

Гонак І.М.,
канд. екон. наук,
Бучинська Т.В.,
канд. екон. наук, доцент,
доцент кафедри міжнародних економічних відносин,
Західноукраїнський національний університет,
Тернопіль

РИНОК КРИПТОВАЛЮТ В УКРАЇНІ: СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ В КОНТЕКСТІ МІЖНАРОДНИХ ВАЛЮТНО-КРЕДИТНИХ ВІДНОСИН

Honak I.M.,
cand.sc.(econ.),
Buchynska T.V.,
cand.sc.(econ.), assoc. prof., associate professor
at the department of international economic relations,
West Ukrainian National University, Ternopil

CRYPTOCURRENCY MARKET IN UKRAINE: CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS IN THE CONTEXT OF INTERNATIONAL MONETARY AND CREDIT RELATIONS

Постановка проблеми. Розвиток фінансових ринків у загальному та розвиток ринку криптовалют, як його нової, проте, надзвичайно важливої, складової, є надзвичайно важливим для розвитку національної та міжнародної економіки. Майнінг та трейдинг криптовалют на початку третьої декади ХХІ ст. здійснює глобальний вплив на соціально-економічну, науково-технічну та інвестиційно-інноваційну складові міжнародної геополітики. На початку нового тисячоліття суб'єкти національної та глобальної економіки вдаються до використання криптовалют з метою побудови комфортного для себе економічного середовища: оптимізації податків; скорочення витрат часу та фінансових ресурсів на здійснення грошових транзакцій; пошуку нових, порівняно безпечних та перспективних, об'єктів для інвестування. Для України актуальним є розвиток криптовалютного ринку з метою: стимулювання розвитку фінансового ринку та збільшення зайнятості високоосвіченого населення; розширення переліку нових для країни об'єктів інвестування (зокрема, землі сільськогосподарського призначення та монет криптовалют); розвитку суміжних з ринком криптовалют галузей економіки – електроенергетики, банківської справи, підготовки у закладах вищої освіти спеціалістів для ринку криптовалют та інших галузей – та оподаткування діяльності цих галузей; зростання валового національного продукту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження теоретичних аспектів функціонування ринку криптовалют в Україні знайшли своє місце у працях вітчизняних та зарубіжних економістів. Окремі аспекти функціонування ринку криптовалют в Україні досліджували сучасні науковці, такі як: М. М. Дученко, Т. В. Павленко, М. А. Ребрик, Р. В. Руська та багато інших.

Аналізуючи наукові праці вчених, необхідно звернути увагу на те, що дослідження окремих аспектів функціонування ринку криптовалют в Україні не можна назвати вичерпними і потребують подальшого опрацювання та дослідження через динамічні зміни, що супроводжують розвиток українського криптовалютного ринку.

Постановка завдання. Метою статті є опрацювання теоретичних і практичних аспектів функціонування та перспектив розвитку ринку криптовалют в Україні в контексті міжнародних валютно-кредитних відносин.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розвиток нового для України та світу ринку криптовалютних монет є надзвичайно важливим для економічного, технічного та наукового розвитку для країни через його перспективність. Перші монети Bitcoin (першої та найбільшої за капіталізацією криптовалюти) з'явилися тільки у 2009 році (всього 12 років тому) [1], а криптовалютний ринок вже має капіталізацію у трильйони доларів. Зокрема, станом на 16 вересня 2021 року капіталізація ринку криптовалют склала 2 294 693 760 357 доларів США [2], що перевищує майже у п'ятнадцять разів розмір валового внутрішнього продукту України (155,6 млрд дол. за 2020 рік [3]).

Важливість криптовалютного ринку для України також ілюструють дані рейтингу Chainanalysis (що аналізує блокчейн) – згідно даного рейтингу, Україна увійшла в десятку країн, майнери якої зуміли отримати прибуток від продажу монет Bitcoin у розмірі чотирьохсот мільйонів доларів США або понад десять мільярдів гривень [4]. Це значний показник – у США майнери на продажі монет Bitcoin заробити \$4 млрд, а у Китаї – тільки \$1,1 млрд [5]. У відсотковому співвідношенні до ВВП частка прибутку від продажу монет Bitcoin в Україні є значною – приблизно чверть відсотка. У США цей показник складає приблизно 0,02% ($4 / 20937 [6] \times 100 \% = 0,019 \%$), а у Китаї частка прибутку від продажу монет Bitcoin по відношенню до ВВП менше однієї соті відсотка ($1,1 / 14723 [7] \times 100 \% = 0,007 \%$), хоча на майнерів Китаю припадає приблизно 65,08 % світового видобутку криптовалют Bitcoin [8, с. 8]. Отже, в Україні показник частки прибутку від продажу монет Bitcoin по відношенню до ВВП значний і у десятки разів перевищує абсолютні та відносні показники провідних економічно розвинених країн, що свідчить про ефективність майнінгу у нашій країні.

Частка криптовалюти Bitcoin на ринку криптовалютному станом на 17 листопада 2021 року складала 43,63 % [9], тому розглянемо особливості криптогаманців для цієї криптовалюти. Проаналізуємо розподіл власників криптовалютних монет Bitcoin у табл. 1.

Таблиця 1

Розподіл власників адрес і монет Bitcoin

Баланс, BTC	Адреси	% адрес (всього)	Монети	доларів США	% монет (всього)
(0 - 0,001)	21003672	51,81 % (100 %)	4309 Bitcoin	174 949 994	0,02% (100 %)
[0,001 - 0,01)	10071550	24,84 % (48,19 %)	38 069 Bitcoin	1 545 580 196	0,2 % (99,98 %)
[0,01 - 0,1)	6156834	15,19 % (23,34 %)	198 946 Bitcoin	8 077 197 876	1,05 % (99,78 %)
[0,1 - 1)	2495548	6,16 % (8,16 %)	774 197 Bitcoin	31 432 284 174	4,09 % (98,73 %)
[1 - 10)	664793	1,64 % (2 %)	1 692 011 Bitcoin	68 695 427 628	8,93 % (94,64 %)
[10 - 100)	130122	0,32 % (0,36 %)	4 253 529 Bitcoin	172 692 755 511	22,45 % (85,71 %)
[100 - 1000)	13567	0,03 % (0,04 %)	3 892 931 Bitcoin	158 052 530 721	20,55 % (63,26 %)
[1 000 - 10 000)	2039	0,01 % (0,01 %)	5 259 606 Bitcoin	213 539 361 602	27,76 % (42,71 %)
[10 000 - 100 000)	81	0 % (0 %)	2 168 178 Bitcoin	88 027 747 037	11,44 % (14,95 %)
[100 000 - 1 000 000)	4	0 % (0 %)	664 320 Bitcoin	26 971 307 678	3,51 % (3,51 %)

Джерело: [10]

З даних табл. 1 можемо зробити висновок, що 2 % адрес контролюють 94,64 % всіх монет Bitcoin. Якщо взяти до уваги, що Bitcoin-адреса – це не «рахунок», а один користувач може володіти декількома адресами, то концентрація у обмеженого кола осіб криптовалют Bitcoin може бути ще більшою. На основі даних табл. 1 побудуємо графічне представлення кривої Лоренца (рис. 1).

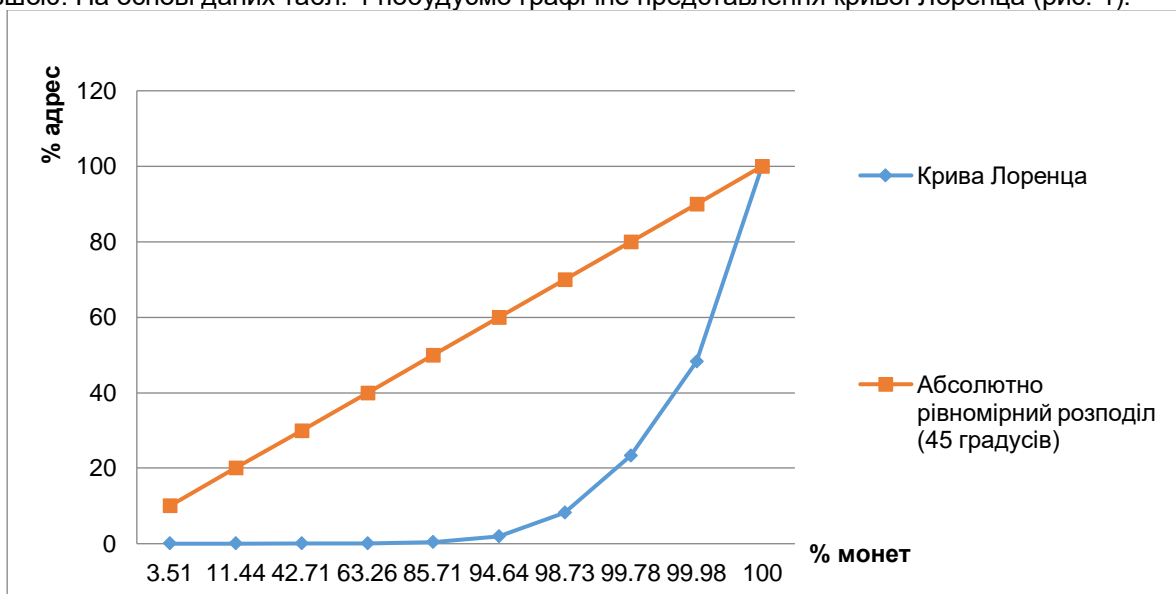


Рис. 1. Графічне представлення кривої Лоренца розподілу монет Bitcoin між адресами, %

Джерело: побудовано авторами на основі даних табл. 1

Слід зазначити, що значення коефіцієнта Джині для ринку монет Bitcoin є значно вищим, ніж у Північній Кореї, де правляча верхівка країни контролює більшість економічних ресурсів країни.

У табл. 2 проаналізуємо розподіл адрес за вартістю криптовалют Bitcoin.

