



DOI: [10.58423/2786-6742/2025-11-44-57](https://doi.org/10.58423/2786-6742/2025-11-44-57)

УДК 338:336.74:004.8(477)

Олександр БРЕЧКО

доктор економічних наук, доцент,
доцент кафедри підприємництва і торгівлі
Західноукраїнський національний університет,
м. Тернопіль, Україна

ORCID ID: [0000-0001-5126-0193](https://orcid.org/0000-0001-5126-0193)

Scopus Author ID: [57221617788](https://orcid.org/57221617788)

Вадим ШУХМАНН

аспірант
Західноукраїнський національний університет,
м. Тернопіль, Україна

ORCID ID: [0000-0002-1427-3312](https://orcid.org/0000-0002-1427-3312)

e-mail: vadum.shuhmann@gmail.com

(Corresponding author)

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ГНУЧКИХ СИСТЕМ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ЦИФРОВІЗАЦІЮ ВЕЛИКИХ ДАНИХ НА РИНКУ КРИПТОВАЛЮТ

Анотація. Стрімкий розвиток ринку криптовалют та зростання обсягів великих даних зумовлюють потребу у впровадженні гнучких систем штучного інтелекту для підвищення економічної ефективності процесів аналізу, прогнозування та управління ризиками. В умовах високої волатильності, інформаційної асиметрії та зростаючих вимог до швидкості обробки даних використання інтелектуальних алгоритмів стає ключовим чинником конкурентоспроможності учасників крипторинку. Це обумовлює наукову й практичну значущість дослідження економічної ефективності застосування гнучких систем штучного інтелекту в цифровізації великих даних на ринку криптовалют. Метою роботи є визначення основних економічних детермінантів гнучкості ШІ, оцінка їхнього впливу на процеси аналізу та прогнозування цін у криптовалютному сегменті фінансових ринків, а також обґрунтування економічної ефективності таких систем у корпоративні стратегії компаній. Предметом дослідження є гнучкість штучного інтелекту (ШІ) у процесі обробки великих даних на ринку криптовалют, що розглядається як один із ключових факторів підвищення ефективності алгоритмічної торгівлі та аналітичних систем у високоволатильному середовищі. Гнучкість ШІ трактується як його здатність адаптуватися до швидкоплинних змін ринкових умов, що визначає результативність прогнозування та прийняття управлінських рішень. Методологія дослідження ґрунтується на застосуванні порівняльного та системного аналізу сучасних цифрових технологій, зокрема машинного навчання та нейронних мереж, а також на моделюванні прогнозних сценаріїв із використанням лінійної регресії та алгоритмів машинного навчання. У роботі враховано як теоретичні напрацювання в галузі фінансових технологій,



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



так і практичні приклади впровадження ІІІ для алгоритмічної торгівлі на ринку криптовалют.

Результати дослідження демонструють, що гнучкість ІІІ зумовлюється поєднанням кількох чинників: здатністю алгоритмів до автоматичного оновлення й самонавчання; інтеграцією різнотипних джерел даних, включно з інформаційними потоками із соціальних медіа та новинних ресурсів; забезпеченням швидкої взаємодії між людиною та машиною, що прискорює процес ухвалення рішень; а також врахуванням аспектів кібербезпеки, які виступають критично важливими для стабільності функціонування цифрових платформ. Виявлено, що саме наявність механізмів адаптації дозволяє підвищити точність прогнозів і мінімізувати ризики, пов'язані з ринковою волатильністю.

Сфера застосування результатів охоплює практику алгоритмічної торгівлі, розробку аналітичних систем прогнозування цінових трендів, формування корпоративних стратегій на ринку криптовалют, а також освітні програми з фінансових технологій та цифрової економіки. Отримані висновки можуть бути використані як аналітиками й трейдерами, так і керівниками підприємств, що інтегрують інноваційні цифрові технології у свою діяльність.

У висновках підкреслюється, що економічна ефективність застосування ІІІ на криптовалютному ринку залежить від комплексного врахування детермінант його гнучкості, серед яких провідне місце займають адаптивність алгоритмів та захист даних. Використання ІІІ не лише оптимізує процеси прогнозування й торгівлі, але й відкриває нові можливості для розвитку бізнесу в умовах цифрової трансформації. Поєднання технологічних інновацій із системним підходом до управління ризиками формує підґрунтя для підвищення конкурентоспроможності компаній у сфері фінансових технологій.

Ключові слова: цифрова трансформація, економічна ефективність, криптовалюта, штучний інтелект, великі дані, фінансові ринки, крипторининок.

