



УДК 336.743

КОРЕЛЯЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ВОЛАТИЛЬНОСТІ КРИПТОВАЛЮТ СВІТУ

Марина Савченко; Аліна Завидовська; Вікторія Краєвська

*Донецький національний університет імені Василя Стуса,
Вінниця, Україна*

Резюме. У світі, де жодна країна, ринок чи економіка не є відокремленими, взаємозв'язок стає фундаментальною ознакою майже всіх соціальних та економічних систем. У випадку цифрових активів, таких, як криптовалюти, вплив взаємозв'язку на їх продуктивність і цінову траєкторію посилюється. Вивчення цих явищ є важливим для розуміння процесів, які керують крипторинками. Мета статті полягає в оцінюванні тісноти зв'язку між провідними криптовалютами світу. Для досягнення поставленої мети розглянуто поняття «криптовалюти» та «блокчейну», їх історія та особливості. Досліджено засади виникнення першої криптовалюти – Bitcoin та проаналізовано динаміку зміни його ціни з 2015 до 2021 року. Здійснено порівняння ціни на Ethereum, XRP та основні фінансові активи. Визначено 20 найкращих криптовалют на певний момент часу з їх ціною, капіталізацією та змінами вартості за останній день і тиждень. На основі даних веб-сайту Naskerpoop, дослідженнях Ларрі Чермака та криптовалютного видання The Block первинно визначено, що найсильніші криптовалюти взаємозалежні або слідуєть найважливішій криптовалюти – біткоїну. Розглянуто коефіцієнт Пірсона, на основі якого визначено силу кореляції між одинадцятьма провідними криптовалютами, частина даних, була представлена у вигляді довірчого інтервалу. З'ясовано, що Ethereum і Litecoin мають найсильнішу асоціацію з Bitcoin, сильна позитивна кореляція спостерігається і між «молодшими» криптовалютами Binance Coin, Tron, Cardano, Bitcoin Cash. Виявлено низьку (від'ємну) кореляцію між Tether чи USDC. Визначено основні фактори, що впливають на ціну криптовалюти. З'ясовано, що альтернативні криптовалюти мають нижчу кореляцію з біткоїном У періоди зростання ціни, хоча відмінності не є великі, а у період зниження цін сила кореляції біткоїна з іншими криптовалютами значно зростає, в більшості випадків навіть досягає дуже сильного зв'язку. Окремо визначено і вплив соціальних мереж, таких, як Google+ та Twitter, на ціну криптовалюти. Запропонований аналіз дозволяє зрозуміти динаміку на ринках криптовалют і різні процеси, які впливають на їх ефективність.

Ключові слова: криптовалюти, крипторинки, взаємозв'язок, біткоїн, технології, соціальні мережі.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2022.02.122

Отримано 20.04.2022

UDC 336.743

CORRELATION ANALYSIS OF WORLD CRYPTOVALUITY VOLATILITY

Maryna Savchenko; Alina Zavydovska; Victoria Kraievskia

Vasyl' Stus Donetsk National University, Vinnytsia, Ukraine

Summary. In the world there no country, market or economy which is separated, and interconnection is becoming a fundamental feature of almost all social and economic systems. In the case of digital assets, such as cryptocurrencies, the impact of the relationship on their performance and price trajectory increases. The investigation of these phenomena is important for understanding the processes that govern cryptocurrencies. The objective of this paper is to assess the tightness of the relationship between the world's leading

cryptocurrencies. In order to achieve this goal, the concepts of «cryptocurrency» and «blockchain», their history and features are considered. The principles of the first cryptocurrency – Bitcoin – are studied and the dynamics of changes in its price from 2015 to 2021 are analyzed. The price of Ethereum, XRP and major financial assets is compared. The best 20 cryptocurrencies at a certain time are identified with their price, capitalization and value changes over the last day and week. Based on the data from the Hackernoon website, research by Larry Chermak and the cryptocurrency publication The Block, it is determined that the strongest cryptocurrencies are interdependent or follow the most important cryptocurrency – bitcoin. Pearson's coefficient is considered. On its basis the correlation strength between eleven leading cryptocurrencies is determined, the part of the data are presented as a confidence interval. It is found that Ethereum and Litecoin have the strongest association with Bitcoin. Coin, Tron, Cardano, Bitcoin Cash, however, have low (negative) correlation between Tether or USDC. The main factors influencing the price of cryptocurrency are identified. It is also determined that alternative cryptocurrencies have lower correlation with bitcoin during periods of price growth, although the differences are not large, and during price decline the strength of bitcoin's correlation with other cryptocurrencies increases significantly, in most cases it reaches even very strong connection. The influence of social networks such as Google+ and Twitter on the price of cryptocurrency is determined as well. The proposed analysis makes it possible to understand the dynamics of cryptocurrency markets and the various processes that affect their efficiency.

Key words: cryptocurrencies, interconnection, bitcoin, technology, social networks.

https://doi.org/10.33108/galicianvisnyk_tntu2022.02.122

Received 20.04.2022

Постановка проблеми. Глобалізація суттєво впливає на економічний розвиток і структуру фінансового ринку. Зі стрімким розвитком передових технологій взаємозв'язок стає фундаментальною ознакою майже всіх цифрових систем. Криптовалюти знаходяться в центрі розвитку технології блокчейн і потенційно можуть зрушити розвиток фінансових послуг і створити нову парадигму фінансової системи. Розуміння процесів, що відбуваються на ринку криптовалют, важливе для формування фінансової політики держави, розвитку інфраструктури ринку криптовалют та приватного сектора економіки загалом.