Таблиця 2

Розподіл адрес за вартістю криптовалют Bitcoin

Адреси багатші ніж	Кількість адрес	Частка адрес у загальній кількості, %
\$1	35131997	59,237
\$100	15397561	25,962
\$1,000	6335677	10,683
\$10,000	1973486	3,328
\$100,000	374906	0,632
\$1,000,000	86367	0,146
\$10,000,000	7524	0,013
Разом	59307518	100,00

Джерело: [10]

Отже, понад 95,882 % адрес містять криптовалюти Bitcoin вартістю менше десяти тисяч доларів і тільки 4,118 % містять криптовалютних монет Bitcoin більше, ніж на десять тисяч доларів. Дана ситуація добре проілюстрована на рис. 2.

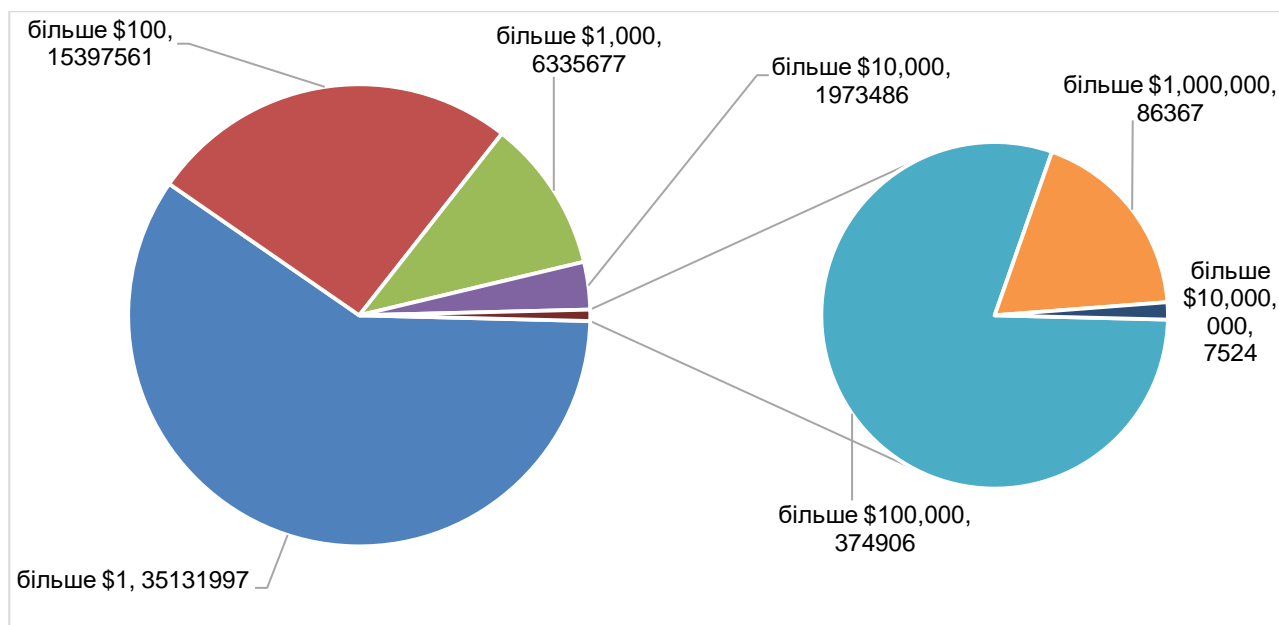


Рис. 2. Розподіл адрес за вартістю криптовалютних монет Bitcoin

Джерело: побудовано авторами на основі даних табл. 2

Згідно Глобального індексу прийняття криптовалют (The 2020 Global Crypto Adoption Index), Україна займає перше місце серед 154 країн за загальною криптовалютною активністю (табл. 3).

Згідно даних табл. 3, індекс України у прийнятті криптовалют є у півтора рази вищим, ніж у Китаю, де майниться дві третини монет Bitcoin, та у США – найбільшої економіки світу, у три рази вищий, ніж у Великої Британії, у чотири рази вищий, ніж у Південної Кореї та у майже у п'ять разів вищий, ніж у Австралії, Франції, Гонконгу та Канади і майже у шість разів вищий, ніж у Туреччини. Отже, є перспективи зайняття значної частини світового ринку криптовалют.

Під криптовалютним ринком слід розуміти економічний механізм за допомогою якого узгоджуються інтереси продавців і покупців криптовалют. Продавцями на крипторинку є емітенти, майнери, криптобіржі та криптообмінники.

Ринок криптовалют в Україні, як ринок фінансовий, можна поділити на первинний та вторинний. На первинному ринку відбувається майнінг («видобування») криптовалют на майнінг-фермах («шахтарями»). Майнінг ферми можуть приєднуватись до майнінг-пулів (наприклад, для майнінгу монети Ether є можливість приєднатися до майнінг-пулу Ethermine).

Таблиця 3

Рейтинг перших двадцяти дев'яти країн у Глобальному індексі прийняття криптовалют

Країна	Оцінка (бали)	Місце в рейтингу	Місце в рейтингу за критеріями (метриками), які використовуються при розрахунку індексу			
			Обсяг цінностей, отриманих країною в криптовалютах, зважений за паритетом купівельної спроможності (ПКС)	Обсяг роздрібних транзакцій на суму <\$10000 (зважений за ПКС)	Кількість криптовалютних рахунків на кожного користувача інтернету	Обсяг P2P-транзакцій, зважений на кількість користувачів інтернету та за ПКС
Україна	1	1	4	4	7	11
Російська Федерація	0,931	2	7	8	5	9
Боліварська Республіка Венесуела	0,799	3	19	14	15	2
Китайська Народна Республіка	0,672	4	1	1	95	53
Республіка Кенія	0,645	5	37	11	57	1
Сполучені Штати Америки	0,627	6	5	6	39	16
Південно-Африканська Республіка	0,526	7	12	9	41	10
Федеративна Республіка Нігерія	0,459	8	14	7	112	3
Республіка Колумбія	0,444	9	25	18	61	4
Соціалістична Республіка В'єтнам	0,443	10	2	2	44	81
Республіка Індія	0,395	11	3	3	129	32
Королівство Таїланд	0,365	12	17	15	21	33
Федеративна Республіка Бразилія	0,338	13	6	5	66	68
Сполучене Королівство Великої Британії і Північної Ірландії	0,333	14	15	19	42	17
Ісламська Республіка Пакистан	0,272	15	13	16	96	26
Республіка Філіппіни	0,262	16	9	13	91	44
Республіка Корея	0,246	17	8	10	24	97
Республіка Перу	0,242	18	43	30	76	7
Республіка Білорусь	0,241	19	42	44	25	12
Австралія	0,21	20	36	24	34	27
Французька Республіка	0,208	21	18	25	49	55
Республіка Латвія	0,204	22	56	61	1	22
Гонконг	0,202	23	39	62	10	23
Канада	0,196	24	28	31	45	37
Малайзія	0,192	25	38	27	47	36
Королівство Нідерланди	0,183	26	32	38	19	59
Республіка Гана	0,18	27	44	23	87	19
Аргентинська Республіка	0,174	28	27	29	73	42
Турецька Республіка	0,174	29	10	17	50	93

Джерело: [11]

На вторинному ринку криптовалют в Україні здійснюються операції купівлі-продажу за фіатні гроші чи обміну одних криптовалютних монет на інші. На українському криптовалютному ринку функціонують біржі із: тільки гривневими транзакціями – BTC TRADE UA та KUNA, з транзакціями не тільки у гривні, а й у доларах, євро та польських злотих – біржа Exmo. Найчастіше українці здійснюють операції із монетами Litecoin, Ether та Bitcoin [12].

За даними біржі BTC TRADE UA проаналізуємо цінову динаміку монет монетами Bitcoin, Ether та Litecoin протягом вересня-листопада 2021 року та їх вплив на нарахування доходу майнерів, які майнять монету Ether на майнінг-пулі Ethermine (табл. 4).

Таблиця 4

Дохід майнерів монети Ether на майнінг-пулі Ethermine на один мільйон MH/s повідомленого хешрейту [13] та вартість монет Bitcoin, Ether та Litecoin [14] на криптобіржі BTC TRADE UA протягом 21 вересня 2021 року – 21 листопада 2021 року

Дата	Нарахування доходу майнерів монети Ether на Ethermine на один мільйон одиниць MH/s повідомленого хешрейту, Y	Ціна однієї монети Bitcoin, тис. грн, X ₁	Ціна однієї монети Ether, тис. грн, X ₂	Ціна однієї монети Litecoin, тис. грн, X ₃
1	2	3	4	5
21.09.2021	18,0737705	1161,7373	80,15	4,27804
22.09.2021	20,8743169	1184,04412	83,22153	4,38103
23.09.2021	20,3825137	1198,41921	85,47038	4,39999
24.09.2021	19,5901639	1159,21581	78,90437	4,15207
25.09.2021	18,647541	1157,39838	79,06316	4,13876
26.09.2021	19,4398907	1171,0845	81,102	4,15207
27.09.2021	19,8770492	1172,90655	81,89976	4,09044
28.09.2021	19,3032787	1129,1911	76,75	3,99966
29.09.2021	19,4535519	1120	76,749	3,965
30.09.2021	19,4808743	1185,89767	81,814	4,15
01.10.2021	19,5491803	1270	87,5	4,38101
02.10.2021	19,6857923	1267,43806	90,5472	4,55
03.10.2021	19,2213115	1293,84097	91,97525	4,609
04.10.2021	19,4808743	1301,2171	91	4,459
05.10.2021	19,863388	1325,007	90,5	4,606
06.10.2021	19,4535519	1445,97	94,5	4,799
07.10.2021	19,8360656	1413,12677	94,98997	47,7787
08.10.2021	19,4535519	1449,61659	94,26041	4,879
09.10.2021	18,989071	1463,32187	96,38185	4,88493
10.10.2021	18,8934426	1465,21724	93,94983	4,7696
11.10.2021	18,4562842	1507,84727	93,14451	4,75001
12.10.2021	18,2513661	1476,744	92,222	4,46905
13.10.2021	18,3469945	1494,00504	92,22621	4,61
14.10.2021	18,6612022	1540	100,7	4,88522
15.10.2021	19,4945355	1640,89664	101,3	5,04949
16.10.2021	21,6666667	1604,06717	101,83122	4,96444
17.10.2021	17,9098361	1602,64594	100	4,91942
18.10.2021	18,1967213	1643,57949	99,777	4,76619
19.10.2021	16,1885246	1685,778	101,80807	4,98685
20.10.2021	16,9125683	1766,74549	107,6975	5,469
21.10.2021	18,4972678	1693	109,509	5,34
22.10.2021	17,6775956	1618,49777	105,02747	5,135
23.10.2021	17,773224	1620,00088	108,526	5,24212
24.10.2021	17,5136612	1595,38186	105,63744	5,04886
25.10.2021	17,2404372	1662,82079	109,75	5,18
26.10.2021	17,5409836	1647,63431	110,92937	5,17634
27.10.2021	18,2513661	1569,17742	106,88825	4,87493
28.10.2021	19,6721311	1606	111	5,00927
29.10.2021	19,2759563	1650,86908	116,13104	5,112

