

затримка може спричинити різні проблеми, включно з подвійною витратою та втратою обчислювальних ресурсів майнерами [10].

4. Фішингові атаки – класична техніка онлайн-шахрайства.

Висновки. Технологія блокчейн пропонує інноваційний підхід до зберігання та передачі даних завдяки своїй децентралізованій структурі, прозорості та незмінності транзакцій. Однак незважаючи на свої переваги, вона має певні недоліки, зокрема високі ресурсові вимоги та складність у розумінні і впровадженні. До того ж існують кіберзагрози, як-от атака 51 %, атака Sybil та маршрутні атаки, що можуть порушити функціонування блокчейн-систем. Отже, блокчейн є перспективним інструментом для підвищення безпеки, але не є універсальним рішенням і потребує подальшого вдосконалення.

Abstract. The article explores the opportunities and challenges of using blockchain technology in the context of cybersecurity. The key advantages of the blockchain are described, including its decentralised nature, transparency, immutability of transactions and resistance to manipulation.

Keywords: blockchain, cyber defence, cyber attacks.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. What is Blockchain Security? | Is Blockchain Safe? URL: <https://www.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-blockchain-security> (дата звернення: 14.02.2025)
2. Cyber Security in the Blockchain. UPU-WAPD: *Philatelic Webinar December 14, 2021 Crypto & Hybrid Stamps, What future for philately?* URL: <https://www.upu.int/UPU/media/upu/DL.PHIL/Presentations/2021%20WADP%20Webinar/1-Cybersecurity-dans-la-Blockchain.pdf> (дата звернення: 17.02.2025)
3. Understanding Blockchain Technology. URL: https://www.researchgate.net/publication/336130918_Understanding_Blockchain_Technology (дата звернення: 17.02.2025).
4. Introduction to Blockchain. URL: https://www.researchgate.net/publication/343601688_Introduction_to_Blockchain (дата звернення: 15.02.2025)
5. An Introduction to Private Blockchain. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/private-blockchain/> (дата звернення: 18.02.2025)
6. Consortium blockchain for security and privacy-preserving in e-government systems / N. Elisa, L. Yang, H. Li, F. Chao, N. Naik. URL: https://iceb.johogo.com/proceedings/2019/ICEB_2019_paper_70_full.pdf (дата звернення: 19.02.2025)
7. Introduction to Blockchain Technology. URL: https://ntiprit.gov.in/pdf/blockchainanddistributed/Blockchain_Introduction_KR.pdf (дата звернення: 19.02.2025)
8. What is a 51 % attack and what are the risks? URL: <https://www.coinbase.com/ru/learn/crypto-glossary/what-is-a-51-percent-attack-and-what-are-the-risks> (дата звернення: 19.02.2025)
9. What is a sybil attack in crypto? URL: <https://www.coinbase.com/ru/learn/crypto-glossary/what-is-a-sybil-attack-in-crypto> (дата звернення: 19.02.2025)
10. Routing Attack Meaning. URL: <https://www.ledger.com/academy/glossary/routing-attack#:~:text=What%20Is%20a%20Routing%20Attack,a%20blockchain%20network%27s%20routing%20system> (дата звернення: 19.02.2025)

УДК: 004.001

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВАЛЮТНОЇ ПАРИ «ЄВРО – ДОЛАР» З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Б. О. Коба, Л. П. Половенко

Анотація. У роботі досліджуються можливості використання штучного інтелекту (ШІ) для аналізу та прогнозування валютних курсів, зокрема валютної пари «євро – долар США». Основна увага зосереджена на застосуванні сучасних методів обробки великих даних, машинного навчання та нейронних мереж. Визначено основні переваги інтеграції ШІ у процеси фінансового аналізу та алгоритмічної торгівлі, що сприяє підвищенню точності прогнозів та ефективному управлінню фінансовими ризиками. Розглянуто методи ARIMA, GARCH і сезонну декомпозицію Холта–Вінтерса, які дають змогу будувати надійні прогностичні моделі валютних курсів.

Ключові слова: штучний інтелект, валютні курси, алгоритмічна торгівля, ARIMA, GARCH, нейронні мережі, сезонна декомпозиція.