Взаємозв'язок криптовалют має велике значення при аналізі та прогнозуванні їхньої ефективності. Оскільки вони набувають популярності та впливу у фінансовому світі, зростає дослідницький інтерес до цього явища.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Ринок криптовалют неодноразово ставав об'єктом дослідження різних вітчизняних та зарубіжних науковців. Серед іноземних варто виділити М. Свон, І. Шнабель, Г. Шін, А. Тапскотт, Л. Чермак, Ю. Лю. До українських наукових діячів, які займалися вивченням криптовалют відносимо Н. Марченка, З. Двудіта, С. Міронова, Б. Язлюка та інших.

Незважаючи на те, що технологія блокчейн є відносно новою, а криптовалюти активно торгуються лише останні п'ять років, кілька статей на цю тему в наукових роботах детальніше розглядають її окремі аспекти, як економічні, так і технологічні. Ш. Корбет надає систематичний огляд праць, які розглядають криптовалюти як нові фінансові активи з 2019 року.

Метою дослідження є оцінювання тісноти зв'язку між провідними криптовалютами світу.

Постановка завдання. Для досягнення поставленої мети визначено наукові завдання:

- розкрити поняття «криптовалюти» та «блокчейну»;
- дослідити засади виникнення першої криптовалюти – Bitcoin та проаналізувати динаміку зміни його ціни з 2015 до 2021 року;
- порівняти ціни на Ethereum, XRP, основні фінансові активи та проаналізувати вартість топ-20 провідних криптовалют у світі;
- розглянути коефіцієнт Пірсона, на основі якого визначити силу кореляції між одинадцятьма провідними криптовалютами;

- порівняти силу кореляції між криптовалютами, беручи за основу їх щоденну та тижневу прибутковість;

- визначити основні фактори, що впливають на ціну криптовалюти; окремо з'ясувати вплив соціальних мереж таких як Google+ та Twitter.

Методологія дослідження базується на комбінуванні теоретичних та емпіричних, кількісних і якісних методів. Для вирішення поставлених завдань використано такі методи: аналіз, синтез, узагальнення, індукція, аналогія, системний підхід.

Виклад основного матеріалу. Криптовалюта є особливим видом цифрових або віртуальних грошей, яка використовує криптографічні алгоритми для надання безпеки. Більшість криптовалют засновані на технології блокчейн. В свою чергу, блокчейн – це технологія опрацювань, зберігання інформації та ідентифікації клієнтів, а саме: безперервний ланцюг блоків, який містить записи про усі угоди [8].

Історія електронних грошей починається з однієї людини – криптографа Девіда Чаума. У 1983 році американець розробив криптографічну систему під назвою eCash, через дванадцять років він розробив іншу систему – DigiCash, яка використовувала криптографію для забезпечення конфіденційності економічних транзакцій. Проте вперше ідея або термін «криптовалюта» з'явилася в 1998 році. Того року Вей Дай, комп'ютерний інженер відомий внеском у криптовалюту, почав думати про розроблення нового методу оплати, який використовував криптографічну систему і головною характеристикою якого була децентралізація [7].

Виникнення першої криптовалюти – Bitcoin, сягає початку 2009 року, коли невідомий програміст, на прізвище Сатоші Накамото, створив прототип розподіленої комп'ютерної системи для опрацювання цифрових валют. Великий успіх біткоїна незабаром спонукав до створення нових віртуальних грошей, щоб у 2021 році їх кількість досягла понад 7000 [7, 12].

Біткоїн – це консенсусна мережа, яка забезпечує нову платіжну систему та повністю цифрові гроші, а з точки зору користувача – не що інше, як мобільний додаток або комп'ютерна програма, яка надає особистий біткоїн-гаманець і дозволяє користувачеві відправляти та отримувати кошти [4]. На рисунку 1 показано постійне зростання ціни на криптовалюту – Біткоїн. Починаючи з 2015 року її вартість зросла на 61 047 дол США. Аналізуючи тенденцію зміни показників за 6 років, можна зробити висновок, що ціна цієї криптовалюти буде зростати.

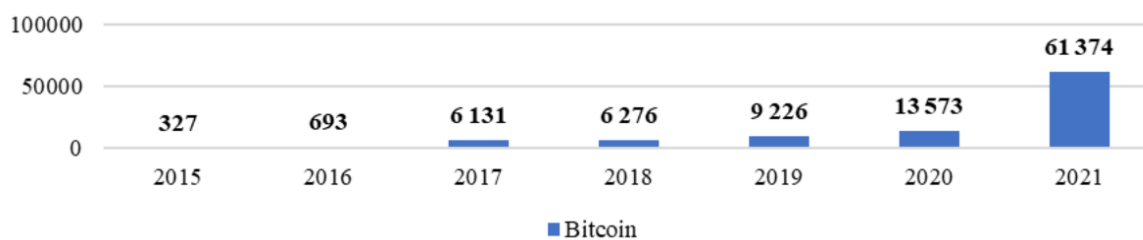


Рисунок 1. Динаміка ціни на Bitcoin у 2015–2021 роках, станом на листопад, дол США

Figure 1. Dynamics of Bitcoin prices in 2015–2021, in November, USD USA

Джерело: побудовано авторами на основі [5].

На рисунку 2 зображено порівняння цін на Ethereum, XRP та фінансові активи такі, як ціна золота у світі, курс USD/UAH та курс EUR/UAH в Україні.

