

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 330.43

DOI: <https://doi.org/10.32782/2224-6282/168-24>**Кузьмінська Н. Л.**

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри економіки і підприємництва,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9362-8216>

Фалько М. О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0240-4020>

Захаров Н. В.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0771-6998>

Kuzminska Nataliia, Falko Mykyta, Zaharov Nikita

National Technical University of Ukraine
«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

АНАЛІЗ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ БІТКОІНА З ФОНДОВИМИ ІНДЕКСАМИ, ТОВАРАМИ ТА ЦІННИМИ ПАПЕРАМИ

У статті проведено аналіз впливу 44 різних факторів на зміну ціни біткоіна, таких як: доходність однорічних облигацій США, ціни на ф'ючерси на паладій, платину, золото, срібло, мідь, китайські фондові індекси, німецький фондовий індекс DAX, французький індекс CAC 40, фондові індекси ЮАР, Індії, Маврикія, Англії, Швейцарії, Швеції, Південної Кореї та ін. Відібрано найбільш впливові фактори, з використанням яких побудовано дві регресійні моделі. Обґрунтовано їх статистичну значущість та значущість включених до них факторів. Проведено перевірку однієї з моделей на мультиколінеарність, автокореляцію, гетероскедастичність. Окреслено перспективи подальших досліджень залежно від тенденцій зміни ціни на біткоін.

Ключові слова: криптовалюта, Bitcoin, фондовий індекс, цінні папери, кореляційно-регресійний аналіз, автокореляція, гетероскедастичність.

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN BITCOIN AND STOCK INDICES, COMMODITIES AND SECURITIES

The article analyzes the impact of 44 different factors on the change in the price of bitcoin, such as: yields on US one-year bonds, prices for futures on palladium, platinum, gold, silver, copper, Chinese stock indices, German stock index DAX, French index CAC 40, stock indices of South Africa, India, Mauritius, England, Switzerland, Sweden, South Korea, etc. The most influential factors were selected, with the help of which two regression models were built. The presence of insignificant factors in the first model led to the need to consider the second one, which is much better. The second model lacks multicollinearity, but there are autocorrelation of residues and heteroscedasticity. There was an attempt to eliminate autocorrelation of residues, but it led to a significant reduction in the coefficient of determination to 22%. An attempt to explain the causality of the Bitcoin exchange rate to the KOSPRI index has been made. South Korea is a country, which actively cooperates with two main leaders in Bitcoin mining, namely China, where 65 % of new bitcoins are created, and the United States – 23 % of new bitcoins. Modern economic leaders actively influence not only the economy of their country, but also other economies. Korean companies are actively penetrating both the Chinese economy and the US national economy, which determines their impact on Bitcoin mining, as a large amount of necessary electronics is produced by South Korean companies such as SK hynix Inc. As for the palladium futures rate, palladium is a metal which is actively used in production of the electronics needed to mine bitcoin. Prospects for further research depend on trends in the price of bitcoin. It is possible that the price of the cryptocurrency Bitcoin will gradually rise, as some corporations begin to recognize Bitcoin as a means of payment for goods and services. This will increase demand and, as a result, prices. The confidence of large companies in Bitcoin will indicate the reliability of the cryptocurrency, which in turn will give confidence to minority investors in the need to add cryptocurrency to investment portfolios. The rise in prices will indicate the need to study the impact of various factors on changes in the price of Bitcoin. If the popularity of cryptocurrency begins

to wane, it will lead to a rapid loss of its price. This development option will indicate the inexpediency of continuing to study the relationship of this cryptocurrency with these factors and the need to find other ones.

Keywords: cryptocurrency, Bitcoin, stock index, securities, correlation and regression analysis, autocorrelation, heteroskedasticity.

