

## АНАЛІЗ ВИДІВ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ РЕНТАБЕЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

Вінницький національний технічний університет

### *Анотація*

*В роботі проаналізовано види нейронних мереж. В процесі дослідження були враховані різні види мереж, такі як згорткові мережі, рекурентні мережі, РБФ мережі та багатошаровий перцептрон. Визначено переваги та недоліки цих видів та вибрано оптимальний вид мережі для розв'язку задачі прогнозування рентабельності підприємства.*

**Ключові слова:** методи прогнозування, рентабельність, нейронні мережі.

### *Abstract*

*The paper analyzed types of neural networks, considering various types such as convolutional networks, recurrent networks, radial basis function networks, and multilayer perceptrons. The advantages and disadvantages of these types were identified, and the optimal network type was selected for solving the problem of predicting a company's profitability.*

**Keywords:** forecasting methods, profitability, neural networks.

### **Вступ**

Прогнозування рентабельності підприємства в сучасному бізнес-середовищі визнається однією з найважливіших завдань для успішного управління. У зростаючій конкурентній атмосфері та нестабільних умовах ринку, передбачення майбутніх фінансових результатів набуває великого значення для підприємства. Точний прогноз може сприяти визначенню оптимальних стратегій та прийняттю обґрунтованих рішень, що сприятимуть фінансовій стабільності та збільшенню прибутковості.

Традиційні методи прогнозування, такі як статистичні моделі та експертні оцінки, можуть бути обмежені у точності та не враховувати всі аспекти, що впливають на рентабельність. У такому контексті, розвиток інтелектуальних моделей прогнозування, що базуються на штучному інтелекті та аналізі даних, є перспективним напрямком досліджень.

Інтелектуальні модулі прогнозування, що використовують штучний інтелект та аналіз даних, мають потенціал перевершити традиційні методи у прогнозуванні рентабельності підприємств. Вони можуть ефективно обробляти великі обсяги даних, враховувати складні взаємозв'язки та залежності між різними факторами, що впливають на рентабельність. Крім того, вони можуть автоматично навчатися на основі історичних даних та адаптуватися до змін у середовищі, що дозволяє забезпечувати більш точні прогнози.

Ця область досліджень має великий потенціал для покращення управління бізнесом. Інтелектуальні моделі прогнозування можуть допомогти підприємствам управляти фінансами, стратегічним плануванням та ресурсами ефективніше. Такий підхід є актуальним для подальших досліджень та застосування у практиці.

Метою дослідження є проведення аналізу видів нейронних мереж для задачі прогнозування рентабельності підприємства.

## Результати досліджень

Завдання прогнозування полягає у передбаченні майбутніх станів, значень або подій на основі аналізу наявних даних та встановлених між ними залежностей. Головною метою прогнозування є здійснення обґрунтованих припущень щодо можливих майбутніх результатів або подій, які можуть мати місце. [1]. Рентабельність – це показник, що визначається як відношення прибутку компанії до її собівартості, виражене у відсотках. [2]. Цей показник відіграє важливу роль в аналізі економічної діяльності підприємства. Рентабельність відображає, який обсяг прибутку було отримано з кожної вкладеної грошової одиниці. Порівняння показників рентабельності дає змогу визначити, яке з підприємств ефективніше використовує фінансові ресурси.

Для вирішення поставленої задачі було розглянуто наступні види нейронних мереж:

- 1) згорткові мережі;
- 2) рекурентні мережі;
- 3) радіально базисні мережі;
- 4) багатошаровий перцептрон.

Згорткові нейронні мережі представляють собою тип мереж, спеціалізованих у виявленні та аналізі зображень та відео. Ці мережі використовують операцію згортки, яка дозволяє виокремлювати ключові характеристики зображень, такі як кольори, контури та текстур. Архітектура згорткових мереж включає кілька шарів, кожен з яких виконує різні функції, зокрема згортковий шар, агрегаційний шар, повнозв'язний шар та шар втрат. [3].

Серед переваг згорткових нейронних мереж можна назвати [3, 4]:

- 1) автоматичне витягування ознак з вхідних даних без необхідності ручної інженерії ознак або попередньої обробки;
- 2) ефективне використання параметрів мережі шляхом спільного використання ваг та з'єднання локально сусідніх нейронів;
- 3) висока точність у задачах розпізнавання зображень, відео, мови тощо, яка перевершує багато інших алгоритмів;
- 4) легка масштабованість до великих датасетів та складних архітектур за допомогою графічних процесорів та хмарних обчислень.

В той же час в них є наступні недоліки [3, 4]:

- 1) навчання потребує великих затрат часу та ресурсів, особливо при великих датасетах чи складних архітектурах;
- 2) схильність до перенавчання, коли мережа добре пристосовується до тренувальних даних, але гірше працює для нових даних;
- 3) вразливість до шуму та аномалій у вхідних даних, які можуть негативно вплинути на якість вихідних результатів.

Рекурентні нейронні мережі (РНМ) представляють собою клас штучних нейронних мереж, в яких зв'язки між вузлами утворюють граф, орієнтований у часі. Це означає, що РНМ мають здатність зберігати інформацію про попередні вхідні дані у своїх внутрішніх станах, що дозволяє їм ефективно обробляти послідовні дані, такі як тексти, мова, аудіо або відео. РНМ можуть виконувати широкий спектр завдань, включаючи класифікацію, генерацію, переклад, розпізнавання та інші [4].