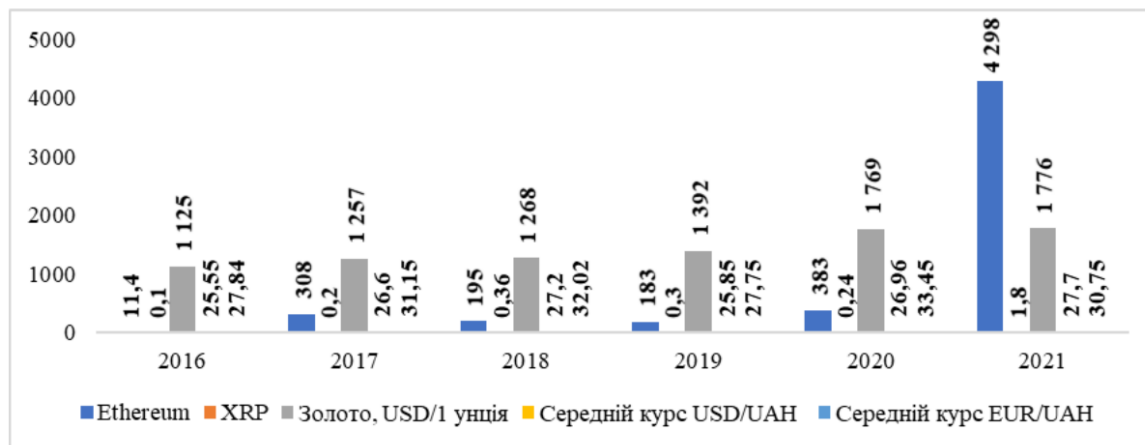


Рисунок 2. Динаміка цін на Ethereum, XRP та основні зазначені фінансові активи у 2015–2021 рр.

Figure 2. Dynamics of prices for Ethereum, XRP and the main financial assets in 2015–2021

Джерело: побудовано авторами на основі [5].

Загалом їхня вартість має постійну тенденцію до зростання, хоча є незначні коливання. Ціна зазначених криптовалют зросла, хоча у Ethereum відбувся невеликий спад з 2018 до 2019 року. У 2021 р. відбулося значне підвищення ціни – до 4 298 дол США. Курс USD та EUR відносно UAH теж був нестабільним, із зниженням у тому ж самому періоді. Вартість золота постійно зростала.

Для подальшого дослідження взаємозв'язків між криптовалютами варто проаналізувати вартість топ-20 провідних криптовалют у світі станом на 10 грудня 2021 року. У таблиці 1 показано, що Bitcoin має найбільшу ціну – 48 661,11 дол США, ринкова капіталізація якого складає 937 191 538,676 дол США. Наступними найдорожчими за ринковою капіталізацією електронними грошима є Ethereum та Binance Coin, їхня ціна становить 4 068,84 дол США та 584,27 дол США за 1 токен відповідно [5].

Таблиця 1. Топ-20 провідних криптовалют у світі за ринковою капіталізацією станом на 10.12.2021 рік

Table 1. Top 20 leading cryptocurrencies in the world by market capitalization on December 10, 2021

| Рейтинг | Назва | Позначення | Рік виникнення | Ціна, дол США | 24 години % | 7 днів % | Ринкова капіталізація, дол США |
|---------|------------------|------------|----------------|---------------|-------------|----------|--------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | Bitcoin | BTC | 2009 | 48 661,1 | -0,06% | -13,67% | 937 191 538,676 |
| 2 | Ethereum | ETH | 2015 | 4 068,84 | -4,01% | -10,51% | 496 660 302,052 |
| 3 | Binance Coin | BNB | 2017 | 584,27 | 0,22% | -5,28% | 99 081 364,604 |
| 4 | Tether | USDT | 2014 | 1,00 | -0,05% | -0,02% | 76 223 377,034 |
| 5 | Solana | SOL | 2020 | 178,14 | -3,73% | -23,29% | 56 015 191,405 |
| 6 | Cardano | ADA | 2017 | 1,30 | -2,91% | -20,38% | 44 167 536,368 |
| 7 | USD Coin | USDC | 2018 | 1,00 | 0,08% | 0,17% | 41 151 968,747 |
| 8 | XRP | XRP | 2012 | 0,8425 | -5,37% | -13,25% | 40 592 986,661 |
| 9 | Polkadot | DOT | 2016 | 27,99 | -0,64% | -22,83% | 27 642 662,691 |
| 10 | Terra | LUNA | 2018 | 70,03 | -0,39% | 1,55% | 26 544 901,133 |
| 11 | Dogecoin | DOGE | 2013 | 0,1698 | -2,43% | -18,14% | 22 915 958,659 |
| 12 | Avalanche | AVAX | 2020 | 88,94 | 0,20% | -19,06% | 21 598 622,724 |
| 13 | SHIBA INU | SHIB | 2020 | 0,0000358 | 1,64% | -16,52% | 19 678 911,245 |
| 14 | Polygon | MATIC | 2017 | 2,29 | 4,21% | -1,92% | 16 200 511,826 |
| 15 | Crypto.com. Coin | CRO | 2016 | 0,5814 | -1,88% | -14,42% | 14 981 184,002 |

| | | | | | | | |
|----|-------------|------|------|---------|--------|---------|----------------|
| 16 | Binance USD | BUSD | 2017 | 0,9995 | -0,04% | -0,16% | 13 793 568,551 |
| 17 | Litecoin | LTC | 2011 | 154,07 | -0,15% | 24,08% | 10 889 992,126 |
| 18 | Uniswap | UNI | 2018 | 16,22 | -4,60% | -25,28% | 10 184 526,558 |
| 19 | Algorand | ALGO | 2017 | 1,59 | -2,27% | -16,46% | 10 018 457,299 |
| 20 | TRON | TRX | 2018 | 0,08944 | -0,40% | -8,78% | 9 066 615 763 |

Джерело: побудовано авторами на основі [5].