JEL classification: C15, C53, F31

Постановка проблеми. В останні десятиріччя у світі відбувається процес глобалізації: економіки окремих країн зливаються в єдину глобальну економіку, тому для зручності та швидкості перерахування грошей необхідним стає створення платіжних систем. Своєю чергою, гроші – це специфічний товар, який є еквівалентом, мірою вартості товарів та послуг. Історія грошей полягає у тому, що з повноцінних, вартість яких відповідає вартості металу, з якого вони вироблені (золото, срібло, мідь тощо), вони перетворилися на фіатні, які або не мають власної вартості, або вона значно нижча від номіналу. Однак на цьому еволюція грошей не припинилася: із розвитком інформаційних технологій відбулося переведення грошей в електронну форму, наслідком чого й стало створення платіжних систем. Для деяких платіжних систем були запроваджені спеціальні електронні валюти (криптовалюти). Сьогодні у світі нараховується понад 1 500 криптовалют. За даними трекерів CoinGecko і Blockfo, на початок квітня 2021 р. капіталізація ринку криптовалют досягла рекордного значення в \$2 трлн (ринкова капіталізація біткоїна перевищила \$1,1 трлн). Отже, зростаючий інтерес до криптовалют демонструє потребу у виявленні і дослідженні чинників впливу на зміну їхнього курсу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зарубіжні і вітчизняні науковці досліджують питання, пов'язані із сутністю криптовалют, етапами їх розвитку, впливом чинників на формування їхньої вартості і т. п. Зокрема, слід відзначити роботи М. Ердас і А. Каглар [1], А. Горбел і А. Жерібі [2], Л. Шірінян, А. Шірінян і Г. Роганова [3], К. Штепенко [4], Т. Яцик [5] та ін. Але якщо у наукових статтях зарубіжних учених можна зустріти аналіз взаємозв'язку між біткоїном та глобальними індексами, обмінними курсами

та товарами, то у вітчизняній літературі бракує досліджень такого змісту.

Мета статті полягає у дослідженні взаємозв'язку біткоїна з фондовими індексами та товарами.

Виклад основного матеріалу. Біткоїн (Bitcoin) – електронна валюта, яка базується на самоопублікованому документі Сатоші Накамото. Вона є одиницею для обліку в однойменній децентралізованій платіжній системі. Bitcoin існують у вигляді записів у реплікованій розподіленій базі, у якій у відкритому (нешифрованому) вигляді збережені всі транзакції із зазначенням Bitcoin-адрес відправників та одержувачів. Однак інформація про реальних власників даних адрес відсутня [6].

Велике значення для курсу біткоїна має його продукування, адже значну роль у встановленні ціни відіграють попит і пропозиція. Для того щоб отримати нові емітовані біткоїни, необхідно створювати нові блоки, цей вид діяльності отримав назву «майнінг». Випуск нових одиниць досліджуваної криптовалюти – децентралізований. Він не залежить від регуляторних органів, а обсяг емітованих у майбутньому біткоїнів відомий заздалегідь.

На фінансових ринках усього світу встановлені та доведені певні взаємозв'язки одних активів з іншими. На тлі зростання цінності криптовалюти Bitcoin (рис. 1) буде доцільним дослідити її взаємозв'язок із певними фондовими індексами та товарами.

На першому етапі дослідження для аналізу взаємозв'язку було відібрано 44 фактори: доходність однорічних облігацій США, ціни на ф'ючерси на палладій, платину, золото, срібло, мідь, китайські фондові індекси (Shanghai Composite, FTSE China A50), німецький фондовий індекс DAX, французький індекс CAC 40, фондові індекси ЮАР, Індії, Маврикія, Англії, Швейцарії, Швеції, Південної Кореї та ін. [7]. Про-



Рис. 1. Динаміка цін на Bitcoin за період 2012–2021 рр., дол. США

Джерело: складено за [7]

	Коефіцієнт	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	-197713	42277,7	-4,677	2,90e-05	***
Pal	8,28616	3,73941	2,216	0,0320	**
KOSPRI	33,6409	5,35668	6,280	1,43e-07	***
SP500	4,29785	5,04969	0,8511	0,3994	
US	1092,68	362,511	3,014	0,0043	***
god	1269,23	1160,81	1,093	0,2803	
Среднее зав. перемен	10373,65	Ст. откл. зав. перемен	10549,11		
Сумма кв. остатков	8,01e+08	Ст. ошибка модели	4317,262		
R-квадрат	0,849958	Испр. R-квадрат	0,832512		
F(5, 43)	48,71738	P-значение (F)	1,26e-16		
Лог. правдоподобие	-476,4763	Крит. Акаике	964,9525		
Крит. Шварца	976,3034	Крит. Хеннана-Куинна	969,2590		
Параметр rho	0,375993	Стат. Дарбина-Вотсона	1,043505		

Исключая константу, наибольшее р-значение получено для переменной 3 (SP500)

Рис. 2. Модель 1 (Gretl)

ведений кореляційний аналіз дав змогу виокремити п'ять факторів, інші були усунуті через відсутність чи слабкий зв'язок із ціною біткоїна або наявність явища мультиколінеарності.