Вступ. У сучасних умовах глобалізації та динамічного розвитку фінансових ринків валютний ринок Форекс займає провідне місце за обсягами операцій та рівнем ліквідності. Прогно-

зування валютних курсів є складним завданням через вплив численних економічних, політичних та соціальних факторів. Традиційні статистичні методи, попри їх популярність, часто не враховують складних нелінійних взаємозв'язків між показниками, що обмежує їх ефективність.

Сучасні інформаційні технології, зокрема штучний інтелект, відкривають нові можливості для якісного аналізу та прогнозування фінансових ринків. Використання ШІ дає змогу аналізувати великі обсяги даних у реальному часі, ідентифікувати приховані закономірності й здійснювати високоточні прогнози. Це дослідження присвячене аналізу валютної пари «євро – долар США» з використанням статистичних методів та інструментів ШІ.

Основна частина. Штучний інтелект (ШІ) значно трансформує діяльність на фінансових ринках, зокрема на валютному ринку Форекс. У 2023 р. світовий обсяг торгів на цьому ринку досяг 805 млрд доларів США, що робить його одним із найдинамічніших сегментів глобальної фінансової системи [5]. Щоденні величезні обсяги операцій та цілодобова торгівля потребують високої оперативності та точності в аналізі даних. Завдяки ШІ трейдери отримують можливість обробляти масиви інформації в реальному часі, що дає їм змогу швидше реагувати на зміни ринку й ефективніше мінімізувати ризики. Алгоритмічні рішення автоматизують процес ухвалення рішень, знижуючи вплив людського фактора, що зменшує кількість помилок і підвищує ефективність управління активами. Автоматизовані системи забезпечують трейдерам стабільну роботу навіть в умовах високої волатильності, гарантуючи оперативне виконання угод, що є критично важливим у фінансовому середовищі.

Прогнозування валютних курсів – складне завдання у сфері фінансів. Традиційні підходи часто ігнорують вплив економічних індикаторів, політичних подій, соціальних явищ і глобальних трендів. Використання ШІ дає змогу враховувати ці аспекти одночасно, створюючи точніші моделі прогнозування, які розкривають складні взаємозв'язки між факторами. Машинне навчання та нейронні мережі, що навчаються на великих обсягах історичних даних, дають змогу точніше передбачати динаміку валютних курсів. Такі алгоритми здатні виявляти приховані патерни, які залишаються непоміченими під час традиційного аналізу, надаючи трейдерам стратегічних переваг та сприяючи оперативній реакції на ринкові зміни.

Системи автоматизованої торгівлі, що базуються на ШІ, значно оптимізують процеси на валютних ринках, зменшуючи залежність від емоційних рішень людини. Алгоритми здатні приймати рішення та здійснювати торговельні операції набагато швидше та точніше за людину. В умовах Форекс, де транзакції відбуваються в реальному часі, це скорочує інтервал між аналізом ситуації та виконанням угоди. Автоматизація також допомагає уникнути емоційних впливів під час прийняття рішень, що сприяє зниженню ризиків і підвищенню загальної ефективності торгівлі.

Застосування ШІ відкриває доступ до потужних аналітичних інструментів, що дає змогу трейдерам глибше вивчати ринкові тренди та прогнозувати майбутні зміни. Наприклад, нейронні мережі аналізують великі обсяги ринкових даних, виявляючи приховані закономірності та формуючи прогнози, які неможливо отримати за допомогою традиційних підходів. Це допомагає краще розуміти взаємозв'язки між різними подіями та факторами, що впливають на курси валют, а також оперативно адаптувати торговельні стратегії.

Популярними моделями для прогнозування валютних курсів залишаються ARIMA (авторегресійне інтегроване ковзне середнє) та GARCH (узагальнена авторегресійна умовна гетероскедастичність). ARIMA аналізує часові ряди для створення короткострокових прогнозів на основі історичних даних. Натомість модель GARCH дає змогу моделювати волатильність, що є ключовим для управління ризиками. Ці підходи активно використовуються для оцінки ринкових ризиків і формування прогнозів як у короткостроковій, так і в середньостроковій перспективах.