Варто зазначити, що відбувалися різкі коливання ціни протягом останніх місяців, коли кілька основних tokenів, таких, як Bitcoin (BTC) та Ethereum (ETH), досягли історичних максимумів. 9 листопада 2021 року ціна Bitcoin складала 68 530 дол США, а Ethereum – 4 823 дол США [12]. Аналізуючи останню тенденцію цін на криптовалюту, можна спостерігати їхній спад. 18 з наведених 20 криптовалют за останній тиждень зазнали зменшення ціни. Найбільший показник у Uniswap – 25,28%, позитивна динаміка спостерігається у Terra та USD Coin.

На сьогодні є очевидним, що криптовалюти не є незалежними від того, що відбувається на фондових ринках, оскільки їх вартість безпосередньо слідувала за падінням індексів цін на найважливіших світових фондових біржах з появою пандемії вірусу covid-19.

Швидкий огляд основних графіків цін найсильніших криптовалют з точки зору капіталу створює враження, що вони взаємозалежні або слідуєть найважливішій криптовалюти – біткоіну. В мережі можна знайти кілька аналізів, які за допомогою статистичного методу коефіцієнта кореляції науково підтверджують це враження високою мірою. Наприклад, веб-сайт Nackernoon зазначає, що ступінь кореляції між біткоіном та іншими криптовалютами зріс з початку 2017 року і стабілізувався в середині 2018 року. При цьому високий ріст кореляції також підтверджений дослідженням Ларрі Чермака, аналітика криптовалютного видання The Block, підкреслюючи слабший зв'язок між криптовалютами, які використовують так званий механізм Proof of Work для перевірки транзакцій, порівняно з тими, які використовують інші механізми формування консенсусу [11].

Аналіз, проведений Binance Research, свідчить, що навіть у 2020 році все ще існує відносно високий ступінь позитивної кореляції між 20 найважливішими криптовалютами, причому більшість коефіцієнтів перевищує показник у 0,5 (сильна позитивна кореляція).

Цікаві ідеї також можна переглянути, використовуючи графіки на веб-сайті Coinmetrics. Він надає можливість отримати графічне відображення сили кореляції між окремими парами криптовалют за вибраний період часу. Ще один веб-сайт – Cryptowatch, який надає інтерактивний огляд кореляцій між вибраними криптовалютами з даними, поданими у вигляді таблиці.

Загалом розрахунок сили кореляції між окремими парами криптовалют базується на статистичному методі коефіцієнта кореляції Пірсона [9]. Це найчастіше використовується міра лінійної асоціації двох числових змінних, що вимагає використання принаймні інтервального типу як аналізованих змінних, так і їх лінійної асоціації. Коефіцієнт коливається від -1 до 1 і розраховується з використанням коваріації змінних і стандартних відхилень. Коефіцієнт кореляції Пірсона відповідає, чи існує взагалі лінійний зв'язок між змінними, і якщо так, то наскільки сильний цей зв'язок. Є два можливих типи [9]:

- позитивна кореляція існує, коли значення як першої (x) змінної, так і другої (y) є високими або низькими. У таких випадках коефіцієнт додатний і близький до 1 ;
- негативна кореляція існує, коли значення першої (x) змінної високі, а значення другої (y) низькі, або навпаки. У таких випадках коефіцієнт від'ємний і близький до -1 .

Основа для інтерпретації результатів коефіцієнта кореляції Пірсона визначена Джейкобом Коеном (американським статистом, найвідомішим своєю роботою зі статистичної потужності та розміру ефекту, яка допомогла закласти основи для поточного статистичного метааналізу) і оновлена Робертом Розенталем, американським психологом та аналітиком: коефіцієнт 0,1 інтерпретується як слабка кореляція, 0,3 як помірна, 0,5 як сильна, і 0,7 як дуже сильна. Згодом базова шкала була розширена і перероблена в інтервальну форму. Для інтерпретації результатів дослідження використовуються інтервали (рис. 3).

Проведемо дослідження кореляції одинадцяти провідних криптовалют: Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Tether, Cardano, XRP, USDC, Dogecoin, Litecoin, Tron, Bitcoin Cash. Tether та USDC – це особливі типи криптовалют, які називаються стейблкоїнами. Стейблкоїни – цифрові гроші, які імітують властивості фіатних (традиційних) валют. Як правило, вони прив’язані до курсу долара або євро (зазвичай у співвідношенні 1:1), золота або інших активів, у тому числі й криптовалюти [3]. Таким чином, будь-якої сильної кореляції між Tether чи USDC та іншими криптовалютами не можна очікувати, оскільки її вартість майже не змінюється.



Рисунок 3. Інтерпретація ступеня зв'язку факторів

Figure 3. Interpretation of the factors relationship degree

Джерело: побудовано авторами на основі [11].

