DOI: http://doi.org/10.31617/1.2026(169)08
УДК 336.76:[339.137:004.75=111

ТЕЛЬНОВА Ганна
https://orcid.org/0000-0002-5724-7229
д. е. н., доцент, старший аналітик
ТОВ "Компанія "Про-Консалтінг"
пров. Лабораторний, 1, секція 3 та 4,
м. Київ, 01133, Україна
anntelnova2@gmail.com

КРИПТОРИНОК ЯК АСИМЕТРИЧНА ДУОПОЛІЯ: КОМПЛЕМЕНТАРНІСТЬ І КОНКУРЕНЦІЯ МІЖ *BITCOIN* І *ETHEREUM*

Попри широкий масив досліджень із прогнозування цін й оцінки волатильності криптоактивів, питання характеру ринкової взаємодії між Bitcoin і Ethereum в термінах теорії ринкової організації залишається практично недослідженим. Проаналізовано верифікацію гіпотези про існування асиметричної дуопольної структури між Bitcoin і Ethereum. Висунуто три гіпотези: цінового лідерства Bitcoin (H1), кількісної рівноваги Курно (H2) та часткової комплементарності активів (H3). Методологічну основу дослідження становлять кореляційний аналіз логарифмічних рядів цін і доходностей, аналіз ринкових часток за ціновою та торговою метриками, а також регресійне оцінювання трьох моделей Бертрана і моделі Курно з лаговою часткою BTC. Емпіричною базою стали щоденні дані Yahoo Finance за 2017–2026 рр., агреговані до місячних середніх. Результати підтверджують гіпотезу цінового лідерства (H1), асиметрія у 0.402 кількісно підтверджує домінування Bitcoin. Гіпотезу Курно (H2) у класичному формулюванні відхилено і констатовано механізм ротації капіталу від BTC до ETH з місячним лагом. Гіпотеза комплементарності (H3) підтверджена за обома аналітичними блоками. Зроблено висновок, що крипторинок функціонує як асиметрична дуополія, де цінова конкуренція реалізується за моделлю Бертрана з лідером Bitcoin, а на рівні ринкових часток домінує комплементарний попит.

TELNOVA Hanna
https://orcid.org/0000-0002-5724-7229
Doctor of Science (Economics), Associate Professor,
Senior Analyst, Pro-Consulting LLC
1, Laboratornyi Provulok (Sect. 3 and 4),
Kyiv, 01133, Ukraine
anntelnova2@gmail.com

CRYPTOCURRENCY MARKET AS AN ASYMMETRIC DUOPOLY: COMPLEMENTARITY AND COMPETITION BETWEEN BITCOIN AND ETHEREUM

Despite an extensive body of research on cryptocurrency price forecasting and volatility assessment, the nature of market interaction between Bitcoin and Ethereum in terms of market organization theory remains largely unexplored. The article is devoted to verifying the hypothesis of an asymmetric duopoly structure between Bitcoin and Ethereum. Three hypotheses are proposed: Bitcoin price leadership (H1), Cournot quantity equilibrium (H2), and partial asset complementarity (H3). The methodological framework comprises correlation analysis of logarithmic price levels and returns, market share analysis using both price-based and volume-based metrics, and regression estimation of three Bertrand models and a Cournot model with lagged BTC market share. The empirical base consists of daily Yahoo Finance data for 2017–2026, aggregated to monthly averages. The results confirm the price leadership hypothesis (H1); the asymmetry of 0.402 quantitatively confirms Bitcoin's dominance. The Cournot hypothesis (H2) in its classical formulation is rejected, and a capital rotation mechanism from BTC to ETH with a one-month lag is established. The complementarity hypothesis (H3) is confirmed by both analytical blocks. It is concluded that the cryptocurrency market operates as an asymmetric duopoly in which price competition follows the Bertrand model with Bitcoin as the leader, while complementary demand dominates at the level of market shares.

Copyright © 2026. Автор(и). Це стаття відкритого доступу, яка розповсюджується на умовах ліцензії Creative Commons Attribution License 4.0. International License (CC-BY)

Ключові слова: *Bitcoin*, *Ethereum*, дуополія, модель Бертрана, модель Курно, цінове лідерство, ринкові частки, комплементарність, криптовалютний ринок.

Keywords: Bitcoin, Ethereum, duopoly, Bertrand model, Cournot model, price leadership, market shares, complementarity, cryptocurrency market.

JEL Classification: G10, L13, C58.

Вступ

Криптовалютний ринок є одним із найбільш динамічних і аналітично недостатньо вивчених сегментів сучасної цифрової економіки. Суттєва частина глобальної крипторинкової капіталізації стабільно концентрується у двох активах – *Bitcoin* (*BTC*) і *Ethereum* (*ETH*), що формує дуопольну структуру, нехарактерну для традиційних фінансових ринків. При цьому дихотомія між конкуренцією і комплементарністю *Bitcoin* і *Ethereum* не описується стандартною моделлю дуополії у класичному розумінні з трьох причин.

По-перше, хоча ці цифрові активи конкурують за інвестиційний попит, активи задовольняють якісно різні інвестиційні функції: збереження вартості (*Bitcoin* переважно позиціонується як цифровий метод заощаджень та інструмент хеджування) і програмована інфраструктура (*Ethereum* є базовою інфраструктурою для децентралізованих фінансів, смарт-контрактів і токеномік), що виключає чисту субституцію.

По-друге, пропозиція обох активів визначається алгоритмічно, а не стратегічними рішеннями гравців, що усуває ключовий механізм кількісної конкуренції Курно, коли кожен гравець свідомо обирає обсяг випуску, реагуючи на рішення конкурента. У *Bitcoin* і *Ethereum* пропозиція алгоритмічно детермінована: емісія *Bitcoin* вказана протоколом (халвінг кожні чотири роки з визначеним лімітом), а емісія *Ethereum* підтверджена механізмом *Proof-of-Stake* і спалюванням через *EIP*-1559. Жоден із гравців не приймає стратегічних рішень про обсяг, а протоколи роблять це автоматично. Актуальність дослідження посилюється поточними структурними зрушеннями на ринку: переходом *Ethereum* на механізм *Proof-of-Stake* у 2022 р., активним зростанням з 2021 р. ринку *Layer*-2 рішень, що збільшує комплементарність між активами. З іншого боку, схвалення *Bitcoin ETF* у 2024 р. є структурним розривом, що підсилює асиметрію дуополії, оскільки *Bitcoin* набув ознак самостійного інституційного класу активів, що відповідає концепції "цифрового резерву вартості" і поглиблює функціональну диференціацію з *Ethereum* (*Li et al*., 2026). Ці події змінюють параметри дуополії та роблять кількісну оцінку ринкових характеристик обох цифрових активів своєчасною й необхідною.

