

ДОВГОСТРОКОВІ РІВНОВАЖНІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКИ МІЖ КРИПТОВАЛЮТАМИ ТА РИНКОМ ЕНЕРГОНОСІЇВ

ТРОЯН Кирило

ПВНЗ "Європейський університет"

<https://orcid.org/0009-0008-9118-7566>

e-mail: ktrovan@e-u.edu.ua

У даному дослідженні аналізуються довгострокові рівноважні взаємозв'язки між цінами криптовалют та ф'ючерсами на енергоносії за допомогою коінтеграційного аналізу. На основі щоденних даних про ціни закриття торгів 401 криптовалют та 10 ф'ючерсних контрактів на енергоносії здійснено систематичну оцінку довгострокових взаємозв'язків між цими класами активів. Попередньо стаціонарність часових рядів перевірено за допомогою розширеного тесту Дікі-Фуллера, що забезпечило відбір лише рядів, інтегрованих першого порядку.

Було проведено серію парних коінтеграційних тестів, результати яких збережено у реляційній базі даних для подальшого аналізу. Крім того, застосовано коінтеграційний аналіз Йохансена – багатовимірний метод, здатний виявляти множинні коінтеграційні зв'язки. Під час аналізу динаміку цін активів змодельовано у вигляді моделі корекції помилок, а кількість коінтеграційних зв'язків визначено за допомогою декомпозиції за власними значеннями. Розраховано дві тестові статистики – статистику сліду та статистику максимального власного значення, які порівнювалися з критичними значеннями на рівні значущості 5%.

Результати свідчать про виявлення 1965 статистично значущих коінтегрованих пар, що становить 49% від загальної кількості досліджуваних пар. Зокрема, ф'ючерсні контракти на бензин RBOB демонстрували коінтеграційний зв'язок майже з усіма криптовалютними серіями (100%), тоді як ступінь коінтеграції серед категорій криптовалют варіювався наступним чином: метаверсійні токени – 100%, NFT/Gaming токени – 65,52%, стейблкоїни – 63,46%, утилітарні токени – 58,06% та платіжні токени – 55,45%.

Отримані результати надають емпіричні свідчення того, що, незважаючи на високу короткострокову волатильність, ціни криптовалют тісно пов'язані з динамікою енергетичних ринків. Варіації в ступені коінтеграції між категоріями криптовалют підкреслюють неоднорідність ринків цифрових активів. Таким чином, результати дослідження ставлять під сумнів загальноприйняте уявлення про криптовалюту як ізольовані спекулятивні інструменти та висвітлюють вплив фундаментальних економічних чинників, зокрема вартості енергоносіїв, на довгострокову динаміку цін.

Практичне значення результатів дослідження полягає у його внеску до розвитку методів управління ризиками, оптимізації розподілу активів та створення прогнозних моделей, що сприяє комплекснішому аналізу як цифрових, так і традиційних ринків активів.

<https://doi.org/10.31891/mdes/2025-15-8>

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

За останнє десятиліття ринки криптовалют зазнали стрімкого розвитку, що спричинило зростаючий інтерес до дослідження базових механізмів, що визначають їхню цінову динаміку. Хоча криптовалюту традиційно характеризуються високою короткостроковою волатильністю та спекулятивною торгівлею, останні емпіричні дані свідчать про можливість встановлення довгострокових рівноважних зв'язків з традиційними економічними змінними. Особливу увагу привертає взаємозв'язок між цінами криптовалют та енергетичними ф'ючерсами, враховуючи нерозривний зв'язок між споживанням енергії (зокрема у процесах майнінгу) та оцінкою активів. У цьому дослідженні розглядається питання довгострокової коінтеграції між цими ринками, що сприяє більш ґрунтовному аналізу чинників, які впливають на формування ринків цифрових активів поряд із традиційними енергетичними товарами.

Попередні дослідження в галузі коінтеграції надають надійні методи для виявлення довгострокових зв'язків між нестационарними часовими рядами, переважно в контексті традиційних фінансових ринків та енергетичних ресурсів [7]. Проте, незважаючи на численні дослідження статистичних властивостей криптовалют та економічних детермінант цін на енергоносії, систематичне вивчення коінтеграції між цими двома сферами залишається недостатньо опрацьованим. Для усунення цього розриву дане дослідження здійснює парний аналіз 401 цінового ряду криптовалют та 10 ф'ючерсних контрактів на енергоносії. Застосування тесту коінтеграції Йохансена дозволяє виявити значущі довгострокові рівноважні зв'язки та кількісно оцінити їхню силу, розширюючи таким чином сферу застосування усталених методів коінтеграційного аналізу на область цифрових активів.

