

ВПЛИВ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ ВАРТОСТІ БІТКОЙНА

© 2018 ШІРІНЯН Л. В., РОГАНОВА Г. О., ШІРІНЯН А. С.

УДК 004.9+004.75+339.7+336.74+519.6
JEL Classification: C53, C15, F31, O17, O31

Шірінян Л. В., Роганова Г. О., Шірінян А. С.

Вплив факторів на формування вартості біткойна

Дослідження базується на гіпотезах стосовно впливу факторів на формування вартості біткойна. Мета статті полягає у науковому пошуку та визначенні факторів, що впливають на вартість біткойна з високим рівнем кореляції. Перелік факторів налічує 33 світових показники, серед яких: інші криптовалюти, фіатні гроші, світові показники фондових ринків, акції потужних світових компаній, ціни на енергоресурси, вартість дорогоцінних металів. У результаті дослідження було відібрано незалежні впливові фактори та побудовано кореляційно-регресійну модель вартості біткойна. Обґрунтовано статистичну значущість: факторів, включених до моделі, кореляційно-регресійного рівняння, що дозволяє моделювати вартість біткойна. Здійснено апробацію запропонованої моделі за фактичними даними виявлених впливових факторів. Перспективами подальших досліджень у цьому напрямі є застосування трендів для незалежних факторів, що мають суттєвий вплив на вартість біткойна з метою моделювання його майбутньої вартості. Окрім виявлених факторів, значущий вплив на вартість біткойна можуть здійснювати: попит і пропозиція, масштабованість мережі біткойна, втручання державних інститутів регулювання, тіньовий ринок обігу грошей, обсяг і характер новин щодо ринку криптовалют.

Ключові слова: криптовалюта, вартість біткойна, індекс біржи, акція, валютна пара, ціна на енергоресурси, вартість металів, кореляційно-регресійний аналіз.

Табл.: 11. Формул: 2. Бібл.: 17.

Шірінян Лада Василівна – доктор економічних наук, завідувач кафедри фінансів, Національний університет харчових технологій (вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, Україна)

E-mail: ladashirinyan@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8349-2113

Роганова Ганна Олександрівна – кандидат економічних наук, старший викладач, кафедра фінансів, Національний університет харчових технологій (вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, Україна)

E-mail: hanna.rohanova@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3758-9675

Шірінян Арам Сергійович – доктор фізико-математичних наук, провідний науковий співробітник, Науково-дослідна проблемна лабораторія, Національний університет харчових технологій (вул. Володимирська, 68, Київ, 01601, Україна)

E-mail: aramshirinyan@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6119-7084

УДК 004.9+004.75+339.7+336.74+519.6
JEL Classification: C53, C15, F31, O17, O31

Шірінян Л. В., Роганова Г. О., Шірінян А. С. Влияние факторов на формирование стоимости биткойна

Исследование базируется на гипотезах относительно влияния факторов на формирование стоимости биткойна. Цель статьи заключается в научном поиске и определении факторов, влияющих на стоимость биткойна с высоким уровнем корреляции. Перечень факторов насчитывает 33 мировых показателя, среди которых: другие криптовалюты, фиатные деньги, мировые показатели фондовых рынков, акции мощных мировых компаний, цены на энергоресурсы, стоимость драгоценных металлов. В результате исследования были отобраны независимые влияющие факторы, и построена корреляционно-регрессионная модель стоимости биткойна. Обоснована статистическая значимость: факторов, включенных в модель, корреляционно-регрессионного уравнения, позволяющего моделировать стоимость биткойна. Выполнена апробация предложенной модели по фактическим данным выявленных факторов влияния. Перспективы дальнейших исследований в данном направлении основаны на применении трендов для независимых факторов, имеющих существенное влияние на стоимость биткойна с целью моделирования его будущей стоимости. Кроме выявленных факторов, значительное влияние на стои-

UDC 004.9+004.75+339.7+336.74+519.6
JEL Classification: C53, C15, F31, O17, O31

Shirinyan L. V., Rohanova H. O., Shirinyan A. S. The Influence of Factors on Bitcoin Value Formation

The study is based on hypotheses about the influence of factors on bitcoin value formation. The aim of the article is the scientific inquiry and determination of factors affecting bitcoin value with a high level of correlation. The list of factors includes 33 world indicators, among which there are other cryptocurrencies, fiat money, world indices of stock markets, shares of powerful global companies, prices for energy and precious metals. As a result of the study, independent influential factors are selected and a correlation-regression model of bitcoin value is built. The statistical significance of the factors included in the model and the correlation-regression equation that allows simulating bitcoin value is substantiated. Practical approval of the proposed model using the actual data of the identified influence factors is carried out. Prospects for further research in this direction are based on applying trends as to independent factors that markedly affect the value of a bitcoin in order to model its future value. In addition to the factors identified, a significant influence on bitcoin value can be made by supply and demand, bitcoin scalability, interference of government regulatory institutions, the shadow money market, volume and nature of news in the crypto currency market.

мость биткойна могут осуществлять: спрос и предложение, масштабируемость сети биткойнов, вмешательство государственных институтов регулирования, теневой рынок обращения денег, объем и характер новостей на рынке криптовалют.

Ключевые слова: криптовалюта, стоимость биткойна, индекс биржи, акция, валютная пара, цена на энергоресурсы, стоимость металлов, корреляционно-регрессионный анализ.

Табл.: 11. **Формул.:** 2. **Библ.:** 17.