По-третє, емпіричні дані (*Yahoo Finance, n. d.*) фіксують синхронне, а не конкурентне зростання ринкових часток, що суперечить логіці взаємного витіснення.

Тому аналіз *BTC* і ETH потребує адаптованої версії дуопольної моделі, де функціональна диференціація замінює продуктову. Отже, дихотомія між конкуренцією і комплементарністю *Bitcoin* і *Ethereum* потребує формування та застосування адаптованих теоретико-методичних положень.

Звертаючись до сучасних наукових праць, можна констатувати, що більшість з них зосереджена на прогнозуванні цін або оцінці волатильності окремих активів, тоді як питання структури ринку та характеру взаємодії між провідними криптоактивами залишається практично недослідженим.

Так, у сучасній науковій літературі криптовалюти розглядаються як багатовимірне явище, що поєднує фінансові, технологічні та інституційні аспекти. Тести на коінтеграцію Йохансена в дослідженні *Saka Ilgın* (2024) показують відсутність коінтеграції між *BTC*/*ETH* і традиційними класами активів. Тест причинності Грейнджера виявив однонаправлені причинно-наслідкові зв'язки від цін *Bitcoin* і *Ethereum* до індексу товарів *Dow Jones*, особливо після 2021–2022 рр. Краус і Росохацька (2022) підкреслюють спекулятивність криптовалют, але водночас визнають їх потенціал як альтернативний актив з властивостями збереження вартості.

Мазаракі та Волосович (2022) зосереджуються на інституційних і технологічних аспектах майнінгу, акцентуючи на його трансформації під впливом енергетичних, регуляторних і геополітичних факторів, що визначають економічну доцільність та стійкість криптоіндустрії. Мельник і Клим (2022) досліджують криптовалюти у контексті кібербезпеки, вказуючи на їх подвійний характер: як інструмент підвищення безпеки транзакцій і водночас як засіб для кіберзлочинності, що створює нові виклики для державної політики. Водночас Фоміна та Семенова (2022) аналізують проблеми бухгалтерського обліку криптоактивів, підкреслюючи відсутність уніфікованих стандартів у Європейському Союзі та Україні, а також необхідність адаптації облікових підходів до специфіки цифрових активів.

Крім того, сучасні дослідження присвячені застосуванню методів машинного навчання для аналізу криптовалютного ринку. Питання джерел та якості вхідних даних для моделей прогнозування систематизує Сітайло (2024), розрізняючи три категорії аналізу (технічний, фундаментальний і соціально-економічний) та описуючи практичні методи збору даних з криптобірж, блокчейнів і соціальних мереж. Увагу приділено гібридним архітектурам штучного інтелекту та нейронним мережам (Добролюбова та ін., 2025; Козенкова & Мовсесянц, 2025), комбінації *WGAN* для генерації синтетичних часових

рядів (Бабич, 2025). Чижевська та ін. (2025) застосовують модель *FNN* для середньострокового прогнозування ціни *Bitcoin* і показують, що інтеграція технічних індикаторів (*SMA*, *RSI*, *MACD*) суттєво підвищує точність прогнозів.

Паралельно розвивається напрям аналізу причинно-наслідкових зв'язків між подіями на крипторинку. Троян (2024) досліджує внутрішню динаміку ринку впродовж 2017–2024 рр., застосовуючи тести причинності Грейнджера, і виявляє, що платформні токени є найбільш впливовою категорією, а сам ринок характеризується швидким поширенням цінових імпульсів між активами.

Iyer та *Popescu* (2023) досліджують передачу доходності і волатильності між криптоактивами та глобальними фінансовими ринками у 2014–2022 рр. і підтверджують асиметричну структуру передачі цінових сигналів. Однак *ETH* і *BTC* розглядаються авторами симетрично, не виявляючи ієрархії між ними.

Korkusuz (2025) доходить висновків, що *Ethereum* виступає найвпливовішим рушієм волатильності, що відображає ключову роль криптоактиву у *DeFi* та децентралізованих фінансах. Водночас *Joshi* (2025) стверджує, що у волатильному режимі *BTC* стабільно виступає основним джерелом шоків, тоді як *ETH* є вторинним провідником, а *XMR* є переважно реципієнтом. Тест причинності Грейнджера виявляє більш стійкі та статистично значимі причинно-наслідкові зв'язки у стабільному режимі.

Напрям порівняльного аналізу інвестиційних активів представлений у статті Гуцул (2025), яка досліджує динаміку трансформації інвестиційних пріоритетів між золотом і криптовалютами і фіксує, що *Bitcoin* поступово перебирає на себе функцію "цифрового резерву вартості", тоді як традиційні активи зберігають роль стабілізатора портфеля. Полянський та Литвиненко (2025) оцінюють ефективність контртрендової стратегії торгівлі *BTC* і *ETH* і показують, що *BTC* демонструє значно вищу стабільність порівняно з *ETH*, що побічно свідчить про різну природу ринкової поведінки двох активів та підтверджує їх функціональну диференціацію.

Зазначені праці розглядають *Bitcoin* і *Ethereum* як окремі активи або як елементи диверсифікованого портфеля, але жодна з них не досліджує ці два активи як структурну пару учасників стійкої ринкової дуополії з власною логікою цінового лідерства та розподілу ринкових часток. Між тим, саме така постановка питання відповідає реальності: упродовж 2017–2026 рр. *BTC* і *ETH* разом стабільно утримують домінуючі позиції в структурі капіталізації цифрових активів, формуючи ринкову конфігурацію. Таким чином, наукова проблема полягає у відсутності теоретично обґрунтованого та емпірично верифікованого опису структури взаємодії між *Bitcoin* і *Ethereum* у термінах ринкової

організації. Заповнення цієї прогалини потребує адаптації мікроекономічних моделей дуополії до специфіки криптовалютного ринку та перевірки характеру конкурентних відносин між двома провідними цифровими активами.