JEL Classification: C45, C55, G17, O33, E44

Absztrakt. A kriptovaluta-piac gyors fejlődése és a big data mennyiségének folyamatos növekedése szükségessé teszi rugalmas mesterségesintelligencia-rendszerek alkalmazását az elemzési, előrejelzési és kockázatkezelési folyamatok gazdasági hatékonyságának növelése érdekében. A magas volatilitás, az információs aszimmetria, valamint az adatfeldolgozás sebességével szemben támasztott egyre növekvő követelmények mellett az intelligens algoritmusok alkalmazása a kriptovaluta-piaci szereplők versenyképességének egyik meghatározó tényezőjévé válik. Mindez hangsúlyozza annak tudományos és gyakorlati jelentőségét, hogy vizsgáljuk a rugalmas mesterségesintelligencia-rendszerek alkalmazásának gazdasági hatékonyságát a big data digitalizációja során a kriptovaluta-piacon. A munka célja az AI rugalmasságának fő gazdasági meghatározó tényezőinek meghatározása, azoknak a pénzügyi piacok kriptovaluta szegmensében végzett árelemzési és -előrejelzési folyamatokra gyakorolt hatásának értékelése, valamint az ilyen rendszerek gazdasági hatékonyságának alátámasztása a vállalatok vállalati stratégiáiban. A kutatás tárgya a mesterséges intelligencia (AI) rugalmassága a kriptovaluta-piacon történő nagy adatmennyiségek feldolgozása során, amelyet az algoritmikus kereskedelem és az analitikai rendszerek hatékonyságának növelésének egyik kulcsfontosságú tényezőjeként tekintenek a nagy volatilitású környezetben. Az AI rugalmasságát úgy kell értelmezni, mint annak képességét, hogy alkalmazkodjon a gyorsan változó piaci feltételekhez, ami meghatározza a prognózisok és a vezetői döntések hatékonyságát. A kutatás módszertana a modern digitális technológiák, különösen a gépi tanulás és a neurális hálózatok összehasonlító és rendszerelemzésén, valamint a lineáris regresszió és a gépi tanulás algoritmusainak felhasználásával történő előrejelzési forgatókönyvek modellezésén alapul. A tanulmány figyelembe veszi mind a pénzügyi technológiák területén elért elméleti eredményeket, mind az AI algoritmikus kereskedelemre való alkalmazásának gyakorlati példáit a kriptovaluta piacon.

A kutatás eredményei azt mutatják, hogy az AI rugalmasságát több tényező együttes hatása eredményezi: az algoritmusok automatikus frissítési és öntanulási képessége; különböző típusú

adatforrások integrációja, beleértve a közösségi médiából és hírforrásokból származó információáramlást; az ember és a gép közötti gyors interakció biztosítása, ami felgyorsítja a döntéshozatali folyamatot; valamint a kiberbiztonsági szempontok figyelembevétele, amelyek kritikus fontosságúak a digitális platformok stabil működése szempontjából. Megállapítást nyert, hogy éppen az adaptációs mechanizmusok megléte teszi lehetővé a prognózisok pontosságának növelését és a piaci volatilitással kapcsolatos kockázatok minimalizálását.

Az eredmények alkalmazási területe magában foglalja az algoritmikus kereskedés gyakorlatát, az ártrendek előrejelzésére szolgáló analitikai rendszerek fejlesztését, a kriptovaluta-piacon alkalmazott vállalati stratégiák kialakítását, valamint a pénzügyi technológiákkal és a digitális gazdasággal kapcsolatos oktatási programokat. A kapott következtetéseket mind az elemzők és kereskedők, mind az innovatív digitális technológiákat tevékenységükbe integráló vállalatok vezetői felhasználhatják.

A következtetésekben hangsúlyt kap az a tény, hogy az AI alkalmazásának gazdasági hatékonysága a kriptovaluta-piacon attól függ, hogy komplex módon figyelembe veszik-e a rugalmasságának meghatározó tényezőit, amelyek közül az algoritmusok adaptivitása és az adatok védelme kapnak kiemelt szerepet. Az AI alkalmazása nemcsak optimalizálja az előrejelzési és kereskedési folyamatokat, hanem új lehetőségeket is megnyit a digitális átalakulás körülményei között a vállalkozások fejlődése számára. A technológiai innovációk és a kockázatkezelés szisztematikus megközelítésének ötvözése alapot teremt a pénzügyi technológiák területén működő vállalatok versenyképességének növeléséhez.

Kulcsszavak: digitális átalakulás, gazdasági hatékonyság, kriptovaluta, mesterséges intelligencia, big data, pénzügyi piacok, kriptopiac.

Abstract. The rapid development of the cryptocurrency market and the growing volumes of big data necessitate the implementation of flexible artificial intelligence systems in order to enhance the economic efficiency of analytical, forecasting, and risk management processes. Under conditions of high volatility, information asymmetry, and increasing requirements for data processing speed, the use of intelligent algorithms becomes a key determinant of the competitiveness of cryptocurrency market participants. This underscores the scientific and practical relevance of investigating the economic efficiency of applying flexible artificial intelligence systems to the digitalisation of big data in the cryptocurrency market. The purpose of the work is to identify the main determinants of AI flexibility, assess their impact on the processes of price analysis and forecasting in the cryptocurrency segment of financial markets, as well as substantiate the possibilities of integrating such systems into corporate strategies of companies. The subject of the study is the flexibility of artificial intelligence (AI) in the process of processing big data in the cryptocurrency market, which is considered one of the key factors in increasing the efficiency of algorithmic trading and analytical systems in a highly volatile environment. The flexibility of AI is interpreted as its ability to adapt to rapidly changing market conditions, which determines the effectiveness of forecasting and making management decisions. The research methodology is based on the application of comparative and systemic analysis of modern digital technologies, in particular machine learning and neural networks, as well as on modeling forecast scenarios using linear regression and machine learning algorithms. The work takes into account both theoretical developments in the field of financial technologies and practical examples of implementing AI for algorithmic trading in the cryptocurrency market.

The results of the study demonstrate that the flexibility of AI is due to a combination of several factors: the ability of algorithms to automatically update and self-learn; the integration of various types of data sources, including information flows from social media and news resources; ensuring fast interaction between humans and machines, which accelerates the decision-making process; and taking into account cybersecurity aspects that are critically important for the stability of digital platforms. It was found that it is the presence of adaptation mechanisms that allows you to increase the accuracy of forecasts and minimize the risks associated with market volatility.