До переваг рекурентних мереж можна віднести [3, 4]:

- 1) РНМ ефективно обробляє послідовні дані з різною довжиною та структурою, оскільки вони використовують свою внутрішню пам'ять для збереження історії;

- 2) вони виявляють та використовують часові залежності між входами та виходами, що дозволяє їм ефективно моделювати складну динаміку та контекст;
- 3) такі мережі можуть генерувати послідовності з різною довжиною та структурою, що дозволяє їм створювати новий контент або перетворювати один тип даних на інший.

Рекурентні нейронні мережі мають такі недоліки [3, 4]:

- 1) навчання РНМ потребує багато часу та обчислювальних ресурсів;
- 2) РНМ можуть мати проблеми з градієнтами, які можуть швидко зростати або зменшуватися, ускладнюючи оптимізацію мережі під час навчання;
- 3) вони можуть мати труднощі з запам'ятовуванням довготривалих залежностей, оскільки інформація про попередні входи може бути витиснена або розмита через багато кроків.

Мережа радіальних базисних функцій (РБФ) є одним з видів штучних нейронних мереж. Такі мережі використовують радіальні базисні функції як функцію активації. Вихід мережі формується шляхом лінійної комбінації радіальних базисних функцій вхідних сигналів та параметрів нейрона. Мережі РБФ мають широкий спектр застосувань, зокрема, в області апроксимації функцій, прогнозуванні часових рядів, вирішенні задач класифікації та керуванні системами.

Мережі радіально базисних функцій мають такий ряд переваг [3, 5]:

- 1) ефективна апроксимація складних функцій з різною кількістю вхідних та вихідних змінних;
- 2) легка адаптація до нових даних шляхом додавання або видалення радіальних базисних функцій;
- 3) вони можуть працювати з розрідженими даними та уникати проблеми перенавчання.

Але в той же час вони також мають ряд недоліків [3, 5]:

- 1) потреба в значних обсягах пам'яті та обчислювальних ресурсів для збереження та оновлення матриці ваг;
- 2) чутливість до шуму в даних, який може впливати на визначення центрів та ширин радіальних базисних функцій;
- 3) можуть не мати достатньо гнучкості для моделювання деяких типів функцій, які не піддаються локальному наближенню;
- 4) нестабільність, якщо радіальні базисні функції перекриваються або не охоплюють всю область входу.

Багатошаровий перцептрон є нейронною мережею, яка складається з кількох шарів, розташованих у спрямованій графовій структурі, де сигнал поширюється в одному напрямку через вузли мережі. Ця архітектура дозволяє багатошаровому перцептрону вирішувати складні завдання, такі як апроксимація функцій, прогнозування та розпізнавання образів.

В багатошарового перцептрону є наступні переваги [6]:

- здатність апроксимувати будь-яку функцію з бажаною точністю, якщо він має достатню кількість нейронів у своєму прихованому шарі;
- може використовувати різні функції активації для реалізації різних типів нелінійностей;
- ефективно працює з багатьма входами та виходами.

В той же час, у цього виду мережі є такі недоліки [5, 6]:

- може застрягати в локальних мінімумах функції помилки;
- ризик перенавчання мережі на тренувальних даних;
- не може ефективно обробляти динамічні або послідовні дані через відсутність внутрішньої пам'яті та зворотніх зв'язків.

Згорткові нейронні мережі ефективніші для обробки зображень та відео, але менш придатні для задач прогнозування векторних даних, вимагаючи більше обчислювальних ресурсів і пам'яті порівняно з багатошаровим перцептроном.

Рекурентні нейронні мережі краще підходять для послідовних даних, таких як аудіо та мова, але менш ефективні в завданнях цього дослідження через слабке запам'ятовування довготривалих залежностей.

Радіально базисні мережі добре адаптуються до нових даних і апроксимують гладкі функції, але багатошаровий перцептрон може досягти вищої точності з достатньою кількістю нейронів у прихованому шарі, маючи при цьому більшу гнучкість і меншу чутливість до шуму.

## Висновки

В процесі аналізу було проведено порівняння згорткових мереж, рекурентних мереж, РБФ мереж та багатошарового перцептрону. Для прогнозування рентабельності підприємства було вибрано багатошаровий перцептрон як найбільш підходящий.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hendry D., Clements M., Castle J. Forecasting: An Essential Introduction. Yale University Press, 2019. 240 p.
2. Владимир О. Экономика та організація виробництва. Тернопіль : ТНТУ ім. Ів. Пулюя, 2016. 183 с.
3. Ventriglia F. Neural Modeling and Neural Networks. Elsevier Science & Technology Books, 2013. 526 p.
4. Artificial Neural Network Modelling / ed. by S. Shanmuganathan, S. Samarasinghe. Cham : Springer International Publishing, 2016. 472 p.
5. Bianconi G. Multilayer Network Models. Oxford University Press, 2018. 225 p.
6. Rumelhart D. E., Chauvin Y. Backpropagation: Theory, Architectures, and Applications. Taylor & Francis Group, 2013. 576 p.

**О. М. Семенов** — студент групи ЗКН-23м, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: top.b.hood@gmail.com.

**О. К. Колесницький** — к. т. н., професор кафедри комп'ютерних наук, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

**O. M. Semenov** — Faculty of Automation and Intelligent Information Technology, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: top.b.hood@gmail.com.

**O. K. Kolesnytsky** — Cand. Sc. (Eng.), Professor of the Computer Science Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.