Дані про вартість зазначених одинадцяти криптовалют взяті з веб-сайту Coinmarketcap [5], який надає архів середніх цін на всі криптовалюти, що торгуються на біржах. Архів містить добові значення цін на початок і кінець кожного дня, найвище та найнижче досягнуті денні значення, обсяг транзакцій та ринкову капіталізацію. Криптовалюти торгуються 24 години на добу, протягом року. Це означає, що немає торгової вартості відкриття та закриття, як у випадку торгівлі на традиційних біржах. Таким чином, ці два значення представляють лише вартість криптовалюти за певний інтервал часу (ціна закриття попереднього дня та ціна відкриття наступного дня однакові). Ціни закриття криптовалют використовуються з двома часовими інтервалами – день і тиждень – як основа для розрахунків.

Потужність кореляції між криптовалютами можна найлегше розрахувати, безпосередньо використовуючи вищезгадані ціни закриття (щоденні або щотижневі) для значень змінних. Рекомендованим є підхід із використанням математичної концепції

відсоткової зміни, яка дає швидкість зміни в часі і часто використовується у фінансовому аналізі. Відсоткова зміна є основою для розрахунку щоденної або щотижневої прибутковості окремої криптовалюти за такою формулою [11]:

$$P = \frac{\text{ціна закриття } (t) - \text{ціна закриття } (t - 1)}{\text{ціна закриття } (t - 1)} * 100$$

де t – одиниця часу (день або тиждень).

Вхідними даними для розрахунку коефіцієнтів кореляції між окремими парами криптовалют у вибрані періоди були отримані щоденні або щотижневі прибутки, записані у відсотках і округлені до двох знаків після коми.

У таблиці 2 наведено отримані коефіцієнти кореляції між криптовалютними парами за останні 24 години на основі їх щоденної прибутковості. Можна зробити висновок, що існує позитивна, переважно помірна кореляція між усіма валютами. Якщо припустити, що біткоїн через його ринкову капіталізацію має найбільший вплив на ринок криптовалют, результати спочатку аналізуються з точки зору кореляції між біткоїном та іншими криптовалютами.

Таблиця 2. Кореляція між провідними криптовалютами світу станом на 08.12.2021 (24 години)

Table 2. Correlation between the world's leading cryptocurrencies on December 8, 2021 (24 hours)

| | BTC | ETH | BNB | USDT | ADA | XRP | USDC | DOGE | LTC | TRX | BCH |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|
| BTC | | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| ETH | 0,90 | | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| BNB | 0,84 | 0,85 | | — | — | — | — | — | — | — | — |
| USDT | 0,06 | 0,10 | 0,14 | | — | — | — | — | — | — | — |
| ADA | 0,82 | 0,81 | 0,80 | 0,01 | | — | — | — | — | — | — |
| XRP | 0,45 | 0,45 | 0,45 | -0,01 | 0,55 | | — | — | — | — | — |
| USDC | 0,16 | 0,07 | 0,11 | -0,12 | 0,10 | 0,12 | | — | — | — | — |
| DOGE | 0,75 | 0,76 | 0,71 | -0,02 | 0,75 | 0,70 | 0,19 | | — | — | — |
| LTC | 0,88 | 0,84 | 0,83 | 0,15 | 0,79 | 0,48 | 0,15 | 0,73 | | — | — |
| TRX | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,10 | 0,78 | 0,52 | 0,11 | 0,81 | 0,87 | | — |
| BCH | 0,81 | 0,78 | 0,75 | 0,07 | 0,75 | 0,51 | 0,06 | 0,75 | 0,85 | 0,80 | |

Джерело: складено авторами на основі джерел [5; 6; 11].

Ethereum і Litecoin мають найсильнішу асоціацію з Bitcoin. Це криптовалюти, які присутні на ринку протягом тривалого часу. Є основна причина міцної асоціації: вони мають подібний набір прихильників та інвесторів, які вкладають кошти в усталені криптовалюти, і водночас більш продумано реагують у періоди високої волатильності (вони більш досвідчені, поінформовані). Існує сильна позитивна кореляція і між

«молодшими» криптовалютами Binance Coin, Tron, Cardano, Bitcoin Cash. З іншого боку, виявлено низьку (від’ємну) кореляцію між Tether чи USDC, оскільки, як раніше зазначалось вони відносяться до стейблкоїнів.

Для Ethereum, як другої найсильнішої криптовалюти з точки зору капіталу, виявлено також сильну позитивну кореляцію. Розрахунок середніх значень коефіцієнтів між кожною криптовалютою з іншими показує, що Ethereum має найвищу середню силу кореляції на рівні 0,85. Цей результат не є дивним, оскільки сьогодні біткоїн, у першу чергу, розглядається як інвестиційний актив протягом тривалого періоду часу, а Ethereum часто є проміжним кроком на шляху до купівлі інших альтернативних криптовалют і початкових пропозицій монет. Цей аспект безпосередньо впливає на вищу силу кореляції, оскільки такі транзакції (від доларів через Ethereum до бажаної криптовалюти) здебільшого відбуваються за вузькі часові рамки [11].

Помірна позитивна кореляція спостерігається між XRP та Binance Coin, XRP та Ethereum, Litecoin та XRP. Як бачимо, в усіх парах присутній Ripple (XRP), оскільки Ripple – це система розрахунків, обміну валют і переказів, призначена для банків і платіжних мереж. Ідея полягає в тому, щоб забезпечити систему для прямого переказу активів (наприклад, грошей, золота тощо), яка здійснюватиметься майже в режимі реального часу та є дешевшою, прозорішою та безпечною альтернативою системам переказів, які використовуються сьогодні банками, наприклад, платіжна система SWIFT. Ripple не використовує технологію блокчейн, а має розподілений реєстр консенсусу, використовуючи мережу перевіряючих серверів і криптовалютенів, які називаються XRP.