The scope of application of the results covers the practice of algorithmic trading, the development of analytical systems for forecasting price trends, the formation of corporate strategies in the cryptocurrency market, as well as educational programs in financial technologies and the digital economy. The conclusions obtained can be used by both analysts and traders, and managers of enterprises that integrate innovative digital technologies into their activities.

The conclusions emphasize that the effectiveness of AI in the cryptocurrency market depends on a comprehensive consideration of the determinants of its flexibility, among which the adaptability of algorithms and data protection occupy a leading place. The use of AI not only optimizes forecasting and trading processes, but also opens up new opportunities for business development in the context of digital transformation. The combination of technological innovations with a systemic approach to risk management forms the basis for increasing the competitiveness of companies in the field of financial technologies.

Keywords: digital transformation, economic efficiency, cryptocurrency, artificial intelligence, big data, financial markets, crypto market.

Постановка проблеми. У сучасному світі криптовалюти набули популярності не лише як фінансовий актив, а й як об'єкт для інноваційних технологій. Ринок криптовалют характеризується високою волатильністю та швидкими змінами, що створює значні виклики для його користувачів. У зв'язку з цим виникає необхідність у впровадженні новітніх технологій, зокрема штучного інтелекту (ШІ), для ефективної обробки великих даних (ВД) та прийняття рішень. Важливими аспектами є необхідність адаптації торгових алгоритмів до змінюваних ринкових умов та інтеграція різноманітних джерел даних для підвищення точності прогнозних розрахунків. Багато компаній також стикаються з труднощами у забезпеченні гнучкості своїх систем ШІ, що може призвести до упущених можливостей і фінансових втрат. Це актуалізує дослідження головних економічних детермінантів, які впливають на адаптивні можливості ШІ у цифровізації обробки ВД, що є важливим напрямком підвищення конкурентоспроможності підприємств на динамічному ринку криптовалют.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження в галузі штучного інтелекту та великих даних, у контексті економічної ефективності функціонування криптовалютного ринку, свідчать про стрімкий розвиток технологій та їх вплив на фінансову індустрію за кількома ключовими аспектами:

1. Моделі машинного навчання (МН, англ. - ML) і їх застосування, які розкривають специфічні алгоритми МН, такі як рішення дерев, нейронні мережі та глибокі навчальні моделі, які довели свою ефективність у прогнозуванні цін на криптовалюти та сприяли значному підвищенню точності прогнозів в умовах ринкової волатильності. Зокрема, Дерберцев В., Матвійчук А. та Соловійов В. [2] зосереджувались на короткостроковому прогнозуванні та використанні нейромереж для моделювання нелінійних залежностей у динаміці криптовалют і дерева рішень – для побудови регресійних та класифікаційних прогнозів, а також моделей часових рядів; Ю. Клебан та Т. Стасюк [3] застосовували модель

на основі часових рядів FB Prophet та рекурентну нейронну мережу LSTM для моделювання й прогнозу цін криптовалют.

2. На аналізі великих даних, які охоплюють інформаційні потоки соцмереж, новинні стрічки, неструктуровані дані, біржові та блокчейн дані, в тому числі на платформах Defi і Web3. Дослідник Д. Ніколенко [4] – зосереджується на технологічній інфраструктурі, концепціях та децентралізації в он-чейн метриках та їх можливостях щодо застосування МН, І. Новіков – на порівнянні моделей регресії та нейронних мереж (LSTM, Transformer, TSMixer) через історичні дані та настрої у новинних стрічках.

Менш дослідженими, але перспективними щодо подальшого розвитку є адаптивні стратегії та автоматизація для алгоритмічної торгівлі, що дозволяють системам ШІ самостійно оновлювати свої алгоритми у відповідь на зміну ринкових циклів, питання кібербезпеки і ризиків, які актуалізують потребу в комплексному підході до захисту даних, з метою уникнення фінансових втрат. А також, етичні аспекти та регулювання, що стосуються необхідності створення законодавчих рамок для забезпечення безпеки та прозорості у використанні технологій штучного інтелекту на ринку криптовалют.

Серед вітчизняних дослідників варто виділити праці таких авторів як: Бречко О. [1], Дербенцев В. [2], Клебан Ю [3], Д. Ніколенко [4], Кучковський В. [5], Данилов В [6], Олійник Б. [6], Дідик А. [7], Глущенко О. [8], Нечай О. [7, 9], Андрющенко К., Репіна І. які акцентували увагу на можливостях використання ВД у фінансових прогнозах, важливості їх інтеграції у стратегії алгоритмічної торгівлі в умовах ринку криптовалют та на питаннях кіберзахисту у фінансових технологіях, зокрема в блокчейні та Web3. Серед зарубіжних авторів варто виділити праці J.Wu [10], X.Song [11], Q. Guo [12], C. Zhao, Ping Hu, G. Cohen [13] та ін.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є обґрунтування економічних детермінантів гнучкості штучного інтелекту в процесах цифровізації обробки великих даних на ринку криптовалют. У сучасних умовах цифрової трансформації ефективне використання ШІ стає критично важливим для забезпечення швидкого, точного та адаптивного аналізу великих обсягів даних, саме тому, в статті розкриваються критерії оцінки економічної ефективності застосування моделей ШІ на криптовалютних ринках, визначення ключових факторів, що впливають на гнучкість ШІ, включаючи технологічні та ринкові детермінанти та встановлення взаємозв'язку між цифровізацією процесів обробки даних та адаптивністю ШІ, що сприяє підвищенню точності прогнозування та швидкості прийняття рішень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Штучний інтелект (ШІ) відіграє важливу роль у цифровізації обробки великих даних (ВД), надаючи можливості для аналізу та прийняття рішень на фінансових ринках. З метою ефективного реагування на динамічні зміни крипторинку, все більшої популярності та затребуваності вимагають адаптивні технологічні рішення. Згідно з даними CoinMarketCap [14], сукупна ринкова капіталізація всіх



криптовалют на червень 2025 р перевищила 3,29 трлн. дол. США., проте для даного ринку і надалі притаманна надзвичайна волатильність цін, яка може мати відхилення понад 10% у день як для окремих ринкових позицій так і для ринку криптовалют в цілому. У таких умовах традиційні фінансові моделі часто не можуть забезпечити точні прогнози, що підвищує значення гнучких систем на базі ШІ.

