

УДК: 519.876.5

В.В. Третинник

## ПРОЕКТУВАННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ СТАБІЛЬНОСТІ УКРАЇНСЬКИХ БАНКІВ

Розроблено комп'ютерне програмне забезпечення для аналізу фінансової стабільності банку. Спроектовано три нейронні мережі різної архітектури на основі статистичної вибірки з 30 українських банків. Банки проаналізовано за 8-ма економічними показниками. Проведено оптимізацію архітектури нейронної мережі. Похибка навчання та тестування нейронної мережі з трьома прихованими шарами не перевищила 1,39 %.

It was developed the software for the analysis of bank financial stability. Three neural network models of different architecture are proposed on the basis of statistical selection from 30 ukrainian banks. Banks were analysed on 8 economic parameters (input variables). Neuron network model with optimal architecture is found. The error of training and testing of neural network model with three hidden layers did not exceed 1,39 %.

Ключові слова: нейронна мережа, нейроне програмування, оптимізація, програмне забезпечення.

Останнім часом дуже часто банки у країнах з економікою, що розвивається, припиняють своє функціонування. Незважаючи на те, що деякі з цих банків досить потужні, мають широку регіональну мережу, це не допомагає їм уникнути кризи. Отже, мета статті — дослідження ефективного використання нейронних мереж для прогнозування стабільності банку — досить актуальна.

Нейронна мережа (НМ) — технологія, яка характеризується здатністю до моделювання нелінійних процесів та високою адаптивністю. Вона надає абсолютно нові можливості для банків й інших фінансових інститутів, що у зв'язку зі своєю діяльністю розв'язують задачі в умовах невеликих апріорних знань про середовище. Принципова відмінність штучної НМ від звичайної програмної системи полягає у тому, що вона не вимагає комп'ютерного програмування, а налаштовується сама. НМ дозволяє комп'ютеру встановити зв'язок між вхідними та вихідними даними за допомогою прикладів (навчальна вибірка), що особливо важливо при моделюванні у банківській сфері [1]. Завдяки НМ можна приймати рішення на основі попередніх даних, заданих мережі на етапі навчання.

НМ запропоновано як комп'ютерну аналогію нейронної системи людини [2]. Будь-яку НМ використовують як самостійну систему подання знань, яка у практичних задачах є одним із компонентів системи управління або модуля прийняття рішень, які передають результируючий сигнал на інші елементи, не пов'язані безпосередньо з НМ. НМ успішно застосовують для апроксимації та інтерполяції, розпізнавання та класифікації образів [7], прогнозування [9], ідентифікації, оптимізації функцій [5]. Найважливішою особливістю методів нейронного програмування є паралельна обробка інформації одночасно всіма нейронами. Крім того, НМ притаманна властивість узагальнювати одержані знання та навчатися. Оскільки НМ може давати досить точний результат навіть

тоді, коли для навчання використовують неповні, слабо структуровані або неструктуровані дані, вона є потужним інструментом для розв'язання складних задач у різноманітних галузях. До того ж нейронні мережі швидші, дешевші і більш гнучкі, ніж традиційні методи. Сучасна теорія методів нейронного програмування, а також прикладні аспекти проектування інтелектуальних систем досить повно викладені у монографіях [3; 4; 6; 8].

За допомогою НМ досить просто досліджувати і прогнозувати кризи, що виникають у банківській сфері.

#### Створення нейронної мережі

Під час створення ефективної НМ нейронна модель повинна бути сконструйована згідно з особливостями предметної галузі.

Процес моделювання НМ базується на таких кроках:

- 1) збір даних;
- 2) визначення тренувальних і тестових наборів даних;
- 3) конвертація даних у вектор вхідних параметрів для НМ;
- 4) навчання та тестування НМ;
- 5) модифікація НМ та вибір оптимальної НМ;
- 6) використання НМ.

#### Опис програмного забезпечення

У даній роботі спроектовано програмне забезпечення для аналізу стабільності роботи банку. Принцип роботи програми ґрунтується на спроектованій НМ. Аналітик має змогу обрати архітектуру НМ (кількість внутрішніх шарів та кількість нейронів на кожному з внутрішніх шарів). Після роботи з НМ її можна зберегти у файл. У разі появи нових даних НМ можна «донавчати» (рис. 1).