Алгоритмічна торгівля із залученням ШІ стає дедалі популярнішою на валютних ринках. За даними досліджень, у 2023 р. понад 90 % угод на ринку Форекс здійснювалися автоматизованими системами [6]. Це свідчить про зростаючу роль ШІ у процесі прийняття рішень. Трейдери дедалі частіше використовують автоматизовані платформи для аналізу ринкових сигналів, укладання угод і управління ризиками. Алгоритмічна торгівля дає змогу оперативніше реагувати на ринкові зміни, зменшувати кількість помилок і підвищувати ефективність операцій.

ШІ має здатність опрацьовувати великі обсяги інформації з різних джерел, зокрема з новинних ресурсів, соціальних мереж і економічних звітів. Це забезпечує трейдерам глибший аналіз глобальних трендів і можливість передбачити ринкові зміни ще до того, як вони стануть очевидними. Зокрема, аналіз новин дає змогу оперативно виявляти ринкові можливості й ризики на ранніх стадіях, що надає конкурентні переваги учасникам ринку.

Для дослідження було проаналізовано динаміку валютного курсу євро до долара США за період 1999–2024 рр. на основі даних з ресурсу [9]. Для аналізу застосовано штучний інтелект, а саме нейронну модель ChatGPT-4. Отримані результати наведено в табл. 1, а для наочності побудовано графік зміни курсу (рис. 1).

Графік демонструє основні тренди валютної пари за період дослідження. Помітно значні коливання, зокрема під час глобальних криз, як-от фінансова криза 2008 р. та боргова криза ЄС 2010–2012 рр. [10]. Найвищий рівень курсу спостерігався у 2008 р. – приблизно 1,6 долара за євро, що відображає зростання економіки Єврозони та відносну слабкість долара США. Після цього настав різкий спад до 1,2 у 2010 р. Пізніше курс демонстрував періоди відносної стабільності, наприклад, у 2015–2020 рр. він коливався в межах 1,1–1,2 долара за євро. Проте останніми роками, зокрема під час пандемії COVID-19, курс знову проявив значну волатильність, впавши у 2022 р., а в 2023 р. почав поступово відновлюватися.

Таблиця 1

Результати первинної статистичної обробки

Кількість значень	6 775
Середнє	1.184
Стандартне відхилення	0.153
Мінімальне значення	0.827
25-й перцентиль	1.087
Медіана	1.174
75-й перцентиль	1.299
Максимальне значення	1.599



Рис. 1. Динаміка зміни валютного курсу в період 1999–2023 рр.

Аналіз динаміки показав, що валютний курс чутливий до економічних криз, політичних подій та змін монетарної політики. Це вказує на необхідність глибшого вивчення сезонності та циклічності валютних коливань для більш точних прогнозів.

Із цією метою використаємо метод сезонної декомпозиції ряду, зокрема модель Холта–Вінтерса. Цей метод дав змогу розділити часовий ряд на три компоненти: тренд, сезонність і залишкові коливання (рис. 2).