Ширинян Лада Васильевна – доктор экономических наук, заведующий кафедрой финансов, Национальный университет пищевых технологий (ул. Владимирская, 68, Киев, 01601, Украина)

E-mail: ladashirinyan@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8349-2113

Роганова Анна Александровна – кандидат экономических наук, старший преподаватель, кафедра финансов, Национальный университет пищевых технологий (ул. Владимирская, 68, Киев, 01601, Украина)

E-mail: hanna.rohanova@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3758-9675

Ширинян Арам Сергеевич – доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательская проблемная лаборатория, Национальный университет пищевых технологий (ул. Владимирская, 68, Киев, 01601, Украина)

E-mail: aramshirinyan@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6119-7084

Keywords: cryptocurrency, bitcoin value, stock exchange index, share, currency pair, energy price, metal price, correlation-regression analysis.

Tbl.: 11. **Formulae:** 2. **Bibl.:** 17.

Shirinyan Lada V. – Doctor of Science (Economics), Head of the Department of Finance, National University of Food Technologies (68 Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine)

E-mail: ladashirinyan@ukr.net

ORCID: 0000-0002-8349-2113

Rohanova Hanna O. – Candidate of Sciences (Economics), Senior Lecturer, Department of Finance, National University of Food Technologies (68 Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine)

E-mail: hanna.rohanova@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3758-9675

Shirinyan Aram S. – Doctor of Sciences (Physics and Mathematics), Senior Research Fellow, Scientific Research Problem Laboratory, National University of Food Technologies (68 Volodymyrska Str., Kyiv, 01601, Ukraine)

E-mail: aramshirinyan@ukr.net

ORCID: 0000-0002-6119-7084

Постановка проблеми. Інтенсивний розвиток комп'ютерних технологій приводить до появи операцій з електронними грошима. Нині у світі вже існує понад 1500 криповалют, серед яких біткойн входить до ТОП-3 поширених криптовалют у 2018 р. Функції біткойна частково схожі на функції готівкових грошей. Біткойн (Bitcoin) функціонує без центрального органу управління чи банків; опрацювання транзакцій та емісія біткойнів виконується колективно учасниками мережі, застосування біткойнів дає змогу здійснювати розрахунки як в Інтернеті, так і поза ним. Біткойн базується на технології Blockchain [1] і може замінити традиційні фіатні валюти [2].

У низці країн світу (США, Німеччина, Японія) офіційно дозволені операції з біткойном. Українські уповноважені органи та фінансові регулятори не визнають криптовалюту платіжними засобами, хоча деякі українські онлайн-магазини та підприємства вказують на своїх сайтах про те, що приймають криптовалюту як форму оплати: наприклад, у 2017 році одне з київських кафе почало приймати оплату в біткойнах; також відбулася електронна трансатлантична угода з обміну нерухомості на криптовалюту Ethereum [3, с. 884]. У соціальних мережах тема криптовалют сьогодні є однією з популярних тем, що демонструє високу зацікавленість і потребу детального дослідження факторів формування вартості криптовалют і, зокрема, вартості біткойна.

Основна гіпотеза нашого дослідження стосується формування вартості біткойна та базується на припущенні впливу на вартість таких факторів, як фондові індекси, акції відомих інтернет-компаній, ф'ючерси на важливі енергетичні ресурси, дорогоцінні метали та товари, валютні пари на основі впливових світових валют, ціни на енер-

горесурси. Наскільки нам відомо, такий аналіз поки що не знайшов відображення у науковій літературі.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зарубіжними авторами А. Волтч (A. Waltch) [1], Н. Гандаль (N. Gandal) [3], А. Салман (A. Salman) [4] здійснено дослідження щодо розміру ринку криптовалют, ринкової капіталізації біткойна, волатильності цін на біткойни. Серед відомих нам праць слід назвати публікації таких українських науковців: Є. Галушка [5], О. Заруцька [3], М. Лалакулич [6], І. Пістунов [7], Т. Яцик [8]. У вітчизняній науковій періодиці нам не відомі роботи з аналізу вартості біткойна на основі гіпотез, подібних до нашого підходу; немає досліджень стосовно взаємної залежності криптовалют, залежності криптовалют від фіатних грошей і показників економіки й індикаторів фондових ринків. Бракує праць, предметом наукового пошуку яких є моделювання та прогнозування вартості біткойна, аналіз факторів, що впливають на його вартість.

Мета дослідження полягає у виявленні закономірностей функціонування біткойна на ринку грошей, проведенні факторного аналізу прогнозування його вартості за допомогою кореляційно-регресійного аналізу, статистичного аналізу й економіко-математичного моделювання.

Інформаційна база дослідження передбачає формування статистичної бази з метою подальшої побудови вхідної матриці значень усіх відібраних факторів. Джерелами інформаційної бази нашого дослідження є онлайн-ресурси:

- coinmarketcap.com – для аналізу динаміки та капіталізації криптовалют [9];
- bitcoinwisdom.com – для аналізу актуального курсу біткойна та лайткоіна, а також світових валют

на найкрупніших криптовалютних біржах Bitfinex, Huobi, Bitstamp, BTC-e [10];

- investing.com – для одержання інформації про валюти та криптовалюти, індекси, товари, акції, ф'ючерси, опціони, облігації у світовому масштабі [11];
- index.minfin.com.ua – для аналізу динаміки курсу USD/UAH [12].