Статистика показує, що 70% інвесторів у криптовалютах покладаються на автоматизовані торгові системи, що підтверджує зростаючий інтерес до алгоритмічної (високочастотної) торгівлі. Дослідження демонструють, що використання ШІ у алгоритмічній торгівлі може збільшити прибутковість на 15-30% у порівнянні з традиційними методами. За опублікованими даними McKinsey [15], компанії, які впроваджують гнучкі рішення на основі ШІ, можуть знизити витрати на 20-30%, що є важливим фактором у конкурентному середовищі криптовалют.

Гнучкі алгоритми винахідливо використовують дані з різних джерел, включаючи новини, соціальні медіа та аналітику обсягу торгів, для формування більш точних прогнозів. Згідно з опитуванням, 65% фінансових аналітиків вважають, що можливості ШІ можуть суттєво вплинути на прийняття рішень в інвестиційних стратегіях. Однак, 45% зазначають, що без належної кібербезпеки впровадження таких технологій може призвести до серйозних фінансових втрат [16]. Перспективи гнучкості ШІ в криптовалютах полягають у зростаючому впровадженні технологій автоматизації та великих даних. До кінця 2025 р. очікується, що ринок ШІ у фінансових технологіях зросте на 23% до 30 млрд. доларів. Це відкриває можливості для підприємств, які готові адаптувати свої стратегії до швидко змінюваних ринкових умов [17]. Регулярна адаптація алгоритмів ШІ на основі нової інформації дозволяє уникнути значних ризиків, що пов'язані з кінцевими прогнозами. Оптимізація моделей адаптації може забезпечити зниження волатильності і підвищення стабільності фінансових інструментів. Крім того, важливість етичних аспектів, таких як прозорість алгоритмів, стає дедалі актуальнішою, оскільки регулювання ринку криптовалют продовжує розвиватися, що призводитиме до його легітимізації.

Отже, незважаючи на велику потенційну вигоду, впровадження гнучкості ШІ на ринку криптовалют потребує комплексного підходу, що враховує технологічні, економічні та етичні аспекти. Це дозволить створити більш ефективні та безпечні рішення для інвесторів, що в кінцевому підсумку підвищить довіру до ринку криптовалют.

Технологічні інновації є ключовим драйвером розвитку ринку криптовалют, оскільки вони забезпечують нові можливості для аналізу, торгівлі та управління фінансовими ризиками. Основні інноваційні рішення, які вже впроваджуються або мають потенціал для реалізації на сучасному етапі, включають наступні рішення.

По-перше, відкриті та дистрибуційні реєстраційні системи забезпечують прозорість, безпеку та незмінність даних транзакцій. Вони створюють основу

для децентралізованих фінансових сервісів (DeFi), які пропонують нові фінансові продукти без посередників. На сучасному етапі розвиваються протоколи, які дозволяють здійснювати швидке та безпечне виконання угод (транзакцій), а також створюються платформи, які інтегрують можливості нейромереж, що забезпечують високу економічну ефективність біржових операцій. До новітніх інструментів належать, зокрема, снайпер-боти, які автоматизують процес купівлі токенів в момент їх лістингу на біржах, що дозволяє користувачам отримувати максимальний прибуток від швидких спекулятивних операцій з токенами [1].

Інтеграція таких протоколів з можливостями ШІ представлена в табл. 1.

Таблиця 1.

Інструменти DeFi ринку, які інтегруються з нейромережею чи можливостями ШІ*

Інструменти DeFi	Особливості використання ШІ
Снайпер-боти	Використовують алгоритми машинного навчання для аналізу ринкових тенденцій та автоматизованого прийняття рішень щодо купівлі рахунків. Вони можуть адаптуватися до нових умов ринку, що дозволяє отримувати максимальний прибуток від швидких коливань цін.
Агрегатори DeFi	Штучний інтелект використовується для оптимізації алгоритмів пошуку найвигідніших обмінних курсів, аналізуючи величезні обсяги даних з різних платформ у реальному часі та швидко реагуючи на зміни.
Протоколи кредитування	Використання ШІ для аналізу кредитоспроможності позичальників дозволяє платформам робити більш точні прогнози щодо ризиків та автоматично адаптувати умови позик відповідно до змінюваних умов ринку.
Фармінг ліквідності	Інтеграція штучного інтелекту може забезпечити оптимізацію процесів забезпечення ліквідності, автоматично підбираючи найкращі пули для вкладення користувачів, щоб максимізувати їхній прибуток у відповідь на коливання ринкових умов.
Розумні біржі (Smart Exchanges)	ШІ в алгоритмізації торгівлі дозволяє таким біржам адаптувати свої торгові стратегії на основі аналізу історичних даних і реальних ринкових умов, що фактично робить їх більш чутливими до потреб ринку.
Аналітика соціальних мереж	Інтеграція ШІ для аналізу соціальних медіа може бути застосована до ліквідних пулів, агрегаторів і інших платформ для покращення прийняття рішень на основі соціального контексту.
Токенізовані активи	З використанням ШІ можна розробити системи автоматизованого оцінювання токенізованих активів, що дозволяє адаптувати ціни в реальному часі відповідно до попиту та пропозиції.
Протоколи стабільних монет	ШІ може бути використано для моніторингу коливань ринкових умов і автоматичного коригування механізмів забезпечення стабільності цін.

