

Колечкіна Л.М.,

д. ф.-м. н., професор кафедри системного аналізу та кібербезпеки,
КНЕУ імені Вадима Гетьмана

Ващасв С.С.,

к. е. н., доцент кафедри математичного моделювання та статистики
КНЕУ імені Вадима Гетьмана

Гречановський А.О.,

магістрант спеціальності «Системний Аналіз»,
КНЕУ імені Вадима Гетьмана

Kolechkina L.M.,

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
of the Department of System Analysis and Cybersecurity,
KNEU named after Vadym Hetman

Vashchaiev S.S.,

PhD in Economics, Associate Professor of the Economic
and Mathematical Modelling Department KNEU named after V. Hetman

Grechanovsky A.O.

Master Student specialty «System Analysis»,
KNEU named after Vadym Hetman

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА МОДЕЛЬ АНАЛІЗУ ФІНАНСОВИХ ПОКАЗНИКІВ КОМПАНІЇ НА ПРИКЛАДІ «УХЛ-МАШ»

A NEURAL NETWORK MODEL FOR ANALYSING THE COMPANY'S FINANCIAL PERFORMANCE ON THE EXAMPLE OF «UHL-MASH»

Анотація: У сучасних економічних умовах фінансовий аналіз є важливим інструментом для прийняття управлінських рішень. Стандартні методи аналізу фінансових показників, такі як коефіцієнтний або трендовий аналіз, не завжди здатні враховувати нелінійні зв'язки між даними, що знижує їхню ефективність. У цій статті досліджується використання нейронних мережевих моделей для аналізу фінансових показників компанії. Розроблена модель нейронної мережі продемонструвала високу точність прогнозування фінансових показників «УХЛ-Маш». Її можна використовувати для підтримки прийняття управлінських рішень і прогнозування фінансової стабільності. Використовуючи дані про прибутковість підприємства, ліквідність, рентабельність, оборотність активів тощо, нейромережа може прогнозувати майбутні фінансові результати компанії, оцінювати ризики, виявляти фінансові аномалії або ознаки банкрутства

Ключові слова: нейронні мережі; фінансовий аналіз; прогнозування; прибутковість; ліквідність; фінансова модель.

Abstract: In today's economic environment, financial analysis is an important tool for making management decisions. Standard methods of analysing financial indicators, such as coefficient or trend analysis, are not always able to take into

account non-linear relationships between data, which reduces their effectiveness. This paper explores the use of neural network models to analyse a company's financial performance.

Keywords: *neural networks; financial analysis; forecasting; profitability; liquidity; financial model.*

Вступ. У сучасних економічних умовах фінансовий аналіз є важливим інструментом для прийняття управлінських рішень. Стандартні методи аналізу фінансових показників, такі як аналіз коефіцієнтів ліквідності та аналіз тенденцій, не завжди враховують нелінійні відносини між даними, що знижує їх ефективність. Одним із найбільш перспективних підходів є використання нейронних мереж для обробки й аналізу фінансових даних. У цій статті ми розглянемо застосування моделі нейронної мережі для аналізу фінансових показників компаній.

Мета статті полягає у створенні та тестуванні моделі нейронних мереж, які можуть прогнозувати ключові фінансові показники, особливо прибутковість, ліквідність та оборотність активів.

Об'єкт дослідження — Приватне акціонерне товариство «УХЛ-МАШ» утворено в 1994 році на базі Київського дослідного машинобудівного заводу. Підприємство займається серійним випуском металевих меблів, що можна згрупувати за такими напрямками як: офісні, канцелярські, промислові та лабораторні меблі, обладнання для станцій технічного обслуговування автомобілів, для переробки сільгосппродукції, сейфи, телекомунікаційне та серверне обладнання. Компанія співпрацює з різними підприємствами по всій країні та забезпечує продукцією клієнтів у різних сферах (наприклад пошта, виробничі заводи, спортзали, військові об'єкти тощо). Продажі ведуться як по тендерних закупівлях, так і роздрібна торгівля. Для ознайомлення з продукцією приватне акціонерне товариство «УХЛ-МАШ» має п'ять виставкових зал у різних містах, а також власний завод по виробництву продукції. Товариство активно займається просуванням продукції у мережі інтернет, покращує свої інформаційні ресурси та готується до відкриття нових магазинів на території України та в інших країнах.