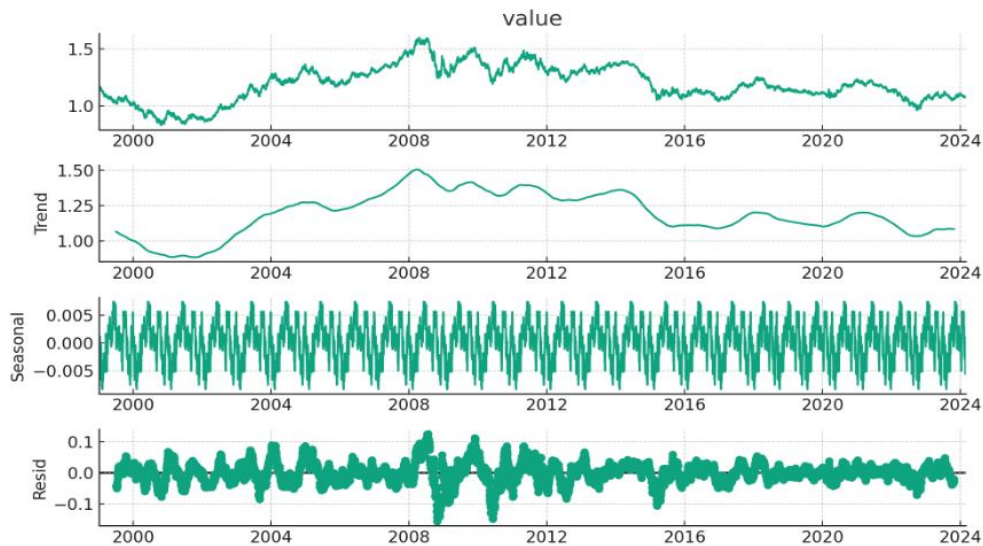


Рис. 2. Аналіз за методом Холта–Вінтерса
трендових, сезонних та залишкових компонент валютних коливань

Трендовий компонент демонструє довгострокові зміни. З початку введення євро в обіг до 2008 р. спостерігалось зростання курсу, пік припав на період глобальної фінансової кризи. Після цього курс знижувався до 2015 р., що пояснюється наслідками боргової кризи в ЄС [11]. Далі відбулося короткострокове зростання до 2018 р., після чого курс знову зазнав спадів, зумовлених торговими конфліктами та політичною нестабільністю.

Сезонний компонент свідчить про слабо виражену сезонність. Спостерігаються деякі короткострокові коливання, наприклад, під час туристичних сезонів або фінансових звітних періодів. Загалом сезонний вплив на курс є мінімальним.

Значущі автокореляції дають змогу застосовувати авторегресійні моделі, зокрема ARIMA або GARCH, для прогнозування майбутніх змін курсу.

Залишкові коливання відображають непередбачувані події, як-от політичні рішення, економічні шоки або природні катастрофи. Їх амплітуда ($-0,05$ до $0,05$) підтверджує чутливість курсу до короткострокових факторів.

Для дослідження циклічних залежностей застосовано автокореляційну функцію (ACF) (рис. 3). Графік ACF показав високу автокореляцію за умови низьких затримок, що свідчить про інерційність ринку – значення курсу в окремі дні залежать від попередніх значень. Поступове зменшення автокореляції вказує на зниження цього ефекту з часом. Осциляції навколо осі відсутні, що вказує на слабку вираженість регулярних циклів.

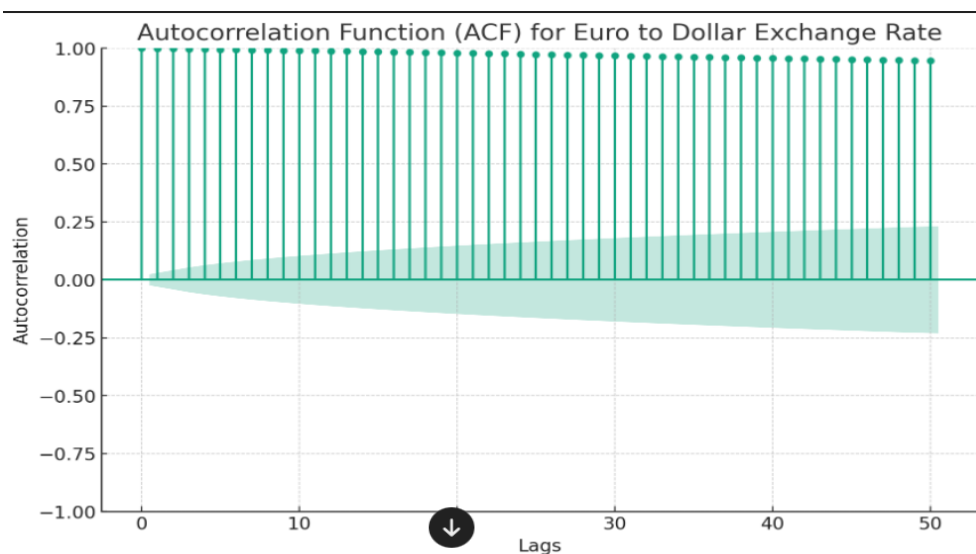


Рис. 3. Графік автокореляції валютних коливань

Використання таких моделей у поєднанні з методами штучного інтелекту підвищує точність прогнозів і сприяє більш ефективному управлінню валютними ризиками.