На другому етапі дослідження були залишені фактори: ціна ф'ючерсів на паладій (*Pal*); індекс Південної Кореї *KOSPRI* (*KOSPRI*); Американський індекс S&P500 (*SP500*); індекс USD (DXY) (*US*); дохідність однорічних державних облігацій США (*god*) [7].

Для проведення аналізу були вибрані дані помісячно на момент закриття за період із березня 2017 до березня 2021 р.

Для побудови моделі 1 – лінійної залежності ціни біткоїна (*bit*) від указаних факторів використано метод найменших квадратів, розрахунки проводилися за допомогою прикладного програмного пакету для економетричного моделювання Gretl. Результати подано на рис. 2.

Отже, модель 1 має вигляд:

$$bit = -197713 + 8,3Pal - 33,6KOSPRI + 4,3SP500 + 1092,7US - 1269,2god$$

Суму квадратів залишків для моделі 1 становить: 801000000, що є достатньо високим значенням.

Із метою виявлення чинників, які найбільше впливають на біткоїн, було проведено кореляційний аналіз, результати якого представлено на рис. 3.

Оцінка тісноти зв'язку здійснювалася з використанням шкали Чеддока, отже, між *bit* та *SP500* спостерігається тісний зв'язок, між *bit* та *KOSPRI*, *Pal* – помітний, між *bit* та *US*, *god* – помірний. Також кореляційний аналіз свідчить про наявність явища мультиколінеарності.

За допомогою F-критерію Фішера здійснювалася перевірка гіпотези про значимість лінії регресії – адекватність моделі з погляду статистики. Для перевірки значимості коефіцієнтів за регресорів використано t-критерій Стюдента та P-значення, яке вказує на ймовірність помилки за відхилення нульової гіпотези (помилки першого роду). Результати аналізу представлено в табл. 1.

Отже, модель 1 є значимою, коефіцієнти за регресорів *Pal*, *KOSPRI* та *US* є значимими, за *SP500* та *god* – незначимими.

Коефіцієнт детермінації для моделі 1 становить 0,85, отже, на 85% вартість біткоїна залежить від вибраних для дослідження регресорів, відповідно,

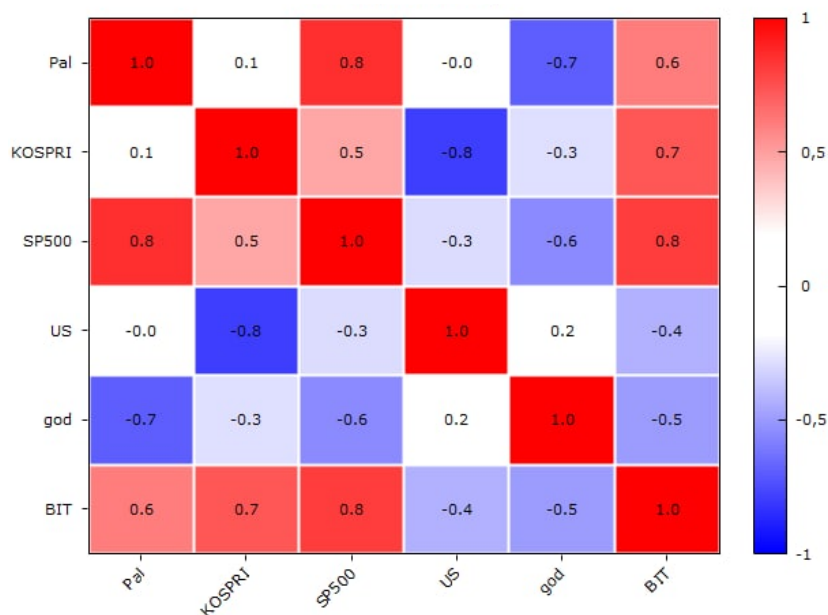


Рис. 3. Кореляційна матриця моделі 1 (Gretl)