Метою статті є верифікація гіпотези про існування асиметричної дуопольної структури між *Bitcoin* і *Ethereum* шляхом емпіричної перевірки імплікацій моделей цінової конкуренції Бертрана та кількісної конкуренції Курно. Відповідно до мети дослідження сформульовано такі гіпотези:

гіпотеза цінового лідерства (*H*1) передбачає, що *Bitcoin* є ціновим лідером у дуополії, і цінові зміни *BTC* передаються на *ETH* асиметрично, що свідчить про ієрархічну структуру цінового лідерства;

гіпотеза кількісної рівноваги (*H*2) виходить з припущення, що частки ринку *Bitcoin* і *Ethereum* формують стійку рівновагу Курно, тобто збільшення ринкової частки *BTC* статистично значимо та зворотно пов'язане зі зміною частки *ETH* у подальшому періоді;

гіпотеза комплементарності (*H*3) припускає, що спільні ринкові фактори домінують над ефектом субституції, що проявляється у позитивній кореляції доходностей і свідчить про часткову комплементарність активів у портфельному попиті.

Джерелом є щоденні ціни закриття та обсяги торгів *Bitcoin* (*BTC–USD*) і *Ethereum* (*ETH–USD*) за період з 1 січня 2017 р. по 20 березня 2026 р. (*Yahoo Finance, n. d.*). Для порівняльного аналізу ціни агреговано до місячних середніх і приведено до єдиної бази (індекс = 100 на початку 2017 р.). Також для коректного представлення мультиплікативного зростання цін цифрових активів та нівелювання нестаціонарного розподілу часових рядів цін застосовано їх логарифмування.

Для розмежування короткострокової синхронності руху цін та довгострокової коінтеграції використано кореляційний аналіз у двох напрямах: кореляція логарифмів рівнів цін та кореляція перших різниць логарифмів (лог-доходності).

Подальший аналіз ринкових часток цифрових активів проводиться також за двома напрямами: ціновою часткою та часткою в обсягах торгів. Порівняння цих індикаторів та аналіз різниці між частками дозволяє виявити розбіжності між ціновою та торговою домінацією й перевірити стабільність дуопольної структури протягом останніх років.

З огляду на специфіку криптоактивів, де пропозиція визначається алгоритмічно, а попит формується рефлексивними очікуваннями, граничні витрати для кінцевого інвестора фактично відсутні. За цих умов емпірична перевірка імплікацій моделей Бертрана і Курно для *BTC* і *ETH* дозволяє оцінити, чи може криптовалютний ринок бути інтерпретований у термінах класичної дуополії, або ж окреслити межі застосовності таких моделей.

Для перевірки імплікацій моделі Бертрана будуються три регресійні моделі в логарифмічних перших різницях:

модель рівнів:

$$ln(ETHt) = \alpha + \beta \cdot ln(BTCt) + \varepsilon t, \quad (1)$$

еластичність ETH від BTC:

$$\Delta ln(ETHt) = \alpha + \beta_1 \cdot \Delta ln(BTCt) + \varepsilon t, \quad (2)$$

еластичність BTC від ETH:

$$\Delta ln(BTCt) = \alpha + \beta_2 \cdot \Delta ln(ETHt) + \varepsilon t. \quad (3)$$

Асиметрія коефіцієнтів β_1 і β_2 є ключовим тестом на цінове лідерство.

Для перевірки імплікацій моделі Курно будується регресія зміни ринкової частки *ETH* на лаговане значення частки *BTC*:

$$\Delta s_{ETH,t} = \alpha + \beta \cdot s_{BTC,t-1} + \varepsilon t. \quad (4)$$

Статистично значиме значення коефіцієнта β можна інтерпретувати як підтвердження рівноважної динаміки Курно. Оцінювання здійснюється методом *feols* із пакету *fixest* програмного забезпечення *R*.

Таким чином, емпіричне дослідження побудовано як послідовність взаємопов'язаних аналітичних блоків, що відображають логіку перевірки висунутих гіпотез щодо дуопольної структури криптовалютного ринку. У першому розділі здійснено аналіз динаміки цінових рядів *Bitcoin* і *Ethereum*, включаючи їх трансформацію (логарифмування, агрегування) та оцінку синхронності рухів через кореляційний аналіз у рівнях і доходностях, що дозволяє розмежувати коротко- та довгострокові взаємозв'язки. Другий розділ спрямований на аналіз ринкових часток *BTC* і *ETH* як у ціновому, так і в торговому вимірі, що дозволяє оцінити структуру домінування та її стабільність у часі. Третій розділ досліджує цінове лідерство в межах моделі Бертрана шляхом побудови регресій у логарифмічних приростах і порівняння коефіцієнтів чутливості, що дає змогу виявити асиметрію передавання цінових імпульсів між активами. Четвертий розділ присвячений перевірці імплікацій моделі Курно через оцінювання динамічної залежності між частками ринку, що дає змогу інтерпретувати взаємодію цифрових активів у термінах кількісної конкуренції. У сукупності ці етапи дослідження формують цілісну емпіричну рамку, яка дозволяє не лише перевірити гіпотези щодо характеру взаємодії *Bitcoin* і *Ethereum*, а й оцінити застосовність класичних моделей олігополістичної конкуренції до криптовалютного ринку.

1. Кореляційний аналіз логарифмічних рядів цін *Bitcoin* і *Ethereum*

Проведений кореляційний аналіз логарифмічних рядів цін *Bitcoin* і *Ethereum* виявив два різних рівні взаємозалежності.

Кореляція *log*-рівнів дозволила констатувати довгострокову спільну тенденцію двох активів: *Bitcoin* і *Ethereum* переживали синхронні цикли зростання та падіння впродовж усього досліджуваного періоду 2017–2026 рр. (*рис. 1*). Високе значення коефіцієнта кореляції (r = 0.922), свідчить про наявність спільного трендового компонента, який може бути зумовлений єдиними макроекономічними та ринковими факторами попиту. Водночас така кореляція може бути частково обумовлена нестаціонарністю рядів і відображати спільний тренд, а не прямий структурний зв'язок між активами.

Кореляція *log*-доходностей є значно більш інформативним показником, оскільки перші різниці логарифмів позбавлені трендової складової та наближені до стаціонарних. Значення r = 0.795 вказує на сильну, але не повну синхронність короткострокових (щоденних) цінових рухів. Це означає, що значна частина варіації доходностей *Ethereum* пов'язана з динамікою *Bitcoin* ($R^2 \approx 0.632$), тоді як решта є специфічними для *Ethereum* факторами: оновленнями протоколу, динамікою *DeFi*-ринку, активністю смарт-контрактів тощо.