Силу кореляції між криптовалютами, беручи за основу їх тижневу прибутковість, розглянуто в таблиці 3.

Таблиця 3. Кореляція між провідними криптовалютами світу станом на 08.12.2021 (7 днів)

Table 3. Correlation between the world's leading cryptocurrencies on December 8, 2021 (7 days)

| | BTC | ETH | BNB | USDT | ADA | XRP | USDC | DOGE | LTC | TRX | BCH |
|------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|-----|
| BTC | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| ETH | 0,88 | | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| BNB | 0,77 | 0,76 | | - | - | - | - | - | - | - | - |
| USDT | -0,29 | -0,16 | 0,01 | | - | - | - | - | - | - | - |
| ADA | 0,70 | 0,66 | 0,76 | -0,03 | | - | - | - | - | - | - |
| XRP | 0,73 | 0,63 | 0,62 | -0,33 | 0,65 | | - | - | - | - | - |
| USDC | -0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,32 | 0,01 | -0,01 | | - | - | - | - |
| DOGE | 0,84 | 0,79 | 0,69 | -0,37 | 0,65 | 0,79 | 0,00 | | - | - | - |
| LTC | 0,89 | 0,83 | 0,79 | -0,21 | 0,74 | 0,74 | 0,01 | 0,82 | | - | - |
| TRX | 0,78 | 0,73 | 0,65 | -0,32 | 0,55 | 0,65 | -0,06 | 0,78 | 0,75 | | - |
| BCH | 0,81 | 0,74 | 0,61 | -0,44 | 0,47 | 0,69 | -0,01 | 0,80 | 0,80 | 0,74 | |

Джерело: складено авторами на основі джерел [5; 6; 11].

Виявлено, що між розрахунками є певні відмінності, а це означає, що прибутковість на щоденній та щотижневій основі між окремими парами криптовалют не повністю узгоджена. Спостерігається більше негативної кореляції та зменшення позитивної серед провідних криптовалют (зв'язок між Ethereum та Bitcoin менший на 0,02 пункти).

Вивчаючи силу взаємодії криптовалют на основі щотижневої прибутковості, можна повністю підтвердити висновки щодо їх сили кореляції на основі щоденної прибутковості.

Також у таблицях 2 та 3 частину даних представлено у вигляді довірчого інтервалу. Він являє собою інтервал, у якому справжній коефіцієнт кореляції Пірсона буде з ймовірністю 95%. Якщо довірчий інтервал включає нуль (він перетинає пунктирну лінію), кореляція може розглядатися як несуттєва (не відрізняється від 0). Бари над пунктирною лінією вказують на статистично значущу позитивну кореляцію, ті, що знаходяться нижче лінії, свідчать про статистично значущу негативну кореляцію [6].

Обрян Пойзер, (Автономний університет Барселони), вказує на три типи драйверів цін на криптовалюту, організованих у внутрішні та зовнішні фактори. Попит і пропозиція криптовалюти є основними внутрішніми факторами, які безпосередньо впливають на її ринкову ціну. З іншого боку, привабливість (популярність), легалізація та кілька факторів макрофінансування (процентна ставка, фондові ринки, ціни на золото) можна розглядати як зовнішні чинники (рис. 4).

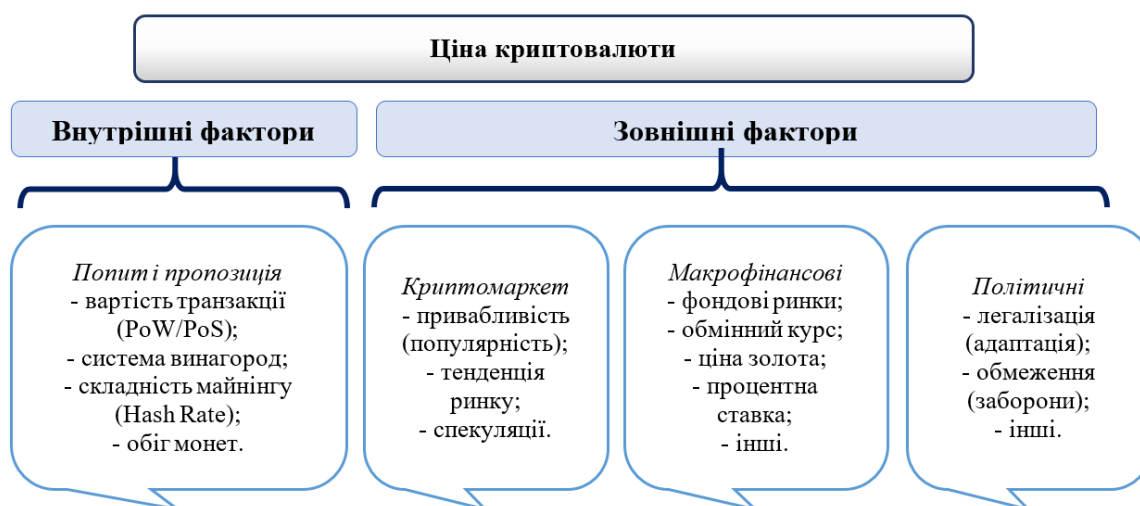


Рисунок 4. Модель за факторами, що впливають на ціну

Figure 4. Model by factors influencing the price

Джерело: складено авторами на основі джерел [5; 6; 11].

Результати певною мірою змінюються, якщо в розрахунки включати лише періоди зростання цін на криптовалюту, або спаду.