*Джерело: сформовано авторами за [1].

Як бачимо з наведених в таблиці інструментів, інтеграція штучного інтелекту на ринку DeFi може значно підвищити їх адаптивність, економічну ефективність та стійкість, забезпечуючи користувачів новими можливостями для досягнення фінансових цілей. Це, в свою чергу, забезпечить підвищення ефективності взаємодії з ринком та відкриє нові можливості для інвесторів та трейдерів, стимулюючи розвиток децентралізованих фінансів у цілому.

По-друге, за останній період машинне навчання (МН) та штучний інтелект (ШІ) стали важливими компонентами у визначенні стратегій торгівлі та інвестицій на фінансових ринках, зокрема, і у сегменті децентралізованих фінансів (DeFi). Використання цих технологій значно полегшує обробку та аналіз великих обсягів ринкових даних, що надає високоточні прогнози та дозволяє гнучко адаптуватися до змін.

Системи машинного навчання здатні обробляти величезні масиви даних, включаючи історичні котирування, обсяги торгів та соціально-економічну інформацію. Завдяки цим технологіям трейдери можуть отримувати вичерпні аналітичні звіти, які базуються на реальних даних, що допомагає зменшити людський фактор при прийнятті рішень. Разом з тим, автоматизація дозволяє знизити витрати часу на аналіз, а також збільшити частоту та обсяги операцій.

Алгоритми машинного навчання, такі як нейронні мережі, можуть виявляти складні шаблони і кореляції в даних, що не підлягають традиційному аналізу. Це дозволяє створювати більш точні прогнози щодо зміни трендів та цінкових позицій. Наприклад, такі системи можуть адаптувати свої моделі на основі нових даних у реальному часі, зменшуючи ймовірність помилок у прогнозах.

Приклад математичного розрахунку, який ілюструє, як алгоритми машинного навчання можуть використовуватися для прогнозування цін можна представити на основі лінійної регресивної моделі (1.1). Лінійна регресія дозволяє моделювати взаємозв'язок між залежною змінною (наприклад, ціна активу) та однією або кількома незалежними змінними (факторами, що можуть впливати на ціну) для аналізу фінансових показників (1.2).

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon \quad (1.1)$$

де, Y – залежна змінна (прогнозована ціна криптовалюти)

$X_1, X_2, \dots, X_n$ – незалежні змінні (фактори)

β_0 – константа

$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коефіцієнти регресії (впливу факторів)

ε – випадкова похибка

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_k + \beta_2 X_o + \beta_3 X_{se} + \varepsilon. \quad (1.2)$$

Де, Y – прогноз (ціна, тренд, позиція)

X_k – історичні ринкові ціни

X_o – дані про обсяги торгів

X_{se} – макроекономічні та інформаційні фактори

β_0 – константа (вільний член)
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ – коефіцієнти впливу факторів
 ε – випадкова похибка

На основі використання лінійної регресії можемо провести прогнозний розрахунок ціни криптовалюти на основі таких двох факторів в межах певного часового проміжку (місяць, півроку, рік):

1. Обсяг торгів (в млн. одиниць);
2. Індекс настроїв в соціальних медіа (в шкалі від -1 до 1).

Приклад розрахунку наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Розрахунок прогнозної моделі ціни криптовалюти з використанням алгоритмів машинного навчання

	Обсяг торгів (X_1), млн. дол	Індекс настроїв (X_2)	Ціна
	100	0,5	2000
	150	0,8	2500
	80	0,1	1800
	120	0,6	2100
	...	...	...
Прогноз	130	0,7	2360

Лінійна модель з трансформованими змінними через оберненні пропорції для індексу настроїв і обсягу торгів на основі регресійної моделі матиме вигляд (2.1-2.2):

$$Y = 1500 + 5/\sqrt{X_1} + 300/\sqrt{X_2} \quad (2.1),$$

Де 1500 – мінімальна базова прогнозована ціна без врахування факторів X_1 і X_2 .

$$Y = 1500 + 650 + 210 = 2360 \quad (2.2)$$

Хоча даний приклад демонструє базову концепцію, але його можна ускладнити, використовуючи різні алгоритми машинного навчання (наприклад, нейронні мережі, дерева рішень тощо), які здатні обробляти нелінійні залежності, виявляти складні шаблони та адаптуватися до нових даних у реальному часі. За допомогою таких підходів можна створити більш точні прогнози, які значно знижують ймовірність помилок та підвищують економічну ефективність торгівлі на ринку.

Однією з ключових переваг систем III є їх здатність реагувати на зміни ринкової ситуації в реальному часі. Це означає, що трейдери можуть отримувати рекомендації про купівлю або продаж активів на основі актуальної інформації. Наприклад, у випадках різкого зростання волатильності, такі системи можуть

інформувати користувачів про необхідність коригування своїх стратегій, щоб уникнути збитків. Відповідно оптимізація торгових стратегій через інструменти на базі ШІ призводить до вищої ефективності торгівлі та максимізації прибутків. Це включає використання алгоритмів, які враховують не тільки історію торгів, а й зовнішні фактори – політичні новини, економічні дані – елементи фундаментального аналізу, що можуть вплинути на ринок. Таким чином, використання адаптивних систем на криптовалютному ринку, дозволить трейдерам самостійно налаштовуватися під нові умови, та поєднувати елементи технічної і фундаментальної бази даних.