Таблиця 1

Результати аналізу значимості моделі 1

Критерій	Табличне значення, рівень значимості	Розраховане значення	Результат
F-критерій Фішера	0,05	48,717	регресія значима
t-критерій Стюдента			
<i>Pal</i>	1,168	2,216	регресор значимий
<i>KOSPRI</i>		6,280	регресор значимий
<i>SP500</i>		0,851	регресор незначимий
<i>US</i>		3,014	регресор значимий
<i>God</i>		1,093	регресор незначимий
P-значення			
<i>Pal</i>	0,05	0,032	регресор значимий
<i>KOSPRI</i>		1,43e-07	регресор значимий
<i>SP500</i>		0,3994	регресор незначимий
<i>US</i>		0,0043	регресор значимий
<i>God</i>		0,2803	регресор незначимий

Таблиця 2

Результати аналізу значимості моделі 2

Критерій	Табличне значення, рівень значимості	Розраховане значення	Результат
F-критерій Фішера	3,2	94,743	регресія значима
t-критерій Стюдента			
<i>Pal</i>	1,679	8,11	регресор значимий
<i>KOSPRI</i>		10,23	регресор значимий
P-значення			
<i>Pal</i>	0,05	2,04E-10	регресор значимий
<i>KOSPRI</i>		1,97E-13	регресор значимий

коефіцієнт кореляції дорівнює 0,922, що свідчить про дуже тісний зв'язок (за шкалою Чеддока) між вартістю біткоїна та регресорами.

Ураховуючи результати проведеного дослідження – кореляційний аналіз та значимість коефіцієнтів, для поліпшення моделі 1 необхідно усунути з розгляду фактори *SP500*, *US* та *god*.

На третьому, заключному, етапі дослідження для аналізу взаємозв'язку були залишені фактори: ціна ф'ючерсів на паладій (*Pal*); індекс Південної Кореї *KOSPRI* (*KOSPRI*) [7].

Результати розрахунків у GRETL для моделі 2 приведено на рис. 4.

Отже, модель 2 має вигляд:

$$bit = -63175 + 9,7Pal - 25,6KOSPRI$$

Сума квадратів залишків збільшилася для моделі 2 порівняно з моделлю 1 та становить 1040000000.

Результати кореляційного аналізу моделі 2 представлено на рис. 5.

На незалежну змінну *Bit* мають вплив обидва регресори: коефіцієнт кореляції між *PAL* та *Bit* дорівнює 0,6 (зв'язок помітний); між *KOSPRI* та *Bit* – 0,7 (зв'язок тісний).

Аналіз якості моделі 2 за основними критеріями подано в табл. 2.

У моделі 2 порівняно з моделлю 1 спостерігається збільшення значення F-критерію Фішера. Щодо коефіцієнта детермінації, то він зменшився, що пояснюється усуненням частини регресорів, та становить 0,805, отже, на 80,5% величина ціни на Bitcoin залежить від наведених регресорів. Відповідно, відбулося і зменшення коефіцієнта кореляції, який для моделі 2 дорівнює 0,9, що за шкалою Чеддока свідчить про тісний зв'язок між ціною на Bitcoin та регресорами.

	Коефіцієнт	Ст. помилка	t-статистика	P-значення	
const	-63175,0	5894,48	-10,72	4,29e-014	***
Pal	9,74082	1,20105	8,110	2,04e-010	***
KOSPRI	25,6488	2,50730	10,23	1,97e-013	***
Среднее зав. перемен	10373,65	Ст. откл. зав. перемен	10549,11		
Сумма кв. остатков	1,04e+09	Ст. ошибка модели	4762,703		
R-квадрат	0,804660	Испр. R-квадрат	0,796167		
F(2, 46)	94,74329	P-значение (F)	4,88e-17		
Лог. правдоподобие	-482,9401	Крит. Акаике	971,8801		
Крит. Шварца	977,5556	Крит. Хеннана-Куинна	974,0334		
Параметр rho	0,514371	Стат. Дарбина-Вотсона	0,663346		

Рис. 4. Модель 2 (Gretl)

