural modelling to assess the financial crisis threat. The advantages of fuzzy logic and neural networks in financial crisis and the threats of bankruptcy forecasting and the main method of neural models modelling for assessing the threat of enterprise financial crisis were discussed. The hybrid neural network mode is carried out by Sugeno's system. The algorithm of model's construction to evaluate threats of the financial enterprise was described. The most important set of indicators was provided, the linguistic variables set using scale qualitative terms, and membership functions of fuzzy terms to evaluate the enterprise financial crisis were built. The terms class crisis represent financial position of the company to evaluate the value of output linguistic variable form. The results analysis suggests that the fuzzy neural network model has flexibility and adaptation properties. Therefore the implementation of sustainability, stability and economic independence of the enterprises is one of the possible way by reducing of the external economic environment treats. The model provides effective application in way of the assessment of the financial crisis threat, investigation of bankruptcy classes.

Keywords: financial crisis, bankruptcy, business model, fuzzy neural network.

Постановка проблеми. Питання оцінки та прогнозування економічних криз соціально-економічних систем мікрорівня, в тому числі і проблеми оцінки загрози фінансової кризи підприємства, набувають особливої актуальності і значення в сучасних умовах розвитку ринкових відносин, оскільки фінансова криза може призвести до банкрутства підприємства. Банкрутство окремого суб'єкта господарювання має суттєві негативні наслідки на всіх рівнях економіки: на мікрорівні – для власників і робітників підприємства – через фінансові втрати; на мезорівні – для регіону, в якому працює підприємство, через порушення господарських зв'язків підприємства-банкрута з партнерами і зниження економічних показників регіону; на макрорівні – для держави в цілому в зв'язку з порушенням макроекономічної рівноваги та зниженням об'єму ВВП і, як наслідок, зменшення доходів державного бюджету. Подолання цієї проблеми залежить від своєчасного виявлення загрози фінансової кризи на підприємстві та розробки і впровадження відповідних антикризових заходів, що дозволять відновити ліквідність і платоспроможність підприємства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні основи антикризового управління підприємством і широке коло питань, пов'язаних з розробкою моделей оцінки загрози фінансової кризи підприємства, прогнозування банкрутства та фінансових криз на базі нейронних мереж, відображені в роботах вітчизняних і зарубіжних учених, серед яких варто виділити таких авторів, як Бланк І. О., Клебанова Т. С., Кизим М. О., Матвійчук А. В., Черняк О. І., Заде Л., Залеська М., Лопес Ітурріага Ф. Х., Кйонг О. та ін. Однак саме розуміння фінансової кризи різними авторами, і критерії його оцінки істотно розрізняються. Не залишає сумніву і той факт, що підприємство в сучасних умовах повинно мати такі адаптаційні якості і механізми управління, що забезпечують певний рівень фінансової стійкості, який дозволяв би забезпечити належний рівень його економічної безпеки. Все це буде сприяти здійсненню кількісно обґрунтованого вибору управлінського рішення при побудові ефективних стратегій сталого зростання і розвитку [1].

Мета даного дослідження. Вирішення означених проблем дозволяє визначити мету дослідження. Головною метою є розробка економіко-математичних моделей оцінки загрози фінансової кризи підприємства на основі нечітких нейронних мереж, які базуються на правилах нечіткої логіки та здатні адаптуватися до змін середовища, що дозволить ефективно використовувати моделі протягом тривалого часу.

