

## РОЛЬ МЕРЕЖЕВОГО ЕФЕКТУ У ФОРМУВАННІ РИНКОВОЇ ВАРТОСТІ КРИПТОВАЛЮТ (НА ПРИКЛАДІ BITCOIN)

### THE ROLE OF NETWORK EFFECT IN FORMATION OF CRYPTOCURRENCY MARKET VALUE (THE CASE OF BITCOIN)

Проаналізовано застосування категорії мережевого ефекту у розробленні методів оцінювання справедливої вартості криптовалют. Володіння Bitcoin не передбачає будь-яких фінансових зобов'язань із боку третіх осіб, тоді як функціонування мережі не пов'язане зі створенням і розподілом прибутку. Приклад Bitcoin дає змогу висвітлити принципові відмінності між криптовалютами та фінансовими активами. Результати тесту причинності за Гренджером для моделі векторної авторегресії часових рядів указують на статистичну значимість обох напрямів лагового взаємовпливу між сукупною ринковою вартістю Bitcoin та денною кількістю активних адрес у мережі, що може свідчити про наявність спільного процесу, що визначає ці два показники. За вимоги високого рівня довіри (>99,9%) є можливість зробити вибір на користь причинно-наслідкового зв'язку між сукупною вартістю активу та кількістю користувачів. Це дає змогу продемонструвати, на противагу попереднім дослідженням, відсутність переконливого емпіричного підтвердження ролі мережевого ефекту у формуванні ринкової вартості Bitcoin.

**Ключові слова:** криптовалюти, Bitcoin, мережевий ефект, гранична корисність, закон Меткалфа, модель векторної авторегресії, тест Гренджера.

*Проанализировано использование категории сетевого эффекта в разработке*

методов оценивания справедливой стоимости криптовалют. Владение Bitcoin не предусматривает каких-либо финансовых обязательств со стороны третьих лиц, в то время как функционирование сети не связано с созданием и распределением прибыли. Пример Bitcoin позволяет выявить принципиальные различия между криптовалютами и финансовыми активами. Результаты теста причинности по Гренджеру для модели векторной авторегрессии временных рядов указывают на статистическую значимость обоих направлений взаимного лагового влияния совокупной рыночной стоимостью Bitcoin и дневного количества активных адресов в сети, что может свидетельствовать о наличии общего процесса, определяющего эти два показателя. При требовании высокого уровня доверия (>99,9%) есть возможность сделать выбор в пользу причинно-следственной связи между совокупной стоимостью актива и количеством пользователей. Это позволяет продемонстрировать, в отличие от предшествующих исследований, отсутствие убедительного эмпирического подтверждения роли сетевого эффекта в формировании рыночной стоимости Bitcoin.

**Ключевые слова:** криптовалюты, Bitcoin, сетевой эффект, граничная полезность, закон Меткалфа, модель векторной авторегрессии, тест Гренджера.

УДК 330.1:330.46

**Ходико Д.І.**

к.е.н., доцент кафедри економіки  
України

Львівський національний університет  
імені Івана Франка

*Despite the ten-year history of cryptocurrency phenomenon, the economic nature of this kind of assets remains obscure. The paper is aimed towards critical analysis of network effect category in its application for cryptocurrency fair value estimation. Using the example of Bitcoin, we apply logical analysis of cryptocurrencies' key traits as a property and an economic asset. Possession of the digital asset does not imply any financial obligations by third parties, while the network operation is not related to profit creation and distribution. The Bitcoin case allows thus to identify foundational differences between cryptocurrencies and financial assets; particularly, the payout function for fair value assessment is not subject to modelling based on financial assets' behaviour. A statistical analysis is conducted using Granger causality test under vector autoregression model of aggregate market value and daily active addresses time series for the Bitcoin network. Under the daily lag model, the results do not allow rejection of null hypothesis under the 99.9% confidence level, while the rejection of null under the same confidence is possible in favour of the aggregate value impact upon the number of users. In the model with six daily lags, the same choice is possible to make in case of higher demands for confidence. The high statistical significance of both influence directions can suggest a common process determining joint dynamics of the two time series. This allows demonstrating, unlike the previous research, the absence of persuasive empirical confirmation of the network effect role in Bitcoin market value formation. Due to closed nature of the Bitcoin economic system and inadequacy of defining cryptocurrency as a capital asset, neither increases in marginal utility of services delivered nor the network economic value growth necessarily impact the cryptoasset market price. Network effect is therefore a driver of further adoption of an innovative technological solution which cryptocurrency networks including Bitcoin are; however, market price formation for the asset occurs due to other factors not yet investigated.*

**Key words:** cryptocurrencies, Bitcoin, network effect, marginal utility, Metcalfe's law, vector autoregression model, Granger test.