продовження табл. 4

1	2	3	4	5
30.10.2021	18,7978142	1628,95715	113,46551	5,041
31.10.2021	18,647541	1605,36401	112,66965	5,13306
01.11.2021	15,9153005	1640,95229	116,06221	5,249
02.11.2021	17,8142077	1694,7765	119,87914	5,4
03.11.2021	17,2677596	1645,4935	121,99899	5,53145
04.11.2021	18,1420765	1609,10111	118,29478	5,30375
05.11.2021	17,431694	1600,04758	117,06149	5,21325
06.11.2021	17,9781421	1603,339	117,86883	5,17612
07.11.2021	17,7185792	1595,95819	117,54223	5,011
08.11.2021	17,5956284	1643,69929	124	5,951
09.11.2021	17,4043716	1744,77677	124,395	7,057
10.11.2021	16,8715847	1747,55676	122,09477	7,23981
11.11.2021	17,431694	1716,87854	121,67865	7,14587
12.11.2021	15,8060109	1667,65833	120,56709	6,65676
13.11.2021	16,1748634	1672,11967	121,2	6,72635
14.11.2021	15,9016393	1685,01338	119,74565	7,13188
15.11.2021	16,3114754	1678,2	119,8	7,074
16.11.2021	16,8442623	1600	112,777	6,231
17.11.2021	15,6693989	1608,28852	113,35145	6,19838
18.11.2021	15,2868852	1546,479	108,65575	5,599
19.11.2021	16,215847	1547,10308	114,81892	5,86962
20.11.2021	15,204918	1589,37935	116,79	6,00585
21.11.2021	15,6967213	1573,62125	115,70129	6,09945
Σ	1125,20492	93605,1047	6415,25219	364,45609

Джерело: [13–14]

Економічний показник Y залежить від трьох факторів x_1, x_2, x_3 . На основі статистичних даних за 62 дні (із 21 вересня 2021 року по 21 листопада 2021 року) оцінимо наявність загальної мультиколінеарності. У випадку її присутності, виявимо пари факторів, між якими існує мультиколінеарність, один із факторів виключимо з подальшого аналізу.

Для знаходження кореляційної матриці використовуємо вбудовану функцію КОРРЕЛ (коефіцієнт парної кореляції), яка знаходиться в категорії СТАТИСТИКА.

$$[R] = \begin{bmatrix} 1 & 0,903 & 0,05 \\ 0,903 & 1 & 0,054 \\ 0,05 & 0,054 & 1 \end{bmatrix}$$

і обчислимо визначник кореляційної матриці

$$\det [R] = 0,1842$$

Визначник обчислимо з допомогою вбудованої математичної функції МОПРЕД (блок кореляційної матриці). Розрахункове значення $X_{\text{кр}}^2$ знаходимо за формулою

$$X_{\text{емн}}^2 = -[n-1-1/6*(2m+5)] \ln \det[R] \quad (1)$$

Отже, підставивши дані із таблиці, отримаємо наступні дані

$$X_{\text{емн}}^2 = -[62-1-1/6*(6+5)] \ln 0,1842 = 100,09$$

Довірча імовірність $p = 0.95$ число ступенів вільності

$$\frac{1}{2} * m(m-1) = \frac{1}{2} * 3 * (3-1) = 3/2 * 2 = 3 \text{ при } X_{\text{кр}}^2 = 7,815 [15, \text{с. 219}].$$

Так як розрахункове значення $X_{\text{емн}}^2 = 100,09$ і воно більше критичного, то з надійністю 0,95 можна стверджувати, що існує загальна мультиколінеарність.

Пари факторів, між якими існує мультиколінеарність знаходимо використовуючи t-статистику.

Знаходимо обернену матрицю до кореляційної:

$$[Z] = [R]^{-1} = \begin{bmatrix} 5,413 & -4,89 & -0,01 \\ -4,89 & 5,415 & -0,05 \\ -0,01 & -0,05 & 1,003 \end{bmatrix}$$

t-статистику пари факторів розраховуємо за формулою:

$$t_{ij} = \frac{r_{ij}\sqrt{n-m-1}}{\sqrt{1-r_{ij}^2}} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} r_{12}^* &= 0,90266465, & t_{12} &= 121,7; \\ r_{13}^* &= 0,00253074, & t_{13} &= 0,147; \\ r_{23}^* &= 0,02085569, & t_{23} &= 1,21. \end{aligned}$$

Висновок: для ступенів вільності $k = n - m - 1 = 62 - 3 - 1 = 58$ і $p = 0,95$ критичне значення $t(0,95;58) = 2$ [15, с. 218]. Отже, з розрахунків видно, що для пари факторів x_1 і x_2 $t_{12} > t(0,95;37)$, тобто з надійністю $p = 0,95$ між факторами x_1 і x_2 існує мультиколінеарність.

Виключаємо з розгляду фактор x_1 .

Знаходимо кореляційну матрицю між факторами x_2 та x_3

$$[R] = \begin{bmatrix} 1 & 0,054 \\ 0,054 & 1 \end{bmatrix}$$

Обернена матриця

$$[Z] = \begin{bmatrix} 1,003 & -0,054 \\ -0,054 & 1,003 \end{bmatrix}$$

визначник матриці кореляції

$$\det [R] = 0,9971$$

$$\text{Значення } \chi_{\text{емп}}^2 = -[62-1-1/6*(4+5)] \ln 0,9971 = 0,172$$

$$\chi_{\text{емп}}^2 = -[62-1-1/6*(4+5)] \ln 0,9971 = 0,172 \text{ менше від критичного}$$

$$\chi_{\text{кр}}^2 = (0,95; 2) = 6$$

Проведені обчислення свідчать, що загальна мультиколінеарність між факторами x_2 та x_3 відсутня.

Із проведеного у аналізі даних табл. 4 можна зробити висновок, що між цінами на криптовалютні монети Bitcoin, Ether та Litecoin на криптобіржі BTC TRADE UA протягом 21 вересня 2021 року – 31 жовтня 2021 року існує загальна мультиколінеарність. Проте, глибший аналіз виявив, що між цінами на криптовалютні монети Bitcoin та Ether мультиколінеарність існує, а між монетами Ether та Litecoin мультиколінеарність відсутня.

Знайдемо оцінки параметрів лінійної залежності економетричної моделі, яка описує залежність нарахування криптомонет Ether (на один мільйон одиниць MN/s повідомленого хешрейту) на майнінгу пулі Ethernine (Y) від вартості криптовалютних монет Bitcoin (X_1 , у тисячах гривень) та Ether (X_2 , у тисячах гривень) на криптобіржі BTC TRADE UA методом найменших квадратів з застосуванням системи нормальних рівнянь.

Побудуємо табл. 5 для обчислення параметрів лінійної залежності, що існує між показником Y і факторами X_1 , X_2 .

Таблиця 5

Розрахункова таблиця, необхідна для обчислень параметрів лінійної залежності, що існує між показником Y і факторами X_1 , X_2 у період протягом 21 вересня 2021 року – 21 листопада 2021 року

Дата	Y_i	X_{1i}	X_{2i}	X_{1i}^2	X_{2i}^2	$Y_i X_{1i}$	$Y_i X_{2i}$	$X_{1i} X_{2i}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
21.09.2021	18,07377	1161,737	80,15	1349633,554	6424,023	20996,97	1448,613	93113,24
22.09.2021	20,874317	1184,044	83,22153	1401960,478	6925,823	24716,11	1737,193	98537,96
23.09.2021	20,382514	1198,419	85,47038	1436208,603	7305,186	24426,8	1742,101	102429,3
24.09.2021	19,590164	1159,216	78,90437	1343781,294	6225,9	22709,23	1545,750	91467,19
25.09.2021	18,647541	1157,398	79,06316	1339571,01	6250,983	21582,63	1474,334	91507,57
26.09.2021	19,439891	1171,085	81,102	1371438,906	6577,534	22765,75	1576,614	94977,3
27.09.2021	19,877049	1172,907	81,89976	1375709,775	6707,571	23313,92	1627,926	96060,76
28.09.2021	19,303279	1129,191	76,75	1275072,54	5890,563	21797,09	1481,527	86665,42
29.09.2021	19,453552	1120	76,749	1254400	5890,409	21787,98	1493,041	85958,88
30.09.2021	19,480874	1185,898	81,814	1406353,284	6693,531	23102,32	1593,808	97023,03
01.10.2021	19,54918	1270	87,5	1612900	7656,25	24827,46	1710,553	111125
02.10.2021	19,685792	1267,438	90,5472	1606399,236	8198,795	24950,52	1782,493	114763
03.10.2021	19,221311	1293,841	91,97525	1674024,456	8459,447	24869,32	1767,885	119001,3
04.10.2021	19,480874	1301,217	91	1693165,941	8281	25348,85	1772,760	118410,8
05.10.2021	19,863388	1325,007	90,5	1755643,55	8190,25	26319,13	1797,637	119913,1
06.10.2021	19,453552	1445,97	94,5	2090829,241	8930,25	28129,25	1838,361	136644,2