Виклад основного матеріалу. Нині вже емітовано понад 16 мільйонів біткойнів, загальна вартість яких пере-

вищує 126 мільярдів доларів США. Поряд з Bitcoin на ринку криптовалют можна добувати інші валюти, перелік яких щороку зростає. За даними 8196 криптовалютних бірж, станом на початок 2018 р. рівень капіталізації криптовалют становив 585 млрд доларів США [9]. Частка Bitcoin становить близько 35 %, частка інших криптовалют оцінюється як: Ethereum – 18,9 %, Ripple – 8,8 %, Bitcoin Cash – 5 %, Cardano – 3 %, Litecoin – 1,8% (табл. 1).

Прогнозні оцінки виявляють, що необов'язково саме Bitcoin залишиться провідною криптовалютою [13, с. 150]

Таблиця 1

Показники TOP-7 поширених криптовалют у 2017 році*

Назва (позначення)	Автор (сайт)	Рік створення	Курс / ціна, долар	Капіталізація, млн доларів	Максимальна емісія, млн одиниць
Bitcoin (BTC)	Satoshi Nakamoto (www.bitcoin.org)	2009	11532	194 083	21
Ethereum (ETH)	Віталій Бутерин (www.ethereum.org)	2015	1105	107 487	90
Ripple (XRP)	Ryan Fugger (www.ripple.com)	2012	1,23	47 721	100 000
Bitcoin Cash (BCH)	Amaury Séchet Bitcoincash.org	2017	1657	28070	21
Cardano (ADA)	Charles Hoskins Cardanofoundation.org	2017	0,62	16 205	45 000
Stellar (XLM)	Jed McCaled www.stellar.org	2014	0,62	11 156	100 000
Litecoin (LTC)	Charlie Lee (www.litecoin.org)	2011	60,8	9 998	84

* Вибірка авторів за даними онлайн-ресурсу [9]

у майбутньому. Так, міжнародне незалежне рейтингове агентство Weiss Ratings сформувало рейтинг криптовалют на основі чотирьох критеріїв: ризику, перспективи, технологічна складова, прийнятність за такою шкалою: «А» – Excellent (відмінно), «В» – Good (добре), «С» – Fair (задовільно), «D» – Weak (погано), «Е» – Very weak (дуже погано) [14]. Лише 74 криптовалюти отримали рейтинг, причому найвищий рейтинг («А») не отримала жодна з криптовалют; «В» отримали Ethereum і EOS; «В-» – Cardano і NEO; «С+» – Bitcoin; «С» – Dogecoin; «С-» – Bitcoin Cash; «D» – Novacoin та Salus [15].

Методологія кореляційно-регресійного аналізу.

Для подальшого аналізу на основі методів багатофакторного кореляційно-регресійного аналізу доцільно сформулювати гіпотезу дослідження і створити модель, яка б дала змогу підтвердити або скасувати припущення. *Гіпотеза* припускає вплив на вартість біткойна і формулюється так: *вартість біткойна є пропорційною світовим фондовим індексам, вартості акцій відомих інтернет-компаній, ф'ючерсам на важливі енергетичні ресурси, вартості дорогоцінних металів і товарів, вартості валютних пар впливових світових валют.* Для виявлення такого впливу ми поділили етапи дослідження на п'ять завдань, коли незалежними факторами моделі є: завдання А) – криптовалюти; завдання Б) – пари впливових світових валют; за-

вдання В) – світові фінансові індекси; завдання Г) – акції світових компаній; завдання Д) – ф'ючерси на енергетичні ресурси і метали; завдання Е) – комбіновані фактори завдань А–Д.

Критерії вибору факторів. Застосуємо покрокове виключення факторів для визначення їх мінімального набору. Відбір мінімального набору факторів побудований на трьох критеріях: і) фактори повинні бути кількісно вимірювані; ii) не знаходиться у тісній функціональній взаємній залежності, тобто парна кореляція має бути не високою; iii) мати сильний або помітний вплив на вартість біткойна; iii) мати статистично значущі характеристики всередині кореляційно-регресійної моделі. У разі сильної або дуже сильної парної кореляції обираємо той фактор, що має найбільший вплив на вартість біткойна.

Розглянемо послідовно кожне завдання.

Завдання А – факторами впливу на вартість е криптовалют. З метою виявлення кореляційних зв'язків авторами було побудовано матрицю парних кореляцій на основі поширених криптовалют (табл. 1): Bitcoin (BTC), Litecoin (LTC), Ripple (XRP), Ethereum (ETH). Інформаційною базою аналізу слугували фактичні значення криптовалют за даними сайту coinmarketcap.com [9]. Досліджуваний період аналізу становив (півроку) і включав 185 щоденних спостережень за період з 24.07.2017 по 24.01.2018 рр. Крип-

товалути Stellar не було включено до регресійної моделі, оскільки Stellar є відгалуженням Ripple [16], у зв'язку з чим обидві мають дуже високий рівень парної кореляції. Аналогічно ми виключили Bitcoin Cash [17], оскільки вона теж є відгалуженням Bitcoin з дуже високим рівнем парної кореляції. Криптовалуту Cardano не було включено до бази дослідження у зв'язку із тим, що ця валюта є новою, виникла наприкінці 2017 р. і значно скорочує досліджуваний період.

Результати Завдання А. У результаті проведених розрахунків отримуємо кореляційну матрицю (табл. 2).