**Постановка проблеми.** Криптовалюти є різновидом цифрових активів, який може вільно змінювати власника без посередництва третьої сторони. Подібна децентралізація обігу досягається шляхом використання криптографічного підтвердження транзакцій у повністю або частково децентралізованих обчислювальних мережах. Криптовалютні мережі на сучасному етапі розвитку використовуються як відкриті платіжні системи [1], розподілені обчислювальні комплекси, а також автономна інфраструктура для надання електронних послуг (т. зв. «децентралізованих

додатків») [2]. Незважаючи на десятирічну історію явища та наявність досліджень, що спрямовані на виявлення потенціалу криптовалют як активу для диверсифікації інвестиційних портфельів, економічна природа подібних активів залишається нез'ясованою, що проявляється у відсутності наукової теорії та невпорядкованості застосування економічних та фінансових категорій у практиці інвестиційного аналізу криптовалют.

У практичній площині дискусія щодо економічної природи криптовалют структурується навколо проблеми визначення справедливої вартості крип-

товалютних активів та, відповідно, виявлення провалів ринку. Аксиомою під час побудови моделей оцінки справедливої вартості фінансових активів є положення про те, що активи з однаковою часовою функцією виплат повинні мати однакову ринкову вартість. Відповідно, можливі підходи до оцінювання криптовалют зводяться до явного чи неявного моделювання функції виплат, що одержують власники цих активів. Незважаючи на суто прикладний контекст подібних досліджень, а також на тісний зв'язок проблеми оцінювання з очевидною неефективністю криптовалютних ринків (що, своєю чергою, підтверджується високою віддачею від наївних інвестиційних стратегій у криптовалютному секторі), у спробах практичного розв'язання даної проблеми відбувається поступове висвітлення онтологічного статусу криптовалютних активів, поглиблене розуміння якого матиме суттєві наслідки у сфері державної грошово-кредитної, фінансово-регуляторної, соціально-економічної політики, інноваційного менеджменту тощо.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Технологічні аспекти криптовалютних активів, зокрема їх функціонування в середовищі спеціалізованих відносно ізольованих обчислювальних мереж, зумовлюють високий інтерес дослідників до взаємозв'язку ринкової вартості криптовалют зі ступенем та широтою впровадження інформаційно-технологічних та соціальних інновацій, що становлять їхню матеріальну основу. Зокрема, згідно з позицією Т. Мілованова [3], криптовалюти повинні розглядатися як економічний стимул до впровадження програмної технології блокчейнів (дубльованих криптографічно засвідчених реєстрів мережних транзакцій). З іншого боку, впровадження криптовалютних мереж цілком правомірно розглядати як один із суттєвих чинників формування ринкової вартості криптовалютних активів. Термін «вартість мережі» (англ. Network value або Network valuation), що набуває поширення як заміна безумовно неадекватному поняттю «капіталізація» для позначення сукупної ринкової вартості криптовалютної маси, бере початок у підході, запропонованому Б. Меткалфом [4] у 1970-х роках для оцінки економічного ефекту комунікаційних мереж як пропорційного до кількості потенційних двосторонніх зв'язків у системі, тобто квадрату кількості її користувачів. Дане положення, відоме як «закон Меткалфа», одержує емпіричне підтвердження на прикладі соціальної мережі Facebook [4]. Лінійна регресія ринкової вартості криптовалюти Bitcoin на підставі рівняння закону Меткалфа для кількості активних учасників протягом дня (англ. Daily active addresses, DAA) та середнього обсягу однієї транзакції у доларах США, проведена Т. Лі [5], дала змогу одержати значення коефіцієнта детермінації у 94% для періоду 2014–2017 рр., що розглядалося інвестиційними аналітиками як переконливе емпі-

ричне підтвердження закону Меткалфа для криптовалют [6]. Методологічно подібний підхід до оцінки мережевого ефекту як чинника ринкової вартості, заснований на показнику співвідношення «вартості мережі» до денної вартості транзакцій у ній (англ. Network value to transactions, NVT), одержав практичне визнання як метод визначення періодів ринкового переоцінювання («інвестиційних бульбашок») на ринках криптовалют [7], однак використання аналогії між показником NVT та загальновідомим коефіцієнтом «ціна/дохід» (англ. price/earnings, P/E) для акцій можна вказати як один із численних прикладів необґрунтованого перенесення фінансових та економічних категорій у сферу криптовалютних ринків. Криптовалютна «криза» початку 2018 р. і наступний річний період ринкової «депресії» не лише висвітлили систематичні помилки спроб трендового прогнозування ціни Bitcoin та інших криптоактивів, а й поставили більш глибоку проблему з'ясування основних категорій фундаментального аналізу криптовалютних ринків.