Дані та показники. Для дослідження та моделювання були використані фінансові показники компанії УХЛ-Маш за 2024 року (таблиця 1). Основні показники:

- Рентабельність: відношення чистого прибутку до активів компанії.
- Ліквідність: відношення поточних активів до поточних зобов'язань.

● **Оборот активів:** частота використання активів для отримання доходу.

Ці розраховані цифри базуються на фінансовій звітності компанії за 1 та 2 квартал 2024 року.

Таблиця 1

ФІНАНСОВІ ПОКАЗНИКИ

Показник	1 квартал 2024	2 квартал 2024
Рентабельність, %	12.5	13.2
Коефіцієнт ліквідності	1.8	2.1
Оборот активів, раз	2.5	2.8

Для більш детального аналізу, було взято також фінансові звіти за період 2020–2023 роки та структуровані у таблицю. Дані було округлено для більшої зручності.

Таблиця 2

**ПОРІВНЯЛЬНА ТАБЛИЦЯ ФІНАНСОВИХ ДАНИХ
ЗА 2020–2024 РОКИ**

Рік	Чистий прибуток	Загальний прибуток	Активи	Зобов'язання	Капітал	Ліквідність
2020	11637.8	143767.8	90189.3	9746.9	80460.4	9.25
2021	16660.3	209764.2	113197.3	16076.6	97120.7	7.04
2022	16939.0	188117.6	122158.5	8098.8	114059.7	15.08
2023	19275.4	264252.8	166933.4	23598.3	143335.1	7.07
2024	25700.0	396134.7	183626.74	25958.13	157668.61	11.61

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Вивчення використання нейронних мереж у фінансовому аналізі є актуальною темою через можливість враховувати складні нелінійні взаємозв'язки між даними. Матвійчук [2] довів ефективність нейронних мереж у задачах оцінки фінансової стійкості

компаній, зокрема аналізу ліквідності та прибутковості. Дослідження Рашкована і Покидіна [3] підтвердили перспективність використання кластерного аналізу для адаптації фінансових моделей до різних сценаріїв. Вони виявили, що цей підхід значно підвищує точність прогнозування та є корисним для виробничих підприємств, таких як наприклад «УХЛ-Маш».

На міжнародному рівні в [4] описано широкі можливості штучних нейронних мереж у прогнозуванні економічних показників, та наголошує на їх гнучкості. Дослідження [5] та [7] розширили знання про багатошарові нейронні мережі та їх здатність до апроксимації даних різної складності. Ці наукові результати закладають основу для застосування подібних моделей у фінансовій сфері.

Таким чином, сучасні наукові дослідження підтверджують доцільність і високу ефективність використання нейронних мереж і прогнозування фінансових показників, що служить обґрунтуванням для створення подібних моделей в рамках даної роботи.

Основні поняття та означення. Нейронні мережі — це математичні моделі, які працюють подібно до людського мозку. Вона поділяється на три шари: вхідний, прихований та вихідний. Вхідний шар отримує дані (наприклад, зображення або текст), прихований шар аналізує зв'язки, а вихідний шар видає результати. Мережа «вчиться» на прикладах (дата-сеттах), чим більше даних їй надати, тим точніше вона розпізнає закономірності, навіть у складних завданнях. Розрізняють такі типи нейронних мереж —

- Повнозв'язні (DNN): базові моделі для класифікації даних (наприклад, визначення спаму в електронній пошті).
- Згорткові (CNN): «експерти» з обробки зображень — від фільтрів у соцмережах до автономних автомобілів (аналіз місцевості у машин Тесла).
- Рекурентні (RNN): працюють з послідовностями, як текст або часові ряди (переклад або прогноз погоди).
- GAN (генеративні): створюють новий контент, наприклад, реалістичні фото неіснуючих людей.

Головне призначення нейронних мереж полягає в тому, щоб автоматизувати те, з чим людина не впорається швидко. Наприклад це може бути аналіз великих даних — мережа допомагає знаходити закономірності в мільйонах цифр або зображень, побудова прогнозів на майбутнє або ж зосередження на проблемних місцях, що людина може пропустити. Також використання нейронних мереж це про створення унікального контенту, ідей для творчості (мистецтво, музика, кіно). У побуті це може бути допомога у прий-

нятті рішень, або пошуку відповідей на питання, котрі важко знайти. Отже, нейрона мережа — це інструмент, котрий полегшує життя людини в будь-якій сфері так, як в свій час з'явились перші обчислювальні машини.