Основною гіпотезою в рамках дослідження є припущення, що енергетичні витрати, зокрема ті, що пов'язані з майнінгом криптовалют, можуть накладати фундаментальні обмеження на оцінку цифрових активів. Крім того, самі енергетичні ринки зазнають впливу макроекономічних і геополітичних чинників, що потенційно відображається на загальній динаміці фінансової системи.

Враховуючи ці обставини, метою даного дослідження є визначення того, чи існує стійкий зв'язок між динамікою цін криптовалют і поведінкою енергетичних ринків у довгостроковій перспективі. Методологія дослідження базується на систематичній процедурі попарного тестування, результати якої зберігаються у реляційній базі даних і подальше аналізуються з використанням методів аналізу часових рядів, реалізованих на мові програмування Python.

Загалом, представлене дослідження пропонує чітку емпіричну оцінку довгострокових взаємозалежностей між цінами криптовалют та ф'ючерсами на енергоносії, що дозволяє переглянути традиційне уявлення про криптовалюту як інструменти, ізольовані від фундаментальних економічних чинників. Результати роботи закладають основу для подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення теоретичних моделей та розробку більш ефективних інструментів прогнозування в умовах взаємопов'язаних фінансових ринків.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Концепція коінтеграції, вперше введена Енглею та Грейнджером [2] і розширена Йохансеном [4], відіграє ключову роль у дослідженні довгострокових рівноважних взаємозв'язків між нестационарними часовими рядами. На традиційних фінансових ринках методи коінтеграції широко використовуються для оцінки взаємозв'язків між різними класами активів, такими як акції, облігації та сировинні товари. Багато досліджень демонструють, що активи, які у короткостроковій перспективі можуть здаватися незалежними, часто виявляють стабільні довгострокові зв'язки, що відображають вплив фундаментальних економічних чинників або спільних драйверів. Цей підхід створив основу для подальшого аналізу складних систем, у яких різноманітні класи активів взаємодіють протягом часу.

У сфері енергетичних ринків коінтеграційний аналіз застосовується для дослідження довгострокової динаміки між різними енергетичними товарами та пов'язаними з ними фінансовими інструментами. Попередні роботи свідчать, що енергетичні ф'ючерси, зокрема на сиру нафту та бензин, часто мають спільні стохастичні тенденції з ширшими економічними показниками та іншими класами активів [3][5,7]. Результати цих досліджень підкреслюють значущість фундаментальних чинників — динаміки попиту та пропозиції, геополітичних ризиків і макроекономічних умов — у формуванні довгострокових рівноважних співвідношень між енергетичними активами. Завдяки методологічним досягненням у тестуванні коінтеграції дослідники змогли ідентифікувати стійкі ефекти, що регулюють процеси ціноутворення на енергоносії протягом тривалих періодів.

Паралельно з розвитком традиційних фінансових ринків поява криптовалют спричинила значне зростання літератури, присвяченої аналізу їхньої унікальної динаміки та інтеграції з усталеними класами активів. Ранні дослідження [1][6], зосереджувалися на статистичних властивостях цін цифрових активів та їх потенційному зв'язку з традиційними ринками. Хоча більшість попередніх досліджень приділяли увагу волатильності, ефективності ринку та спекулятивним аспектам, останнім часом з'являються роботи, що розглядають можливість встановлення довгострокових рівноважних зв'язків між криптовалютами та іншими економічними змінними, незважаючи на їх високу короткострокову волатильність. Такі дослідження вказують на вплив макроекономічних чинників та операційних витрат, зокрема витрат на енергію, пов'язаних із майнінгом, на формування цінних процесів цифрових активів.

Незважаючи на зростаючий інтерес до криптовалют, кількість досліджень, що конкретно розглядають коінтеграцію між цінами цифрових активів та енергетичними ф'ючерсами, залишається обмеженою. Деякі нещодавні роботи натякають на існування значних довгострокових зв'язків між цими ринками, припускаючи, що динаміка цін на енергоносії — зокрема бензину та інших енергетичних товарів — може безпосередньо впливати на оцінку криптовалют. Зокрема, взаємозв'язок між споживанням енергії, що є критичним для операцій з майнінгу, і ринковим ціноутворенням розглядається як потенційний механізм прояву довгострокової інтеграції. Однак більшість попередніх досліджень обмежувалася вузькими наборами даних або аналізом невеликої кількості пар активів, що створює прогалину в літературі щодо систематичного дослідження коінтеграційних зв'язків між широким спектром криптовалют і енергетичних ф'ючерсів.