**Постановка завдання.** Метою статті є критичний аналіз застосування категорії мережевого ефекту для оцінювання справедливої вартості криптовалют. На прикладі Bitcoin, історично першої та провідної криптовалюти, сукупна вартість активів якої становить 50% вартості ринку криптовалют у цілому, ми застосовуємо логічний аналіз ключових властивостей криптовалют як об'єкта власності та економічного активу з метою довести відсутність категоріального зв'язку між їх обмінною вартістю та економічною цінністю криптовалютних мереж за Меткалфом. В емпіричній частині ми використовуємо тест причинності за Гренджером для моделі векторної авторегресії часових рядів сукупної ринкової вартості та кількості активних учасників (DAA) у мережі Bitcoin. Завданням цього тесту є перевірка гіпотези про зворотний (відносно закону Меткалфа) вплив ринкової вартості криптовалют на кількість активних користувачів мережі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Концепція Bitcoin як відкритої та прозорої децентралізованої платіжної системи не передбачає застосування криптовалютних одиниць («монет» або «токенів») для представлення прав власності на економічні активи. Як джерело власної вартості криптовалюти розглядаються використані обчислювальні потужності для ведення криптографічного реєстру транзакцій («майнінгу») та операційні витрати «майнерів»-власників вузлів мережі, що безпосередньо ведуть реєстр [1]. У цьому розумінні Bitcoin є товаром, але не фінансовим активом. Технологічна природа мережі зумовлює низку властивостей Bitcoin як об'єкта власності, зокрема право власності не є підтвердженим інституційно, проте існує фактично як сукупність прав володіння, користування та розпорядження, суб'єктом яких є власник приватного криптографічного ключа; такий

ключ, своєю чергою, дає змогу встановити відповідність між проведеною обчислювальною роботою з ведення реєстру та наданими фактичними правами власності [1]. З іншого боку, обчислювальна мережа Bitcoin як така не є об'єктом прав власності: залучені до неї матеріальні та людські ресурси є власністю учасників мережі або третіх осіб (наприклад, постачальників Інтернет-послуг), колективно розроблене програмне забезпечення ліцензоване для будь-якого застосування та модифікації на умовах збереження виключно немайнових прав неформального колективу розробників [8]. Відповідно, не можна стверджувати, що володіння даним цифровим активом передбачає будь-які інституційовані або фактичні зобов'язання третіх осіб стосовно власників, так само як і те, що функціонування мережі пов'язане зі створенням і розподілом прибутку для визначеного переліку власників. Фактичне володіння (незважаючи на правову природу такого володіння) криптовалютою Bitcoin та будь-які економічні права, потенційно пов'язані з функціонуванням мережі Bitcoin, є повністю відокремленими. Незважаючи на те що далеко не всі криптовалюти мережі побудовані за цими принципами, приклад Bitcoin дає змогу, таким чином, висвітлити принципові відмінності між криптовалютами та фінансовими активами; зокрема, функція виплат для оцінювання справедливої вартості крипто валют не підлягає моделюванню на основі поведінки фінансових активів.

Виходячи із цього, емпіричне підтвердження закону Меткалфа на прикладі вартості мережі Facebook не є достатньою підставою для проведення аналогії з криптовалютними мережами. Як і в більшості традиційних мереж, що надають електронні послуги, функціонування мережі Facebook створює прибуток, що розподіляється між інституційованими суб'єктами прав власності фірми, які є водночас власниками мережевої інфраструктури; фінансові інструменти, що представляють відповідні права власності на вторинному ринку, відображають вартість мережі як виробничого капіталу. Жодна із цих ознак, як впливає зі сказаного вище, не притаманна криптовалютній мережі Bitcoin.