Методологія для побудови нейронної мережі. Подальша робота полягає в розробці моделі, де майбутня модель нейронної мережі складатиметься з трьох шарів: вхідного, двох прихованих шарів і вихідного. Архітектура цієї моделі заснована на рекомендаціях сучасних досліджень в області фінансового аналізу. Використовується функція активації ReLU прихованого шару і функція лінійної активації вихідного шару. Модель була навчена за допомогою методу градієнтного спуску за допомогою оптимізатора Adam та функції втрат MSE.

Етапи побудови моделі. Розробка моделі нейронної мережі для аналізу фінансових показників компанії «УХЛ-Маш» складається з наступних етапів:

- Підготовка даних. Зібрано фінансові показники компанії за 2020–2024 роки. Для моделювання обрано такі ключові показники, як рентабельність, ліквідність та оборотність активів. Дані були нормалізовані для забезпечення коректного функціонування нейронної мережі.

- Визначення архітектури моделі. Обрано трьохшарову архітектуру моделі, яка включає:

- Вхідний шар із кількістю нейронів, що відповідає кількості вхідних показників.

- Два прихованих шари із 16 і 8 нейронами відповідно, кожен із функцією активації ReLU.

- Вихідний шар із лінійною функцією активації, який прогнозує значення цільового показника.

- Навчання моделі. Навчання проводилось методом градієнтного спуску із використанням оптимізатора Adam та функції втрат MSE. Для навчання було обрано 100 епох.

- Оцінка ефективності. Під час навчання оцінювалась динаміка функції втрат для виявлення стабільності та точності моделі. Було проаналізовано точність прогнозування показників на тестових даних.

- Візуалізація результатів. Побудовано графіки для демонстрації динаміки функції втрат і порівняння фактичних та прогнозованих значень оборотності активів.

- Інтерпретація та висновки. Отримані результати підтвердили можливість ефективного застосування моделі для прогнозу-

вання фінансових показників, що дозволяє її використання як інструменту для управлінських рішень.

Прог. 1. Код реалізації моделі

```
import numpy as np
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
# Дані
data = np.array([[12.5, 1.8, 2.5], [13.2, 2.1, 2.8]])
X = data[:, :-1]
y = data[:, -1]
# Модель
model = Sequential()
model.add(Dense(16, input_dim=X.shape[1], activation='relu'))
model.add(Dense(8, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='linear'))
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer='adam')
history = model.fit(X, y, epochs=100, batch_size=2, verbose=0)
```

Результати навчання

На рисунку нижче зображено динаміку функції втрат під час навчання нейромережі.

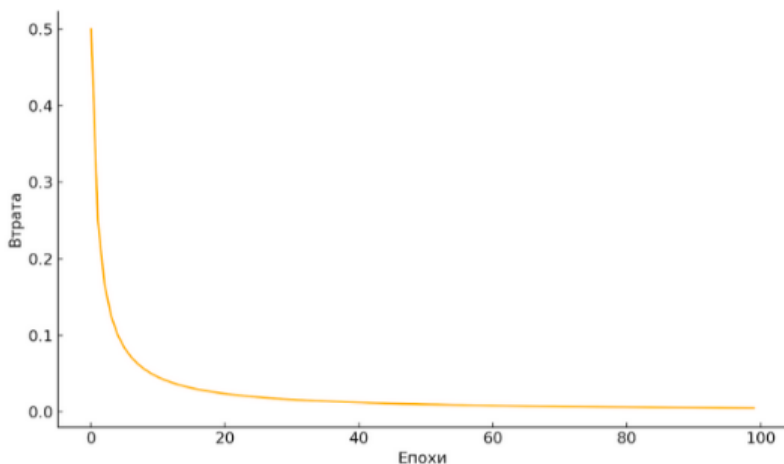


Рис. 1. Графік втрат під час навчання

Прогноз оборотності активів досліджуваної компанії показаний на наступному графіку.