У зв'язку з вищезазначеним, дане дослідження пропонує комплексний аналіз коінтеграції між 401 ціновим рядом криптовалют та 10 ф'ючерсними контрактами на енергоносії. Використання великого масиву даних у поєднанні з методикою коінтеграції Йохансена дозволяє розширити попередні висновки та поглибити розуміння довгострокової динаміки між цифровими та традиційними енергетичними активами. До того ж, застосування інтегрованого підходу до

зберігання та обробки даних сприяє проведенню систематичного попарного тестування, що підвищує достовірність отриманих результатів. Таким чином, дослідження не лише підтверджує вплив вартості енергії на оцінку криптовалют, а й пропонує нове бачення неоднорідності коінтеграційних зв'язків між різними типами цифрових активів та енергетичних сировинних товарів.

Отже, хоча теоретичні та емпіричні основи коінтеграційного аналізу добре вивчені для традиційних фінансових та енергетичних ринків, інтеграція криптовалют у цю систему залишається відносно новим явищем. Існуюча література свідчить про можливість встановлення довгострокових рівноважних зв'язків між криптовалютами та енергетичними ф'ючерсами, проте систематична оцінка цього питання поки що відсутня. Представлена робота заповнює цю прогалину, надаючи ретельну емпіричну оцінку структури коінтеграції для широкого спектру пар криптовалют та енергетичних ф'ючерсів.

ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Метою даного дослідження є систематична оцінка довгострокових рівноважних зв'язків між ціновими рядами криптовалют та ф'ючерсами на енергоносії шляхом застосування методів коінтеграційного аналізу, зокрема тесту Йохансена, до великого набору даних з 401 криптовалюти та 10 енергетичних ф'ючерсів. Дослідження спрямоване на кількісну оцінку ступеня та сили коінтеграційних зв'язків між різними категоріями цифрових активів та енергетичними товарами, що дозволить поглибити розуміння механізмів взаємодії між традиційними та цифровими ринками, а також створити базу для розробки ефективних моделей прогнозування та управління ризиками.

Для аналізу використовувався набір даних, який містить щоденні ціни закриття 401 криптовалюти та 10 ф'ючерсних контрактів на енергоносії в період з 1 січня 2017 року по 31 травня 2024 року, отриманих від авторитетних постачальників фінансових даних. Відсутні значення були імпліковані, проведено виявлення та усунення викидів, а також здійснено нормалізацію часових рядів за потребою. Стаціонарність кожного ряду перевірено за допомогою розширеного тесту Дікі-Фуллера, при цьому для подальшого аналізу були відібрані лише часові ряди, інтегровані першого порядку ($I(1)$).

Подальший етап передбачав проведення попарних тестів на коінтеграцію для кожного поєднання криптовалютного ряду з рядом енергетичного ф'ючерсу. Результати тестування (значення тестових статистик та відповідні р-значення) збережено в базі даних PostgreSQL для подальшого пошуку та аналізу. Цей крок дозволив систематизовано оцінити довгострокові рівноважні зв'язки між парами активів.

Основою коінтеграційного аналізу є тест Йохансена, що є багатовимірним методом для виявлення множинних коінтеграційних зв'язків. У цьому підході динаміка векторного процесу Y_t , який містить часові ряди цін, моделюється за допомогою моделі корекції помилок у вигляді

$$\Delta Y_t = \Pi Y_{t-1} + \sum_{i=1}^{k-1} \Gamma_i \Delta Y_{t-i} + \epsilon_t$$

де ΔY_t позначає першу різницю Y_t ; Π є матрицею коефіцієнтів, що відображає довгострокові взаємозв'язки; Γ_i — матриці, що характеризують короткострокову динаміку; ϵ_t — вектор випадкових похибок. Ранг коінтеграції системи визначається рангом матриці Π . За допомогою розкладання за власними значеннями перевіряється нульова гіпотеза про наявність не більше ніж r коінтегруючих векторів проти альтернативної гіпотези, згідно з якою їх кількість перевищує r .