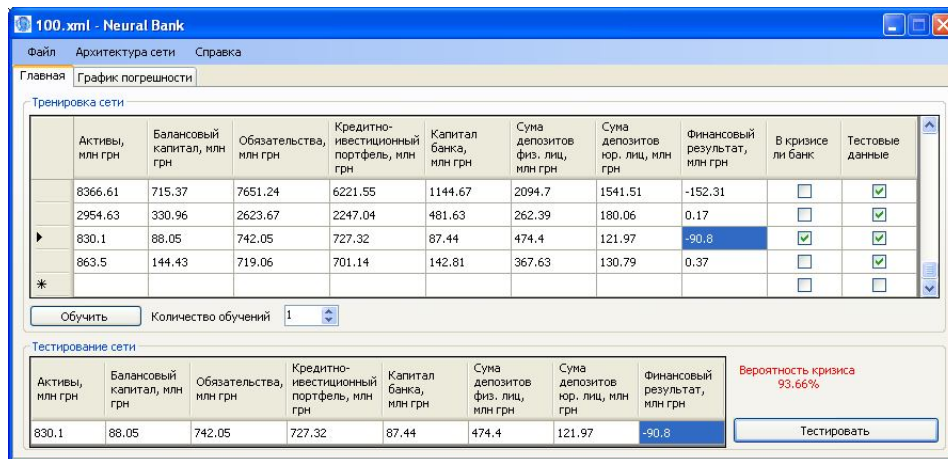


Рис. 1. Вигляд графічного інтерфейсу користувача (розробка автора)

#### Збір даних

Інформацію про українські банки взято із сайту <http://www.bankstore.com.ua/>. Банки проаналізовано за такими показниками: активи (млн грн.), балансовий капітал

(млн грн.), зобов'язання (млн грн.), кредитно-інвестиційний портфель (млн грн.), капітал (млн грн.), депозити фізичним особам (млн грн.), депозити юридичним особам (млн грн.), фінансовий результат (млн грн).

*Визначення тренувальних і тестових наборів даних. Тренування*

Функцією активації обрано раціональну сигмоїду ( $f(s) = \frac{s}{|s|+1}$ ). Порівняно з іншими популярними функціями (функція Фермі, гіперболічний тангенс) для обчислення саме цієї сигмоїди потрібна найменша кількість тактів роботи процесора. Числове значення вихідного сигналу НМ інтерпретують як імовірність кризи у банку. Розглянуто нейронні мережі таких архітектур: вхідний шар — 8 нейронів, внутрішній шар — 100 нейронів, результуючий шар — 1 нейрон (8-100-1) — НМ1, 8-60-40-1 — НМ2, 8-50-30-20-1 — НМ3. НМ1 була навчена за 400 ітерацій (рис. 2); НМ2 була навчена за 600 ітерацій (рис. 3); НМ3 була навчена за 600 ітерацій (рис. 4).

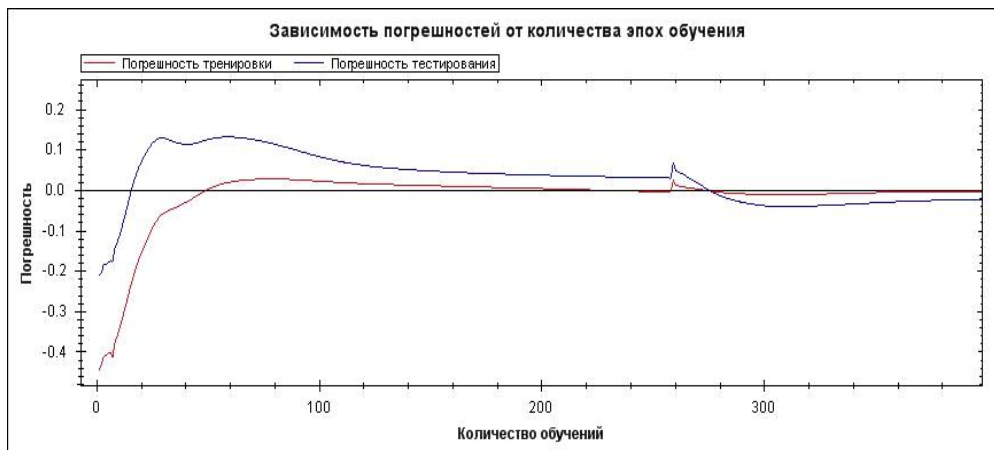


Рис. 2. Навчання НМ1 (8-100-1) (розробка автора)

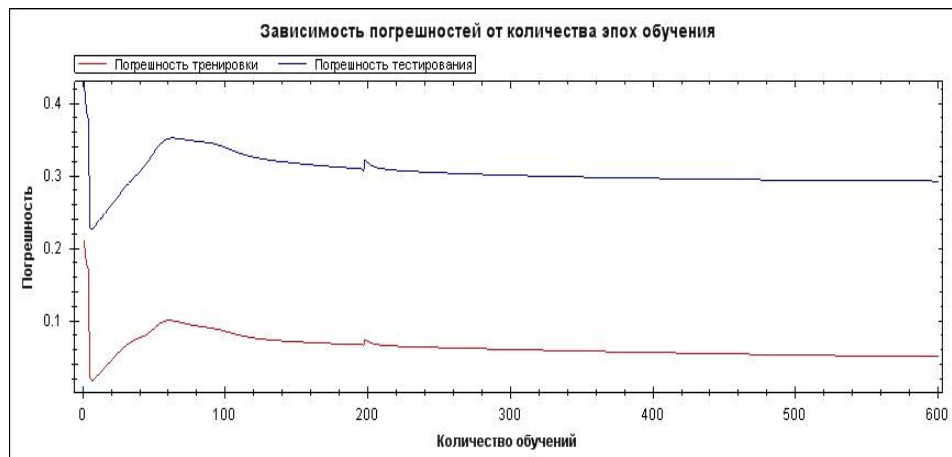


Рис. 3. Навчання НМ2 (8-60-40-1) (розробка автора)