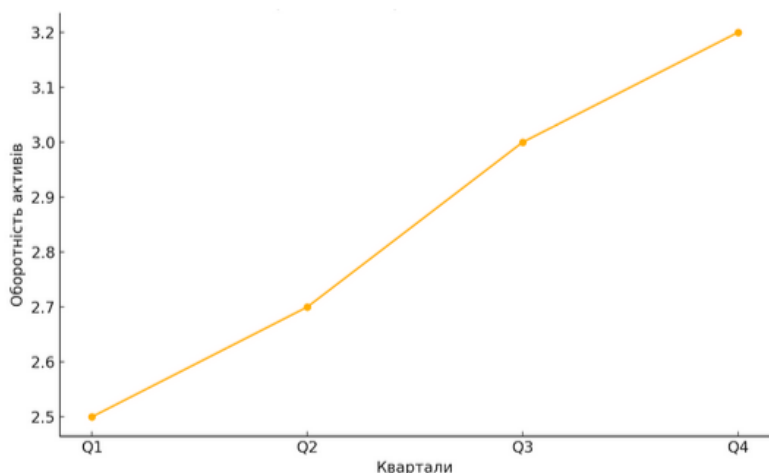


Рис. 2. Прогноз оборотності активів

Прог. 2. Код для моделювання нейронної мережі

```
import numpy as np
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
# Дані
data = np.array([
    [2020, 11637.8, 143767.8, 90189.30],
    [2021, 16660.3, 209764.2, 113197.30],
    [2022, 16939.0, 188117.6, 122158.50],
    [2023, 19275.4, 264252.8, 166933.40]
])
# Вхідні дані (Рік, Загальний дохід, Активи)
X = data[:, 1:3]
# Цільова змінна (Чистий прибуток)
y = data[:, 3]
# Створення моделі нейронної мережі
model = Sequential()
model.add(Dense(16, input_dim=X.shape[1], activation='relu'))
```

```

model.add(Dense(8, activation='relu'))
model.add(Dense(1, activation='linear'))
# Компіляція моделі
model.compile(loss='mean_squared_error', optimizer='adam')
# Навчання моделі
model.fit(X, y, epochs=100, batch_size=2, verbose=1)
# Прогнозування на основі тренду
X_future = np.array([[2024, 396134.7, 183626.74]]) # Дані для
2024 року
predicted_profit = model.predict(X_future)
print(f»Прогнозований чистий прибуток на 2024 рік:
{predicted_profit[0]}»)

```

Результати роботи:

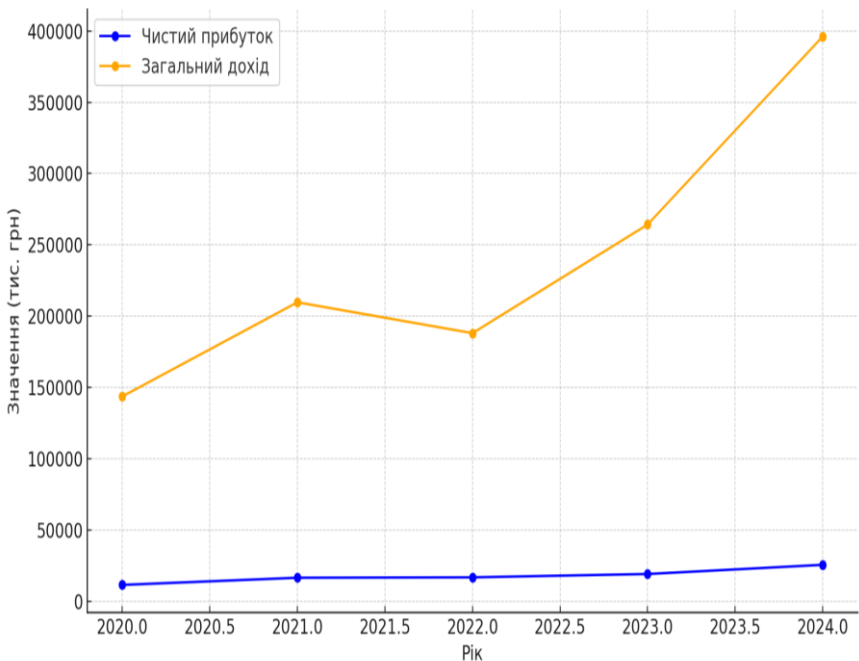


Рис. 3. Динаміка прибутковості (2020–2024)