Висновки. Дослідження підтвердило значний потенціал використання штучного інтелекту для аналізу та прогнозування валютних курсів. Впровадження ШІ дає змогу суттєво підвищити точність прогнозів, пришвидшити аналіз ринкової ситуації та забезпечити ефективніше управління фінансовими ризиками. Використання алгоритмічної торгівлі сприяє автоматизації процесів і зменшує вплив людського фактора на прийняття рішень.

Традиційні статистичні моделі, як-от ARIMA та GARCH, залишаються важливими інструментами для прогнозування волатильності валютних ринків, проте їх поєднання з методами машинного навчання забезпечує більш комплексний підхід і кращу адаптацію до динамічних змін ринку. Інтеграція систем, здатних оперативно обробляти великі обсяги різномірних даних у режимі реального часу, підвищує ефективність прийняття торгових рішень.

У перспективі очікується подальше зростання ролі штучного інтелекту у фінансовій сфері, що відкриватиме нові можливості для оптимізації торгових стратегій, підвищення їх прибутковості та зниження ризиків. Водночас особливого значення набувають питання прозорості, надійності та етичного використання інтелектуальних систем у фінансових технологіях.

Abstract. The paper explores the possibilities of using artificial intelligence (AI) for the analysis and forecasting of exchange rates, specifically the euro-US dollar currency pair. The focus is on the application of modern big data processing methods, machine learning, and neural networks. The main advantages of integrating AI into financial analysis processes and algorithmic trading are identified, which contribute to increasing the accuracy of forecasts and effective financial risk management. The ARIMA, GARCH, and Holt-Winters seasonal decomposition methods are discussed, which enable the construction of reliable exchange rate forecasting models.

Keywords: artificial intelligence, exchange rates, algorithmic trading, ARIMA, GARCH, neural networks, seasonal decomposition.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іван Андрієнко. Що таке Форекс? 18.02.2025. URL: <https://tradersunion.com/ua/what-is-forex/>
2. Ahmadi Mohamed. How AI Is Changing the Forex Trading Game. 09.11.2023. URL: <https://medium.com/@karama1976/how-ai-is-changing-the-forex-trading-game-ce92665d2ec7>
3. Adam Hayes. Autoregressive Integrated Moving Average (ARIMA) Prediction Model. (24.02.2025). URL: <https://www.investopedia.com/terms/a/autoregressive-integrated-moving-average-arima.asp>
4. The Investopedia Team. GARCH Model: Definition and Uses in Statistics. (25.02.2025). URL: <https://www.investopedia.com/terms/g/garch.asp>
5. Foreign Exchange Market Report by Counterparty (Reporting Dealers, Other Financial Institutions, Non-financial Customers), Type (Currency Swap, Outright Forward and FX Swaps, FX Options), and Region 2024–2032. (26.02.2025). URL: <https://www.imarcgroup.com/foreign-exchange-market>
6. Marcel Deer. AI in Forex: Unveiling the Possibilities in Currency Markets. (26.02.2025). URL: <https://www.fortrade.com/a/blog/ai-in-forex-unveiling-the-possibilities-in-currency-markets/>
7. An Effective Hybrid Approach for Forecasting Currency Exchange Rates Sustainability / M.-L. Shen, Ch.-F. Lee, H. -H. Liu, P.-Y. Chang, Ch. -H. Yang. (27.02.2025). URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2761>
8. M4Markets. The Future of Forex: Leveraging Artificial Intelligence in Currency Trading. (28.02.2025). URL: <https://www.linkedin.com/pulse/future-forex-leveraging-artificial-intelligence-currency-trading/>
9. Дані про зміни курсу валютної пари EUR-USD. (02.03.2025). URL: <https://www.macrotrends.net/2548/euro-dollar-exchange-rate-historical-chart>
10. Європейська боргова криза. (03.03.2025). URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%84%D0%B2%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B9%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D0%B1%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BA%D1%80%D0%B8%D0%B7%D0%B0
11. Ірина Левчук. Боргова криза ЄС та перспективи євро. (06.03.2025). URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/bitstream/316497/17205/1/192-195.pdf>