Звертаючись від володіння криптоактивом до користування мережею Bitcoin, необхідно зазначити, що як довгостровий економічний стимул для підтримання мережі передбачається одержання комісії за транзакції (перекази коштів), що сплачуються «клієнтами» – учасниками мережі «майнерами» – учасникам мережі, що випадково вибираються для здійснення відповідних записів у реєстр [1]. Вартість комісії за переказ Bitcoin деномінована у цій самій валюті. Таким чином, володіння криптовалютою знижує транзакційні витрати учасників мережі, створюючи економічну корисність. При цьому номінальна величина комісії, що визначається рівновагою попиту та пропозиції, може

визначатися суто ендогенними чинниками, а саме рівновагою між граничними витратами (включаючи альтернативні) на підтримання реєстру та граничною корисністю здійснення платежів у системі. Варто відзначити, що премія за ведення реєстру, крім сплачуваної клієнтами комісії, включає фіксовану «винагороду за блоки», що не залежить від кількості транзакцій, а покликана стимулювати безперервну роботу мережі. Зростання кількості учасників може в таких умовах мати подвійний вплив на ринкову ціну. З одного боку, зростання кількості потенційних зв'язків у системі, тобто власне мережевий ефект, може збільшити граничну корисність послуги грошових переказів, проте зростання кількості учасників-«майнерів» призводить до зростання граничних витрат на підтримку реєстру внаслідок збільшення складності необхідних обчислень та, відповідно, зростання обсягу комісії, хоча таке зростання може проявлятися у зростанні ринкової вартості комісії, а не в її номінальному збільшенні. За законом попиту збільшення вартості послуги повинно призводити до зменшення кількості попиту на неї; відповідно, передбачуваною є ситуація, коли можливий позитивний вплив мережевого ефекту впровадження маскується або поглинається зростанням ринкової ціни внаслідок зростання граничних витрат учасників-«майнерів» зі суттєвим зростанням вартості комісії і припиненням використання системи «клієнтами», що дійсно спостерігається на ринку та є приводом для опису Bitcoin як «цифрового золота», маючи на увазі високу вартість та рідкісність транзакцій. Таким чином, на основі самого лише звернення до економічної моделі мережі Bitcoin [1] можна обґрунтувати, що ширше впровадження мережі в сенсі зростання обсягу залучених до неї обчислювальних потужностей позитивно впливає на ринкову вартість не завдяки мережевому ефекту за Меткалфом (тобто зростанню граничної корисності володіння активом), а внаслідок передбаченого на програмному рівні зростання витрат на функціонування мережі.

Економічний зміст показника NVT, таким чином, полягає у розрізненні мережевого ефекту та впливу чинників пропозиції у зростанні ринкової вартості криптоактивів. Однак концепція цього показника заснована на неявному припущенні, що збільшення граничної корисності послуг мережі з необхідністю призведе до зростання ринкової вартості її активу. Це припущення, на нашу думку, потребує додаткового обґрунтування, оскільки, по-перше, як показано вище, криптовалюти, не будучи капітальним активом, не відображають економічної вартості мережі у цілому, та, по-друге, збільшення граничної корисності послуги може відобразитися не лише у зростанні ринкової вартості активу за незмінного номінального обсягу комісії, а й у номінальному її зростанні, динаміка якого залежатиме від техніко-економічних параме-

трів мережі. У макроекономічному сенсі зростання попиту на криптоактив із боку «клієнтів» мережі призведе до зростання швидкості його обігу, проте відобразиться на його «обмінному курсі» лише у разі суттєвого обсягу «зовнішнього» попиту, тобто у разі криптовалют, попиту з боку нових учасників. Іншими словами, зростання ринкової вартості криптовалюти буде зумовлене не зростанням кількості учасників мережі, а зростанням кількості попиту на ринках криптовалютного обміну. Ці міркування додатково ставлять під сумнів використання концепції граничної корисності послуг мережі, а отже, і впливу мережевого ефекту на неї для оцінки справедливої вартості криптоактивів.

Підсумовуючи проведений аналіз економічних властивостей криптовалюти Bitcoin, необхідно відзначити, що до цього часу ми абстрагуємося від проблем поточної неефективності ринку та провідної ролі спекулятивних очікувань як чинника вартості криптоактивів. Відокремленість, повна чи часткова, ринкової вартості даної криптовалюти від економічної вартості даної криптовалютної мережі та граничної корисності послуг, що надаються нею, є наслідком технологічної, техніко-економічної та суто економічної природи активу і, таким чином, повинні враховуватися у будь-якій теоретичній чи практично спрямованій моделі цінкової поведінки криптоактивів.