Таблиця 2

Матриця парних кореляцій криптовалют як факторів

	Bitcoin	Litecoin	Ripple	Ethereum
Bitcoin	1,00			
Litecoin	0,92	1,00		
Ripple	0,68	0,76	1,00	
Ethereum	0,79	0,85	0,87	1,00

Дані табл. 2 свідчать, що за шкалою Чеддока за усіма параметрами діє мультиколінеарність. Парні кореляції криптовалюти BTC з криптовалютами LTC, XRP, ETH і всі інші кореляційні пари є дуже сильними або сильними. По-друге, немає нульових парних кореляцій із вартістю

Bitcoin, які потребували б виключення фактора. У зв'язку з такою особливістю маємо обрати з наведеного переліку найбільш впливові та незалежні фактори. Можна бачити, що за шкалою Чеддока парна кореляція більша за 0,7 існує серед усіх факторів, тому їх не доцільно одночасно включати до моделі. Найбільший, майже функціональний вплив на Bitcoin здійснюють криптовалюти Litecoin і Ethereum, тому уточнимо вибір серед цих двох факторів. Для подальшого аналізу та пошуку кореляцій достатньо, з високим рівнем достовірності, обрати як незалежний фактор криптовалюту Litecoin (LTC).

Проведемо подібний аналіз для наступного завдання.

Завдання Б – факторами впливу на вартість є пари впливових світових валют. Авторами було досліджено щомісячну динаміку вартості біткойна та валютних пар впливових світових валют за даними ринка Forex [11; 12]:

- євро / долар США (EUR/USD),
- долар США / китайський юань (USD/CNY),
- долар США / японська єна (USD/JPY),
- британський фунт / долар США (GBR/USD),
- австралійський долар / долар США (AUD/USD).

Досліджуваний період аналізу становив останні 3 роки (січень 2015 р. – грудень 2017 р. станом на кінець місяця робочої неділі за ціною закриття торгів).

Результати Завдання Б. За результатами проведених розрахунків отримуємо кореляційну матрицю для біткойна та наведених факторів (табл. 3).

Таблиця 3

Матриця парних кореляцій світових валют як факторів

Показник /Фактор	Bitcoin	EUR/USD	USD/CNY	USD/JPY	GBR/USD	AUD/USD
Bitcoin	1,00					
EUR/USD	0,68	1,00				
USD/CNY	0,16	-0,12	1,00			
USD/JPY	-0,16	-0,28	-0,61	1,00		
GBR/USD	-0,28	0,00	-0,94	0,70	1,00	
AUD/USD	0,35	0,54	0,01	-0,31	-0,22	1,00

Дані табл. 3 виявляють, що більшість валютних пар мають слабкий та помірний зв'язок із ціною біткойна. Найбільший вплив на Bitcoin відповідно до шкали Чеддока здійснює валютна пара EUR/USD із величиною парної кореляції 0,68. Існує висока, сильна парна кореляція між парами валют GBR/USD, USD/CNY, USD/JPY. Але вплив цих валют на вартість біткойна є слабким. За критерієм вибору факторів для подальшого аналізу та пошуку кореляцій, з високим рівнем достовірності, ми обрали як незалежний фактор валютну пару EUR/USD.

Завдання В – факторами впливу на вартість є світові фондові індекси. Авторами було досліджено щомісячну динаміку вартості біткойна та 7 фондових індексів протягом останніх трьох років і їх взаємозв'язок, серед яких [11]:

- американські NASDAQ Composite (IXIC, USD), S&P 500 (SPX, USD);
- японський Nikkei 225 (N225, JPY);

- китайський FTSE China A50 (FTXIN9, CNY);
- український ПФТС (PFTS, UAH);
- російський індекс РТС (MCX, RUB);
- глобальний фондовий індекс STOXX Europe 600 (SXXP 600, USD).

Результати Завдання В. Побудова матриці парних кореляцій дала підстави мінімізувати кількість факторів. Для початкового аналізу ми відібрали відповідно до шкали Чеддока п'ять значущих факторів, що мають найбільший, майже функціональний вплив на біткойн (табл. 4) з наведеного набору – Nasdaq Composite, S&P 500, Nikkei 225, FTSE China A50, РТС. Дані табл. 4 виявляють, що український індекс PFTS має слабкий зв'язок із ціною біткойна.

Застосуємо покрокове виключення факторів за критерієм вибору. Парні кореляції є дуже сильними або сильними для багатьох факторів: приміром, для S&P 500 і NASDAQ Composite, S&P 500 і Nikkei 225, S&P 500 і РТС; Nikkei 225 і NASDAQ Composite, Nikkei 225 і STOXX 600;

Таблиця 4

Матриця парних кореляцій фондових індексів і акцій компаній як факторів

Показник /Фактор	Bitcoin	Nasdaq Composite	S&P 500	Nikkei 225	FTSE China A50	PFTS	PTC	SXXP 600
Bitcoin	1,00							
Nasdaq Composite	0,81	1,00						
S&P 500	0,81	0,99	1,00					
Nikkei	0,68	0,71	0,68	1,00				
FTSE China A50	0,54	0,54	0,54	0,81	1,00			
PFTS	0,07	0,01	0,00	0,47	0,60	1,00		
PTC	0,55	0,80	0,84	0,50	0,46	-0,02	1,00	
SXXP 600	0,34	0,49	0,46	0,84	0,79	0,69	0,33	1,00

PTC і NASDAQ Composite. Це означає, що, незважаючи на їх значущість у формуванні впливу на біткойн, їх не варто одночасно включати до регресійної моделі.

