

# МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОЕКОНОМІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА З ЗАСТОСУВАННЯМ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ЯК АЛЬТЕРНА- ТИВИ РЕГРЕСІЙНОМУ АНАЛІЗУ

Вінницький національний технічний університет

## *Анотація*

*Проведено аналіз методів для моделювання макроекономічного середовища з застосуванням нейронних мереж. Розглянуто можливість оптимізації процесу фінансового прогнозування шляхом застосування нейронних мереж як альтернативи регресійному аналізу.*

**Ключові слова:** макроекономічне моделювання; нейронні мережі; фінансове прогнозування; регресійний аналіз.

## *Abstract*

*An analysis of methods for modeling the macroeconomic environment using neural networks. The possibility of optimizing the process of financial forecasting by using neural networks as an alternative to regression analysis.*

**Keywords:** macroeconomic modeling, neural networks, financial forecasting, regression analysis.

## **Вступ**

В останні роки нейронні мережі привертають все більше уваги у фінансових аналітиків, адже вони мають великий потенціал для виявлення та відновлення лінійних та нелінійних зв'язків між наборами змінних. На відміну від регресійного аналізу, застосування нейронних мереж дозволить підвищити точність встановлення взаємозв'язків між змінними з нелінійними залежностями. Проте важливо зауважити, що враховуючи всі особливості застосування нейронних мереж, не можна стверджувати, що вони повинні замінити всі існуючі методи лінійного прогнозування, нейронні мережі необхідно розглядати як додатковий інструмент в наборі аналітиків [1].

Метою даного дослідження є підвищення ефективності моделювання макроекономічного середовища та точності результатів прогнозування шляхом застосування нейронних мереж для пошуку залежностей між макроекономічними змінними.

## **Результати дослідження**

Для виконання задачі макроекономічного моделювання, необхідно навчити нейронну мережу розпізнавати та відтворювати залежності обраної макроекономічної змінної від набору пояснювальних змінних, за умови, що така залежність існує [2].

Тобто вхідний шар нейронної мережі повинен приймати значення кожної з пояснювальних змінних в заданий проміжок часу, а вихідний шар повинен повертати значення залежної змінної за заданий період.

Наприклад для моделювання реального ВВП України (Real GDP) можна сформувати такий набір пояснювальних змінних:

- номінальний ВВП (GDP);
- індекс споживчих цін (CPI);
- зміна курсу гривні до долара США (UAH/USD);
- інші змінні з менш значним впливом на реальний ВВП (D1-D7).

Також для введення корекції вагів необхідно застосувати додатковий параметр упередженості, який буде мати прямий вплив як на приховані шари ( $Bias_H$ ), так і на вихідний шар ( $Bias_O$ ).

Розроблювана нейронна мережа повинна бути повністю об'єднана, тобто, всі входи повинні бути пов'язані із вхідним шаром та всіма прихованими шарами. Окрім цього, для включення моделі ліній-

ної регресії, нейронну мережу потрібно розширити додавши зв'язки між всіма входами та виходами. Для прихованих шарів мережі що розробляється необхідно задати функції активації гіперболічної дотичної, тоді як вихідний шар повинен мати функцію активації ідентичності [3]. Спрощена схема нейронної мережі з виконанням всіх розглянутих умов зображена на рисунку 1.

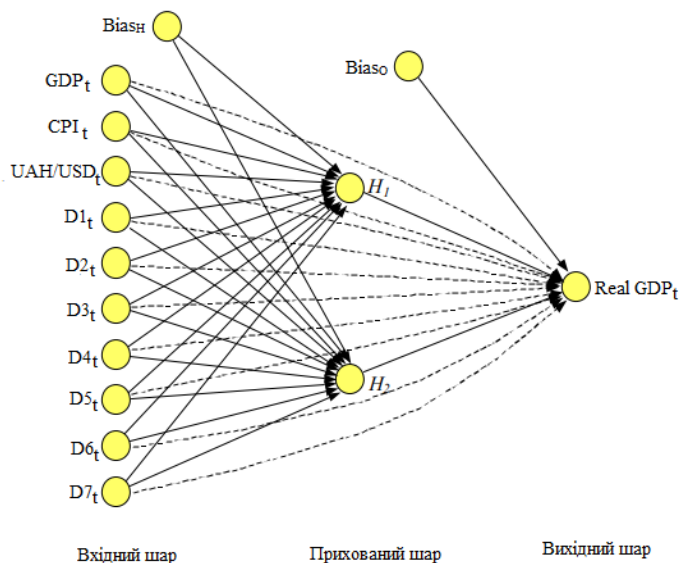


Рис. 1. Структура нейронної мережі для ідентифікації залежностей в макроекономічних змінних

На рисунку 2 показано зміну середньої абсолютної похибки (MAE) в наборах для навчання та перевірки протягом процесу навчання.