Виклад основного матеріалу. Велика кількість чинників фінансової кризи, структурна складність системи управління підприємством дозволяють і вимагають виділяти загальну структуру для адекватного опису процесу оцінки загрози настання фінансової кризи. Аналіз впливу загроз на загальний рівень фінансового стану підприємства здійснюється на підставі розробленої інтегральної моделі, що включає блок

аналізу станів (груп фінансових коефіцієнтів) і блок загроз. Поряд з цим зміна властивостей підприємства, як соціально-економічної системи, або умов його функціонування спричиняє необхідність періодичної корекції моделі і, відповідно, зміни управління. Застосування методів нейроуправління, основою яких є штучні нейронні мережі, дозволяє уникнути проблем у вирішенні завдань управління традиційними статистичними методами і методами експертних оцінок. Серед них проблеми кількості обчислювальних ресурсів, відсутність повної інформації про механізм формування загроз, присутність сильних шумів в вибірках вихідних даних, можлива наявність нелінійних взаємозв'язків. Природна властивість нелінійності, здатність до навчання і властивість узагальнення, в результаті яких моделі, побудовані на підставі цих методів, набувають властивостей адаптації до високої стохастичності прояву зовнішніх впливів, дають істотну перевагу цих методів перед іншими [2].

Методи теорії нечітких множин дозволяють отримати інформацію щодо неточного опису проблеми, для якої невизначеність характеризується відсутністю критеріїв, що дозволяють однозначно судити про приналежність елементів до того чи іншого класу. Тобто врахування різних за своєю природою аспектів невизначеності в ході дослідження є істотною відмінністю моделей, побудованих за допомогою методів нечіткої логіки, від моделей, побудованих за допомогою методів класичної теорії ймовірності. Поєднання цих двох класів методів є особливо привабливим для моделювання настання загрози фінансової кризи підприємства [3–7]. Застосування нейронечітких, гібридних мереж для вирішення задач ідентифікації загрози настання фінансової кризи і її класу дозволяє виділити два етапи проектування: етап ідентифікації процесу; етап синтезу закону керування. На першому етапі ідентифікації розробляється модель процесу у вигляді нейронної мережі, яка на етапі синтезу використовується для синтезу регулятора. Завдання ідентифікації полягає в оцінюванні функції $f(\bullet)$ за вимірюваннями вихідних (x_i) і вихідних \hat{y} змінних [3, 8].

З урахуванням вищесказаного, пропонується нейронна нечітка модель оцінки загрози фінансової кризи підприємства. Структура нечіткої нейронної мережі наведена на рис. 1.

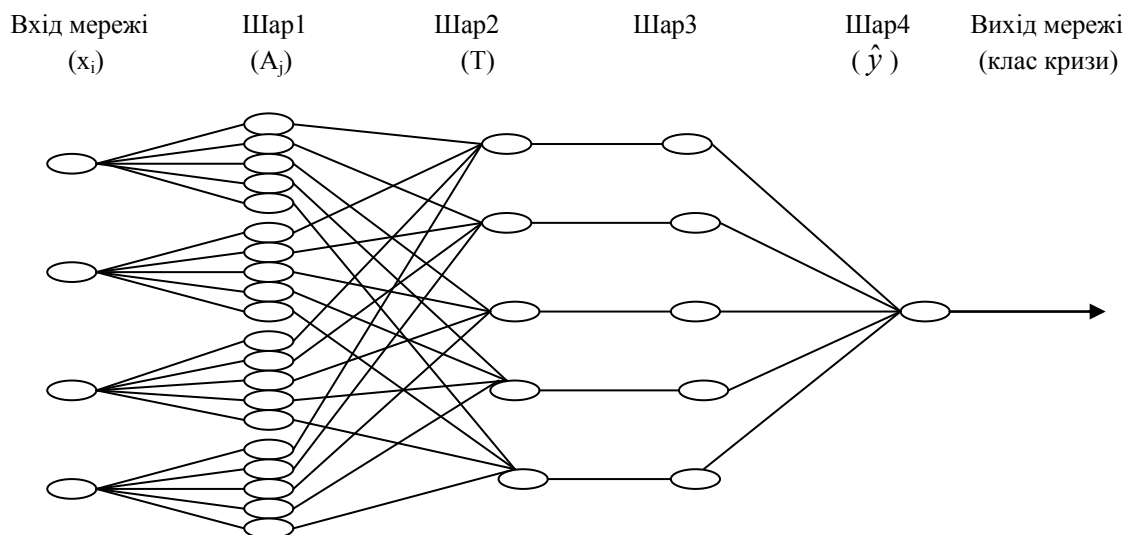


Рис. 1. Структура нечіткої нейронної мережі для оцінки загрози фінансової кризи підприємства

Нечітка нейронна мережа описується таким чином:

Шар 1. Виходи вузлів цього шару являють собою значення функцій належності при конкретних (заданих) значеннях входів:

$$A_j(x_i) = \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x_i - a_{ji}}{b_{ji}} \right)^2 \right], \quad (1)$$

де a_{ji} , b_{ji} – параметри мережі, які коректуються в процесі навчання мережі.