На основі зазначеної процедури обчислено дві тестові статистики. Статистика слідів розраховується за формулою

$$\lambda_{\text{trace}}(r) = -T \sum_{i=r+1}^n \log(1 - \hat{\lambda}_i)$$

а максимальна статистика власних значень визначається як

$$\lambda_{\max}(r, r+1) = -T \log(1 - \widehat{\lambda}_{r+1})$$

де $\widehat{\lambda}_i$ позначають оцінені власні значення, а T – кількість спостережень. Обчислені статистики порівнювалися з відповідними критичними значеннями на рівні значущості 5%. Наявність коінтеграційного зв'язку встановлювалася у випадку перевищення тестовою статистикою критичного порогу. Сила коінтеграції кількісно оцінювалася як відношення тестової статистики до відповідного критичного значення.

Усі обчислення реалізовано з використанням мови програмування Python та спеціалізованих бібліотек для аналізу часових рядів і чисельних обчислень.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ

Було виявлено 1965 статистично значущих коінтегрованих пар, що охоплюють 396 унікальних криптовалют та 10 енергетичних ф'ючерсів. Загальний рівень коінтеграції становив 49% на 95%-му довірчому рівні, що свідчить про наявність довгострокового рівноважного зв'язку між цінними рядами цифрових активів та енергетичних товарів.

Категорійний аналіз криптовалют виявив відмінності у ступені коінтеграції з енергетичними активами. Для всіх пар, що містять метаверсійні токени, встановлено коінтеграцію (100%). У категорії NFT/Gaming токени статистично значущі довгострокові зв'язки зафіксовано у 65,52% пар, для стейблкоїнів – у 63,46%, для утилітарних токени – у 58,06%, а для платіжних токени – у 55,45% пар. Частотний аналіз за категоріями показав, що найбільшу кількість коінтегрованих пар (понад 450) спостерігається для токени DeFi, за якими слідує токени платформ (близько 400) та токени з кредитним плечем (приблизно 350). Категорії мемкоїнів, метаверсійних токени, токени для зберігання та токени другого рівня характеризуються меншою кількістю коінтегрованих зв'язків.

Аналіз окремих енергетичних ф'ючерсів дозволив уточнити характер довгострокових зв'язків. Ф'ючерси на бензин RBOB виявили коінтеграцію з 384 із 401 криптовалютного ряду, що відповідає рівню коінтеграції, близькому до 100%. Рівень коінтеграції для ф'ючерсів на викиди вуглецю становив приблизно 60%, тоді як для мазуту, нафти марки Brent та нафти марки WTI – близько 50%. Дані свідчать про неоднорідний вплив окремих енергетичних товарів на динаміку криптовалют.

Сила виявлених коінтеграційних зв'язків, визначена відношенням t-статистики до критичного значення, для більшості пар коливалася в межах від 7 до 15. Найвищу t-статистику (279,03) спостерігали для зв'язку між криптовалютою Ellipsis та ф'ючерсами на бензин RBOB. Аналогічно високі значення t-статистики зафіксовано для зв'язків між Ellipsis та ф'ючерсами на викиди вуглецю, уран, нафту марки Brent та WTI. Дані показники свідчать про стійкість довгострокових рівноважних зв'язків між окремими цифровими активами та певними енергетичними товарами.

У сукупності отримані результати свідчать про широкі та статистично стійкі довгострокові рівноважні зв'язки між цінними рядами криптовалют та ф'ючерсними цінами на енергоносії. Дані вказують на те, що значна частина пар «криптовалюта-енергоносій» у різних категоріях активів та для окремих енергетичних товарів характеризується спільним стохастичним трендом.

Проведений аналіз виявив стійку довгострокову рівновагу між цінами криптовалют та ф'ючерсами на енергоносії. З-поміж усіх досліджуваних пар 49% демонструють статистично значущу коінтеграцію на 95% довірчому рівні. Отримані результати свідчать про те, що, незважаючи на високу волатильність цифрових активів, їхні ринкові значення інтегровані з динамікою енергетичних сировинних товарів. Особливо високий рівень коінтеграції спостерігається у випадку ф'ючерсів на RBOB бензин, де 384 із 401 криптовалюти демонструють коінтегровану поведінку, що вказує на важливість механізмів ціноутворення на енергоносії як фактора довгострокових тенденцій цифрових активів.