За критерієм вибору факторів ми можемо замінити такі взаємозалежні фактори на один або декілька факторів, що мають найбільший вплив на Bitcoin – NASDAQ Composite, S&P 500, Nikkei 225. Саме ці три фактори оберемо для подальшого аналізу.

Завдання Г – факторами впливу на вартість є акції світових компаній. Для відповідного аналізу ми дослідили фактичні дані за останні 3 роки та проаналізували щомісячну динаміку вартості Біткойна та ще 8 факторів, серед яких акції таких компаній [11]:

- SSE PLC (SSE, Велика Британія, GBR);

- Facebook Inc (FB, США, USD);
- Netflix Inc (NFLX, США, USD);
- Twitter Inc (TWTR, США, USD);
- Apple Inc (AAPL, США, USD);
- Intel Corporation (INTC, США, USD);
- Alibaba Group Holdings Ltd (BABA, США, USD);
- Honda Motor Co Ltd (7267, Японія, JPY).

Результати Завдання Г. Побудова матриці парних кореляцій (табл. 5) дає змогу відібрати 6 факторів (SSE PLC, Facebook, Netflix, Apple, Intel Corporation, Alibaba Group), що мають найбільшу кореляцію із ціною біткойна. Слабкий зв'язок із ціною біткойна за шкалою Чеддока мають акції компаній Twitter Inc та Honda Motor Co Ltd, які виключаємо з дослідження.

Таблиця 5

Матриця парних кореляцій акцій компаній, що торгуються на біржі, як факторів

Показник /Фактор	Bitcoin	SSE PLC	Facebook	Netflix	Twitter	APPLE	Intel Corporation	Alibaba Group	Honda Motor
Bitcoin	1,00								
SSE PLC	-0,67	1,00							
Facebook	0,73	-0,69	1,00						
Netflix	0,75	-0,7	0,91	1,00					
Twitter	-0,18	0,38	-0,66	-0,53	1,00				
APPLE	0,76	-0,52	0,69	0,8	-0,005	1,00			
Intel Corporation	0,82	-0,45	0,74	0,72	-0,25	0,72	1,00		
Alibaba Group	0,82	-0,6	0,88	0,87	-0,28	0,89	0,81	1,00	
Honda Motor	0,07	0,14	-0,42	-0,11	0,72	0,21	0,02	-0,1	1,00

Подальше застосування покрокового виключення факторів за критерієм вибору надасть змогу визначити найбільш впливові та незалежні фактори. У нашому випадку це будуть два фактори Intel Corporation і SSE PLC.

Завдання Д – факторами впливу на вартість є ф'ючерси на енергетичні ресурси та метали. В рамках такого завдання ми дослідили дані Нью-Йоркської та Лондонської бірж щодо динаміки вартості ф'ючерсів на енергетичні ресурси та метали (за період з січня 2015 р. по грудень 2017 р) і порівняли з щомісячною динамікою вартості Біткойна. Факторами, що обрані для пошуку впливу на вартість Біткойна, є такі [11]:

- ф'ючерси на енергоресурси: нафта Brent (LCOH8, USD/барель), нафта WTI (LCH8, USD/барель); природний газ (NGG8, USD/MMBtu);

- ф'ючерси на дорогоцінні метали: золото (GCG8, USD/трійська унція), срібло (SIH8, USD/трійська унція), платина (PLJ8, USD/трійська унція);
- ф'ючерси на інші метали: алюміній (MALC1, USD/тонна), мідь (MCUC1, USD/тонна), нікель (NickelC1, USD/тонна).

Результати Завдання Д. Аналіз фактичних даних для наведеного набору факторів дав змогу побудувати табл. 6 для кореляцій і виділити два найбільш впливових на ціну біткойна показники – Алюміній та Мідь. Парна кореляція таких факторів є дуже сильною (0,91), тому для подальшого аналізу оберемо лише один. Згідно з критерієм вибору факторів це буде Алюміній.

Дані табл. 6 свідчать, що помірний зв'язок із ціною біткойна мають обидва види нафти. З іншого боку, має міс-

Матриця парних кореляцій ф'ючерсів на енергоресурси і металів

Показник /Фактор	Bitcoin	Золото	Срібло	Платина	Нафта Brent	Нафта WTI	Природний газ	Алюміній	Мідь	Нікель
Bitcoin	1,00									
Золото	0,40	1,00								
Срібло	0,10	0,85	1,00							
Платина	-0,28	0,30	0,43	1,00						
Нафта Brent	0,44	0,16	0,16	0,33	1,00					
Нафта WTI	0,43	0,21	0,25	0,26	0,96	1,00				
Природний газ	0,27	0,30	0,46	-0,02	0,49	0,56	1,00			
Алюміній	0,74	0,57	0,38	0,04	0,64	0,62	0,55	1,00		
Мідь	0,71	0,32	0,16	0,04	0,77	0,72	0,49	0,91	1,00	
Нікель	0,19	0,15	0,18	0,68	0,73	0,61	0,28	0,48	0,57	1,00

це висока кореляція нафти із Алюмінієм та Міддю, що не дає змоги включати їх до регресійного рівняння. Інші світові сировинні індекси за шкалою Чеддока взагалі не підтвердили гіпотезу і не показали мінімально необхідного рівня кореляції із ціною біткойна.