Багато сучасних фінансових установ та трейдерів починають використовувати методи машинного навчання для прогнозування тривалих ринкових трендів. Наприклад, аналіз настроїв у соціальних медіа за допомогою алгоритмів обробки природної мови (NLP) може вплинути на розуміння того, як наслідки конкретних подій, таких як випуск нових токенів або регуляторні зміни, на які реагує ринок.

У найближчі роки ми можемо очікувати подальшого розвитку гнучких фінансових інструментів, заснованих на ШІ. Інвестиції у сферу фінансових технологій (FinTech) зростають, тому попит на рішення, які забезпечують адаптивність і швидкість реакції на ринкові зміни, тільки збільшуватиметься. Використання блокчейн-технологій у поєднанні з алгоритмами ШІ дозволить створити нові рішення, які будуть мати вищий рівень безпеки та прозорості.

Прикладом використання ШІ в системі алгоритмічної торгівлі є один з провідних хедж-фондів Two Sigma, який використовує автоматизовані торгові системи засновані на великих даних і машинному навчанні. Компанія аналізує місячні та річні дані ринків для виявлення шаблонів, які могли б допомогти приймати обґрунтовані торгові рішення. Завдяки ШІ, Two Sigma змогла досягти значних результатів в оптимізації своїх торгових стратегій [18].

Такі платформи як CryptoHedge, CoinPredictor і Numerai використовують нейронні мережі для аналізу ринкових умов і прогнозування руху цін на криптовалюту, а також модель краудсорсингу для алгоритмічної торгівлі, аналізуючи прогнози різних аналітиків за допомогою ШІ. CryptoHedge має спеціальні моделі для визначення оптимальних точок входу та виходу з ринкових позицій, що дозволяє зменшити ризики, а Numerai створює стратегії для своїх інвестицій у хедж-фонди, спільно використовуючи дані, які базуються на машинах навчання [19, 20, 21].

Окремі компанії, зокрема Chainalysis, Elliptic використовують алгоритми ШІ для ідентифікації підозрілих фінансових транзакцій. Вони розробляють моделі, які аналізують великі масиви даних та виявляють закономірності, які можуть свідчити про шахрайство, моніторять адреси та транзакції для виявлення аномалій, що дозволяє потенційним інвесторам і регуляторам приймати обґрунтовані рішення [22, 23].

Незважаючи на перспективи впровадження новітніх цифрових інструментів на даному сегменті ринку, компанії також стикаються з рядом викликів під час інтеграції ШІ у свої бізнес-процеси.

1. Штучний інтелект залежить від великих обсягів даних, які мають відповідати якісним ознакам, так як, неповні чи недостовірні дані можуть призвести до хибних прогнозів.

2. Інтеграцію нових технологій ускладнює відсутність визначеності в регулятивному полі.

3. Технічні труднощі впровадження ШІ в існуючі бізнес-процеси, що потребуватиме додаткових затрат часу на навчання персоналу та налаштування систем.

До явних переваг використання аналізу Великих даних та машинного навчання є можливість для компаній зрозуміти потреби своїх клієнтів і адаптувати свої продукти та послуги під їх запити. Для цього таким компаніям потрібно зосередити увагу на перспективних напрямках, що сприятимуть впровадженню технологій:

1. Партнерство з науковими установами – співпраця з університетами та науковими центрами для розробки та впровадження нових технологій.

2. Інвестиції в навчання персоналу, що стосується специфіки використання ШІ, можуть забезпечити більшу ефективність імплементації та приймання нових рішень.

3. Створення та розширення тестових середовищ з метою перевірки нових рішень на базі ШІ, перед їх впровадженням, що запобігатиме докорінній перебудові та змінам у бізнес-моделях.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Дослідження показало, що гнучкість штучного інтелекту є ключовим фактором економічної ефективності цифровізації обробки великих даних на ринку криптовалют. Застосування ШІ дозволяє інтегрувати різноманітні джерела даних, включаючи ринкові показники, обсяги торгів, соціальні сигнали та блокчейн-транзакції, та автоматично виявляти приховані закономірності, що підвищує точність прогнозування цін і оптимізує алгоритмічні торгові стратегії. У моделі прогнозування ціни криптовалюти, що використовує обернено-пропорційні залежності та індекс настроїв, продемонстровано практичну можливість врахування впливу як соціальних, так і ринкових факторів на формування ціни активу.

Аналіз провідних платформ та компаній, таких як Two Sigma, CryptoHedge, Numerai, Chainalysis та Elliptic, підтверджує, що поєднання машинного навчання, нейронних мереж, краудсорсингу та AI-аналітики забезпечує суттєву конкурентну перевагу та сприяє підвищенню ефективності управління ризиками на крипторинку. Використання адаптивних моделей і алгоритмів для виявлення аномалій, оптимальних точок входу та виходу з позицій дозволяє мінімізувати фінансові втрати та підвищити стабільність портфелів інвесторів.