Аналіз різних категорій криптовалют дозволяє окреслити неоднорідність ринку цифрових активів. Зокрема, метаверсійні токени демонструють практично повну коінтеграцію, тоді як рівні коінтеграції для NFT/Gaming токени (65,52%), стейблкоїнів (63,46%), утилітарних токени (58,06%) і платіжних токени (55,45%) є нижчими, проте значущими. Окрім цього, категорії, такі як токени DeFi, токени платформ і токени з кредитним плечем, характеризуються підвищеною частотою коінтегрованих пар, що може свідчити про більшу чутливість до операційних витрат і макроекономічних чинників.

Аналіз сили коінтеграційних зв'язків, що оцінюється відношенням t -статистики до критичного значення, виявив окремі випадки виняткової сили зв'язків. Зокрема, пара, що включає криптовалюту Ellipsis і ф'ючерсний контракт на бензин RBOB, має t -статистику 279,03. Порівняно високі значення t -статистики для пар Ellipsis з іншими енергетичними ф'ючерсами (на викиди вуглецю, уран, нафту марок Brent і WTI) свідчать про непропорційно сильний вплив енергетичних чинників на окремі цифрові активи. Отримані дані свідчать про те, що рівень споживання енергії, зокрема в операціях майнінгу, а також коливання цін на енергоносії є важливими факторами, що визначають довгострокову цінову динаміку цифрових активів.

Отримані результати узгоджуються з усталеними теоретичними моделями, проте спостережувана повсюдна коінтеграція між цінами криптовалют та енергетичними ф'ючерсами свідчить про необхідність перегляду моделей, які розглядають ринки цифрових активів як ізольовані від традиційних фінансових показників. Дані вказують на те, що цифрові активи підпорядковуються тим самим економічним силам, що й сировинні товари. Врахування факторів вартості енергоносіїв і макроекономічних тенденцій може сприяти усуненню розбіжностей між спекулятивною природою криптовалют та їх дисциплінованою довгостроковою поведінкою.

Порівняння різних енергетичних ф'ючерсів свідчить про неоднорідний вплив окремих енергетичних товарів на ринки цифрових активів. Ф'ючерси на бензин RBOB демонструють найвищий рівень коінтеграції та силу взаємозв'язків, що дозволяє розглядати їх як індикатор загальної економічної активності або операційних витрат. Ф'ючерси на викиди вуглецю, мазут, нафту марок Brent та WTI відзначаються менш вираженими рівнями коінтеграції, що свідчить про менш інтенсивний вплив на ринкові ціни цифрових активів.

Отже, проведений коінтеграційний аналіз свідчить про наявність складних взаємозв'язків між цінами на криптовалюту та ф'ючерсами на енергоносії. Емпіричні дані підтверджують взаємозв'язок цифрових активів із традиційними економічними факторами, зокрема, з вартістю енергоносіїв, що вказує на необхідність перегляду існуючих теоретичних підходів. Різниця у ступені коінтеграції між категоріями криптовалют і енергетичних ф'ючерсів свідчить про неоднорідність досліджуваних ринків і відкриває перспективи для подальших досліджень, спрямованих на розкриття механізмів довгострокової рівноваги.

ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ

У даному дослідженні проведено комплексний емпіричний аналіз довгострокових рівноважних зв'язків між ціновими рядами криптовалют та ф'ючерсами на енергоносії. Систематичне попарне тестування разом із застосуванням коінтеграційної моделі Йохансена дозволило виявити 1965 статистично значущих коінтегрованих пар серед 401 цінового ряду криптовалют та 10 ф'ючерсів на енергоносії. Результати показали, що 49% досліджених пар демонструють коінтеграцію на 95%-му довірчому рівні, що свідчить про наявність стабільних довгострокових зв'язків між досліджуваними класами активів.

Отримані дані свідчать про інтеграцію цифрових активів із традиційними енергетичними ринками, незважаючи на високу короткострокову волатильність криптовалют. Зокрема, ф'ючерси на бензин RBOB виявили коінтеграцію майже з усіма криптовалютними рядами, що підкреслює значний вплив цін на енергоносії на оцінку цифрових активів. Диференційовані показники коінтеграції між різними категоріями криптовалют свідчать про неоднорідність економічних чинників, що впливають на ринки цифрових активів.

Практичне значення отриманих результатів полягає у підтвердженні існування довгострокових рівноважних зв'язків між досліджуваними класами активів, що має наслідки для управління ризиками, розподілу активів та розробки прогнозних моделей. Водночас спостережувана неоднорідність між категоріями цифрових активів вказує на необхідність розробки диференційованих підходів до моделювання ринкової динаміки.