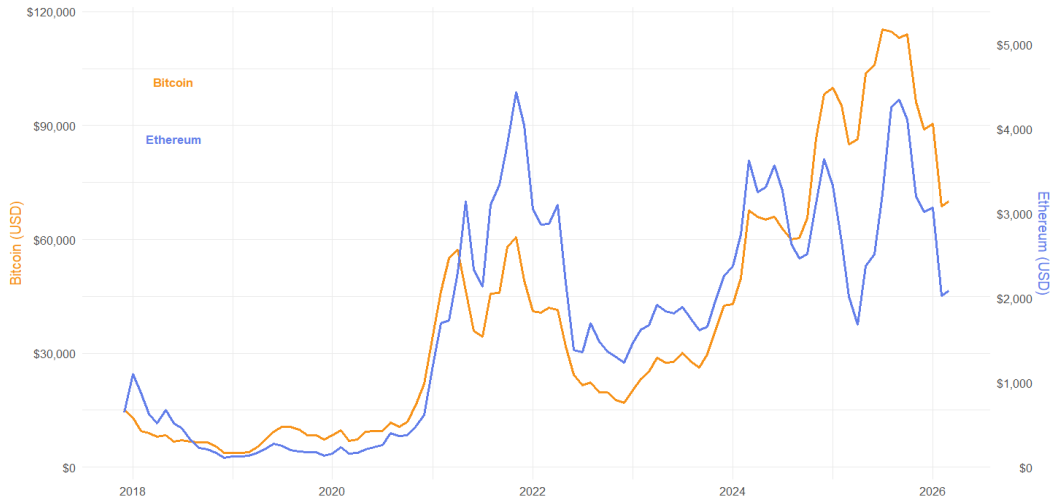


Рис. 1. Синхронний рух цін *Bitcoin* і *Ethereum* у 2017–2026 рр.

Джерело: побудовано автором у середовищі *R* на основі даних *Yahoo Finance* (*n. d.*).

Розрив між значеннями кореляції у рівнях (0.922) та доходностях (0.795) відображає наявність спільного довгострокового тренду за одночасного збереження короткострокової автономії динаміки. Це підтверджує гіпотезу про часткову комплементарність (*H*3), оскільки криптоактиви функціонують як елементи одного класу активів у

довгостроковій перспективі, але не є досконалими субститутами у короткостроковій динаміці.

З позицій дуопольної структури ринку отримане значення кореляції *log*-доходностей є сумісним із різними механізмами взаємодії, включаючи як цінове лідерство (модель Бертрана), так і реакцію на зміну ринкових позицій (модель Курно). Водночас кореляційний аналіз не дозволяє ідентифікувати причинно-наслідкові зв'язки, що обумовлює необхідність подальшого регресійного аналізу для розмежування цих ефектів.

2. Аналіз ринкових часток *Bitcoin* і *Ethereum*

Розраховані річні середні частки (*табл. 1*) демонструють ключову структурну характеристику досліджуваної дуополії, а саме її глибоку та стійку асиметрію, яка не послаблювалась упродовж останніх дев'яти років спостережень. Слід зазначити, що розраховані частки відображають відносне співвідношення між *BTC* і *ETH* у межах двоактивної системи, що є свідомим вибором у логіці двогравцевої моделі, однак обмежує екстраполяцію результатів на ширший крипторинок.

Таблиця 1

Динаміка ринкових часток *Bitcoin* і *Ethereum*

Рік	Цінова частка *Bitcoin*	Цінова частка *Ethereum*	Частка торгівлі *Bitcoin*	Частка торгівлі *Ethereum*	Розрив цінової і торгової частки *BTC*
2017	0.958	0.042	0.827	0.173	0.131
2018	0.945	0.055	0.728	0.272	0.217
2019	0.974	0.026	0.698	0.302	0.276
2020	0.974	0.026	0.698	0.302	0.276
2021	0.945	0.055	0.629	0.371	0.316
2022	0.934	0.066	0.667	0.333	0.268
2023	0.941	0.059	0.702	0.298	0.238
2024	0.955	0.045	0.662	0.338	0.293
2025	0.971	0.029	0.654	0.346	0.317
Січень–березень 2026	0.970	0.030	0.645	0.355	0.325

Джерело: розраховано автором у середовищі *R* на основі даних *Yahoo Finance* (2026).

Цінова домінація *Bitcoin* залишається майже незмінною протягом усього періоду: частка *BTC* у сумарній капіталізації двох активів коливається у вузькому діапазоні 0.934–0.974, тоді як частка *Ethereum* ніколи не перевищувала 0.066. Попри те, що *ETH* досяг технологічної зрілості, перейшов на *Proof-of-Stake* та став базовою інфраструктурою *DeFi*-екосистеми, його цінова вага у системі залишається структурно обмеженою. Це свідчить про те, що в ціновому вимірі дуополія є квазімонопольною структурою, а не збалансованою конкуренцією.

Торгова активність демонструє суттєво іншу картину. Частка *ETH* за обсягами торгів зросла з 0.173 у 2017 р. до 0.302–0,371 у 2019–2021 рр. і стабілізувалась на рівні 0.338–0.355 у 2024–2026 рр. Тобто за торговою метрикою *Ethereum* контролює третину двоактивного ринку, що принципово відмінно від його 3–6% цінової частки. Це розходження вказує на те, що *ETH* є значно активнішим торговим інструментом відносно своєї цінової ваги і використовується переважно як ліквідний торговий актив.

Дані *табл. 1* наочно демонструють структурну трансформацію торгової ваги двох активів упродовж 2017–2026 рр. і є одним із ключових аргументів на користь концепції асиметричної дуополії.

Фаза становлення крипторинку (2017–2018 рр.). *Ethereum* входив у дуополію з відносно низькою торговою вагою близько 17–27% сукупного обсягу торгів двох активів. *Bitcoin* домінував як єдиний широко визнаний криптоактив, і більшість ринкової активності концентрувалася саме навколо нього.

Фаза зростання ETH (2019–2021 рр.). Частка *Ethereum* за обсягами торгів стрімко зросла до 30–37%, досягнувши піку у 2021 р. на хвилі буму *DeFi*, *NFT* та загального зростання екосистеми смарт-контрактів. Це єдиний період, коли *ETH* наблизився до третини ринку, що свідчить про формування повноцінного другого полюсу дуополії.

Фаза стабілізації (2022–2026 рр.). Після переходу *Ethereum* на *Proof-of-Stake* та ринкових потрясінь 2022 р. частка *ETH* стабілізувалась у діапазоні 33–36% і більше суттєво не змінювалась. Це свідчить про досягнення структурної рівноваги у торговій активності: дуополія закріпилась у пропорції приблизно 65/35 на користь *Bitcoin*.