Шар 2. Кожний нейрон цього шару є нечітким нейроном “Т”, тобто сигнали x_i і ваги w_i в даному випадку об’єднуються за допомогою t -конорми: $p_i = S(w_i, x_i)$, а вихід утворюється за допомогою t -норми:

$$y = \text{AND}(p_1, p_2, p_3, p_4) = T(p_1, p_2, p_3, p_4) = T(S(w_1, x_1), S(w_2, x_2), S(w_3, x_3), S(w_4, x_4)).$$

Шар 3. Здійснює додавання і зважене додавання вихідних сигналів шару 2.

Шар 4. Єдиний нейрон цього шару обчислює вихід мережі:

$$\hat{y} = \frac{\sum_{i=1}^m y_i \varphi(\|x - x_i\|)}{\sum_{i=1}^m \varphi(\|x - x_i\|)}, \quad (2)$$

де \hat{y} – ступінь належності досліджуваного підприємства до одного з класів кризи.

Розглянемо основні етапи побудови нейронної моделі оцінки загрози фінансової кризи підприємства. На першому етапі побудови моделі для множини показників, які є найбільш важливими для оцінки фінансової кризи підприємства, формують множину лінгвістичних змінних на підставі шкали якісних термів; побудова функцій приналежності всіх нечітких термів вхідних і вихідних змінних для отримання адекватної класифікації рівнів всіх показників. Для цього визначається можливий діапазон зміни вхідних і вихідних змінних і задається вид функції належності нечітких термів для всіх параметрів.

Для оцінки значень вихідної лінгвістичної змінної формують повну множину класів фінансової кризи підприємства. Кожному з термів класу кризи відповідає деяке значення фінансового рівня підприємства. Оскільки показник загального фінансового рівня підприємства може приймати значення в діапазоні [0; 1], то для його якісної інтерпретації слід використовувати шкалу Харрінгтона: дуже низький клас безпеки кризи – в інтервалі [0; 0,2); низький клас безпеки кризи – в межах [0,2; 0,37) середній загрози кризи – [0,37; 0,63), високий клас – [0,63; 0,8), дуже високий клас – в межах [0,8; 1] [3, 5].

Згідно даної множини класів кризи під дуже високим класом загрози кризи будемо розуміти вкрай нестійке фінансове становище підприємства, яке повідомляє про повну втрату ним безпеки, підприємство знаходиться в найглибшій фінансово-економічній кризі і доведено до банкрутства; Під високим класом безпеки кризи будемо розуміти такий нестійкий стан підприємства, при якому незначне зниження фінансового рівня підприємства з будь-якої його складової здатне привести до банкрутства підприємства в наступному періоді (до 1 року). Під середнім класом загрози кризи підприємства будемо розуміти такий стан, при якому підприємство знаходиться в безпеці, дозволяє зберегти ринкову позицію і здатне підтримувати її на найближчий рік. Під низьким класом безпеки підприємства будемо розуміти стан, при якому підприємство підтримує необхідну кількість власних оборотних коштів, а під дуже низьким класом безпеки підприємства – стан безпеки, за яким підприємство зберігає стратегічні позиції і конкурентні переваги, гнучко і оперативно реагує на зміни стану ринку. У наступному етапі моделі формується набір ключових правил. Всі інші правила прийняття рішень генеруються під час навчання моделі на реальних даних. У загальному випадку, чим точніше буде проведена оцінка загального рівня фінансової безпеки підприємства. Однак набір всіх можливих правил позбавляє систему гнучкості, можливості адаптації до реальних даних. Тому набір вирішальних правил не повинен містити в собі повну множину можливих варіантів логічного висновку. Якщо в базі знань відсутнє правило, що відповідає поточному фінансовому рівню підприємства, системою буде видано рішення, що найбільш підходить до даної ситуації.