Перспективи подальших досліджень включають розвиток більш комплексних та адаптивних моделей AI, здатних працювати з багатовимірними потоками даних у реальному часі, а також інтеграцію багатокритеріальних показників соціального настрою, економічних індикаторів та блокчейн-аналітики для підвищення точності прогнозів. Важливим напрямом є застосування explainable AI, що дозволяє інвесторам та регуляторним органам розуміти логіку прийнятих алгоритмічних рішень. Додатково перспективним є дослідження впливу масштабування обсягів даних та появи нових типів цифрових активів на ефективність моделей, а також розробка гібридних систем, що поєднують класичні економетричні моделі з алгоритмами машинного навчання для підвищення стійкості прогнозів у нестабільних ринкових умовах.

Таким чином, економічна ефективність впровадження гнучкого штучного інтелекту у цифровізацію обробки великих даних на ринку криптовалют є перспективним напрямом, який здатний підвищити точність прогнозів, оптимізувати торгові стратегії, зменшити ризики та забезпечити фундамент для подальших досліджень у галузі фінансової аналітики та технологій блокчейн.

Проте компаніям потрібно вдосконалювати свої системи, адаптуватися до нових умов і враховувати виклики, пов'язані з інтеграцією ШІ, щоб отримати максимальну вигоду від цих технологій. З правильною стратегією та підходом фінансові корпорації і бізнес може зайняти лідерські позиції у швидко змінюваному світі криптовалют.

Список використаних джерел

1. Бречко О.В. Розвиток DeFi та Web3 в умовах цифрової трансформації. *Економічний дискурс*. № 3-4. 2023. С. 95-109. DOI: <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2023-2-1>
2. Derbentsev V., Matviychuk A., Soloviev V. Forecasting of Cryptocurrency Prices Using Machine Learning. In L. Pichl, C. Eom, E. Scalas, T. Kaizoji (Eds.), *Advanced Studies of Financial Technologies and Cryptocurrency Markets*. Springer Singapore. 2020. P. 211–231. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-15-4498-9_12
3. Kleban Y., Stasiuk T. Crypto Currency Price Forecast: Neural Network Perspectives. *Visnyk of the National Bank of Ukraine*. 2022. № 254. P. 29-42. DOI: <https://doi.org/10.26531/vnbu2022.254.03>
4. Nikolenko D. Machine learning and decision making. *Accounting and Finance Research*. 2021. № 10 (3). P. 1–12. DOI: <https://doi.org/10.5430/afr.v10n3p1>
5. Кучковський В. В. Інформаційна технологія блокчейн для опрацювання великих даних: дис. ... канд. техн. наук : 05.13.06 / Нац. ун-т «Львівська політехніка». Львів, 2022. 198 с.
6. Данилов В., Олійник Б. Прогнозування цін біржових акцій нейронними мережами. *InterConf Grafiati*. 2022. №14 (113). С. 479-485. DOI: <http://dx.doi.org/10.51582/interconf.19-20.06.2022.051>
7. Дідик А. М., Нечай О. Р. Порівняльний аналіз становлення та розвитку криптовалют у світі: уроки для України. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2024. № 3. С. 112–118.
8. Глущенко О. В., Швайко М. Л., Хмельков А. В., Данилкіна О. І. Сучасні тенденції на ринку криптовалют в Україні. *Збірник наукових праць Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. 2023. № 18. С. 59–65.
9. Нечай О., ред. Поняття, види та перспективи використання криптовалюти в Україні. *Modelling the Development of Economic Systems*. 2024. № 2. С. 23–29.



10. Wu J., Zhang X., Huang F., Zhou H., Chandra R. Review of deep learning models for crypto price prediction: implementation and evaluation. *ArXiv* abs/2405.11431. 2024. DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.11431>
11. Song X., Deng L., Wang H. *et al.* Deep learning-based time series forecasting. *Artif Intell Rev.* 2025. № 58, 23. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10989-8>
12. Guo Q., Lei S., Ye Q., Fang Z. MRC-LSTM: A Hybrid Approach of Multi-scale Residual CNN and LSTM to Predict Bitcoin Price. 2021. URL: <https://arxiv.org/abs/2105.00707> (дата звернення 08.08.2025).
13. Cohen G., Aiche A. Predicting the Bitcoin's price using AI. *Frontiers in artificial intelligence.* 2025. № 8, 1519805. DOI: <https://doi.org/10.3389/frai.2025.1519805>
14. CoinMarketCap. Cryptocurrency Market Capitalizations. URL: <https://coinmarketcap.com>
15. McKinsey & Company. The state of AI: How organizations are rewiring to capture value. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> (дата звернення 01.09.2025).
16. McKinsey & Company. The state of AI in early 2024: Gen AI adoption spikes and starts to generate value. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-2024> (дата звернення 02.09.2025).
17. McKinsey & Company. The next innovation revolution-powered by AI. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-pow> (дата звернення 01.09.2025).
18. Two Sigma Investments. Використання штучного інтелекту та машинного навчання в алгоритмічній торгівлі. URL: <https://www.twosigma.com/> (дата звернення 01.09.2025).
19. CryptoHedge. Платформа для прогнозування цін на криптовалюти за допомогою нейронних мереж. URL: <https://www.cryptohopper.com> (дата звернення 05.09.2025).
20. CoinPredictor. Сервіс прогнозування та аналізу ринку криптовалют з використанням штучного інтелекту. URL: <https://coinpredictor.live/> (дата звернення 02.09.2025).
21. Numerai. Хедж-фонд, що використовує штучний інтелект та краудсорсинг для алгоритмічної торгівлі. URL: <https://www.numer.ai/> (дата звернення 03.09.2025).
22. Chainalysis. Платформа для аналізу блокчейн-даних та розслідувань фінансових злочинів. URL: <https://www.chainalysis.com/> (дата звернення 01.09.2025).
23. Elliptic. Рішення для аналізу блокчейн-даних та забезпечення відповідності у криптовалютних транзакціях. URL: <https://www.elliptic.co/> (дата звернення 28.08.2025).