Завдання Е – факторами впливу на вартість є комбіновані фактори завдань А–Д. Тепер можна спробувати акумулювати результуючі фактори завдань А–Д для покрокового виключення факторів за критерієм вибору і побудови кореляційно-регресійної моделі залежності вартості Біткойна від обраних факторів. У нашому випадку таки-

ми факторами є 7 показників: криптовалюта Litecoin (LTC); валютна пара EUR/USD; NASDAQ Composite і Nikkei 225; акції компаній Intel Corporation і SSE PLC; ф'ючерс на Алюміній.

Результати Завдання Е. Побудуємо матрицю парних кореляцій біткойна та визначених факторів для фактичних даних за період з січня 2015 р. по грудень 2017 р. (табл. 7). Аналіз матриці парних кореляцій підтверджують коректність обраних факторів, оскільки всі наведені фактори мають високу кореляцію (в діапазоні значень парної кореляції $|0,67|-0,96$) із ціною Біткойна.

Таблиця 7

Матриця парних кореляцій результуючих факторів завдання Е

Показник /Фактор	Bitcoin	Litecoin	EUR/USD	NASDAQ Composite	Nikkei 225	Intel Corporation	SSE PLC	Алюміній
Bitcoin	1,00							
Litecoin	0,92	1,00						
EUR/USD	0,68	0,68	1,00					
NASDAQ Composite	0,81	0,80	0,55	1,00				
Nikkei 225	0,68	0,68	0,36	0,71	1,00			
SSE PLC	-0,67	-0,66	-0,45	-0,62	-0,42	1,00		
Intel Corporation	0,82	0,82	0,42	0,82	0,59	-0,45	1,00	
Алюміній	0,74	0,73	0,57	0,84	0,64	-0,43	0,69	1,00

Знову застосуємо покрокове виключення факторів за критерієм вибору. Можна бачити, що має місце висока парна кореляція на рівні 0,84 між факторами NASDAQ Composite та Алюміній. Аналогічний зв'язок відстежується між парою NASDAQ Composite та SSE PLC, між парами SSE PLC і Litecoin. Це означає, що, незважаючи на їх суттєвий вплив на вартість біткойна, доцільно зменшити кількість факторів для регресійної моделі.

Після такої оптимізації ми залишаємо такі 5 фактори: криптовалюта Litecoin (LTC); валютна пара EUR/USD; Nikkei 225; акції компаній Intel Corporation і SSE PLC.

Позначимо вартість біткойна в доларах США символом Y , а фактори – символом X і спробуємо побудувати регресійну модель залежності $Y(X)$. Оскільки критерій вибору та мінімізації факторів базувався на пошуку сильно впливових факторів, то найпростіший варіант такої моделі доцільно шукати у вигляді лінійної регресії такого ряду:

$$Y = Y_0 + \sum_{i=1}^5 A_i X_i, \quad (1)$$

У функціональній залежності (1) позначення обраних факторів розкрито в табл. 8. Тут аргументами функції (1) є фактори X_1, X_2, \dots, X_5 .

Обрані фактори для кореляційно-регресійного аналізу

Фактор	Позначення	Коефіцієнт A_i
Вартість біткойна, в доларах США	Y	-
Константа, в доларах США	Y_0	-
Криптовалюта Litecoin (LTC) (вартість 1 LTC у доларах США)	X_1	A_1
Валютна пара EUR/USD (вартість 1 EUR у доларах США)	X_2	A_2
Індекс Nikkei 225, в японській єні (JPY)	X_3	A_3
Акції компанії SSE PLC, у фунтах стерлінгів (GBR)	X_4	A_4
Акції компанії Intel Corporation, в доларах США	X_5	A_5

Перейдемо до розрахунку параметрів рівняння регресії (1). Для цього ми виконали оцінку регресійної статистики шляхом визначення коефіцієнтів кореляції, індексу детермінації, стандартної помилки (табл. 9). Далі ми здійснили перевірку адекватності отриманої моделі за допомогою аналізу t -статистики і F -критерію.

Аналіз, здійснений за допомогою пакета Statistica, дав змогу отримати залежність:

$$Y = -11223,99 + 40,08 \cdot X_1 + 7532,10 \cdot X_2 + 0,12 \cdot X_3 - 3,57 \cdot X_4 + 194,24 \cdot X_5. \quad (2)$$

Регресійну статистику побудованої кореляційно-регресійної моделі відображено у табл. 9, загальну статистичну характеристику моделі зведено до табл. 10.

Таблиця 9

Регресійна статистика моделі (2)

Показник	Значення
Множинний R	0,98
R-квадрат	0,97
Нормований R-квадрат	0,97
Стандартна помилка	541,89
Кількість спостережень	36

Таблиця 10

Статистична характеристика кореляційно-регресійної моделі (1)

Фактор	Коефіцієнт регресії A	Стандартна помилка A	t -статистика	p -значення
Y_0	-11223,99	4618,6	-2,43	0,02
X_1	40,08	4,3	9,39	0,00
X_2	7532,10	3092,3	2,44	0,02
X_3	0,12	0,1	1,79	0,08
X_4	-3,57	1,6	-2,26	0,03
X_5	194,24	32,4	5,99	0,00

Регресійна статистика моделі (2) в цілому має задовільні характеристики: множинний коефіцієнт кореляції 0,98; змінність значень результату Y біля лінії регресії скла-

дає 3 % від початкової дисперсії; відсутня мультиколінеарність. Досить високе значення стандартної помилки обумовлено тим, що в розрізі щомісячних фактичних даних вартість біткойна дуже волатильна та схильна до значних коливань [13, с. 148].