Відповідно до другого етапу побудови моделі, для автоматизації процесу подання експертних знань правил лінгвістичних змінних, скорочення часу побудови та коригування параметрів функцій приналежності моделі здійснюється побудова гібридної нейромережевої системи на підставі логічного висновку типу Сугено. Такі системи комбінують в єдину архітектуру нечіткої моделі і нейронні мережі і можуть бути інтерпретовані як нейронні мережі з нечіткими параметрами, або як паралельні розподілені нечіткі системи. У гібридних мережах висновки отримують на базі апарату нечіткої логіки, а відповідні параметри функції приналежності отримують з використанням алгоритмів навчання нейронних мереж. Головною перевагою таких систем є використання не тільки апріорної інформації, але і отримання нових знань про об'єкт дослідження [2]. Після побудови архітектури і визначення параметрів мережі здійснюють навчання мережі на основі попередньо сформованої навчальної вибірки. Перевірка адекватності функціонування мережі здійснюється за допомогою аналізу помилок навчання мережі та її тестування. Побудована модель характеризується властивостями гнучкості та адаптивності до мінливих умов зовнішнього економічного середовища, що є необхідною умовою для її ефективного застосування в діяльності підприємства.

Таким чином, моделі, побудовані за допомогою нечітких нейронних мереж, є ефективним інструментом оцінки загрози фінансової кризи підприємства, адже вони дозволяють віднести досліджуване підприємство з певним ступенем належності до того чи іншого класу кризи, що дає можливість підприємству своєчасно виявити і подолати загрозу банкрутства. Крім того, дані моделі є адаптивними, оскільки пристосовуються до змін зовнішнього середовища, що дуже важливо в умовах нестаціонарності економічної системи України.

Література

1. Геєць В.М. Моделювання економічної безпеки: держава, регіон, підприємство : монографія / В. М. Геєць, М. О. Кизим, Т. С. Клебанова, О. І.Черняк / за ред. В. М. Гейця ; НАН України, Наук.-дослід. центр індустр. проблем розвитку. – Х. : ІНЖЕК, 2006. – 239 с.
2. Борисов В. В. Нечеткие модели и сети / В. В. Борисов, В. В. Круглов, Федулов А.С. – М. : Горячая линия-Телеком, 2007. – 284 с.
3. Клебанова Т. С. Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством : монографія / Т. С. Клебанова, Л. О. Чаговець, О. В. Панасенко ; НАН України, Н.-д. центр індустр. проблем розвитку – Х. : ІНЖЕК, 2011. – 239 с.
4. Пономаренко В. С. Стратегія розвитку підприємства в умовах кризи / В. С. Пономаренко, О. М. Тридід, М. О. Кизим – Х. : ВД «ІНЖЕК», 2003. – 328 с.
5. Матвійчук А. В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки : монографія / А. В. Матвійчук. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. – 206 с.
6. López-Iturriaga Félix J., López-de-Foronda Óscar, Pastor-Sanz Iván Predicting Bankruptcy Using Neural Networks in the Current Financial Crisis: A Study of U.S. Commercial Banks (November 28, 2010). URL: <http://ssrn.com/abstract=1716204> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1716204>
7. Zaleska M. Identyfikacja ryzyka upadłości: przedsiębiorstwa i banku / M. Zaleska. – Warszawa : Difin, 2002. – 104 p.
8. Новотарський М. А. Штучні нейронні мережі: обчислення / М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко. – К. : Ін-т математики, 2004. – 407 с.

Надійшла 16.01.2017; рецензент: д. е. н. Клебанова Т. С.