Таким чином, результати показують, що альтернативні криптовалюти мають нижчу кореляцію з біткоїном в періоди зростання ціни, хоча відмінності не є великі. Цю закономірність можна виявити й при порівнянні сили кореляції між альтернативними криптовалютами. У випадку Ethereum сила взаємозв'язку між ним та іншими криптовалютами зменшується в усіх випадках, зберігаючи при цьому свою верхню позицію [1].

У період зниження цін сила кореляції біткоїна з іншими криптовалютами значно зростає, а в більшості випадків навіть досягає дуже сильного зв'язку. У випадку Litecoin, Ethereum, Bitcoin Cash і Binance Coin значення близьке до 1, що представляє ідеальну кореляцію. Сильний зв'язок цих п'яти криптовалют вказує на те, що їх рух у ведмежий період дуже схожий, тому диверсифікація портфеля не дає жодної переваги. Загалом можна зробити висновок, що під час ведмежого періоду криптовалюти, як правило, позитивно корелюють одна з одною, за окремими винятками. Ці винятки дають простір для маневру та необхідну інформацію, щоб вирішити, як розподілити інвестиції [11].

Ще однією тенденцією сучасного суспільства є величезна кількість даних, що розміщуються та поширюються через соціальні мережі, зокрема Google+, Facebook, Reddit, Twitter та інші. Вплив цих мереж очевидний у повсякденному житті, включаючи ініціювання соціальних рухів, вплив на економічну динаміку або вплив на вибір людей [2].

Часто один твіт може вплинути на ціни на фондовому ринку або підвищити вартість криптовалюти за дуже короткий проміжок часу, майже миттєво. Коли Ілон Маск, генеральний директор Tesla, написав у Twitter про Dogecoin, вартість цього альткоїна піднялася до історичного максимуму в 0,45 долара. У своїй біографії в Twitter Маск заявив, що він «колишній генеральний директор Dogecoin», що відразу збільшило вартість DOGE на 17%. Іншим прикладом є підтримка акції Gamestop групою Reddit, яка спільними зусиллями сильно вплинула на динаміку фондового ринку та сприяла значному зростанню вартості Gamestop. Аналіз ефективності криптовалют практично неможливий без вивчення впливу новин і соціальних мереж та їх взаємозалежності [10].

Висновки. Криптовалюта – це можливість поглянути на економічні питання з іншого боку, її поява зумовлена потребами часу. Безсумнівно, це справжнє технічне досягнення, що зараз надає нового поштовху в розумінні процесів, що відбуваються на фінансових ринках, розвитку інфраструктури ринку та приватного сектора економіки загалом. У 2021 році провідними криптовалютами є Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Tether, Solana. Bitcoin має найбільшу ціну – 48 661,11 дол США, ринкова капіталізація якого складає 937 191 538,676 дол.

Аналізуючи останню тенденцію цін на криптовалюту, можна спостерігати їхній спад, проте їх взаємозв'язок постійно існує. Цей взаємозв'язок було проаналізовано, використовуючи статистичний метод коефіцієнта кореляції Пірсона.

Досліджуючи різні часові рамки, можна побачити, що співвідношення цін між біткоїнами та альтернативними криптовалютами значно сильніше в короткотерміновій перспективі, ніж у довготерміновій. Однак міцність їх асоціації сильно варіюється і коливається від 0,15 до 0,91. Це залежить насамперед від високої або низької ринкової невизначеності, причому висока невизначеність відповідає сильній асоціації, а низька невизначеність відповідає слабкій.

Ethereum і Litecoin мають найсильнішу асоціацію з Bitcoin. Це криптовалюти, які присутні на ринку протягом тривалого часу. Існує сильна позитивна кореляція і між «молодшими» криптовалютами Binance Coin, Tron, Cardano, Bitcoin Cash. Помірна позитивна кореляція спостерігається між XRP та Binance Coin, XRP та Ethereum, Litecoin та XRP. З іншого боку, виявлено низьку (від'ємну) кореляцію між Tether чи USDC, оскільки вони відносяться до стейблкоїнів.

Було з'ясовано, що кореляція між криптовалютами значно вища в період падіння цін, ніж у період зростання. Винятки трапляються не частко тому ефективної диверсифікації інвестиційного портфеля криптовалют дуже важко досягти.

Важливе значення під час дослідження зв'язку криптовалют мають і соціальні мережі, інформація в яких здатна позитивно або ж негативно вплинути на ціну віртуальних грошей.

Отже, дане дослідження надає можливість проаналізувати динаміку ринків криптовалют для створення точніших моделей прогнозування в майбутньому.

Conclusions. Cryptocurrency is an opportunity to look at economic issues from another point of view, its emergence is due to the needs of the time. Undoubtedly, this is a real technical achievement, which now gives a new impetus to the understanding of the processes taking place in the financial markets, the development of market infrastructure and the private sector in general. In 2021, the leading cryptocurrencies were: Bitcoin, Ethereum, Binance Coin, Tether, Solana. Bitcoin has the highest price – \$ 48,661.11. US, with \$ 937,191,538,676 market capitalization.

Analyzing the latest trend in cryptocurrency prices, we can notice their decline, but their relationship is constant. This relationship was analyzed using Pearson correlation coefficient statistical method.

While examining different periods of time, we can see that the price ratio between Bitcoin and alternative cryptocurrencies is much stronger in the short term than in the long term. However, the strength of their association varies greatly and ranges from 0.15 to 0.91. This depends primarily on high or low market uncertainty, with high uncertainty corresponding to the strong association and low uncertainty corresponding to the weak one.