З погляду дуопольних моделей, *табл. 1* підтверджує правомірність застосування асиметричної моделі Курно: гравці мають різну ринкову силу, їх частки відносно стабільні в часі, а не конвергують до симетричної рівноваги. Стабільність часток протягом 2019–2026 рр., попри радикальні зміни в технологічному та регуляторному середовищі, сама по собі узгоджується з логікою стійкої рівноваги, що є ключовою передумовою для тестування гіпотези *H*2.

Показник розриву цінової й торгової частки *BTC* зріс з 0.31 у 2017 р. до 0.317–0.325 у 2025–2026 рр., тобто більш ніж удвічі. Це означає, що *Bitcoin* все більше виконує функцію цифрового резерву вартості, тобто активу, який утримують, а не торгують, тоді як *Ethereum* зміщується у бік ліквідного функціонального токена. Така функціональна диференціація є прямим емпіричним свідченням комплементарності між активами: вони не просто конкурують за один і той самий попит, а задовольняють якісно різні потреби інвесторів.

Отже, розбіжність між ціновими та торговими частками є емпіричним підтвердженням функціональної диференціації між активами. *Bitcoin* домінує як актив зберігання вартості, тоді як *Ethereum*

займає значно сильнішу позицію як інструмент обігу та використання. Саме ця диференціація пояснює, чому дуополія залишається одночасно асиметричною та стійкою: кожен актив домінує у власній функціональній ніші, що знижує прямий ефект субституції та підтримує рівновагу.

3. Імплікація моделі Бертрана

Результати оцінювання регресійних моделей (*табл. 2*), що відображають імплікації цінової конкуренції за Бертраном, свідчать про наявність вираженої асиметрії у взаємодії між *Bitcoin* і *Ethereum*.

Таблиця 2

Результати оцінювання моделей цінової взаємодії *Bitcoin* та *Ethereum* (модель Бертрана)

Змінні / показники	Модель рівнів (1)	Еластичність *ETH* від *BTC* (2)	Еластичність *BTC* від *ETH* (3)
Константа	–3.784*** (0.4579)	–0.0045 (0.0149)	0.0120 (0.0114)
ln(*BTC*)	1.063*** (0.0450)		
Δ*ln*(*BTC*)		0.9839*** (0.0859)	
Δ*ln*(*ETH*)			0.5820*** (0.0508)
Кількість спостережень	100	100	100
R^2	0.850	0.573	0.573
Скоригований R^2	0.849	0.568	0.568

Примітка: у дужках наведено стандартні похибки; *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

Джерело: розраховано автором у середовищі *R* на основі даних *Yahoo Finance* (*n. d.*).

Побудована модель рівнів (1) демонструє надзвичайно щільний довгостроковий зв'язок між логарифмами цін двох активів: коефіцієнт при *ln*(*BTC*) становить 1.063 ($p < 0.001$), $R^2 = 0.850$. Це означає, що 1% зростання ціни *Bitcoin* асоційований із 1.063% зростання ціни *Ethereum* у довгостроковій перспективі. Коефіцієнт, що перевищує одиницю, свідчить про те, що *Ethereum* демонструє дещо вищу цінову чутливість до зміни *Bitcoin*, ніж пропорційну, тобто підсилює імпульси лідера. Від'ємна константа (–3 783) відображає структурний рівневий дисконт *ETH* відносно *BTC*, зумовлений різницею абсолютних цін.

Ключові результати отримано в моделях короткострокової динаміки. Еластичності є центральним результатом тестування моделі Бертрана та прямо верифікують гіпотезу *H*1 про асиметричне цінове лідерство.

Еластичність *ETH* від *BTC* становить 0.984 ($SE = 0.086$, $p < 0.001$), тобто зміна місячної *log*-доходності *Bitcoin* на 1% супроводжується зміною доходності *Ethereum* на 0.984% в тому самому напрямі (*рис. 2*). Значення коефіцієнта Δ*ln*(*BTC*), близьке до одиниці, означає, що *ETH*

пропорційно реагує на зміну ціни *BTC*, і це є поведінкою, характерною для ринку, де один гравець є беззаперечним ціновим орієнтиром.

Еластичність *BTC* від *ETH* становить 0.582 (*SE* = 0.051, $p < 0.001$), тобто симетрична динаміка є майже вдвічі слабшою за модель (2) (*рис. 3*). Отже, *Bitcoin* реагує на цінові зміни *Ethereum* лише частково, зберігаючи значну незалежність у формуванні власної ціни.

Значення коефіцієнтів детермінації ($R^2 \approx 0.57$) для обох моделей (2) та (3) у перших різницях свідчать про те, що близько половини варіації короткострокових доходностей пояснюється взаємодією між активами, тоді як інша частина зумовлена ідіосинкратичними факторами. Це узгоджується з попередніми висновками про часткову комплементарність активів: попри сильний взаємозв'язок, *Ethereum* зберігає певну автономію у короткостроковій динаміці.

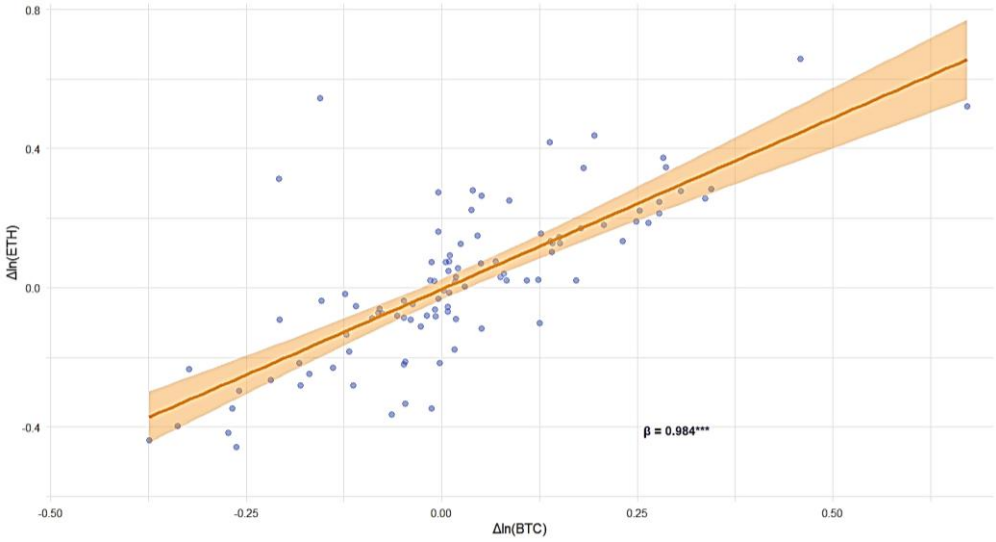


Рис. 2. Модель еластичності *ETH* від *BTC*

Джерело: побудовано автором у середовищі *R* на основі даних *Yahoo Finance* (*n. d.*).