Для емпіричного тестування закону Меткалфа для випадку Bitcoin нами було відтворено результати лінійної регресії, одержані Т. Лі [5]. Урахування лише показника DAA як незалежної змінної у рівнянні сукупної ринкової вартості маси Bitcoin дає змогу одержати значення коефіцієнта детермінації 64% за період 2014–2018 рр., тоді як додаткове врахування середньої вартості транзакції, аналогічно до специфікації Т. Лі, збільшує коефіцієнт до 81% за цей самий період. Однак період 2017–2018 рр. включає у себе різке та глибоке зниження ринкової вартості Bitcoin із втратою понад 60% вартості, що супроводжувалося подібним зниженням кількості активних користувачів мережі; відповідно до гіпотези впливу мережевого ефекту, результати регресії вимагають пояснення причини такого зниження, тобто зміни у тенденції, що спостерігалася протягом попередніх років. Оскільки попередній аналіз виявляє слабку теоре-

тичну обґрунтованість такої гіпотези, заслугоує на увагу розгляд зворотного припущення, а саме щодо впливу ринкової вартості криптоактивів на кількість активних користувачів криптовалютних мереж. Окрім цього, умова відсутності автокореляції даних для застосування моделі лінійної регресії очевидно порушується у випадку часових рядів.

Ці міркування вказують на необхідність застосування для емпіричної перевірки закону Меткалфа методів аналізу часових рядів. Нами було оцінено параметри моделі векторної авторегресії (VAR) для часових рядів сукупної ринкової вартості активу Bitcoin та квадрату денної кількості активних користувачів мережі (DAA) із подальшим проведенням тесту Гренджера для порівняння статистичної значимості лагових взаємовпливів досліджуваних часових рядів, що дає змогу обґрунтувати висновки щодо наявності причинно-наслідкових зв'язків між ними [9]. Вихідні дані для Bitcoin були одержані з веб-сайту [coinmetrics.io](http://coinmetrics.io) у вигляді щоденних даних за період з 28 квітня 2013 р. по 5 лютого 2019 р. [10]. Усі розрахунки виконувалися у пакеті Stata 13. Дослідження корелограм часових рядів указує на необхідність урахування денних лагів із першого по шостий; окрім того, оцінювалися також параметри моделі з урахуванням лише одностепенного лагу. Часові ряди є інтегрованими порядку 1, внаслідок чого оцінка проводилася для рядів перших різниць, які є стаціонарними.

У табл. 1–3 наведено результати оцінювання параметрів однолагової моделі. Необхідно відзначити вищу статистичну значимість регресії у цілому для рівняння квадрату кількості користувачів (DDAA2) порівняно з рівнянням для сукупної вартості активу (DNV); тим не менше високою значимістю характеризуються обидві регресії. Вплив першого лагу показника сукупної вартості активу на кількість користувачів характеризується більшою силою ефекту (2,056) та більшою статистичною значимістю ( $z=4,85$ ) порівняно зі зворотним впливом ( $-0,032$  та  $z=-3,02$  відповідно). Окрім цього, лаговий вплив кількості користувачів на сукупну вартість активу демонструє негативне значення, що суперечить гіпотезі про справедливість закону Меткалфа, проте може одержати пояснення в рамках дії закону попиту. Про вищу статистичну значимість впливу сукупної вартості свідчать результати

Таблиця 1

**Загальні характеристики оцінюваної VAR-моделі**

Кількість спостережень		2108			
Інформаційний критерій Акаїке		99,947			
Залежна змінна	Кількість параметрів	Корінь середньоквадратичної похибки	Коефіцієнт детермінації	chi <sup>2</sup>	p>chi <sup>2</sup>
DDAA2	3	7,60E+10	0,1023	240,1999	0,000
DNV	3	3,90E+09	0,0096	20,4748	0,000

Джерело: авторські обчислення на основі даних [10]

Оцінка параметрів моделі

Залежна змінна	Незалежні змінні	Коефіцієнт	Стандартне відхилення	Z	P> z
DDAA2					
	DDAA2				
	L1.	-0,3049	0,0206	-14,77	0,000
DAA2	DNV				
	L1.	2,0561	0,4240	4,85	0,000
	Константа	1,92E+08	1,65E+09	0,12	0,907
DAA2	DDAA2				
	L1.	-0,0032	0,0011	-3,02	0,003
	DNV				
	L1.	0,0738	0,0217	3,41	0,001
DAA2	Константа	2,65E+07	8,46E+07	0,31	0,754