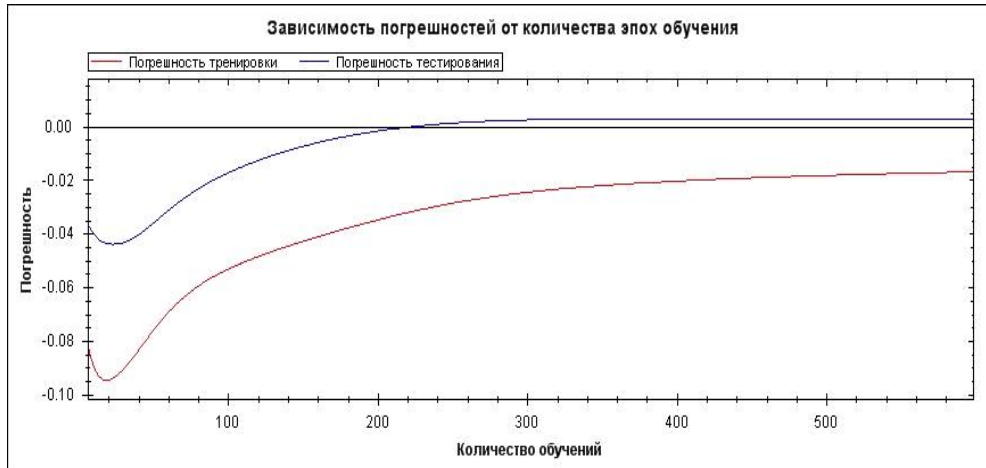


Рис. 4. Навчання НМ3 (8-50-30-20-1) (розробка автора)

Мінімальної похибки було досягнуто для НМ з трьома прихованими шарами 8-50-30-20-1. Тренування НМ здійснювалося на основі вибірки з 30 банків різного фінансового стану (8 кризових та 22 некризових).



Рис. 5. Залежність похибок від кількості епох навчання (розробка автора)

#### Тестування

Тестування НМ здійснювалося на основі вибірки з 8 банків різного фінансового стану (2 кризових та 6 некризових). Кількість епох для тестування НМ — 3000 ітерацій.

Середня похибка тестування для оптимальної НМ 8-50-30-20-1 становила 1,39 % (рис. 5).

Як бачимо, у даній роботі спроектовано НМ для аналізу фінансової стабільності банку. Аналітик має змогу обрати архітектуру НМ (кількість внутрішніх шарів та кількість нейронів на кожному з внутрішніх шарів). Після роботи з НМ її можна зберегти у файл. У разі появи нових даних НМ можна «донавчати». У процесі моделювання обрано оптимальну архітектуру НМ із трьома внутрішніми шарами на сто

нейронів (8-3-1). Найкращий результат одержано для мережі з трьома прихованими шарами з відповідно 50, 30 та 20 нейронами в кожному шарі. Тренування і тестування НМ проводилися на реальних даних українських банків і дали прийнятні результати (середня похибка — 3.09125 %). Отже, аналіз банків на основі нейронних мереж дозволяє швидко та ефективно передбачити рівень стабільності певного банку та вирішити, чи слід ставати його клієнтом.

1. *Celik A.E.* Evaluating and forecasting banking crises through neural network models: An application for Turkish banking sector / A.E. Celik, Y. Karatepe // *Expert Systems with Applications*. — 2007. — P. 809–815; 2. *McCulloch W.S.* A logical calculus of ideas immanent in nervous activity / W.S. McCulloch, W.H. Pitts // *Bull. Math. Biophysics*. — 1943. — Vol. 5 — P. 115–119.; 3. *Круглов В.В.* Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. — М., 2002. — 381 с.; 4. *Хайкин С.* Нейронные сети / С. Хайкин; пер. с англ. — [2-е изд., испр]. — М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2006. — 1104 с.; 5. *Нейронные сети. MATLAB 6* / под общ. ред. В.Г. Потемкина. — М.: ДИА-ЛОГ-МИФИ, 2002. — 496 с.; 6. *Гаврилова Т.А.* Базы знаний интеллектуальных систем / Т.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский. — СПб.: Питер, 2001. — 384 с.; 7. *Джонс М.Т.* Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М.Т. Джонс. — М.: ДМК Пресс, 2004. — 312 с.; 8. *Калан Р.* Основные концепции нейронных сетей / Р. Калан. — М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. — 288 с.; 9. *Барский А.Б.* Нейронные сети: распознавание, управление, принятие решений / А.Б. Барский. — М.: «Финансы и статистика», 2004. — 176 с.

УДК: 911.3