За аналізом t -статистики з довірчим інтервалом у 90 % усі включені до моделі фактори є значущими. Порівняння показників p -значення з визначеним на рівні, що менше 0,10, дає підстави стверджувати про значущість кореляційних зв'язків моделі для усіх факторів. Аналіз за F -критерієм дозволяє стверджувати про значущість коефіцієнта множинної кореляції R .

У заключній частині роботи ми з метою демонстрації дієвості підходу наводимо результати апробації кореляційно-регресійної моделі за допомогою прогнозування вартості біткойна. Зрозуміло, що таке прогнозування не може охоплювати великі інтервали часу і базується на даних базового періоду.

Базовим періодом для аналізу було обрано січень 2015 р. – грудень 2017 року. Прогнозованим періодом обрано робочі дні наступного за базовим періодом місяця (січень 2018 р.). Результати розрахунків наведено в табл. 11.

Як бачимо з табл. 11, середня відносна похибка апроксимації дорівнює 7,75 % (причому нормативне значення не повинно перевищувати 10–12 %). Це означає, що побудована модель множинної регресії в цілому адекватно описує зв'язок вартості біткойна з обраними факторами на короткострокових інтервалах часу. Збільшення прогнозованого періоду (прогноз на лютий 2018 р.) призводить до спотворення розрахункових значень Bitcoin і потребує коригування моделі (2), тобто включення фактичних значень Bitcoin та обраних факторів за січень 2018 р. до базового періоду.

Висновки. Проведений багатофакторний аналіз дав змогу серед 33 досліджуваних світових фінансових показників відібрати п'ять факторів, що мають суттєвий вплив на вартість біткойна. Такими факторами виявлено криптовалюту Litecoin (LTC); валютну пару EUR/USD; японський фондовий індекс Nikkei 225; акції компанії SSE PLC і Intel Corporation.

Кореляційно-регресійний аналіз свідчить про прямопропорційний зв'язок із вартістю Bitcoin таких факторів Litecoin, EUR/USD, Nikkei 225, Intel Corporation; SSE PLC має обернено пропорційний зв'язок. Виявлено, що серед наведених факторів акції компанії SSE PLC здійсню-

Перевірка моделі (2) на фактичних даних факторів

Дата 2018 р.	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Bitcoin – фактичне значення	Bitcoin – розрахункове значення, Y	Похибка апроксимації, %
25.01	180,3	1,2397	23669,49	1262,5	45,3	11259,4	12548,71	11,45
24.01	180	1,2408	23940,78	1279,5	45,51	11359,4	12558,51	10,56
23.01	177,8	1,2299	24124,15	1295	46,06	10868,4	12462,34	14,67
22.01	180	1,2262	23816,33	1296,5	45,75	10931,4	12419,14	13,61
19.01	193	1,2222	23808,06	1291	44,82	11607,4	12747,99	9,83
18.01	192,8	1,2239	23763,37	1300	44,48	11474,9	12649,11	10,23
17.01	186,5	1,2186	23868,34	1342	44,39	11188,6	12202,23	9,06
16.01	188,3	1,226	23951,81	1333	43,14	11490,5	12129,72	5,56
12.01	236,9	1,2187	23653,82	1321	43,24	13980,6	14048,03	0,48
11.01	229,4	1,2032	23710,43	1318	43,41	13405,8	13681,41	2,06
10.01	250,5	1,1947	23788,2	1305	42,5	14973,3	14342,24	4,21
9.01	247	1,1937	23849,99	1310	43,62	14595,4	14401,75	1,33

ють від'ємний вплив: зростання їх вартості призводить до зменшення вартості біткойна.

Побудована кореляційно-регресійна модель і отримана функціональна залежність дають змогу прогнозувати вартість біткойна з середньою відносною похибкою на рівні 7,5 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у застосуванні трендів для результатуючих факторів, що мають суттєвий вплив на вартість біткойна для моделювання майбутньої вартості криптовалюти, зокрема, біткойн.

Слід також зазначити, що, окрім виявлених факторів, суттєвий вплив на вартість біткойна може здійснювати не лише попит і пропозиція, а й безпосередньо масштабованість мережі біткойна, втручання державних інститутів регулювання, тіньовий ринок обігу грошей, обсяг і характер новин щодо ринку криптовалют. Саме з таких позицій доцільно проведення подальших досліджень.

ЛІТЕРАТУРА

- Walch A. The Bitcoin Blockchain as Financial Market Infrastructure: a Consideration of Operational Risk. *Legislation and Public Policy*. 2015. Vol. 18. P. 837–893.
- Gandal N., Hamrick JT, Moore T., Oberman T. Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem. *Journal of Monetary Economics*. 2018. Vol. 95. P. 86–96.
- Заруцька О. П., Прохорець Т. Б. Особливості функціонування платіжних систем в Україні. *Молодий вчений*. 2017. № 10 (50). С. 882–885.
- Salman A., Abdul Razzaq M. Bitcoin and the World of Digital Currencies. *Financial Management from an Emerging Market Perspective*. 2018. Chap. 15. С. 271–281.
- Галушка Є.О., Пакон О. Д. Сутність криптовалют та перспективи їх розвитку. *Молодий вчений*. 2017. № 4 (44). С. 634–638.
- Лалакулич М. Ю., Шевчук О. І., Шевчук Я. В. Впровадження та перспективи використання криптовалют в україн-

ській економіці. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука»*. 2018. № 2. URL: <https://www.inter-nauka.com>

7. Електронна економіка. Том 1. Криптовалюта. Big Data : навч. посіб. / І. М. Пістунів, О. П. Антонюк. Дніпропетровськ : НГУ. 2017. 291 с. URL: http://pistunovi.inf.ua/EE_KC_BD.pdf

8. Яцик Т. В. Методика фінансового обліку криптовалют як особливого виду електронних грошей. *Молодий вчений*. 2017. № 2 (42). С. 349–354.