Джерело: авторські обчислення на основі даних [10]

Таблиця 3

Тест Вальда для причинності за Гренджером

Залежна змінна	Виключена змінна	chi <sup>2</sup>	df	P
DDAA2	DNV	23,512	1	0,000
DDAA2	Bci	23,512	1	0,000
DNV	DDAA2	9,098	1	0,003
DNV	Bci	9,098	1	0,003

Джерело: авторські обчислення на основі даних [10]

тесту Гренджера ( $p(\text{chi}^2) < 0,001$ ). Результати оцінювання параметрів шестилагової моделі є якісно подібними за винятком того, що лаговий ефект кількості користувачів на сукупну вартість активу є позитивним. За тестом Гренджера показники  $\text{chi}^2$  для впливу сукупної вартості та кількості користувачів дорівнюють відповідно 144,31 та 71,066, що свідчить про вищу статистичну значимість впливу, зворотного відносно закону Меткалфа.

У моделі з урахуванням одноденного лагу результати тесту Гренджера не дають можливості відкинути нуль-гіпотезу щодо відсутності «ефекту Меткалфа» зі значенням рівня довіри 99,9%, тоді як відкидання нуль-гіпотези за даного рівня довіри є можливим щодо «зворотного» ефекту. Для шестилагової моделі вибір на користь «зворотної» щодо закону Меткалфа гіпотези можливий лише за вимоги значно (на 10–20 порядків) вищого рівня довіри, що є допустимим, урахувавши великий розмір вибірки. Результати статистичного дослідження у цілому додатково ставлять під сумнів справедливості закону Меткалфа у випадку Bitcoin. Висока статистична значимість обох напрямів впливу може свідчити про наявність спільного процесу, що визначає динаміку обох часових рядів у сукупності. Підтвердження гіпотези про наявність такого процесу означатиме можливість остаточного відкидання гіпотези про визначальну роль мережевого ефекту у формуванні ринкової ціни криптоактивів.

**Висновки з проведеного дослідження.** Проведений статистичний аналіз дав змогу продемонструвати, на противагу раніше одержаним результатам, відсутність переконливого емпіричного підтвердження ролі мережевого ефекту, зокрема описуваного законом Меткалфа, у формуванні ринкової вартості Bitcoin. Аналіз економічних властивостей активу та принципів функціонування обчислювальної мережі Bitcoin дає змогу надати теоретичне обґрунтування результатів статистичного аналізу. Як наслідок замкненості економічної системи Bitcoin та неадекватності визначення криптовалюти як капітального активу ані зростання граничної корисності наданих послуг, ані збільшення економічної вартості мережі не відображаються з необхідністю на ринковій ціні криптоактиву. Одержані висновки можуть бути, за умов додаткового емпіричного підтвердження, узагальнені, по-перше, на випадок криптовалютних мереж, побудованих за принципами, аналогічними до Bitcoin, а саме відокремленості володіння цифровим активом від прав участі у прибутках чи управлінні функціонуванням мережі, а також компенсування витрат на ведення реєстру транзакцій та підтримку функціонування мережі, що здійснюється одними учасниками на користь інших. По-друге, оскільки одержані статистичні результати стосуються перевірки гіпотези про причинно-наслідковий (точніше, хронологічний) зв'язок кількості учасників мережі з ринковою вартістю активу, вони можуть бути уза-

гальнені на випадки інших математичних моделей впливу мережевого ефекту.