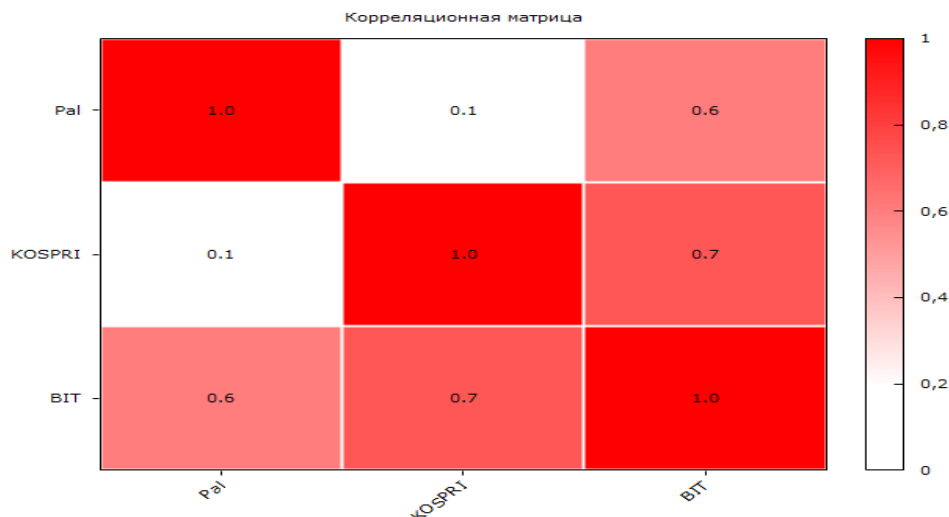


Рис. 5. Кореляційна матриця моделі 2 (Gretl)

Для аналізу наявності явища мультиколінеорності застосовано алгоритм Фаррара-Глобера (табл. 3).

Отже, дві умови з трьох алгоритму Фаррара-Глобера не виконуються. Це свідчить про те, що між досліджуваними змінними мультиколінеарність відсутня: регресори *PAL* та *KOSPRI* не мультиколінеарні, підтвердженням даного факту слугує значення попарного коефіцієнту кореляції (0,1 – рис. 5).

Таблиця 3

Результати алгоритму Фаррара-Глобера

Критерій	Табличне значення, рівень значимості	Розраховане значення	Результат
Пірсона	3,842	0,499	відсутність мультиколінеарності
F-критерій Фішера	0,05	4,047	відсутність мультиколінеарності

Перевірка моделі 2 на автокореляцію залишків за критерієм Дарбіна-Уотсона показала наявність автокореляції ($DW_{розр} = 0,667, dL = 1,4564, dU = 1,6257$).

Із використанням методу Ейткена було побудовано модель 2.1:

$$bit = -55331,98 + 10,919Pal + 21,726KOSPRY,$$

що не призвело до усунення автокореляції залишків, тобто наявна автокореляція залишків вищих порядків ($DW_{розр} = 0,547$).

Використання методу Дарбіна для автокореляції залишків вищих порядків (модель 2.2) дало змогу позбавитися від автокореляції залишків, але наслідком було зменшення коефіцієнта детермінації (R^2) майже в чотири рази (із 80,5% до 22%). Модель 2.2 ($DW_{розр} = 1,76$):

$$bit = -7842,86 + 4,549Pal + 3,222KOSPRY$$

Результати тестів Вайта та Бройша-Пагана (рис. 6, 7) вказали на наявність гетероскедастичності в моделі 2.

Висновки. Проведене дослідження дає змогу зробити висновок, що станом на перше півріччя 2021 р. коливання ціни на криптовалюту Bitcoin найкраще описується величиною біржового індексу Південної Кореї KOSPRI та ціною на ф'ючерси на паладій (модель 2). Якість отриманої моделі підтверджена низкою критеріїв, проте наявні автокореляція залишків та гетероскедастичність. Спроба усунення автокореляції залишків не дала результату.

Причиною зв'язку курсу Bitcoin з індексом KOSPRI може бути той факт, що Південна Корея – країна, яка активно співпрацює з двома головними лідерами з майнінгу Bitcoin, а саме КНР (створюється 65% нових біткоїнів) та США (створюється 23% нових біткоїнів) [8]. Сучасні економічні лідери активно впливають на економіку інших країн, які, своєю чергою, мають вплив на національні господарства розвинених країн. Корейські компанії активно проникають як в економіку КНР, так і в національне господарство США, це зумовлює їхній вплив на майнінг Bitcoin, адже велика кількість необхідної електроніки виробляється південнокорейськими компаніями, такими як SK hynix Inc.