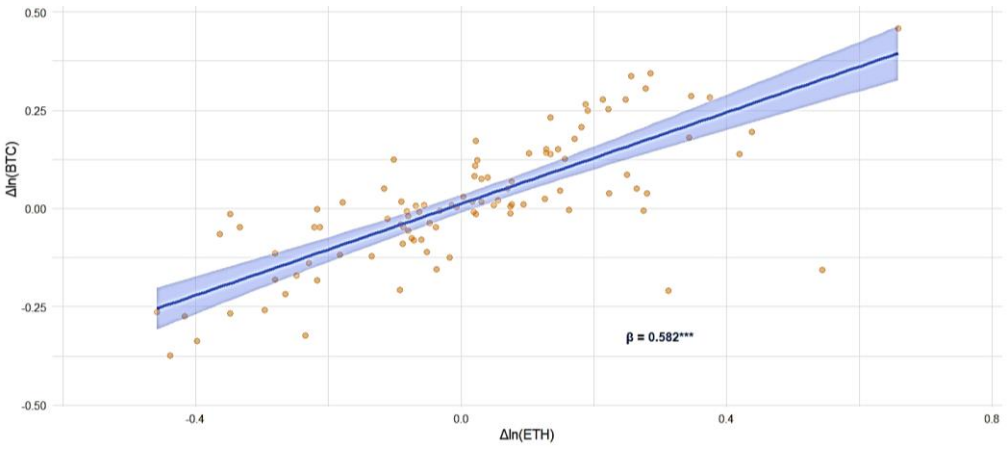


Рис. 3. Модель еластичності *BTC* від *ETH*

Джерело: побудовано автором у середовищі *R* на основі даних *Yahoo Finance* (*n. d.*).

Асиметрія еластичностей (різниця між цими коефіцієнтами становить 0.402) є кількісною оцінкою асиметрії цінового передавання і виступає прямим емпіричним підтвердженням гіпотези цінового лідерства *Bitcoin* (*H*1) у дуополії. Отримані результати означають, що цінові імпульси, сформовані на ринку *Bitcoin*, майже повністю транслюються на *Ethereum*, тоді як зворотний вплив є істотно слабшим. З економічного погляду це відповідає ієрархічній структурі дуополії, в якій *Bitcoin* виконує роль домінуючого гравця (лідера), що задає ринкову динаміку, тоді як *Ethereum* виступає як адаптивний послідовник. Така конфігурація є узгодженою з асиметричною інтерпретацією моделі Бертрана, де один із гравців має вищу ринкову силу і формує цінові очікування інших учасників.

Отже, результати емпіричного аналізу підтверджують наявність асиметричного механізму цінового передавання між *Bitcoin* і *Ethereum* та дозволяють інтерпретувати їх взаємодію в термінах моделі Бертрана з домінуючим ціновим лідером *Bitcoin* (підтвердження гіпотези *H*1), а *Ethereum* є реактивним послідовником із суттєво нижчою ціновою автономією.

4. Імплікація моделі Курно

Регресія впливу зміни ринкової частки *Ethereum* на лагову частку *Bitcoin* (модель 4) дала статистично значимий результат ($p < 0.001$), однак заслуговує на увагу коефіцієнт при $s_{BTC,t-1}$. Він становить +0.302 ($SE = 0.068$, $p < 0.001$), константа –0.205 ($p < 0{,}001$), $Adj.\ R^2 = 0.157$ (*табл. 3*). Модель пояснює 15.7% варіації змін частки *ETH*, що є низьким, але значимим результатом для місячних фінансових даних.

Таблиця 3

Результати оцінювання моделі Курно
(динаміка ринкових часток *Bitcoin* та *Ethereum*)

Змінні / показники	Δs_{ETH} (залежна змінна)
Константа	–0.2046*** (0.0468)
$s_{BTC,t-1}$	0.3018*** (0.0685)
Кількість спостережень	100
RMSE	0.0328
Скоригований R^2	0.157

Примітка: у дужках наведено стандартні похибки; *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

Джерело: розраховано автором у середовищі *R* на основі даних *Yahoo Finance* (*n. d.*).

Класична рівновага Курно передбачає від'ємний коефіцієнт β, тобто якщо частка *BTC* у попередньому періоді зростає, частка *ETH* надалі має скорочуватися як реакція конкурента на втрату позицій. Отриманий позитивний коефіцієнт (+0.302) означає протилежне: зростання частки *BTC* передує зростанню частки *ETH* у наступному

місяці. Це прямо суперечить механізму кількісного витіснення і не підтверджує гіпотезу *H*2 у її класичному формулюванні. Однак цей результат має змістовне пояснення в контексті криптоактивів. Так, зростання ринкової частки *Bitcoin*, як правило, відбувається у фазі загального ринкового підйому, коли капітал притікає до всього класу активів. У такі періоди *Ethereum* також отримує приплив інвестицій із затримкою в один місяць і означене дозволяє констатувати ротацію капіталу від *Bitcoin* до альткоїнів, добре задокументовану у літературі з криптофінансів (*Kammoun*, 2026; *Zhang et al*., 2024; *Kumah* & *Baafi*, 2025). Таким чином, позитивний коефіцієнт відображає не конкурентне витіснення, а комплементарний попит: *BTC* і *ETH* є взаємодоповнювальними елементами одного інвестиційного класу, де зростання одного активу стимулює інтерес до іншого.

Отриманий результат також вказує на те, що стандартна модель Курно з часткою обсягів торгів є недостатньо адекватною специфікацією для криптоактивів. Частка обсягів торгів відображає не виробничі рішення гравців, як у класичній моделі, а поведінку трейдерів, яка визначається ринковими настроями, а не стратегічним плануванням.

Отже, гіпотеза про рівновагу Курно *H*2 у її стандартному формулюванні відхиляється. Натомість результат підтверджує гіпотезу *H*3 про комплементарність: динаміка часток цифрових активів свідчить про синхронний, а не конкурентний рух. Це не суперечить загальній концепції асиметричної дуополії, а уточнює її, оскільки конкуренція між *BTC* і *ETH* реалізується переважно через механізм цінового лідерства, тоді як на рівні ринкових часток домінує ефект спільного класу активів.