продовження табл. 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9
07.10.2021	19,836066	1413,127	94,98997	1996927,268	9023,094	28030,88	1884,227	134232,9
08.10.2021	19,453552	1449,617	94,26041	2101388,258	8885,025	28200,19	1833,700	136641,5
09.10.2021	18,989071	1463,322	96,38185	2141310,895	9289,461	27787,12	1830,202	141037,7
10.10.2021	18,893443	1465,217	93,94983	2146861,56	8826,571	27683	1775,036	137656,9
11.10.2021	18,456284	1507,847	93,14451	2273603,39	8675,9	27829,26	1719,102	140447,7
12.10.2021	18,251366	1476,744	92,222	2180772,842	8504,897	26952,6	1683,177	136188,3
13.10.2021	18,346995	1494,005	92,22621	2232051,06	8505,674	27410,5	1692,074	137786,4
14.10.2021	18,661202	1540	100,7	2371600	10140,49	28738,25	1879,183	155078
15.10.2021	19,494536	1640,897	101,3	2692541,783	10261,69	31988,52	1974,796	166222,8
16.10.2021	21,666667	1604,067	101,8312	2573031,486	10369,6	34754,79	2206,343	163344,1
17.10.2021	17,909836	1602,646	100	2568474,009	10000	28703,13	1790,984	160264,6
18.10.2021	18,196721	1643,579	99,777	2701353,54	9955,45	29907,76	1815,614	163991,4
19.10.2021	16,188525	1685,778	101,8081	2841847,465	10364,88	27290,26	1648,122	171625,8
20.10.2021	16,912568	1766,745	107,6975	3121389,626	11598,75	29880,2	1821,441	190274,1
21.10.2021	18,497268	1693	109,509	2866249	11992,22	31315,87	2025,617	185398,7
22.10.2021	17,677596	1618,498	105,0275	2619535,031	11030,77	28611,15	1856,633	169986,7
23.10.2021	17,773224	1620,001	108,526	2624402,851	11777,89	28792,64	1928,857	175812,2
24.10.2021	17,513661	1595,382	105,6374	2545243,279	11159,27	27940,98	1850,098	168532,1
25.10.2021	17,240437	1662,821	109,75	2764972,98	12045,06	28667,76	1892,138	182494,6
26.10.2021	17,540984	1647,634	110,9294	2714698,819	12305,33	28901,13	1945,810	182771
27.10.2021	18,251366	1569,177	106,8883	2462317,775	11425,1	28639,63	1950,857	167726,6
28.10.2021	19,672131	1606	111	2579236	12321	31593,44	2183,607	178266
29.10.2021	19,275956	1650,869	116,131	2725368,719	13486,42	31822,08	2238,537	191717,1
30.10.2021	18,797814	1628,957	113,4655	2653501,397	12874,42	30620,83	2132,904	184830,5
31.10.2021	18,647541	1605,364	112,6697	2577193,605	12694,45	29936,09	2101,012	180875,8
01.11.2021	15,915301	1640,952	116,0622	2692724,418	13470,44	26116,25	1847,165	190452,5
02.11.2021	17,814208	1694,777	119,8791	2872267,385	14371,01	30191,1	2135,552	203168,3
03.11.2021	17,26776	1645,494	121,999	2707648,859	14883,75	28413,99	2106,649	200748,5
04.11.2021	18,142077	1609,101	118,2948	2589206,382	13993,65	29192,44	2146,113	190348,3
05.11.2021	17,431694	1600,048	117,0615	2560152,258	13703,39	27891,54	2040,580	187304
06.11.2021	17,978142	1603,339	117,8688	2570695,949	13893,06	28825,06	2119,063	188983,7
07.11.2021	17,718579	1595,958	117,5422	2547082,544	13816,18	28278,11	2082,681	187592,5
08.11.2021	17,595628	1643,699	124	2701747,356	15376	28921,92	2181,858	203818,7
09.11.2021	17,404372	1744,777	124,395	3044245,977	15474,12	30366,74	2165,017	217041,5
10.11.2021	16,871585	1747,557	122,0948	3053954,629	14907,13	29484,05	2059,932	213367,5
11.11.2021	17,431694	1716,879	121,6787	2947671,921	14805,69	29928,1	2121,065	208907,5
12.11.2021	15,806011	1667,658	120,5671	2781084,306	14536,42	26359,03	1905,685	201064,7
13.11.2021	16,174863	1672,12	121,2	2795984,191	14689,44	27046,31	1960,393	202660,9
14.11.2021	15,901639	1685,013	119,7457	2839270,091	14339,02	26794,48	1904,152	201773
15.11.2021	16,311475	1678,2	119,8	2816355,24	14352,04	27373,92	1954,115	201048,4
16.11.2021	16,844262	1600	112,777	2560000	12718,65	26950,82	1899,645	180443,2
17.11.2021	15,669399	1608,289	113,3515	2586591,964	12848,55	25200,91	1776,149	182301,8
18.11.2021	15,286885	1546,479	108,6558	2391597,297	11806,07	23640,85	1661,008	168033,8
19.11.2021	16,215847	1547,103	114,8189	2393527,94	13183,38	25087,59	1861,886	177636,7
20.11.2021	15,204918	1589,379	116,79	2526126,718	13639,9	24166,38	1775,782	185623,6
21.11.2021	15,696721	1573,621	115,7013	2476283,838	13386,79	24700,69	1816,131	182070
Σ	1125,2049	93605,1	6415,252	143517183,8	676315,6	1688572	115571,286	9835191

Джерело: розрахунки авторів

Запишемо систему нормальних рівнянь, підставивши відповідні дані із табл. 3.

$$1125,205 = 62 \beta_0 + 93605,105 \beta_1 + 6415,252 \beta_2$$

$$1688571,658 = 93605,105 \beta_0 + 143517183,8 \beta_1 + 9835190,865 \beta_2$$

$$115571,286 = 6415,252 \beta_0 + 9835190,865 \beta_1 + 676315,626 \beta_2$$

Розв'яжемо цю систему матричним способом

62	93605,10466	6415,25219
93605,1	143517183,8	9835190,865
6415,252	9835190,865	676315,6262

Знайдемо обернену матрицю до даної

1,054243246	-0,000671308	-0,000237751
-0,000671308	0,000002465	-0,000029479
-0,000237751	-0,000029479	0,000432419

Множимо обернену матрицю на вектор вільних членів

1,054243246	-0,000671308	-0,000237751	1125,204918	25,21095951
-0,000671308	0,000002465	-0,000029479	x 1688571,658	= 0,000039232
-0,000237751	-0,000029479	0,000432419	115571,2859	-0,06882768

$$\beta_0 = 25,21095951$$

$$\beta_1 = 0,000039232$$

$$\beta_2 = -0,068827675$$

Таким чином рівняння оціночної площини набуває вигляду:

$$Y = 21,21 + 0,000039232 X_1 - 0,068827675 X_2$$

Здійснимо перевірку розрахунку рівняння оціночної площини способом відхилення від середніх у табл. 6.

Таблиця 6

Допоміжна розрахункова таблиця для розрахунку показників рівняння оціночної площини способом відхилення від середніх у період протягом 21 вересня 2021 року – 21 листопада 2021 року

	Y _i	X _{1i}	X _{2i}	Y _i (сеп)	X _{1i} (сеп)	X _{2i} (сеп)	Y _i -Y	X _{1i} -X ₁	X _{2i} -X ₂	(X _{1i} -X ₁) ²	(X _{2i} -X ₂) ²	(X _{1i} -X ₁) * (X _{2i} -X ₂)	(Y _i -Y) * (X _{1i} -X ₁)	(Y _i -Y) * (X _{2i} -X ₂)	(Y _i -Y) ²	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
21.09.2021	18,07	1161,7	80,15	18,15	1510	103,5	-0,0747	-348	-23,3	121119,6	543,907	8116,513	25,996	1,742	0,006	
22.09.2021	20,87	1184	83,22				2,725851	-326	-20,3	106090,7	410,074	6595,833	-	887,852	55,199	7,430
23.09.2021	20,38	1198,4	85,47				2,234047	-311	-18	96932,93	324,051	5604,575	695,549	40,216	4,991	
24.09.2021	19,59	1159,2	78,9				1,441698	-351	-24,6	122881,1	603,559	8611,967	505,378	35,419	2,078	
25.09.2021	18,65	1157,4	79,06				0,499075	-352	-24,4	124158,5	595,782	8600,665	175,855	12,182	0,249	
26.09.2021	19,44	1171,1	81,1				1,291424	-339	-22,4	114700,9	500,408	7576,101	437,373	28,889	1,668	
27.09.2021	19,88	1172,9	81,9				1,728583	-337	-21,6	113470,1	465,353	7266,614	582,279	37,289	2,988	
28.09.2021	19,3	1129,2	76,75				1,154812	-381	-26,7	144832,5	714,055	10169,483	439,485	30,859	1,334	
29.09.2021	19,45	1120	76,75				1,305085	-390	-26,7	151912,7	714,109	10415,476	508,670	34,876	1,703	
30.09.2021	19,48	1185,9	81,81				1,332408	-324	-21,7	104886,6	469,061	7014,143	431,516	28,857	1,775	
01.10.2021	19,55	1270	87,5				1,400714	-240	-16	57484,74	255,099	3829,397	335,835	22,372	1,962	
02.10.2021	19,69	1267,4	90,55				1,537326	-242	-12,9	58719,8	167,046	3131,913	372,527	19,869	2,363	
03.10.2021	19,22	1293,8	91,98				1,072845	-216	-11,5	46620,92	132,171	2482,323	231,647	12,334	1,151	
04.10.2021	19,48	1301,2	91				1,332408	-209	-12,5	43490,04	155,546	2600,904	277,864	16,618	1,775	
05.10.2021	19,86	1325	90,5				1,714922	-185	-13	34133,58	168,268	2396,578	316,836	22,246	2,941	
06.10.2021	19,45	1446	94,5				1,305085	-63,8	-8,97	4069,133	80,493	572,310	-83,251	11,709	1,703	
07.10.2021	19,84	1413,1	94,99				1,687599	-96,6	-8,48	9337,933	71,942	819,625	163,078	14,314	2,848	
08.10.2021	19,45	1449,6	94,26				1,305085	-60,1	-9,21	3617,2	84,850	554,003	-78,492	12,022	1,703	
09.10.2021	18,99	1463,3	96,38				0,840605	-46,4	-7,09	2156,477	50,268	329,243	-39,036	-5,960	0,707	