Вплив курсу паладієвих ф'ючерсів може бути зумовлений тим, що паладій – це метал, який активно використовується для виготовлення електроніки, а саме у контактах. Для створення майнінг-ферми необхідні: жорсткий диск, материнська плата, відеокарти, кулер (один або два), перехідники для відеокарт та блок живлення [9]. Оскільки майнінг в останні місяці значно зріс, можна зробити висновок, що і попит на електроніку підвищився, а це, своєю чергою, вказує на більш активне використання паладію.

Дане дослідження не є вичерпним, тому можна виділити два перспективні напрями для аналізу, які залежать від подальшої тенденції зміни ціни на криптовалюту Bitcoin.

Першим є напрям, коли ціна на криптовалюту Bitcoin буде й надалі поступово зростати. На такий сценарій розвитку вказує те, що деякі корпорації починають визнавати Bitcoin як метод розрахунку за товари й послуги. Наприклад, Tesla пропонує клієнтами при-

Тест Вайта (White) на гетероскедастичность
МНК, использованы наблюдения 1-49
Зависимая переменная: uhat^2

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	1,04899e+09	3,41535e+08	3,071	0,0037	***
Pal	-486714	133393	-3,649	0,0007	***
KOSPRI	-547627	273814	-2,000	0,0518	*
sq_Pal	57,8687	25,3940	2,279	0,0277	**
X2_X3	135,198	40,6619	3,325	0,0018	***
sq_KOSPRI	64,1622	62,2878	1,030	0,3087	

Неисправленный R-квадрат = 0,553748

Тестовая статистика: $TR^2 = 27,133646$,
p-значение = $P(\text{Chi-квадрат}(5) > 27,133646) = 0,000054$

Рис. 6. Тест Уайта на гетероскедастичність для моделі 2 (Gretl)

Тест Бриша-Пагана (Breusch-Pagan) на гетероскедастичность
МНК, использованы наблюдения 1-49
Зависимая переменная: Масштабированное uhat^2

	Коэффициент	Ст. ошибка	t-статистика	P-значение	
const	-8,29326	2,33945	-3,545	0,0009	***
Pal	0,00145418	0,000476684	3,051	0,0038	***
KOSPRI	0,00309467	0,000995119	3,110	0,0032	***

Объясненная сумма квадратов = 75,5785

Тестовая статистика: LM = 37,789231,
p-значение = $P(\text{Chi-квадрат}(2) > 37,789231) = 0,000000$

Рис. 7. Тест Бройша-Пагана на гетероскедастичність для моделі 2 (Gretl)

дбати електромобілі за певну кількість Bitcoin [10]. Через упровадження таких можливостей на цей актив буде підвищуватися попит та, як внаслідок, і ціна. Також довіра великих компаній до Bitcoin вказує на надійність криптовалюти, а це, своєю чергою, надасть впевненості міноритарним інвесторам у необхідності додавання криптовалюти до інвестиційних портфельів. Отже, зростання ціни вказуватиме на необхідність продовження дослідження взаємозв'язку цієї криптовалюти з наведеними факторами.

Другий напрям базується на думках відомих інвесторів Бенджаміна Грема та Девіда Додда, які стверджують, що біржові активи, популярність яких має нефінансове підґрунтя, через деякий час починають дуже швидко втрачати свою ціну [11]. Таке може трапитися і з Bitcoin, який почав стрімке зростання за рахунок уваги ЗМІ. Отже, такий варіант розвитку вказуватиме про недоцільність продовження дослідження взаємозв'язку цієї криптовалюти з наведеними факторами й про необхідність пошуку інших.