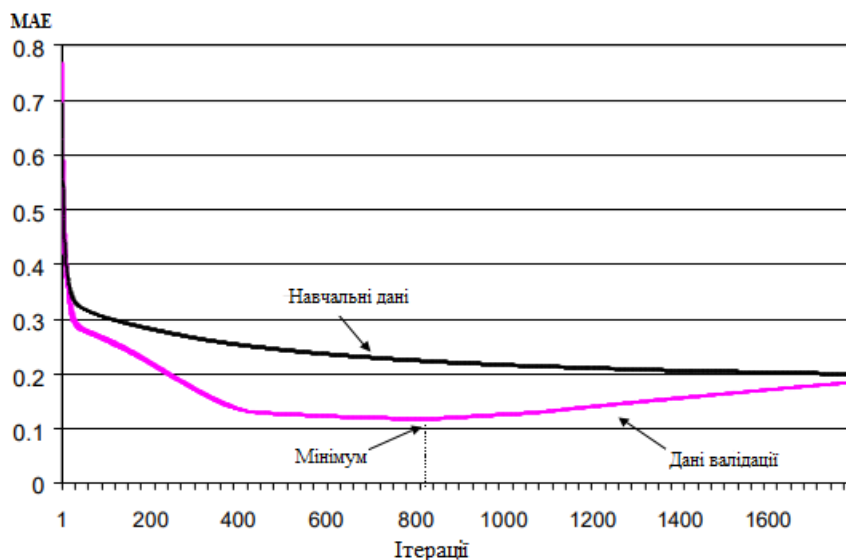


Рис. 2. Зміна абсолютної середньої похибки в процесі навчання нейронної мережі

Мінімальна середня абсолютна похибка (0.118) в даних для перевірки, була досягнута після 819 ітерацій, тоді як похибка в навчальному наборі продовжує знижуватися. В даному випадку, процес навчання необхідно зупинити для зменшення ризику перенавчання нейронної мережі [4].

### Висновки

В даній роботі було проведено аналіз методів моделювання макроекономічного середовища з застосуванням нейронних мереж, як альтернативи регресійному аналізу. Було запропоновано метод побудови нейронної мережі для пошуку та відтворення залежностей між набором макроекономічних

змінних, що в свою чергу дозволяє оптимізувати результати фінансового моделювання для змінних з нелінійними залежностями.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Захарчук О. В. Моделювання економічного середовища для виконання сценарного стрес-тестування інвестиційного портфелю з застосуванням регресійного аналізу [Електронний ресурс] / О. В. Захарчук, Р. Н. Кветний // Конференції ВНТУ електронні наукові видання. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2020/paper/view/8938/7870>.
2. Kosow H., Methods of Future and Scenario Analysis. Overview, Assessment, and Selection Criteria / H. Kosow, R. Gassner – Bonn: German Institute for Development, 2008. - 120 с
3. Bellini T., Stress Testing and Risk Integration in Banks. / T. Bellini – Academic Press, 2016. – 316с
4. Brain Maker Professional, Neural Network Simulation Software. User Guide and Reference Manual. California Scientific Software, 1993.

**Захарчук Олександр Васильович** — аспірант кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, факультет комп'ютерних систем і автоматики, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [olekmay@gmail.com](mailto:olekmay@gmail.com);

Керівник: **Кветний Роман Наумович** — д-р. техн. наук, професор кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**Zaharchuk Oleksandr V.** — graduate student of the Department of Automation and Intelligent Information Technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: [olekmay@gmail.com](mailto:olekmay@gmail.com);

Supervisor: **Kvyetnyy Roman N.** – Dr. Sc. (Eng.), Professor of the Department of Automation and Intelligent Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.