Таким чином, мережевий ефект є рушійною силою подальшого впровадження інноваційного технологічного рішення, яким є криптовалюти мережі загалом та Bitcoin зокрема, проте формування ринкової ціни активу здійснюється під впливом інших недосліджених чинників. Головним висновком, що стосується категоріального апарату та методичних підходів до фундаментального аналізу криптовалютних ринків, є непридатність категорії «вартість мережі», як і категорії «капіталізація», для опису сукупної вартості криптовалютної маси, а також некоректність та наукова необґрунтованість методів визначення справедливої вартості криптовалют на підставі обсягу, корисності чи вартості наданих послуг, вартості капітальних активів мережі тощо. Крім цього, різноманітність техніко-економічних принципів побудови криптовалютних мереж та моделей функціонування економічних систем криптовалют, ймовірно, унеможлиблює вироблення єдиної теоретико-методичної моделі інвестиційного аналізу цих активів. У практичній площині плідними можуть стати інвестиційно-аналітичні підходи, спрямовані на дослідження конкретних криптовалютних активів з урахуванням особливостей їх технологічної реалізації, організаційної структури мережі та економічної раціональності учасників. Разом із цим висока теоретико-методологічна актуальність зумовлює потребу у подальшому вивченні економічних характеристик криптовалют як товару. Зокрема, заслуговує на увагу емпіричне тестування дії закону попиту у випадку електронних послуг криптовалютних мереж, роль еластичності попиту на ці послуги в сукупності з еластичністю пропозиції у формуванні ринкової рівноваги, економічна раціональність «майнерів» як суб'єктів надання послуг та виробників криптовалютної маси тощо.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Nakamoto S. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. 2008. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата звернення: 23.04.2019).
2. Buterin V. A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform 2013. URL: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper> (дата звернення: 23.04.2019).
3. Milovanov T. Economics of Cryptocurrency BEROC: 2017. URL: <http://eng.beroc.by/webroot/delivery/files/EconomicsCryptocurrency.pdf> (дата звернення: 23.04.2019).
4. Metcalf B. Metcalfe's Law after 40 Years of Ethernet. *Computer*. 2013. Vol. 46. № 12. P. 26–31. DOI: 10.1109/MC.2013.374.
5. Silverstein S. Analyst says 94% of bitcoin's price movement over the past 4 years can be explained by one equation. *Business Insider*. 2017. October. URL: [http://www.businessinsider.com/bitcoin-price-movement-explained-by-one-equation-fundstrat-tom-](http://www.businessinsider.com/bitcoin-price-movement-explained-by-one-equation-fundstrat-tom-lee-metcalf-law-network-effect-2017-10)

[lee-metcalf-law-network-effect-2017-10](https://www.businessinsider.com/bitcoin-price-movement-explained-by-one-equation-fundstrat-tom-lee-metcalf-law-network-effect-2017-10) (дата звернення: 23.04.2019).

6. Kalichkin D. Rethinking Metcalfe's Law applications to cryptoasset valuation *Medium*. 2018. May 22. URL: <https://medium.com/cryptolab/network-value-to-metcalf-nvm-ratio-fd59ca3add76> (дата звернення: 23.04.2019).
7. Woo W. Is Bitcoin In A Bubble? Check The NVT Ratio. *Forbes*. 2017. September 29. URL: <https://www.forbes.com/sites/wwoo/2017/09/29/is-bitcoin-in-a-bubble-check-the-nvt-ratio> (дата звернення: 23.04.2019).
8. The MIT License *GitHub* : веб-сайт. URL: <https://github.com/bitcoin/bitcoin/blob/master/COPYING> (дата звернення: 23.04.2019).
9. Lütkepohl H., Reimers H.-E. Granger-causality in cointegrated VAR processes. The case of the term structure. *Economics Letters*. 1992. Vol. 40. № 3. P. 263–268. DOI: 10.1016/0165-1765(92)90002-G.
10. Data Files. *CoinMetrics* : веб-сайт. URL: <https://coinmetrics.io/data-downloads/> (дата звернення: 23.04.2019).

#### REFERENCES:

1. Nakamoto S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Available at: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (accessed 23 April 2019).
2. Buterin V. (2013) A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform. Available at: <https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper> (accessed 23 April 2019).
3. Milovanov T. (2017) Economics of Cryptocurrency. BEROC. Available at: <http://eng.beroc.by/webroot/delivery/files/EconomicsCryptocurrency.pdf> (accessed 23 April 2019).
4. Metcalf B. (2013) Metcalfe's Law after 40 Years of Ethernet. *Computer*, vol. 46, no. 12, pp. 26-31. DOI: 10.1109/MC.2013.374.
5. Silverstein S. (2017) Analyst says 94% of bitcoin's price movement over the past 4 years can be explained by one equation. *Business Insider*, October. Available at: <http://www.businessinsider.com/bitcoin-price-movement-explained-by-one-equation-fundstrat-tom-lee-metcalf-law-network-effect-2017-10> (accessed 23 April 2019).
6. Kalichkin D. (2018) Rethinking Metcalfe's Law applications to cryptoasset valuation. *Medium*, May 22. Available at: <https://medium.com/cryptolab/network-value-to-metcalf-nvm-ratio-fd59ca3add76> (accessed 23 April 2019).
7. Woo W. (2017) Is Bitcoin In A Bubble? Check The NVT Ratio. *Forbes*, September 29. Available at: <https://www.forbes.com/sites/wwoo/2017/09/29/is-bitcoin-in-a-bubble-check-the-nvt-ratio> (accessed 23 April 2019).
8. Github. (2018) The MIT License. Github. Available at: <https://github.com/bitcoin/bitcoin/blob/master/COPYING> (accessed 23 April 2019).
9. Lütkepohl H., Reimers H.-E. (1992) Granger-causality in cointegrated VAR processes. The case of the term structure. *Economics Letters*, vol. 30, no. 3, pp. 263-268. DOI: 10.1016/0165-1765(92)90002-G.
10. CoinMetrics. (2019) Data Files. CoinMetrics. Available at: <https://coinmetrics.io/data-downloads/> (accessed 23 April 2019).