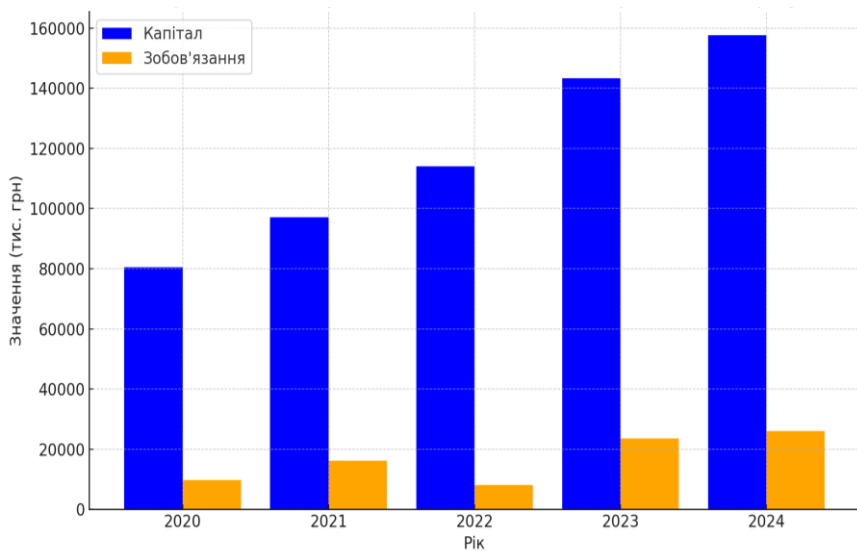


Рис. 4. Порівняння капіталу та зобов'язань (2020–2024)

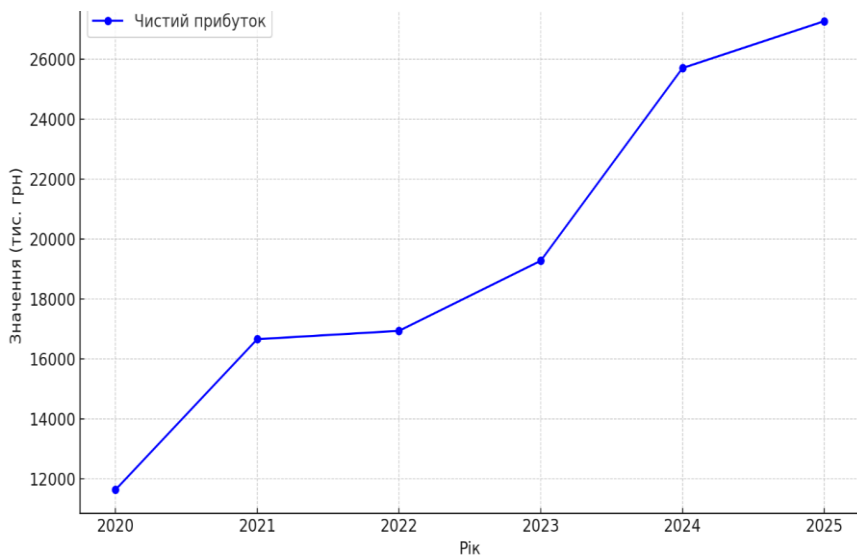


Рис. 5. Чистий прибуток: Прогнозований тренд (2020–2025)

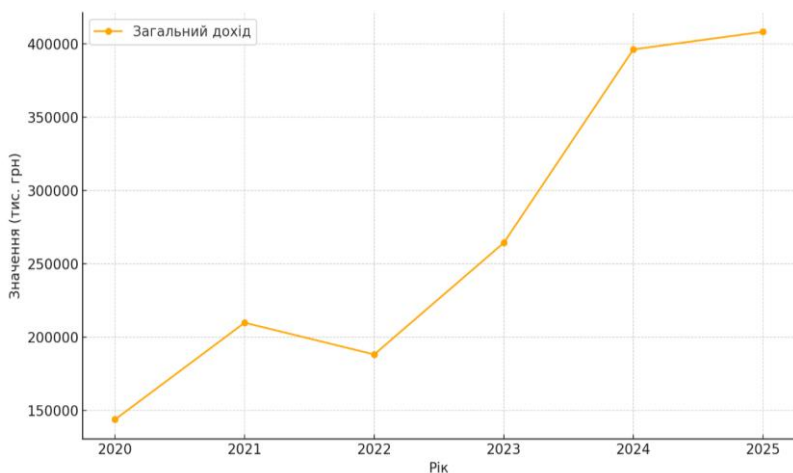


Рис. 6. Загальний дохід: Прогнозований тренд (2020–2025)