продовження табл. 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10.10.2021	18,89	1465,2	93,95				0,744976	-44,5	-9,52	1984,035	90,668	424,133	-33,183	-7,094	0,555
11.10.2021	18,46	1507,8	93,14				0,307818	-1,91	-10,3	3,65759	106,653	19,751	-0,589	-3,179	0,095
12.10.2021	18,25	1476,7	92,22				0,1029	-33	-11,2	1090,04	126,558	371,421	-3,397	-1,158	0,011
13.10.2021	18,35	1494	92,23				0,198528	-15,8	-11,2	248,211	126,464	177,171	-3,128	-2,233	0,039
14.10.2021	18,66	1540	100,7				0,512736	30,24	-2,77	914,4726	7,683	-83,820	15,505	-1,421	0,263
15.10.2021	19,49	1640,9	101,3				1,346069	131,1	-2,17	17196,88	4,717	-284,804	176,519	-2,923	1,812
16.10.2021	21,67	1604,1	101,8				3,5182	94,31	-1,64	8893,889	2,692	-154,720	331,792	-5,772	12,378
17.10.2021	17,91	1602,6	100				-0,23863	92,89	-3,47	8627,844	12,053	-322,483	-22,165	0,828	0,057
18.10.2021	18,2	1643,6	99,78				0,048255	133,8	-3,69	17907,72	13,652	-494,438	6,457	-0,178	0,002
19.10.2021	16,19	1685,8	101,8				-1,95994	176	-1,66	30982,42	2,768	-292,849	344,986	3,261	3,841
20.10.2021	16,91	1766,7	107,7				-1,23589	257	4,226	66041,67	17,856	1085,942	317,608	-5,223	1,527
21.10.2021	18,5	1693	109,5				0,348801	183,2	6,037	33576,99	36,448	1106,256	63,914	2,106	0,122
22.10.2021	17,68	1618,5	105				-0,47087	108,7	1,556	11823,96	2,420	169,159	-51,202	-0,733	0,222
23.10.2021	17,77	1620	108,5				-0,37524	110,2	5,054	12153,11	25,545	557,180	-41,367	-1,897	0,141
24.10.2021	17,51	1595,4	105,6				-0,63483	85,62	2,166	7331,145	4,690	185,426	-54,353	-1,375	0,403
25.10.2021	17,24	1662,8	109,8				-0,90803	153,1	6,278	23427,68	39,416	960,946	138,984	-5,701	0,825
26.10.2021	17,54	1647,6	110,9				-0,60748	137,9	7,458	19009,39	55,615	1028,208	-83,756	-4,530	0,369
27.10.2021	18,25	1569,2	106,9				0,1029	59,42	3,416	3530,459	11,672	202,997	6,114	0,352	0,011
28.10.2021	19,67	1606	111				1,523665	96,24	7,528	9262,185	56,674	724,515	146,638	11,470	2,322
29.10.2021	19,28	1650,9	116,1				1,12749	141,1	12,66	19911,84	160,256	1786,335	159,099	14,273	1,271
30.10.2021	18,8	1629	113,5				0,649348	119,2	9,994	14208,02	99,874	1191,223	77,401	6,489	0,422
31.10.2021	18,65	1605,4	112,7				0,499075	95,6	9,198	9140,174	84,600	879,353	47,714	4,590	0,249
01.11.2021	15,92	1641	116,1				-2,23317	131,2	12,59	17211,48	158,518	1651,767	292,975	28,116	4,987
02.11.2021	17,81	1694,8	119,9				-0,33426	185	16,41	34231,2	269,200	3035,631	-61,843	-5,484	0,112
03.11.2021	17,27	1645,5	122				-0,88071	135,7	18,53	18423,65	343,256	2514,764	119,542	16,317	0,776
04.11.2021	18,14	1609,1	118,3				-0,00639	99,34	14,82	9868,705	219,720	1472,534	-0,635	-0,095	0,000
05.11.2021	17,43	1600	117,1				-0,71677	90,29	13,59	8151,892	184,679	1226,983	-64,716	-9,741	0,514
06.11.2021	17,98	1603,3	117,9				-0,17032	93,58	14,4	8757,076	207,274	1347,262	-15,939	-2,452	0,029
07.11.2021	17,72	1596	117,5				9-0,4298	86,2	14,07	7430,171	197,977	1212,848	-37,056	-6,049	0,185
08.11.2021	17,6	1643,7	124				-0,55284	133,9	20,53	17939,8	421,407	2749,536	-74,047	11,349	0,306
09.11.2021	17,4	1744,8	124,4				-0,7441	235	20,92	55233	437,780	4917,306	174,875	15,569	0,554
10.11.2021	16,87	1747,6	122,1				-1,27688	237,8	18,62	56547,42	346,815	4428,484	303,639	23,779	1,630
11.11.2021	17,43	1716,9	121,7				-0,71677	207,1	18,21	42898,19	331,489	3770,979	148,457	13,050	0,514
12.11.2021	15,81	1667,7	120,6				-2,34246	157,9	17,1	24931,96	292,249	2699,320	369,870	40,045	5,487
13.11.2021	16,17	1672,1	121,2				-1,9736	162,4	17,73	26360,74	314,289	2878,348	320,434	34,988	3,895
14.11.2021	15,9	1685	119,7				-2,24683	175,3	16,27	30713,83	264,838	2852,050	393,765	36,565	5,048
15.11.2021	16,31	1678,2	119,8				-1,83699	168,4	16,33	28372,12	266,610	2750,324	309,423	29,995	3,375
16.11.2021	16,84	1600	112,8				-1,3042	90,24	9,305	8143,302	86,587	839,703	117,692	12,136	1,701
17.11.2021	15,67	1608,3	113,4				-2,47907	98,53	9,88	9707,918	97,607	973,429	244,259	24,492	6,146
18.11.2021	15,29	1546,5	108,7				-2,86158	36,72	5,184	1348,303	26,873	190,350	105,075	14,834	8,189
19.11.2021	16,22	1547,1	114,8				-1,93262	37,34	11,35	1394,524	128,757	423,739	-72,170	21,930	3,735
20.11.2021	15,2	1589,4	116,8				-2,94355	79,62	13,32	6339,28	177,374	1060,389	234,364	39,203	8,664
21.11.2021	15,7	1573,6	115,7				-2,45175	63,86	12,23	4078,291	149,560	780,993	156,572	29,984	6,011
Σ	1125	93605	6415	18,15	1510	103,5	0	0	0	2195964	12517,874	149701,306	10217,4	-855,7	130,168

Знаходимо оцінки

$$\beta_1 = \frac{-10217,4 * 12517,9 - (-855,7) * 149701}{2195964 * 12517,9 - 149701^2} = \frac{199232,869}{5078320297} = 0,000039232$$

$$\beta^2 = \frac{-855,7 * 2195964 - (-10217,44) * 149701}{12517,9 * 2195964 - 149701^2} = \frac{-349528977}{5078320297} = -0,0688$$

Отже,

$$Y = 25,21 + 0,000039232 X_1 - 0,068827675 X_2$$

В обох випадках оціночні рівняння збігаються. Із проведеного аналізу можна зробити висновок, що між первинним і вторинним ринками криптовалют існує прямий і тісний взаємозв'язок.

У наших розрахунках змінна Y залежить від двох факторів X_1 та X_2 . Тоді ми будемо мати три коефіцієнти парної кореляції. На основі даних табл. 6 знаходимо значення коефіцієнтів кореляції нульового порядку, використавши формули 3, 4 і 5.

Коефіцієнт парної кореляції між Y та X_1 , або коефіцієнт кореляції економетричної моделі $y = \alpha' + b'x_1 + u$.

$$r_{YX_1} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(X_{1i} - \bar{X}_1)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2}} \quad (3)$$

$$r_{YX_1} = -0,6043$$

$r^2_{YX_1} = 0,3652$, а це означає, що зв'язок між змінними Y та X_1 не дуже тісний і змінна X_1 пояснює 36,52 % загальної дисперсії змінної Y , а 63,48 % залишаються непоясненими.

Коефіцієнт парної кореляції між Y та X_2 , або коефіцієнт кореляції економетричної моделі $y = \alpha' + b'x_2 + u$.

$$r_{YX_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})(X_{2i} - \bar{X}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}} \quad (4)$$

$$r_{YX_2} = -0,6704$$

$r^2_{YX_2} = 0,4494$, а це означає, що зв'язок між змінними Y та X_2 середній і змінна X_2 пояснює 44,94 % загальної дисперсії змінної Y , а 55,06 % залишаються непоясненими.

Коефіцієнт парної кореляції між незалежними змінними X_1 та X_2 , або коефіцієнт кореляції економетричної моделі $y = \alpha'' + b''x_2 + u$.

$$r_{X_1X_2} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_{1i} - \bar{X}_1)(X_{2i} - \bar{X}_2)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{1i} - \bar{X}_1)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{2i} - \bar{X}_2)^2}} \quad (5)$$

$$r_{X_1X_2} = 0,9029$$

$r^2_{X_1X_2} = 0,8153$, а це означає, що зв'язок між змінними X_1 та X_2 слабким і змінна X_2 пояснює 81,53 % загальної дисперсії змінної X_1 , а 18,47 % залишаються непоясненими.

Випишемо матрицю коефіцієнтів кореляції нульового порядку

$$[R] = \begin{bmatrix} 1 & -0,6043 & -0,6704 \\ -0,6043 & 1 & 0,9029 \\ -0,6704 & 0,9029 & 1 \end{bmatrix}$$

В нас дві незалежних змінних X_1 та X_2 . Розрахунок коефіцієнтів частинної кореляції (першого порядку) здійснимо за допомогою формул 6 і 7.

$$r_{YX_1X_2} = \frac{r_{YX_1} - r_{YX_2} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1 - r_{YX_2}^2} \sqrt{1 - r_{X_1X_2}^2}} \quad (6)$$

$$r_{YX_1X_2} = \frac{-0,6043 - (-0,6704) * 0,9029}{0,74204 * 0,42982} = \frac{0,00094}{0,31984} = 0,0029516.$$

а це говорить про те, що введення змінної X_1 (вартість криптовалюти Bitcoin) в економетричну модель залежності нарахування криптовалют Ether (на один мільйон одиниць MN/s повідомленого хешрейту) на майнінг-пулі Ethermine (Y) від вартості криптовалюти монети Ether (X_2 , у тисячах гривень) на криптобіржі BTC TRADE UA пояснить 0,295 % з тих 55,06 % загальної дисперсії змінної Y , що їх не пояснила змінна X_2 . Значить змінну X_1 недоцільно вводити в економетричну модель.

$$r_{YX_2X_1} = \frac{r_{YX_2} - r_{YX_1} r_{X_1X_2}}{\sqrt{1 - r_{YX_1}^2} \sqrt{1 - r_{X_1X_2}^2}} \quad (7)$$

$$r_{YX_2X_1} = \frac{-0,6704 - (-0,6043) * 0,9029}{0,79673 * 0,42982} = \frac{-0,125}{0,34245} = -0,3641227.$$

Цей коефіцієнт показує, що з 63,48 % загальної дисперсії змінної Y , що не пояснила змінна X_1 , - 36,41 % пояснить введення в економетричну модель нової змінної X_2 , що свідчить про доцільність введення в економетричну модель змінної X_2 .