### THE ROLE OF NETWORK EFFECT IN FORMATION OF CRYPTOCURRENCY MARKET VALUE (THE CASE OF BITCOIN)

Purpose of the article. Despite the ten-year history of cryptocurrency phenomenon, the economic nature of this kind of assets remains obscure, which is evident from the absence of a theory and chaotic application of economics and finance categories in practical cryptocurrency investment analysis. In practice areas, the discussion over cryptocurrencies' economic nature is structured around the issue of cryptoassets' fair valuation and, accordingly, identification of market failures. The "network value" or "network valuation" terms which denote the aggregate market value of cryptocurrency stock originates from the approach suggested by B. Metcalfe in the 1970s to assess the economic effect of communication networks as proportionate to the number of potential bilateral links within the system. This paper is aimed towards critical analysis of network effect category in its application for cryptocurrency fair value estimation.

**Methodology.** Using the example of Bitcoin, we apply logical analysis of cryptocurrencies' key traits as a property and an economic asset. Besides, we estimate the vector autoregression model (VAR) parameters for time series of aggregate Bitcoin stock market value and squared daily active addresses in the network, further conducting Granger causality test to compare statistical significance of lagged mutual influences of the considered series, which allows justifying conclusions on causal relations between them.

**Results.** The concept of Bitcoin does not envisage application of cryptocurrency units to represent property rights for economic assets. In this sense Bitcoin is a commodity but not a financial asset. Property rights are not institutionally backed, but exists de facto as a bundle of rights entitled to a private cryptographic key owner. On the other hand, the Bitcoin computation network is not a property as a whole. The Bitcoin case allows thus to identify foundational differences between cryptocurrencies and financial assets; particularly, the payout function for fair value assessment is not subject to modelling based on financial assets' behaviour. The assumption implied by many valuation methods that increase in marginal utility of the network's service necessarily causes increase in market value of its asset, in our opinion, requires additional justification, because, first, cryptocurrencies do not reflect the economic value of the network as a whole, not being a capital asset, and, second, increase in marginal service utility can be channelled not only through the asset's market value increase under fixed nominal service fee, but as well in nominal fee increase, the dynamics of which would depend on technical and economic parameters of the network.

For empirical testing of Metcalfe's law in the case of Bitcoin, we reproduced the linear regression results obtained by T. Lee. However, as the above analysis reveal weak theoretical foundation of the network effect hypothesis, the reverse assumption, namely of cryptoassets' market value impact upon the daily active cryptocurrency network addresses, deserves consideration. In the model including the one-day lag, the Granger test results do not allow rejection of "no Metcalfe effect" null hypothesis under the 99.9% confidence level, while the rejection of null under the same confidence is possible in favour of the "reverse" effect. In the model with six daily lags, the choice of the reverse, in relation to Metcalfe's law, hypothesis is only possible in case of much higher, by app. 10-20 orders of magnitude, demands for a confidence level. The high statistical significance of both influence directions can suggest a common process determining joint dynamics of the two time series.

**Practical implications.** The major implication for cryptomarkets fundamental analysis methodology is the irrelevance of fair valuation methods based on the network service volume, utility or value, capital assets value of the network etc. The investment analytic approaches aimed towards investigation of separate cryptoassets, taking their implementation, organizational structure of the network, and participants' economic rationality into account, may be fruitful.

**Value/Originality.** The statistical analysis conducted allows demonstrating, unlike the previously obtained results, the absence of persuasive empirical confirmation of the role of network effect, particularly described by Metcalfe's law, in Bitcoin market value formation. The obtained conclusions, in case of an additional empirical verification, may be generalized towards the cryptocurrency networks built upon separation of the digital asset ownership from equity or network operation governance, and upon costs compensation done by some participants in favour of the others. Moreover, the obtained statistical results might be generalized towards other mathematical formulations of network effect.