Висновки

Проведене дослідження є спробою систематично верифікувати гіпотезу про асиметричну дуопольну структуру криптовалютного ринку шляхом емпіричної перевірки імплікацій моделей Бертрана і Курно на даних *Bitcoin* і *Ethereum* за 2017–2026 рр. Отримані результати дозволяють сформулювати такі висновки.

По-перше, кореляційний аналіз логарифмічних рядів цін підтвердив наявність двох якісно різних рівнів взаємозалежності між активами. Висока кореляція *log*-рівнів ($r = 0.922$) відображає спільний довгостроковий трендовий компонент, тоді як кореляція *log*-доходностей ($r = 0.795$) свідчить про сильну, але неповну короткострокову синхронність. Розрив між цими показниками (0.127) кількісно фіксує міру специфічної автономії *Ethereum*, зумовленої факторами *DeFi*-екосистеми та протокольними оновленнями, і слугує першим емпіричним аргументом на користь гіпотези часткової комплементарності (*H*3).

По-друге, аналіз ринкових часток виявив стійку структурну асиметрію упродовж дев’яти років спостережень. Показник розриву

між ціновою й торговою часткою *BTC* зріс більш ніж удвічі (з 0.131 у 2017 р. до 0.317–0.325 у 2025–2026 рр.), що свідчить про поглиблення функціональної диференціації: *Bitcoin* все виразніше виконує роль цифрового резерву вартості, тоді як *Ethereum* утверджується як ліквідний функціональний токен. Ця диференціація є ключовим механізмом підтримки стійкої рівноваги в асиметричній дуополії: кожен актив домінує у власній функціональній ніші, що знижує прямий ефект субституції.

По-третє, результати тестування імплікацій моделі Бертрана підтвердили гіпотезу цінового лідерства *Bitcoin* (*H*1). Еластичність *ETH* від *BTC* становить 0.984 ($p < 0.001$), тоді як зворотна еластичність *BTC* від *ETH* дорівнює лише 0.582 ($p < 0.001$). Асиметрія у 0.402 є кількісною мірою домінування *BTC* у формуванні цінових орієнтирів: цінові імпульси від *Bitcoin* майже повністю транслюються на *Ethereum*, тоді як зворотний вплив є вдвічі слабшим. Модель рівнів ($R^2 = 0.850$) підтверджує щільний довгостроковий зв'язок із коефіцієнтом 1.063, що свідчить про підсилення імпульсів лідера послідовником.

По-четверте, перевірка імплікацій моделі Курно виявила статистично значимий позитивний коефіцієнт (+0.302, $p < 0.001$) при лаговій частці *BTC*, що прямо суперечить класичному механізму кількісного витіснення і спростовує гіпотезу *H*2 у її стандартному формулюванні. Натомість позитивний знак інтерпретується як прояв механізму ротації капіталу від *Bitcoin* до *Ethereum* з лагом в один місяць: зростання частки *BTC* є передвісником бичачої фази ринку, під час якої капітал поширюється й на *Ethereum*. Цей результат є самостійним емпіричним внеском, що узгоджується з феноменом альткоїн-сезону, і підтверджує гіпотезу комплементарності (*H*3).

Отже, криптовалютний ринок у сегменті *BTC–ETH* функціонує як асиметрична дуополія, в якій конкуренція реалізується переважно через механізм цінового лідерства, тоді як на рівні ринкових часток домінує ефект комплементарного попиту. Практичне значення отриманих результатів полягає у трьох аспектах. Для портфельних менеджерів виявлений лаг ротації капіталу з *BTC* до *ETH* є інструментально значущим сигналом при ребалансуванні криптопортфелів. Для регуляторів стійка асиметрія ринкових часток і цінове лідерство *Bitcoin* свідчать про концентрацію системного ризику в одному активі, що потребує врахування у підходах до пруденційного регулювання цифрових активів. Для дослідників відхилення моделі Курно є свідченням того, що класичні моделі промислової організації потребують модифікації для коректного опису криптовалютних ринків.

У перспективі подальших досліджень пропонується розширення аналізу із застосуванням режимозалежних моделей для виявлення структурних розривів, зокрема пов'язаних зі схваленням *Bitcoin ETF* у 2024 р., а також побудовою динамічної версії тесту Курно для перевірки стабільності виявлених ефектів ротації капіталу в різних ринкових умовах.

REFERENCES / СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

Iyer, R., & Popescu, A. (2023). New Evidence on Spillovers between Crypto Assets and Financial Markets. *IMF Working Paper No. 2023/213*. http://dx.doi.org/10.5089/9798400257001.001

Joshi, P. (2025). Regime-Specific interdependencies in cryptocurrency markets: A high-frequency GMM-VAR approach. *Data Science in Finance and Economics*, *5*(3), 419-439. https://doi.org/10.3934/DSFE.2025017

Kammoun, W. M. (2026). Return and volatility spillover drivers among conventional cryptocurrencies. *Digital Finance*, *8*(1), 1–39. https://doi.org/10.1007/s42521-025-00167-y

Korkusuz, B. (2025). Volatility Transmission in Digital Assets: Ethereum's Rising Influence. *Journal of Risk and Financial Management*, *18*(3), 111. https://doi.org/10.3390/jrfm18030111

Kumah, S. P, & Baafi, J.A. (2025). Spillover effects among cryptocurrencies in a pandemic: a time frequency approach. *Journal of Electronic Business & Digital Economics*, *4*(1), 151–166. https://doi.org/10.1108/JEBDE-08-2024-0027

Li, Y., Zhou, Y., Huang, J., Xie, L., & Huang, H. (2026). Bitcoin ETFs and structural decoupling in the cryptocurrency market: evidence from altcoin correlation dynamics. *Cogent Economics & Finance*, *14*(1). https://doi.org/10.1080/23322039.2026.2625541

Saka Ilgın, K. (2024). Can the major cryptocurrencies be used as a portfolio diversifier? *Ekonomski Vjesnik*, *37*(2), 299–318. https://doi.org/10.51680/ev.37.2.7

Yahoo Finance (n. d.). Crypto. https://finance.yahoo.com/markets/crypto/all/

Zhang, M., Zhu, B., Li, Z., , Jin, S., & Xia, Y. (2024). Relationships among return and liquidity of cryptocurrencies. *Financial Innovation*, *10*(3). https://doi.org/10.1186/s40854-023-00532-z