Модель виду $\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_1 + \hat{\beta}_2 X_2$ можна замінити моделлю $Y = \alpha'' + \beta'' X_2$ на підставі того, що модель пояснює - 67,04 % дисперсії змінної Y , введення в модель змінної X_1 пояснює -60,43 % дисперсії Y , непоясненої змінною X_1 , введення додаткової змінної призводить до ускладнення моделі і збільшення обсягів розрахунків.

Значення коефіцієнта кореляції другого порядку розрахуємо на основі формул 8 та 9.

$$R^2 = \frac{r_{YX_1}^2 + r_{YX_2}^2 - 2r_{YX_1}r_{YX_2}r_{X_1X_2}}{1 - r_{X_1X_2}^2} \quad (8)$$

$$R^2 = \frac{-0,6043^2 + (-0,6704)^2 - 2 * (-0,6043) * (-0,6704) * 0,9029}{1 - 0,9029^2} = \frac{0,083}{0,1847} = 0,4494$$

а значить 44,94 % загальної дисперсії пояснюється залежністю нарахування криптомонет Ether (на один мільйон одиниць MH/s повідомленого хешрейту) на майнінг-пулі Ethermine (Y) від вартості криптовалютних монет Bitcoin (X₁, у тисячах гривень) та Ether (X₂, у тисячах гривень) на криптобіржі BTC TRADE UA. А 55,06% загальної дисперсії не може бути пояснено отриманою нами залежністю.

Отже, коефіцієнт множинної кореляції складе:

$$R = \sqrt{R^2} = 0,67 \quad (9)$$

а це означає, що між нарахуванням криптомонети Ether на майнінг-пулі Ethermine (Y) від вартості криптовалютних монет Bitcoin (X₁) та Ether (X₂) на криптобіржі BTC TRADE UA – у період із 21.09.2021 року по 21.11.2021 року існує суттєвий лінійний зв'язок, описаний формулою $Y = 25,21 + 0,000039232 X_1 - 0,068827675 X_2$.

Враховуючи високий ступінь кореляції між вартістю Bitcoin та Ether на біржі BTC TRADE UA, для побудови лінійної залежності між обсягом майнінгу криптовалюти та вартістю криптовалюти виберемо показники майнінгу ефіру Y та вартості ефіру X₂. Рівень R² в умовах побудови лінійної функції складе R² = 0,4494), тому оціночне рівняння лінійної функції залежності Y від X₂ буде наступним: $Y = -0,06882X + 25,21$ (рис. 3).

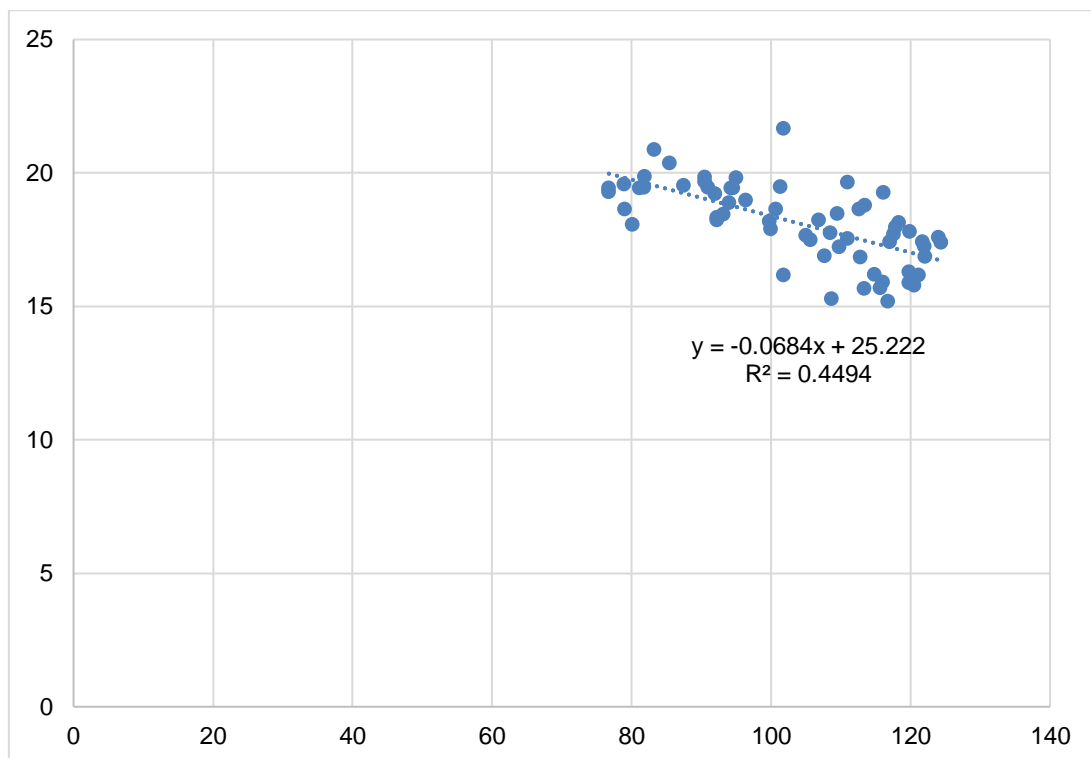


Рис. 3. Лінійна функція, що характеризує залежність обсягу намайненого Ether на майнінг-пулі Ethermine (Y) від вартості криптомонети Ether на біржі BTC TRADE UA (X₂)

Джерело: розрахунки авторів

При незначному показнику коефіцієнта кореляції у лінійній моделі розглянемо нелінійні моделі. Знову розглянемо показники по майнінгу ефіру Y та вартості ефіру X₂. Найвищий рівень R² проявляється в умовах побудови поліноміальної функції третього ступеня (R² = 0,4917), тому оціночне рівняння нелінійної функції буде наступним: $Y = 0,0001X^3 - 0,0385X^2 + 3,8306X - 104,68$ (рис. 4).

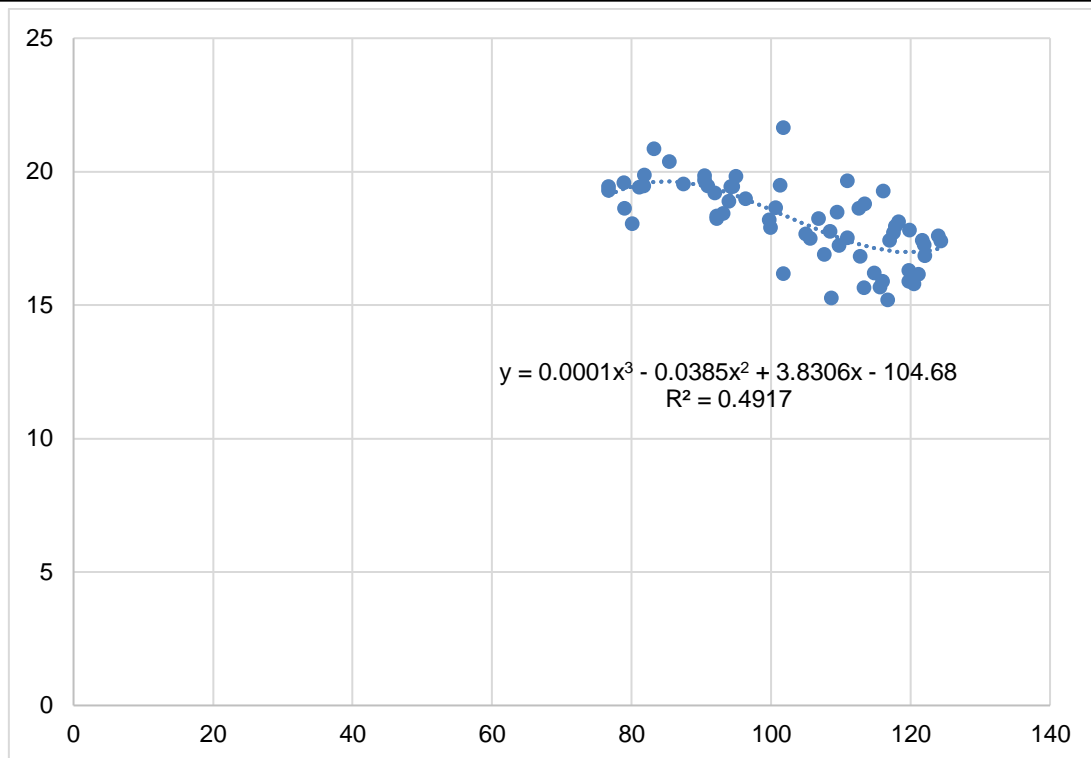


Рис. 4. Поліноміальна функція третього степеня, що характеризує залежність обсягу намайненого Ether (Y) на майнінг-пулі Ethermine від вартості Ether на біржі BTC TRADE UA (X₂)

Джерело: розрахунки авторів

Отже, кореляційна залежність між майнінгом і вартістю існує, але незначна.

