

ГЛИБОКЕ НАВЧАННЯ У ФІНАНСОВОМУ АНАЛІЗІ: ЗАСТОСУВАННЯ LSTM ТА GAN ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЦІН АКЦІЙ

Перцев Ю. О.¹, Коротка Л. І.²

¹УДУНТ ННІ УДХТУ, аспірант, Україна

²УДУНТ ННІ УДХТУ, канд. техн. наук, доцент, Україна

Анотація. Прогнозування цін на акції є важливим аспектом фінансової аналітики, що допомагає інвесторам приймати зважені рішення. У роботі розглядаються традиційні методи прогнозування, такі як технічний аналіз (ковзні середні SMA, EMA) та статистичні моделі (ARIMA, експоненційне згладжування). Аналізуються їхні переваги та обмеження, зокрема труднощі у відображенні складних ринкових закономірностей. Для підвищення точності прогнозування пропонується використання сучасних підходів машинного навчання, зокрема нейронних мереж LSTM та генеративно-змагальних нейромереж (GANs). Описано архітектуру GAN та її здатність моделювати ринкову динаміку навіть за обмеженості історичних даних. Проведене дослідження базується на реальних біржових даних (ціни акцій AAPL), а результати порівнюються з методами ARIMA та LSTM, що підтверджує ефективність запропонованого підходу.

Ключові слова: Прогнозування часових рядів, SMA, EMA, ARIMA, LSTM, GANs

Прогнозування цін на акції відіграє важливу роль у фінансовій сфері, оскільки дає змогу інвесторам та фінансовим аналітикам приймати обґрунтовані рішення щодо купівлі, продажу та утримання активів. Існує багато методів, що застосовуються для прогнозування цін акцій. Зокрема, статистичні підходи мають довгу історію та використовуються ще з ранніх етапів функціонування фондового ринку. Наприклад, технічний аналіз на основі ковзного середнього (MA) є популярним та простим методом прогнозування. Він розраховує середню ціну акції за певний період, згладжуючи короткострокові коливання. Існують два основні типи MA: просте ковзне середнє (SMA), яке обчислює середнє значення ціни за певний проміжок часу, та експоненційне ковзне середнє (EMA), яке надає більшу вагу останнім змінам ціни. Окрім цього, технічний аналіз дозволяє вивчати залежність між ціною акцій (залежною змінною) та іншими факторами (незалежними змінними), визначаючи їх вплив на динаміку ринку. При прогнозуванні

часових рядів також широко застосовується стандартні моделі які використовують історичні дані для передбачення майбутніх змін, наприклад моделі авторегресійного інтегрованого ковзного середнього (ARIMA) та методи експоненційного згладжування (зокрема, просте експоненційне згладжування (SES)) допомагають визначати тренди та сезонні коливання на ринку [1]. Проте традиційні методи прогнозування цін на акції мають низку обмежень. Вони не завжди здатні точно відобразити складні закономірності ринку, адаптуватися до змінних умов, працювати з великими та неоднорідними масивами даних, а також ефективно обробляти шум та аномалії. Крім того, такі підходи часто базуються на спрощених припущеннях та лінійних залежностях між змінними, що ускладнює моделювання нелінійної природи фондового ринку. Хоча традиційні статистичні моделі добре справляються із задачами, пов'язаними з часовими рядами, сучасні технології пропонують більш просунуті підходи для прогнозування майбутніх значень. Одним із таких є використання нейронних мереж, зокрема, моделі Long Short-Term Memory. Як відомо, LSTM є спеціалізованою рекурентною нейронною мережею типу (RNN – Recurrent Neural Networks), яка розроблена для аналізу послідовних даних, таких як часові ряди. Завдяки здатності зберігати довготривалі залежності, LSTM демонструє високу продуктивність у прогнозуванні [2].

Останнім часом, машинне навчання (ML) та глибоке навчання (DL) суттєво розширили можливості прогнозування фінансових показників. Моделі на основі трансформерів, такі як BERT та GPT, продемонстрували значний прорив у сфері обробки природної мови. Крім того, генеративні моделі, зокрема генеративно-змагальні нейромережі (GANs) та варіаційні автоенкодері (VAEs), активно використовуються для синтезу реалістичних зображень, відео та аудіо. У фінансах моделі машинного навчання застосовуються для виявлення шахрайських операцій, управління ризиками та прогнозування руху цін на акції [3].