References

1. Brechko, O. V. (2023). Development of DeFi and Web3 in the context of digital transformation. *Ekonomichnyi diskurs*, (3–4), 95–109. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2023-2-1> [in Ukrainian]
2. Derbentsev, V., Matviychuk, A., & Solovyov, V. (2020). Cryptocurrency price forecasting using machine learning. In L. Pikhl, K. Eom, E. Skalas, & T. Kaydzodzi (Eds.), *Advanced research in financial technologies and cryptocurrency markets* (pp. 211–231). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-4498-9_12 [in English]
3. Kleban, Yu., & Stasyuk, T. (2022). Cryptocurrency price forecasting: Prospects of neural networks. *Visnyk Natsionalnoho banku Ukrainy*, 254, 29–42. <https://doi.org/10.26531/vnbu2022.254.03> [in Ukrainian]
4. Nikolenko, D. (2021). Machine learning and decision-making. *Bukhhalterski ta finansovi doslidzhennia*, 10(3), 1–12. <https://doi.org/10.5430/afr.v10n3p1> [in Ukrainian]
5. Kuchkovskiy, V. V. (2022). Blockchain information technologies for big data processing (Candidate's thesis). National University "Lviv Polytechnic", Lviv, Ukraine. [in Ukrainian]
6. Danilov, V., & Oliynyk, B. (2022). Forecasting stock prices using neural networks. *InterConf Grafiati*, 14(113), 479–485. <http://dx.doi.org/10.51582/interconf.19-20.06.2022.051> [in Ukrainian]



7. Didyk, A. M., & Nechay, O. R. (2024). Comparative analysis of the formation and development of cryptocurrencies in the world: Lessons for Ukraine. *Visnyk Skhidnoukrainskoho natsionalnoho universytetu imeni Volodymyra Dalya*, (3), 112–118. [in Ukrainian]
8. Hlushchenko, O. V., Shvayko, M. L., Khmelkov, A. V., & Danylkyna, O. I. (2023). Modern trends in the cryptocurrency market in Ukraine. *Zbirnyk naukovykh prats Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina*, (18), 59–65. [in Ukrainian]
9. Nechay, O. (Ed.). (2024). Concepts, types and prospects of cryptocurrency use in Ukraine. *Modeliuvannia rozvytku ekonomichnykh system*, (2), 23–29. [in Ukrainian]
10. Wu, J., Zhang, X., Huang, F., Zhou, H., & Chandra, R. (2024). Review of deep learning models for crypto price prediction: implementation and evaluation. *ArXiv*, abs/2405.11431. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2405.11431>
11. Sonh, K. H., Den, L., Van, K. H., et al. (2025). Deep learning-based time series forecasting. *Artificial Intelligence Review*, 58, 23. <https://doi.org/10.1007/s10462-024-10989-8> [in English]
12. Guo, Q., Lei, S., Ye, Q., & Fang Z. (2021). MRC-LSTM: Hibrydnyy pidkhid bahatomasshtabnoyi zalyshkovoyi CNN ta LSTM dlya prohnouzuvannya tsyny Bitcoin. <https://arxiv.org/abs/2105.00707> (2021) [in English]
13. Cohen, G., & Aiche, A. (2025). Predicting the Bitcoin's price using AI. *Frontiers in artificial intelligence*, 8, 1519805. <https://doi.org/10.3389/frai.2025.1519805>
14. CoinMarketCap. (n.d.). Cryptocurrency market capitalization. <https://coinmarketcap.com> [in English]
15. McKinsey & Company. (n.d.). The state of AI: How organizations are transforming to capture value. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai> [in English]
16. McKinsey & Company. (2024). The state of AI in early 2024: Next-generation AI adoption is accelerating and beginning to generate value. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-state-of-ai-2024> [in English]
17. McKinsey & Company. (n.d.). The next innovation revolution - enabled by AI. <https://www.mckinsey.com/capabilities/quantumblack/our-insights/the-next-innovation-revolution-pow> [in English]
18. Two Sigma Investments. (n.d.). Using artificial intelligence and machine learning in algorithmic trading. <https://www.twosigma.com/> [in English]
19. CryptoHedge. (n.d.). A platform for cryptocurrency price forecasting using neural networks. <https://www.cryptohopper.com> [in English]
20. CoinPredictor. (n.d.). A service for forecasting and analyzing the cryptocurrency market using artificial intelligence. <https://coinpredictor.live/> [in English]
21. Numerai. (n.d.). A hedge fund using artificial intelligence and crowdsourcing for algorithmic trading. <https://www.numer.ai/> [in English]
22. Chainalysis. (n.d.). A platform for blockchain data analysis and financial crime investigation. <https://www.chainalysis.com/> [in English]
23. Elliptic. (n.d.). Blockchain analytics and compliance solutions for cryptocurrency transactions. <https://www.elliptic.co/> [in English]

<i>Отримано:</i>	13.09.2025	<i>Beérkezett:</i>	2025.09.13	<i>Received:</i>	13.09.2025
<i>Прийнято до друку:</i>	25.11.2025	<i>Elfogadva:</i>	2025.11.25	<i>Accepted:</i>	25.11.2025
<i>Опубліковано:</i>	17.12.2025	<i>Megjelent:</i>	2025.12.17	<i>Published:</i>	17.12.2025