На українському ринку здійснюються наступні операції з криптовалютами:

– *майнінг криптовалют*. Майнінг є законним способом добування криптовалютних одиниць. Майнінг криптовалют в Україні законодавчо нерегульований, проте розвивається активно. Зокрема, державне підприємство «Енергоатом» спільно з приватною компанією H2 планує збудувати «ферму» вартістю біля 700 мільйонів доларів для майнінгу криптовалюти Bitcoin біля Запорізької атомної електростанції [16]. Ще одну «ферму» для майнінгу криптовалюти Bitcoin «Енергоатом» уже будують біля Рівненської атомної електростанції спільно з Bitfury, нідерландською компанією, яка спеціалізується на будівництві Bitcoin-інфраструктури;

– *набуття власності на криптовалюту та володіння криптовалютами*. Володіти криптовалютами мають право будь-які суб'єкти, які здійснюють економічну діяльність, які мають на меті отримання прибутку. Значна кількість фізичних публічних службовців задекларували криптоактивів на суму близько 75 млрд гривень [17]. Облік та оподаткування криптоактивів здійснюється аналогічно інвестиційному активу;

– *обмін і продаж криптовалютних одиниць на криптобіржах*. Купівля і продаж криптовалют чи їх обмін на інші криптовалюти може здійснюватись тільки на ліцензованих криптобіржах чи через криптообмінники. Продавці та покупці зобов'язані зареєструватися на криптобіржі і створити електронний гаманець та проходити ідентифікацію, подібну до банківської [18];

– *використання криптовалют як засобу платежу*. Криптовалюти використовуються як засіб платежу незначно через низьку поширеність, протидію регулюючих органів та значну волатильність. Існують проблеми масштабованості з потенціалом підвищення швидкості розрахунків. Проте, поширеність зростає, є потенціал зниження транзакційних витрат, висока зручність та інклюзивність, а висока волатильність зменшуватиметься із розвитком ринку і зростанням поширеності [19, с. 47]. Також, слід зазначити, що навіть традиційні платіжні системи починають інтеграцію криптовалют – PayPal Holdings Inc розпочав із 2021 року приймати Bitcoin, Litecoin, Ether та Bitcoin cash у розрахунках за товари, а у Mastercard заявили, що розпочнуть із 2021 року підтримувати операції із окремими стейблкоїнами у власній мережі [19, с. 22]. З кінця 2021 року операції з криптовалютами дозволить найстаріший у США Bank of New York Mellon [20];

– *використання криптовалют як засобу накопичення*. Криптовалюти використовуються як засіб накопичення незначно через значну спекулятивну складову, низьку довіру у значній кількості громадян (зокрема, громадян, що мають понад сорок років та значну кількість заощаджень) і потенційну протидію державних регулюючих органів та ESG-інвесторів. Проте, попит на криптовалютні монети з боку інвесторів (в тому числі, і платоспроможних) зростає;

– використання криптовалют як міри вартості. Криптовалюти, як міра вартості, практично не використовуються через високу волатильність значної кількості криптовалют з потенціалом до зменшення різких коливань у міру розвитку крипторинку і збільшення поширення у економічному обігу криптовалютних монет. Наприклад, Ілон Маск реалізував автомобілі Tesla за монети криптовалюти Bitcoin [21], корпорація Microsoft надає користувачам можливість поповнити особистий рахунок криптовалютами Bitcoin, американський мобільний оператор AT&N надає послугу розрахунків у Bitcoin та туристичне агенство CheapAir.com онлайн приймає криптовалюту Bitcoin [19, с. 21], а Сальвадор став першою країною, яка надала дозвіл використовувати криптовалюту Bitcoin на рівні із долларом США як національного платіжного засобу [22];

– проведення ICO. Проведення ICO можливе як серед професійних інвесторів, так і серед інших осіб та контролюється НКЦПФР. Проведені ICO «українських» криптовалют та їх капіталізація проаналізовані у табл. 7.

Таблиця 7

Проведені ICO «українських» криптовалют та їх капіталізація

Криптовалюта	ICO, млн доларів	Капіталізація, млн доларів
TaaS	7,5	25,2
Minex	0,8	35
DMarket	19,1	16,4
Anryze	1,6	NaN
Eloplay	0,9	NaN
Snovio	2,1	6,7
Hacken	5	12,7
DreamTeam	10	NaN
Boosteroid	6,8	NaN
DataTrading	5,8	NaN
Rentberry	30	9,3
EMU Project	0,6	NaN
SocialMedia.Market	8,5	NaN

Джерело: побудовано авторами за джерелом [23]

Із даних табл. 7 ми можемо зробити висновок, що з тринадцяти вищезазначених BRDO криптовалют на крипторинку торгуються і мають капіталізацію тільки шість криптовалют. Найдорожчою криптовалютою українського походження став MinexCoin із капіталізацією 35 млн доларів. Отже, українці внесли свій вклад у розвиток глобального ринку криптовалют.

Перспективними напрямками розвитку ринку криптовалют в Україні є наступні:

– в Україні вже приблизно сто компаній повноцінно працюють у секторі криптовалют. Відповідно до даних компанії з кібербезпеки Hacken та Української асоціації венчурного та приватного капіталу, між липнем 2019-го та червнем 2020-го років з України вийшло криптовалют на суму 8,2 мільярда доларів, а надійшло в країну 8 мільярдів доларів. Середній щоденний обсяг транзакцій криптовалютою в Україні у 2021 році становить від 150 до 200 мільйонів доларів США. Після ухвалення привабливого для бізнесу законодавства по регулюванню криптовалют, в Україні потенційно може працювати близько двох тисяч компаній у секторі криптовалютного бізнесу (наприклад, у швейцарському кантоні Цуг із населенням у 129 тисяч осіб, відомому як «крипто-долина», здійснює економічну діяльність у сфері криптовалютного бізнесу 439 компаній через зручність для цих компаній правові умови діяльності. Із лютого 2021 року у кантоні Цуг криптовалютою можна навіть сплачувати податки) [16];

– розроблено законопроект № 2461 «Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо оподаткування операцій з криптоактивами» [24], проте, його прийняття може зашкодити розвитку ринку криптовалют. Тому уряд зобов'язаний відмовитися від будь-яких намірів щодо посилення регуляторної політики та/або податкового навантаження на криптовалюту. Навпаки, необхідно здійснювати податкове стимулювання розвитку криптовалютної галузі – наприклад, для ввезення обладнання для майнінгу, сонячних та вітроелектростанцій з метою використання електроенергії для майнінгу, а також надати інвесторам гарантії захисту інвестованих ресурсів;

– розробити державну програму щодо забезпечення підключення майнінгферм до доступних дешевих джерел електроенергії (у собівартості майнінгу криптовалют частка електричної енергії сягає 90–95% [4]) і опрацювати можливість забезпечення здійснення прозорої довгострокової тарифної

політики на розподіл електроенергії. Забезпечення підключення дешевих джерел електричної енергії може бути забезпечене через спеціальний низький тариф на забезпечення електроенергією для майнінг-ферм. Також необхідна розробка спеціальної кредитної політики з метою забезпечення можливості для суб'єктів економіки придбання обладнання для майнінг-ферм, вітро- та сонячних та вітроелектростанцій для власного використання.

Запропоновані напрямками розвитку ринку криптовалют в Україні є амбітними, проте це дасть змогу створити потужні передумови підтримки надзвичайно перспективної точки економічного зростання, здатної згенерувати сотні мільйонів доларів інвестицій у країну і покращити сальдо платіжного балансу країни, створити значну кількість високооплачуваних робочих місць для освічених ІТ-спеціалістів та згенерувати потребу у їх підготовці у закладах вищої освіти України, що допоможе авантажити роботою ЗВО країни.

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, підсумовуючи проведене дослідження, можемо констатувати:

1. Український ринок криптовалютних монет активно розвивається. Згідно Глобального індексу прийняття криптовалют (The 2020 Global Crypto Adoption Index), Україна займає перше місце серед 154 країн за загальною криптовалютною активністю, а українські майнери за 2020 рік заробили на продажу криптомонети Bitcoin 400 млн доларів, що є одним із найкращих показників у світі. Необхідно за прикладом швейцарського кантона Цуг злучати компанії, що займаються криптовалютами, для здійснення економічної діяльності в Україні.

2. Існує думка, що значною проблемою розвитку і первинного, і вторинного ринків криптовалютних монет є відсутність державного регулювання. Проте, першість України у глобальному індексі прийняття криптовалют (The 2020 Global Crypto Adoption Index) та те, що майнери України зуміли за 2020 рік заробити на продажу криптомонети Bitcoin 400 млн доларів, що складає понад 0,25 % від ВВП України, підтверджує, що крипторини активно позитивно розвивається без державного регулювання і будь-який непродуманий вплив державних органів з метою здійснення адміністративного чи фінансово-економічного державного регулювання може значно зашкодити перспективам розвитку криптовалютного ринку в Україні.

3. На нашу думку, подальшого вивчення вимагатимуть проблеми здійснення сегментації ринку криптовалют та дослідження поведінки учасників крипторинку, доходність та ризики здійснення майнінгу, трейдингу та інвестування на ринку криптовалют.

Література

1. Ареф'єва І. Криптовалюта – що це за гроші? *Financer.com*. 01.06.2021. URL: <https://financer.com/ua/blog/cryptocurrency/> (дата звернення: 14.04.2022).
2. Total Cryptocurrency Market Cap. *CoinMarketCap*. URL: <https://coinmarketcap.com/charts/> (дата звернення: 14.04.2022).
3. Номінальний ВВП України з 2002 по 2021 рр. (розмір ВВП в доларах – за даними Світового банку та МВФ). URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/2020/> (дата звернення: 15.04.2022).
4. Черкашин В. Україна 2020 року посіла десяте місце в списку країн, які отримали найбільший прибуток від продажу біткоїнів. *ZN.UA*. URL: <https://zn.ua/ukr/macrolevel/lishe-za-rik-ukrajinski-majneri-prodalibitkojiniv-na-400-mln-dol.html> (дата звернення: 14.04.2022).
5. Україна стала десятою серед країн-лідерів по прибутку від біткоїнів. *ZN.UA*. 14 червня 2021 року. URL: <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/ukrajina-stala-desjatoju-sered-krajn-lideriv-po-pributku-vid-bitkoini.html> (дата звернення: 13.04.2022).
6. Основные показатели экономики США. *TAKE-PROFIT.ORG*. URL: <https://take-profit.org/statistics/countries/united-states/> (дата звернення: 13.04.2022).
7. Основные показатели экономики Китая. *TAKE-PROFIT.ORG*. URL: <https://take-profit.org/statistics/countries/china/> (дата звернення: 13.04.2022).
8. Kaloudis G. Does Bitcoin Have an Energy Problem? *Coindesk research*. 2021, April. URL: <https://static.coindesk.com/wp-content/uploads/2021/04/Does-Bitcoin-Have-an-Energy-Problem-CoinDesk-Research-2021.04.pdf> (дата звернення: 13.04.2022).
9. Неделков К., Цяцюркін М., Примак К. Хакери вкрали \$1,1 млрд у криптовалюті лише за третій квартал 2021-го. Як зберегти криптокошти та анонімність рахунків. *Forbes.ua*. 17 листопада 2021. URL: <https://forbes.ua/money/khakeri-vkrali-11-mlrd-u-kriptovalyuti-lishe-za-tretiy-kvartal-2021-yak-zberegti-kriptokoshti-ta-anonimnist-rakhunkiv-17112021-2796> (дата звернення: 12.04.2022).
10. Bitcoin Rich List. Bitcoin distribution. *BitInfoCharts*. URL: <https://bitinfocharts.com/top-100-richest-bitcoin-addresses.html> (дата звернення 04.04.2022).
11. The 2020 Global Crypto Adoption Index: Cryptocurrency is a Global Phenomenon. *Chainalysis*. URL: <https://blog.chainalysis.com/reports/2020-global-cryptocurrency-adoption-index-2020> (дата звернення: 13.04.2022).