Зростає зацікавленість у використанні генеративно-змагальних нейромереж (GANs) та механізмів уваги для прогнозування цін акцій. GANs складаються з двох нейромереж – генератора та дискримінатора, які

взаємодіють між собою, навчаючись створювати реалістичні синтетичні дані, що імітують динаміку фондового ринку. В роботі в якості генератора використовується модель Long Short-Term Memory (LSTM), яка призначена для обробки послідовних даних, зокрема часових рядів. Такий тип моделей може покращити точність прогнозів, особливо в умовах браку історичних даних (рис. 1).

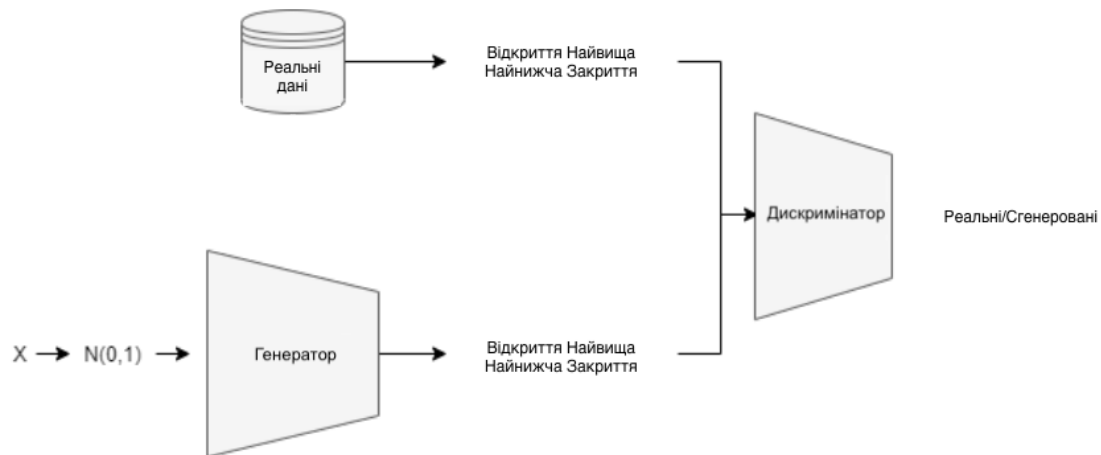


Рисунок 1 - Архітектура моделі GAN

Технологія GANs поєднує в собі, як відомо, міждисциплінарні підходи, а саме: двоосібну гру з нульовою сумою, оптимізацію при навчанні НМ, принцип максимізації правдоподібності та інші. В даному випадку, генератор $G(z, P_G)$ використовується для створення синтетичних даних. Тут z – латентний простір, на основі якого формуються нові фейкові дані подібні до реальних, P_G – параметри (ваги та зміщення), які використовуються для опису архітектури та функціонування генератора $G(z, P_G)$. У контексті нейронних мереж вказані параметри визначають зв'язки між нейронами, які навчаються під час тренування. Завдання дискримінатора $D(x, P_D)$ полягає в тому, щоб відрізнити/розпізнати генеровані дані z від x реальних P_D . Відповідно P_D – є параметрами $D(x, P_D)$, оскільки дискримінатор представляє собою теж нейронну мережу. Функція виграшу з нульовою сумою формулюється як:

$$U(D, G) = \min_G \max_D V(D, G) = \mathbb{E}_{x \sim P_{data}}[\ln D(x)] + \mathbb{E}_{z \sim P_z(z)}[\ln(1 - D(G(z)))], \quad (1)$$

тут $G(z)$ – дані, що створені генератором G , який бере випадковий вектор z із латентного простору й перетворює його у згенеровані дані, які схожі на реальні; $D(G(z))$ – це ймовірність, яку дискримінатор D присвоює синтетичним даним, вважаючи їх реальними (результат знаходиться в діапазоні $[0, 1]$, де одиниця – дані схожі на реальні та нуль – дані виглядають підробленими) [4].

Однак у застосуванні GANs та механізмів уваги для прогнозування цін на акції є певні обмеження. Наприклад, генеративні моделі можуть створювати нереалістичні дані та стикатися з проблемою «колапсу моди», що знижує точність прогнозування. Механізми уваги, своєю чергою, потребують великих обсягів даних і можуть страждати від перенавчання, що обмежує їхню здатність узагальнювати інформацію та робити точні прогнози в реальних ринкових умовах.