Список використаних джерел:

1. Erdas M.L., Caglar A.E. Analysis of the relationships between Bitcoin and exchange rate, commodities and global indexes by asymmetric causality test. *Eastern Journal of European Studies*. 2018. Vol. 9(2). P. 27–45.
2. Ghorbel A., Jeribi A. Investigating the relationship between volatilities of cryptocurrencies and other financial assets. *Decisions Econ Finan*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s10203-020-00312-9>
3. Шірінян Л.В., Роганова Г.О., Шірінян А.С. Вплив факторів на формування вартості біткоіна. *Проблеми економіки*. 2018. № 2(36). С. 450–458.
4. Штепенко К.П. Стан і перспективи розвитку криптовалюти у світі. *Фінансовий простір*. 2018. № 2(30). С. 121–128.
5. Яцик Т.В. Сутність криптовалюти та етапи її розвитку у фінансовому обліку. *Молодий вчений*. 2018. № 3(55). С. 385–390.
6. Vigna P., Casey M. The age of cryptocurrency: how bitcoin and the blockchain are challenging the global economic. New York : Picador/St. Martin's Press, 2016. 374 p.
7. Investing.com. URL: <https://ru.investing.com> (дата звернення: 19.03.2021).
8. Анисимов М. В какой стране больше всего майнинг мощностей. *BYTWORK.COM: Майнинг, блокчейн и криптовалюты*. URL: <https://bytwork.com/articles/mayning-moshnost> (дата звернення: 19.03.2021).
9. Что такое майнинг ферма и как она работает + как собрать и настроить ферму. *Как зарабатывать и начать свой бизнес*. URL: <https://kakzarabativat.ru/kak-zarabotat/majning-ferma> (дата звернення: 29.03.2021).
10. Лук'янчук Я. Tesla тепер приймає оплату біткоіни за свої автомобілі. *Lukyanchuk.com*. URL: <https://lukyanchuk.com/news/world/tesla-teper-pryjmae-oplatu-bitkoiny-za-svoyi-avtomobili> (дата звернення: 29.03.2021).
11. Грем Б., Додд Д. Анализ ценных бумаг. Москва : Вильямс, 2012. 880 с.

References:

1. Erdas M.L., Caglar A.E. (2018) Analysis of the relationships between Bitcoin and exchange rate, commodities and global indexes by asymmetric causality test. *Eastern Journal of European Studies*, vol. 9(2), pp. 27–45.
2. Ghorbel A., Jeribi A. (2021) Investigating the relationship between volatilities of cryptocurrencies and other financial assets. *Decisions Econ Finan.* <https://doi.org/10.1007/s10203-020-00312-9>
3. Shirinyan L.V., Roganova G.O., Shirinyan A.S. (2018) Vplyv faktoriv na formuvannya vartosti bitkojna [The Influence of Factors on Bitcoin Value Formation]. *Problems of the economy*, no. 2(36), pp. 450–458.
4. Shtepenko K.P. (2018) Stan i perspektyvy rozvytku kryptovalyuty u sviti [Status and prospects of cryptocurrency development in the world]. *Financial space*, no. 2(30), pp. 121–128.
5. Yacyk T.V. (2018) Sutnist kryptovalyuty ta etapy yiyi rozvytku u finansovomu obliku [The essence of cryptocurrency and stages of its development in financial accounting]. *Young scientist*, no. 3(55), pp. 385–390.
6. Vigna P., Casey M. (2016) *The age of cryptocurrency: how bitcoin and the blockchain are challenging the global economic.* New York: Picador/St. Martin's Press, 374 p.
7. Investing.com URL: <https://ru.investing.com> (accessed 19 March 2021).
8. Anisimov M. V kakoj strane bolshe vsego maining moshchnostej [Which country has the most mining capacity]. *BYTWORK.COM: Mining, blockchain and cryptocurrencies.* URL: <https://bytwork.com/articles/maying-moshnost> (accessed 19 March 2021).
9. Chto takoe maining ferma i kak ona rabotaet + kak sobrat u nastrost fermu [What is a mining farm and how does it work + how to build and configure a farm]. *How to make money and start your business.* URL: <https://kazarabativat.ru/kak-zarobotat/majning-ferma> (accessed 29 March 2021).
10. Lukyanchuk Ya. Tesla teper pryjmaye oplatu bitkoiny za svoyi avtomobili [Tesla now accepts bitcoin payments for its cars]. *Lukyanchuk.com.* URL: <https://lukyanchuk.com/news/world/tesla-teper-pryjmaye-oplatu-bitkoiny-za-voyi-avtomobili> (accessed 29 March 2021).
11. Grem B., Dodd D. (2012) *Analiz cennyh bumag [Analysis of securities].* Moskva: Vilyams. (in Russian)