12. Дученко М. М., Павленко Т. В. Особливості формування ринку криптовалют в Україні. *Ефективна економіка*. 2018. № 12. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2018/111.pdf (дата звернення: 14.04.2022).
13. ETH. *Ethermine*. URL: <https://ethermine.org/miners/> (дата звернення: 13.04.2022).
14. Валютні пари BTC / UAH, ETH / UAH, LTC / UAH. *BTC TRADE UA*. URL: <https://btc-trade.com.ua/stock> (дата звернення: 14.04.2022).
15. Руська Р. В. Економетрика : навчальний посібник. Тернопіль : Тайп, 2012. 224 с.
16. Foreign Policy: Україна хоче стати епіцентром криптовалют, попри енерговитрати й ризики корупції. *Радіо Свобода*. 04 червня 2021. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/ukrayina-kryptovalyuty-enerhovytraty-koruptsiya/31289279.html> (дата звернення: 25.03.2022).
17. Новіков О. Біткоіни в деклараціях: чому посадовцям не вдається сховати від НАЗК хабарі за криптовалютою. *Українська правда*. 08 вересня 2021. URL: <https://www.pravda.com.ua/columns/2021/09/8/7306404/> (дата звернення: 20.03.2022).
18. Концепція державного регулювання операцій з криптовалютами : схвал. Радою з фінансової стабільності 20 липня 2018 року. URL: <https://www.nssmc.gov.ua/wp-content/uploads/2018/10/concept-crypto.pdf> (дата звернення: 20.04.2022).
19. Ребрик М. А. Криптоактиви: міфи vs факти та потенційний вплив на монетарну сферу. Київ, 2021. 56 с. URL: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Rebryk_2021-29-05.pdf?v=4 (дата звернення: 29.03.2022).
20. Куницький О. Криптовалюта українських посадовців: новий спосіб легалізації доходів? *DW*. 14.04.2021. URL: <https://www.dw.com/uk/kryptovaliuta-ukrainskykh-posadovtsiv-novyi-sposib-lehalizatsii-koruptsiinykh-dokhodiv/a-57195486> (дата звернення: 29.03.2022).
21. Tesla призупиняє продаж електромобілів за біткоіни. *DW*. 13.05.2021. URL: <https://www.dw.com/uk/tesla-pryzupyniaie-prodazh-elektromobiliv-za-bitkoiny/a-57517655> (дата звернення: 29.03.2022).
22. Чекис О. Перша країна світу визнала Bitcoin платіжним засобом. *ZN.UA*. 9 червня 2021. URL: <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/persha-krajina-svitu-viznala-bitcoin-platizhnm-zasobom.html> (дата звернення: 27.03.2022).
23. Пальчевский І. Як працює ринок криптовалют в Україні. *FinancialCLUB*. 31 травня 2018. URL: <https://finclub.net/ua/analytics/yak-pratsiuie-rynok-kryptovaliut-v-ukraini.html> (дата звернення: 27.03.2022).
24. Про внесення змін до Податкового кодексу України та інших законів України щодо оподаткування операцій з криптоактивами : Проект Закону України від 15.11.2019 № 2461. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JI00814A.html (дата звернення: 27.03.2022).

References

1. Arefieva, I. (2021), "Cryptocurrency – what kind of money is this?", *Financer.com*, available at: <https://financer.com/ua/blog/cryptocarrency/> (access date April 14, 2022).
2. Total Cryptocurrency Market Cap, *CoinMarketCap*, available at: <https://coinmarketcap.com/charts/> (access date April 14, 2022).
3. "Nominal GDP of Ukraine from 2002 to 2021 (the size of GDP in dollars - according to the World Bank and the IMF)", available at: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/2020/> (access date April 15, 2022).
4. Cherkashyn, V. (2021), "Ukraine in 2020 ranked tenth in the list of countries that received the most profit from the sale of bitcoins", available at: <https://zn.ua/ukr/macrolevel/lishe-za-rik-ukrajinskimajneri-prodali-bitkojiniv-na-400-mln-dol.html> (access date April 14, 2022)..
5. "Ukraine became the tenth among the leading countries in terms of profits from bitcoins", available at: <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/ukrajina-stala-desjatoju-sered-krajin-lideriv-po-pributku-vid-bitkoini.html> (access date April 13, 2022).
6. "Key indicators of the US economy", available at: <https://take-profit.org/statistics/countries/united-states/> (access date April 13, 2022).
7. "Key indicators of the Chinese economy", available at: <https://take-profit.org/statistics/countries/china/> (access date April 13, 2022).
8. Kaloudis, G. (2021), "Does Bitcoin Have an Energy Problem?", *Coindesk research*, available at: <https://static.coindesk.com/wp-content/uploads/2021/04/Does-Bitcoin-Have-an-Energy-Problem-CoinDesk-Research-2021.04.pdf> (access date April 13, 2022).
9. Nediellov, K., Tsiatsorkin, M. and Prymak, K. (2021), "Hackers stole \$ 1.1 billion in cryptocurrency in the third quarter of 2021 alone. How to keep cryptocurrencies and anonymity accounts", *Forbes.ua*, available at: <https://forbes.ua/money/khakeri-vkrali-11-mlrd-u-kriptovalyuti-lishe-za-tretyi-kvartal-2021-yak-zberegiti-kriptokoshti-ta-anonimnist-rakhunkiv-17112021-2796> (access date April 12, 2022).
10. Bitcoin Rich List. Bitcoin distribution, available at: <https://bitinfocharts.com/top-100-richest-bitcoin-addresses.html> (access date April 04, 2022).

11. The 2020 Global Crypto Adoption Index: Cryptocurrency is a Global Phenomenon, available at: <https://blog.chainalysis.com/reports/2020-global-cryptocurrency-adoption-index-2020> (access date April 13, 2022).
12. Duchenko, M.M. and Pavlenko, T.V. (2018), "Features of cryptocurrency market formation in Ukraine", *Efektivna ekonomika*, no. 12, available at: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2018/111.pdf (access date April 14, 2022).
13. ETH, available at: <https://ethermine.org/miners/> (access date April 13, 2022).
14. "Currency pairs BTC / UAH, ETH / UAH, LTC / UAH", available at: <https://btc-trade.com.ua/stock> (access date April 14, 2022).
15. Ruska, R.V. (2012), *Ekonometryka* [Econometrics], tutorial, Taip, Ternopil, Ukraine, 224 p.
16. "Foreign Policy: Ukraine wants to become the epicenter of cryptocurrencies, despite energy consumption and the risks of corruption", available at: <https://www.radiosvoboda.org/a/ukrayina-kryptovalyuty-enerhovytraty-korupsiya/31289279.html> (access date March 25, 2022).
17. Novikov, O. (2021), "Bitcoins in declarations: why officials can not hide from the NACP bribes for cryptocurrency", *Ukrainska Pravda*, available at: <https://www.pravda.com.ua/columns/2021/09/8/7306404/> (access date March 20, 2022).
18. "The concept of state regulation of cryptocurrency transactions : approved by the Financial Stability Board on July 20, 2018", available at: <https://www.nssmc.gov.ua/wp-content/uploads/2018/10/concept-crypto.pdf> (access date April 20, 2022).
19. Rebryk, M.A. (2021), "Crypto assets: myths vs facts and potential impact on the monetary sphere", Kyiv, Ukraine, 56 p., available at: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Rebryk_2021-29-05.pdf?v=4 (access date March 29, 2022).
20. Kunytskyi, O. (2021), "Cryptocurrency of Ukrainian officials: a new way to legalize income?", available at: <https://www.dw.com/uk/kryptovaliuta-ukrainskykh-posadovtsiv-novyj-sposib-lehalizatsii-korupsiinykh-dokhodiv/a-57195486> (access date March 29, 2022).
21. "Tesla suspends the sale of electric vehicles for bitcoin", available at: <https://www.dw.com/uk/tesla-pryzupyniaie-prodazh-elektromobiliv-za-bitkoiny/a-57517655> (access date March 29, 2022).
22. Chekys, O. (2021), "The first country in the world recognized Bitcoin as a means of payment", *ZN.UA*, available at: <https://zn.ua/ukr/ECONOMICS/persha-krajina-svitu-viznala-bitcoin-platizhnim-zasobom.html> (access date March 27, 2022).
23. Palchevskyi, I. (2018), "How the cryptocurrency market works in Ukraine", *FinancialCLUB*, available at: <https://finclub.net/ua/analytics/yak-pratsiuie-rynok-kryptovaliut-v-ukraini.html> (access date March 27, 2022).
24. The Verkhovna Rada of Ukraine (2019), The Draft Law of Ukraine "On amendments to the Tax Code of Ukraine and other laws of Ukraine regarding the taxation of crypto-asset transactions" dated 15.11.2019 no. 2461, available at: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/JI00814A.html (access date March 27, 2022).