Ethereum and Litecoin have the strongest association with Bitcoin. These are cryptocurrencies existing on the market for a long time. There is a strong positive correlation between the «younger» cryptocurrencies Binance Coin, Tron, Cardano, Bitcoin Cash. Moderate positive correlation is observed between XRP and Binance Coin, XRP and Ethereum, Litecoin and XRP. On the other hand, there is a low (negative) correlation between Tether or USDC, because they are stablecoins.

It is found that the correlation between cryptocurrencies is significantly higher during periods of prices decline than during periods of prices growth. Exceptions are quite rare, so effective diversification of the cryptocurrency investment portfolio is very difficult to achieve.

Social networks are also important in the investigation of the relationship between cryptocurrencies, where information can have positive or negative effect on the price of virtual money.

Thus, this investigation provides the opportunity to analyze the dynamics of cryptocurrency markets in order to create more accurate forecasting models in the future.

Список використаної літератури

1. Куцевол М. А. Поняття та економічна природа криптовалюти. URL: <http://ir.kneu.edu.-ua:8080/bitstream/2010/16391/1/79-85.pdf> (дата звернення: 09.12.2021).
2. Карпенко В. Г. Фінансові механізми транснаціональних корпорацій у системі сучасної світової економіки. Наукові праці НДФІ. 2009. № 1. С. 42.
3. Blog.imena.ua. Стейблкоїни. URL: <https://www.imena.ua/blog/what-are-stablecoins/> (дата звернення: 09.12.2021).
4. Christian Rueckert. Cryptocurrencies and fundamental rights. Journal of Cybersecurity. 2019. Volume 5. Issue 1. URL: <https://academic.oup.com/cybersecurity/article/5/1/t-yz004/5521109> (дата звернення: 09.12.2021).
5. CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/> (дата звернення: 09.12.2021).
6. Cryptowatch. URL: <https://cryptowat.ch/ru-ru/correlations> (дата звернення: 09.12.2021).
7. Davies. A short history of cryptocurrencies. URL: <https://davescoin.io/blog/a-short-history-of-cryptocurrencies> (дата звернення: 08.12.2021).
8. Forbes Advisor. Cryptocurrency. URL: <https://www.forbes.com/advisor-/investing/what-is-cryptocurrency/> (дата звернення: 09.12.2021).
9. Laerd Statistics. Pearson Product-Moment Correlation. URL: <https://statistics.laerd.com/-statistical-guides/pearson-correlation-coefficient-statistical-guide.php> (дата звернення: 09.12.2021).
10. Lubomir T. Chitkushev, Irena Vodenska, Dimitar Trajanov URL: <https://www.researchgate.net/publication/356131104> (дата звернення: 09.12.2021).

11. Sebastian Lahajnar, Alenka Rozanec. Investment Management and Financial Innovations. 2020. Volume 17. Issue 3. URL: https://www.businessperspectives.org/images/-pdf/applications/publishing/templates/article/assets/13931/IMFI_2020_03_Lahajnar.pdf (дата звернення: 09.12.2021).
12. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/863917/number-crypto-coins-tokens/> (дата звернення: 09.12.2021).

References

1. Kutsevol M. A. Poniattia ta ekonomichna pryroda kryptovaliuty. URL: <http://ir.kneu.edu.-ua:8080/bitstream/2010/16391/1/79-85.pdf> (access date: 09.12.2021).
2. Karpenko V. H. Finansovi mekhanizmy transnatsionalnykh korporatsii u systemi suchasnoi svitovoi ekonomiky. Naukovi pratsi NDFI. 2009. No. 1. P. 42.
3. Blog.imena.ua. Steiblkoiny. URL: <https://www.imena.ua/blog/what-are-stablecoins/> (access date: 09.12.2021).
4. Christian Rueckert. Cryptocurrencies and fundamental rights. Journal of Cybersecurity. 2019. Volume 5. Issue 1. URL: <https://academic.oup.com/cybersecurity/article/5/1/t-yz004/5521109> (access date: 09.12.2021).
5. CoinMarketCap. URL: <https://coinmarketcap.com/> (access date: 09.12.2021).
6. Cryptowatch. URL: <https://cryptowat.ch/ru-ru/correlations> (access date: 09.12.2021).
7. Davies. A short history of cryptocurrencies. URL: <https://davescoin.io/blog/a-short-history-of-cryptocurrencies> (дата звернення: 08.12.2021).
8. Forbes Advisor. Cryptocurrency. URL: <https://www.forbes.com/advisor-/investing/what-is-cryptocurrency/> (access date: 09.12.2021).
9. Laerd Statistics. Pearson Product-Moment Correlation. URL: <https://statistics.laerd.com/-statistical-guides/pearson-correlation-coefficient-statistical-guide.php> (access date: 09.12.2021).
10. Lubomir T. Chitkushev, Irena Vodenska, Dimitar Trajanov URL: <https://www.researchgate.net/publication/356131104> (access date: 09.12.2021).
11. Sebastian Lahajnar, Alenka Rozanec. Investment Management and Financial Innovations. 2020. Volume 17. Issue 3. URL: https://www.businessperspectives.org/images/-pdf/applications/publishing/templates/article/assets/13931/IMFI_2020_03_Lahajnar.pdf (access date: 09.12.2021).
12. Statista. URL: <https://www.statista.com/statistics/863917/number-crypto-coins-tokens/> (access date: 09.12.2021).