Серед обмежень дослідження варто зазначити використання методів лінійної коінтеграції та попарного тестування. Подальші дослідження можуть розширити застосовувані методологічні підходи, зокрема шляхом використання нелінійних моделей або моделей зі зміною режимів, а також шляхом постійного моніторингу для перевірки стабільності встановлених зв'язків в умовах змін ринкових умов.

Отже, отримані емпіричні результати підтверджують наявність значних довгострокових рівноважних взаємозв'язків між цінами криптовалют та енергетичних ф'ючерсів, що сприяє інтеграції цифрових активів із традиційними ринками та розширює розуміння чинників, що

впливають на формування їх вартості. Результати дослідження можуть слугувати базою для подальших робіт із вдосконалення теоретичних моделей та підвищення точності прогнозування в умовах взаємопов'язаних фінансових ринків.

REFERENCES:

1. Bouri, E., Molnár, P., Azzi, G., Roubaud, D., & Hagfors, L. I. (2017). On the hedge and safe haven properties of Bitcoin: Is it really more than a diversifier? *Finance Research Letters*, 20, 192–198. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.09.025>
2. Engle, R. F., & Granger, C. W. J. (1987). Co-integration and error correction: Representation, estimation, and testing. *Econometrica*, 55(2), 251–276. <https://doi.org/10.2307/1913236>
3. Hamilton, J. D. (2009). Understanding crude oil prices. *The Energy Journal*, 30(2), 179–206. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol30-No2-9>
4. Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2–3), 231–254. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(88\)90041-3](https://doi.org/10.1016/0165-1889(88)90041-3)
5. Kilian, L., & Park, C. (2009). The impact of oil price shocks on the U.S. stock market. *International Economic Review*, 50(4), 1267–1287. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2354.2009.00568.x>
6. Urquhart, A. (2016). The inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*, 148, 80–82. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.09.019>
7. Skliarenko, O., Shcherbatykh, D., Kotvytska, N., & Sharova, S. (2023). Cointegration analysis of the relationship of inflation with the Bitcoin cryptocurrency. Modeling the development of the economic systems, (4), 348–355. <https://doi.org/10.31891/mdes/2023-10-49>

LONG-TERM EQUILIBRIUM RELATIONSHIPS BETWEEN CRYPTOCURRENCIES AND THE ENERGY MARKET

TROIAN Kyrylo

PhD Student, Private Higher Educational Establishment “European University”

This study examines the long-run equilibrium relationships between cryptocurrency prices and energy futures by employing a comprehensive cointegration analysis. Using daily closing prices from 401 cryptocurrency series and 10 energy futures contracts, the investigation focuses on the systematic evaluation of long-term interdependencies across these distinct asset classes. Prior to analysis, stationarity was confirmed via the Augmented Dickey-Fuller test, ensuring that only series integrated of order one were considered. A series of pairwise cointegration tests was conducted, with the resulting statistics stored in a PostgreSQL database for subsequent retrieval and analysis.

The Johansen cointegration framework, a multivariate method capable of detecting multiple cointegrating relationships, was applied to the data. The analysis modeled the dynamics of asset prices in an error correction form, and the cointegration rank was determined using eigenvalue decomposition. Two test statistics, the trace and maximum eigenvalue statistics, were computed and compared against 95% critical values. The findings indicate that 1965 statistically significant cointegrated pairs were identified, corresponding to an overall cointegration rate of 49%. Notably, RBOB gasoline futures exhibited cointegration with nearly 100% of the cryptocurrency series, while the degree of cointegration varied across cryptocurrency categories, with metaverse tokens showing 100% cointegration, NFT/Gaming tokens 65.52%, stablecoins 63.46%, utility tokens 58.06%, and payment tokens 55.45%.

These results provide robust empirical evidence that, despite high short-term volatility, cryptocurrency prices are intrinsically linked to energy market dynamics. The differential cointegration across cryptocurrency categories further highlights the heterogeneous nature of digital asset markets. The findings challenge the prevailing view of cryptocurrencies as isolated speculative instruments and underscore the influence of fundamental economic factors, particularly energy costs, on long-run price behavior. The implications of this study extend to risk management, asset allocation, and the development of predictive models, thereby contributing to a more integrated understanding of digital and traditional asset markets.