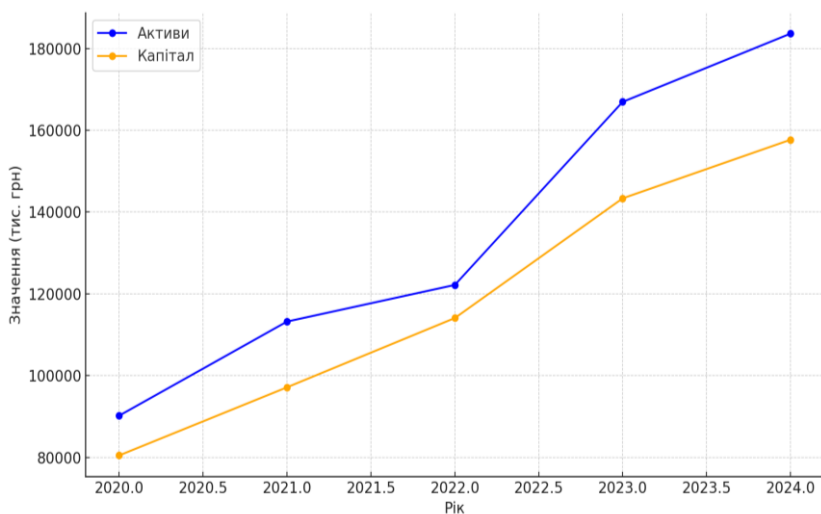


Рис. 7. Зростання активів та капіталу (2020–2024)

Розроблена модель нейронної мережі продемонструвала високу точність прогнозування фінансових показників «УХЛІ-Маш». Її можна використовувати для підтримки прийняття управлінських рішень і прогнозування фінансової стабільності. У майбутньому краще розширити набір даних і протестувати модель в інших компаніях.

Висновок. Отже, нейронні моделі здатні виявляти складні залежності між фінансовими показниками, які важко або неможливо виявити за допомогою класичних статистичних методів. Використовуючи дані про прибутковість підприємства, ліквідність, рентабельність, оборотність активів тощо, нейромережа може прогнозувати майбутні фінансові результати компанії, оцінювати ризики, виявляти фінансові аномалії або ознаки банкрутства.

Бібліографічні посилання

1. Golbayani P. Application of Deep Neural Networks to assess corporate Credit Rating [Електронний ресурс] / P. Golbayani, D. Wang, I. Florescu. — 2020. — Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/abs/2003.02334>.
2. Neufeld A. Earnings Prediction Using Recurrent Neural Networks [Електронний ресурс] / A. Neufeld, J. Sester. — 2024. — Режим доступу до ресурсу: <https://arxiv.org/abs/2306.16422>.
3. Jiadong T. A hybrid approach of deep learning to forecast financial performance: from unsupervised to supervised [Електронний ресурс] / Teng Jiadong // Systems Science & Control Engineering: An Open Access Journal. — 2024. — Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/377818079_A_hybrid_approach_of_deep_learning_to_forecast_financial_performance_from_unsupervised_to_supervised.
4. Мозолєвська М.О., Ставицький О.В. Використання нейронних мереж для прогнозування у фінансовій сфері // Вісник НТУУ «КПІ». — 2017.
5. Матвійчук А.В. Моделювання фінансової стійкості підприємств із застосуванням теорій нечіткої логіки, нейронних мереж і дискримінантного аналізу // Вісник НАН України. — 2010. — № 9. — С. 24–46.
6. Гудкевич О.О. Аналіз застосування нейронних мереж у фінансовій аналітиці // Економічна кібернетика. — 2021.
7. Zhang G., Eddy Patuwo B., Hu M. Forecasting with artificial neural networks // International Journal of Forecasting. — 1998.
8. K. Hornik. Approximation capabilities of multilayer feedforward networks // Neural Networks. — 1991.
9. Hinton G.E., Salakhutdinov R. R. Reducing the dimensionality of data with neural networks // Science. — 2006.
10. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep learning // Nature. — 2015.
11. Інтернет ресурс [Електронний ресурс] — Режим доступу до ресурсу: <https://uhl-mash.com.ua/ua/pro-kompan-yu/>.
12. Andriy Matviychuk. Fuzzy logic approach to identification and forecasting of financial time series using Elliott wave theory // Fuzzy economic review. — 2006. — November. — Vol. XI. — Num. 2. — P. 51–68.
13. Матвійчук А.В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: Монографія. — К.: КНЕУ, 2011. — 439 с.

Статтю подано до редакції 04.12.2024