Ефективність прогнозування запропонованої моделі була оцінена на основі реальних даних фондового ринку, а саме ціни закриття цінного паперу AAPL за період з 01.01.2023 року по 01.03.2025 року, а результати порівняно з найпоширенішими методами прогнозування авторегресійною інтегрованою моделлю ковзного середнього (ARIMA) та нейронною мережею довготривалої короткочасної пам'яті (LSTM). Результати наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Обчислені метрики точності

Модель	MAE	RMAE	MAPE
TGAN	3.0401	4.1026	0.0137
LSTM	4.1228	5.4131	2.8784
ARIMA	5.2353	6.2403	3,4803

Після аналізу отриманих метрик точності кожної з моделей, можна зробити висновок, що модель GAN забезпечує найнижчі похибки за всіма показниками. LSTM показує що добре справляється з прогнозуванням але поступається точністю моделям GANs. ARIMA має найнижчу точність, що робить її менш придатною для точного прогнозування в цьому випадку.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перцев Ю.О., Коротка Л.І. Порівняльний аналіз традиційних статистичних методів та нейромережевої моделі. Системні технології. 2025. №1(156). С. 65-77.

(DOI 10.34185/1562-9945-1-156-2025-08)

2. Перцев Ю. О., Коротка Л. І. Порівняння нейронних мереж RNN та LSTM типу при прогнозуванні цін на фондовому ринку. Матеріали VIII Міжнародної науково-технічної конференції комп'ютерне моделювання та оптимізація складних систем (1-3 листопада 2023 року м. Дніпро, Україна). С. 124-127.

3. Korotka L., Klevzhyts D., Shvydko D. Use of generative-adversarial networks when creating content. Artificial intelligence. National Academy of Sciences of Ukraine Institute of Artificial Intelligence Problems MES of Ukraine and NAS of Ukraine. 2024 № 2 (99). P. 32-47. <https://doi.org/10.15407/jai2024.02.032>

4. K. Zhang, G. Zhong, J. Dong, S. Wang, and Y. Wang, "Stock Market Prediction Based on Generative Adversarial Network," *Procedia Computer Science*, vol. 147, pp. 400–406, 2019.

DEEP LEARNING IN FINANCIAL ANALYSIS: APPLICATION OF LSTM AND GANs FOR STOCK PRICE PREDICTION

Pertsev Y. O.¹, Korotka L. I.¹

Abstract. *Stock price prediction is a crucial aspect of financial analytics, helping investors make informed decisions. This study examines traditional forecasting methods, such as technical analysis (moving averages SMA, EMA) and statistical models (ARIMA, exponential smoothing). Their advantages and limitations are analyzed, particularly the challenges in capturing complex market patterns. To improve prediction accuracy, the use of modern machine learning approaches is proposed, specifically Long Short-Term Memory (LSTM) networks and Generative Adversarial Networks (GANs). The GAN architecture and its ability to model market dynamics even with limited historical data are described. The research is based on real stock market data (AAPL stock prices), and the results are compared with ARIMA and LSTM methods, confirming the effectiveness of the proposed approach.*

Keywords: *Time series forecasting, SMA, EMA, ARIMA, LSTM, GANs*

REFERENCE

1. Pertsev Y. O., Korotka L.I. Comparative analysis of traditional statistical methods and the LSTM neural network model. *System technologies*. 2025. №1(156). P. 65-77.

2. Pertsev Y. O., Korotka L. I. Porivniannia neuronnykh merezh RNN ta LSTM typu pry prohnouzuvanni tsin na fondovomu rynku. *Materialy VIII Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii kompiuterne modeliuvannia ta optymizatsiia skladnykh system* (1-3 lystopada 2023 roku m. Dnipro, Ukraina). S. 124-127.

3. Korotka L., Klevzhyts D., Shvydko D. Use of generative-adversarial networks when creating content. *Artificial intelligence. National Academy of Sciences of Ukraine Institute of Artificial Intelligence Problems MES of Ukraine and NAS of Ukraine*. 2024 № 2 (99). P. 32-47. <https://doi.org/10.15407/jai2024.02.032>

4. K. Zhang, G. Zhong, J. Dong, S. Wang, and Y. Wang, "Stock Market Prediction Based on Generative Adversarial Network," *Procedia Computer Science*, vol. 147, pp. 400–406, 2019.