9. Cryptocurrency Market Capitalizations. 2017. URL: <http://www.coinmarketcap.com>

10. BitcoinWisdom. 2017. URL: <https://bitcoinwisdom.com>

11. World Financial Market. 2017. URL: <https://www.investing.com>

12. Офіційний сайт Міністерства фінансів України. 2017. URL: <https://minfin.com.ua>

13. Олексюк О. С., Мостіпака О.В. Криптовалюта біткойн. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2017. № 4 (60). С. 145–153.

14. Is bitcoin a good investment? Weiss Cryptocurrency Ratings give bitcoin poor score. 2018. URL: <https://www.express.co.uk/finance/city/909859/bitcoin-weiss-ratings-cryptocurrency-score-is-bitcoin-good-investment>

15. Рейтинговое агентство Weiss оценило Ethereum выше биткойна. 2018. URL: <https://forklog.com/rejtingovoe-agentstvo-weiss-otsenilo-ethereum-vyshe-bitkoina>

16. Криптовалюта Ripple: полное руководство. 2017. URL: <https://cryptocur.net/kriptovalyuta-ripple-polnoe-rukovodstvo>

17. Fork Watch: Block 478558 Initiates 'Bitcoin Cash' Split – First Blocks Now Mined. 2017. URL: <https://news.bitcoin.com/fork-watch-first-bitcoin-cash-block-mined>

REFERENCES

- BitcoinWisdom. 2017. <https://bitcoinwisdom.com>
- Cryptocurrency Market Capitalizations. 2017. <http://www.coinmarketcap.com>
- "Fork Watch: Block 478558 Initiates 'Bitcoin Cash' Split - First Blocks Now Mined. 2017" <https://news.bitcoin.com/fork-watch-first-bitcoin-cash-block-mined>

Gandal, N. et al. "Price Manipulation in the Bitcoin Ecosystem" *Journal of Monetary Economics* vol. 95 (2018): 86-96.

Halushka, Ye. O., and Pakon, O. D. "Sutnist kryptovaliut ta perspektyvy yikh rozvytku" [The essence of the crippling and prospects of their development]. *Molodyi vchenyi*, no. 4 (44) (2017): 634-638.

"Is bitcoin a good investment? Weiss Cryptocurrency Ratings give bitcoin poor score. 2018" <https://www.express.co.uk/finance/city/909859/bitcoin-weiss-ratings-cryptocurrency-score-is-bitcoin-good-investment>

"Kriptovalyuta Ripple: polnoye rukovodstvo. 2017" [Crypto currency Ripple: a complete guide. 2017]. <https://cryptocur.net/kriptovalyuta-ripple-polnoe-rukovodstvo>

Lalakulich, M. Yu., Shevchuk, O. I., and Shevchuk, Ya. V. "Vprovadzhennia ta perspektyvy vykorystannia kryptovaliut v ukrainskii ekonomitsi" [Implementation and prospects of using crypto currency in the Ukrainian economy]. *Internauka*. 2018. <https://www.inter-nauka.com>

Ofitsiynyi sait Ministerstva finansiv Ukrainy. 2017. <https://minfin.com.ua>

Oleksiuk, O. S., and Mostipaka, O. V. "Kryptovaliuta bitkoin" [Crypto currency bitcoin]. *Problemy systemnoho pidkhodu v ekonomitsi*, no. 4 (60) (2017): 145-153.

Pistunov, I. M., and Antoniuk, O. P. "Elektronna ekonomika. Tom 1. Kryptovaliuta. Big Data" [Electronic economy. Volume 1. Crypto currency. Big Data]. http://pistunovi.inf.ua/EE_KC_BD.pdf

"Reytingovoye agentstvo Weiss otsenilo Ethereum vyshe bitkoina. 2018" [The rating agency Weiss rated Ethereum above bitcoin. 2018]. <https://forklog.com/rejtingovoe-agentstvo-weiss-otsenilo-ethereum-vyshe-bitkoina>

Salman, A., and Abdul Razzaq, M. "Bitcoin and the World of Digital Currencies" *Financial Management from an Emerging Market Perspective*, chap. 15 (2018): 271-281.

"World Financial Market. 2017" <https://www.investing.com>

Walch, A. "The Bitcoin Blockchain as Financial Market Infrastructure: a Consideration of Operational Risk" *Legislation and Public Policy* vol. 18 (2015): 837-893.

Yatsyk, T. V. "Metodyka finansovoho obliku kryptovaliuty yak osoblyvoho vydu elektronnykh hroshei" [The method of financial accounting is crying as a special type of electronic money]. *Molodyi vchenyi*, no. 2 (42) (2017): 349-354.

Zarutska, O. P., and Prokhorets, T. B. "Osoblyvosti funktsionuvannia platizhnykh system v Ukrainy" [Features of the functioning of payment systems in Ukraine]. *Molodyi vchenyi*, no. 10 (50) (2017): 882-885.