Бабич, О. А. (2025). Прогнозування цін криптовалют за допомогою штучного інтелекту : інтеграція технічного аналізу та теорій циклів із моделями машинного навчання. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*, (62), 17–23. https://doi.org/10.32782/2413-2675/2025-62-3	Babych, O. A. (2025). Cryptocurrency Price Forecasting Using Artificial Intelligence: Integration of Technical Analysis and Cycle Theories with Machine Learning Models. *Scientific Bulletin of the International Humanitarian University*, (62), 17–23. https://doi.org/10.32782/2413-2675/2025-62-3
Гуцул, І. А. (2025). Еволюція інвестиційних активів: порівняльна динаміка золота та криптовалют. *Наука і техніка сьогодні*, *11*(52), 486–497. https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-11(52)-486-497	Hutsul, I. A. (2025). The Evolution of Investment Assets: Comparative Dynamics of Gold and Cryptocurrencies. *Science and Technology Today*, *11*(52), 486–497. https://doi.org/10.52058/2786-6025-2025-11(52)-486-497
Добролюбова, М. В., Радовецький, О. О., Помазун, О. М., & Маркін, М. О. (2025). Сучасні підходи до інтелектуального аналізу ринку криптовалют. *Вісник Вінницького політехнічного інституту*, (4), 126–135. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-181-4-126-135	Dobrolyubova, M. V., Radovetsky, O. O., Pomazun, O. M., & Markin, M. O. (2025). Modern approaches to intellectual analysis of the cryptocurrency market. *Bulletin of the Vinnytsia Polytechnic Institute*, (4), 126–135. https://doi.org/10.31649/1997-9266-2025-181-4-126-135
Козенкова, В. Д., & Мовсесянц, А. М. (2025). Сучасні методи прогнозування волатильності ринків криптовалют. *Економічний вісник Дніпровської політехніки*, *1*(89), 98–109. https://doi.org/10.33271/ebdut/89.098	Kozenkova, V. D., & Movsesyants, A. M. (2025). Modern methods for forecasting the volatility of cryptocurrency markets. *Economic Bulletin of Dnipro Polytechnic Institute*, *1*(89), 98–109. https://doi.org/10.33271/ebdut/89.098
Краус, К. М., & Росохацька, М. О. (2022). Криптовалюта як вона є: "економічна бульбашка" чи "цифрове золото"? *European scientific journal of economic and financial innovation*, (1), 105–114. http://doi.org/10.32750/2022-0109	Kraus, K. M., & Rosokhatska, M. O. (2022). Cryptocurrency as it is: "economic bubble" or "digital gold"? *European scientific journal of economic and financial innovation*, (1), 105–114. http://doi.org/10.32750/2022-0109

Мазаракі, А., & Волосович, С. (2022). Майнінг криптовалют в умовах критичних трансформаційних процесів. *Scientia Fructuosa*, (2), 4–20. https://doi.org/10.31617/1.2022(142)01	Mazaraki, A., & Volosovich, S. (2022). Cryptocurrency mining in conditions of critical transformational processes. *Scientia Fructuosa*, (2), 4–20. https://doi.org/10.31617/1.2022(142)01
Мельник, Т. М., & Клим, О. І. (2022). Роль криптовалют у кібербезпеці та боротьбі зі злочинністю. *Формування ринкових відносин в Україні,* (6), 86–94.	Melnyk, T. M., & Klym, O. I. (2022). The role of cryptocurrencies in cybersecurity and the fight against crime. *Formation of market relations in Ukraine*, (6), 86–94.
Полянський, В. О., Литвиненко, А. В. (2025). Оцінка ефективності стратегії контртрендової торгівлі на основі цінових коливань криптовалют. *Ефективна економіка*, (4). https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.4.45	Polyansky, V. O., Litvinenko, A. V. (2025). Assessment of the effectiveness of the countertrend trading strategy based on cryptocurrency price fluctuations. *Effective Economics*, (4). https://doi.org/10.32702/2307-2105.2025.4.45
Сітайло, М. С. (2024). Дослідження процесу збору даних з метою їх використання при прогнозуванні курсу криптовалют. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Технічні науки*, *35*(74), *3*(1), 232–238. https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.3.1/33	Sitailo, M. S. (2024). Research into the process of data collection for the purpose of their use in forecasting the exchange rate of cryptocurrencies. *Scientific notes of the V. I. Vernadsky Tavrichesky National University. Technical Sciences*, *35*(74), *3*(1), 232–238. https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.3.1/33
Троян, К. (2024). Аналіз причинно-наслідкових зв'язків на ринку криптовалют. *Моделювання розвитку економічних систем*, (13), 274–282. https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-38	Troyan, K. (2024). Analysis of causal relationships in the cryptocurrency market. *Modeling of Economic Systems Development*, (13), 274–282. https://doi.org/10.31891/mdes/2024-13-38
Фоміна, О. В., & Семенова, С. М. (2022). Криптовалюта як об'єкт обліку в Україні та ЄС. *Ефективна економіка*, (9). https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.9.12	Fomina, O. V., & Semenova, S. M. (2022). Cryptocurrency as an object of accounting in Ukraine and the EU. *Effective Economy*, (9). https://doi.org/10.32702/2307-2105.2022.9.12
Чижевська, М., Венгер, В., Кушніренко, О., Романовська, Н., & Степаненко, О. (2025). Прогнозування ціни криптовалют із застосуванням моделі FNN. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*, *2*(16),36–50. http://doi.org/10.32750/2025-0204	Chyzhevska, M., Wenger, V., Kushnirenko, O., Romanovska, N., & Stepanenko, O. (2025). Cryptocurrency price forecasting using the FNN model. *European Scientific Journal of Economic and Financial Innovation*, *2*(16), 36–50. http://doi.org/10.32750/2025-0204

Конфлікт інтересів: Автор заявляє, що не має фінансових чи нефінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не має відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автор працює в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру на упередженість, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

Автор не отримувала прямого фінансування для цього дослідження.

Тельнова, Г. (2026). Крипторинок як асиметрична дуополія: комплементарність і конкуренція між *Bitcoin* і *Ethereum*. *Scientia fructuosa, 5*(169), 124–139. http://doi.org/10.31617/1.2026(169)08

Надійшла до редакції 28.03.2026.
Доопрацьовано 30.04.2026
Прийнято до друку 15.05.2026.
Публікація онлайн 21.10.2026.