

УДК 336.74:338.2

DOI: 10.31617/visnik.knute.2022(142)01

МАЗАРАКІ Анатолій,
д. е. н., професор, в.о. ректора
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

ORCID: 0000-0003-1817-0510
rector@knute.edu.ua

MAZARAKI Anatolii,
Doctor of Science (Economics), Professor,
Acting rector of State University
of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine

ORCID: 0000-0003-1817-0510
rector@knute.edu.ua

ВОЛОСОВИЧ Світлана,
д. е. н., професор, професор кафедри фінансів
Державного торговельно-економічного
університету
вул. Кіото, 19, м. Київ, 02156, Україна

ORCID: 0000-0003-3143-7582
s.volosovych@knute.edu.ua

VOLOSOVYCH Svitlana,
Doctor of Science (Economics), Professor,
Professor of Department of Finance
State University of Trade and Economics
19, Kyoto St., Kyiv, 02156, Ukraine

ORCID: 0000-0003-3143-7582
s.volosovych@knute.edu.ua

МАЙНІНГ КРИПТОВАЛЮТ В УМОВАХ КРИТИЧНИХ ТРАНСФОРМАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

CRYPTOCURRENCY MINING IN THE CRITICAL TRANSFORMATION PROCESSES

Вступ. В умовах посилення нестабільності фінансових ринків, загрози знецінення заощаджень, регулювання операцій з фіатними валютами криптовалюти набувають популярності, а проблеми їхнього майнінгу – актуальності.

Проблема. Як вид підприємницької діяльності майнінг може приносити значний дохід суб'єктам цього бізнесу, але водночас – посилювати певні види загроз суспільному розвитку, зокрема екологічні та енергетичні.

Метою статті є дослідження ролі майнінгу на криптовалютному ринку та розробка сценаріїв розвитку майнінгу криптовалют на тлі масштабних суспільних перетворень.

Методи. Теоретичним і методологічним підґрунтям для написання статті стали праці вітчизняних та закордонних науковців стосовно майнінгу криптовалют. Дослідження проведено із застосуванням методів теоретичного узагальнення, порівняльного аналізу та синтезу.

Introduction. With the growing instability of financial markets, the threat of devaluation of savings, regulation of transactions with fiat currencies, cryptocurrencies are becoming popular, and the problems of their mining are relevant.

Problem. As an entrepreneurial activity, mining can bring significant income to business entities, but at the same time it increases certain types of threats to social development, including environmental and energetic.

The aim of the article is to study the role of mining in the cryptocurrency market and to develop scenarios for the development of cryptocurrency mining against the background of large-scale social transformations.

Methods. The theoretical and methodological basis of our work includes the articles of domestic and foreign scientists devoted to cryptocurrency mining. Methods of theoretical generalization, comparative analysis and synthesis were applied in the paper.

© Мазаракі А., Волосович С., 2022

Внесок авторів є рівнозначним.

Автори не отримували прямого фінансування для цього дослідження.

Mazaraki A., Volosovych S. Mining cryptocurrency in conditions of critical transformation processes. *Scientia Fructuosa*. 2022. № 2. S. 4-20. [https://doi.org/10.31617/visnik.knute.2022\(142\)01](https://doi.org/10.31617/visnik.knute.2022(142)01)

Результати дослідження. Майнінг – це процес видобутку криптовалюти певними учасниками криптовалютного ринку (майнерами), що забезпечують функціонування мережі криптовалют своїми обчислювальними потужностями, підґрунтям якого є вирішення завдань щодо розшифровки подальшого блоку ланцюжка шляхом певного програмного протоколу за винагороду з огляду на криптовалюту. Попри це, можна стверджувати, що майнери виконують видобувну та верифікаційну функції. На прийняття рішення про здійснення підприємницької діяльності з майнінгу криптовалют впливають технічні, економічні, ринкові, юридичні, природно-кліматичні умови.

Висновки. В умовах глобальних суспільних трансформацій майнінг розширює застосування технологічних інновацій у сфері фінансів. Майнінг може створювати енергетичні, екологічні та економічні виклики. Водночас він є джерелом надходжень до державного бюджету доходів та інструментом забезпечення балансу енергосистем за профіциту виробленої електроенергії. У результаті впровадження заходів регулювання урядами може реалізуватися оптимістичний, песимістичний чи нейтральний сценарій розвитку майнінгу криптовалют.

Ключові слова: криптовалюта, криптовалютний ринок, майнінг криптовалют, майнінгові ферми, хмарний майнінг, майнінговий пул.

JEL Classification: F23, G15, G18, G29, O16, P48

Вступ. На тлі пандемії, що посилила нестабільність фінансових ринків, загрози знецінення заощаджень, регулювання операцій з фіатними валютами дедалі більшої популярності набувають криптовалюти, операціям з якими здебільшого у країнах світу притаманна анонімність і відсутність оподаткування. Зростання зацікавленості криптовалютами серед індивідуальних та інституційних інвесторів, можливостей здійснення швидких платежів у криптовалюті за товари та послуги, кількості криптоматів, комп'ютерної грамотності обумовлює посилення масового сприйняття криптовалюти. Збільшення операцій на вторинному криптовалютному ринку та формування сприятливого курсу криптовалют під час пандемії COVID-19 сприяє розвитку майнінгу, що є підґрунтям функціонування первинного криптовалютного ринку.

Проблема. Як вид підприємницької діяльності майнінг може приносити значний дохід суб'єктам цього бізнесу. Водночас за певних обставин він може посилювати деякі види загроз суспільному розвитку, зокрема екологічні та енергетичні. В Україні на функціонування видобутку криптовалют додатково впливають ризики військової агресії з боку російської федерації. Це обумовлює актуальність вибраної теми дослідження.

Results. Mining is the process of extracting cryptocurrency by certain participants of the cryptocurrency market (miners), who ensure the functioning of the cryptocurrency network with their computing power, which is based on solving problems of decrypting the next block of the chain using a specific protocol for cryptocurrency. The authors conclude that the miners perform mining and verification functions. Technical, economic, market, legal, natural and climatic condition factors influence the decision to carry out business activities in cryptocurrency mining.

Conclusions. Mining is expanding the application of technological innovations in the field of finance in the context of global social transformations. Mining can create energy, environmental and economic challenges. At the same time, it is a source of income to the state budget and a tool for ensuring energy systems balance in the surplus of electricity produced. Governments may realize an optimistic, pessimistic or neutral scenarios for the development of cryptocurrency mining as a result of implementation of regulatory measures.

Keywords: cryptocurrency, cryptocurrency market, mining, mining farms, cloud mining, mining pool.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематиці функціонування різних аспектів криптовалютного ринку присвячені праці багатьох науковців. У науковій літературі та нормативно-правових актах більшою мірою акцентується на змісті криптовалюти. Щодо сутності майнінгу, то цьому питанню приділялася увага небагатьма дослідниками. Здебільшого публікації з цієї проблематики зосереджені на короткому аналізі майнінгу як складової криптовалютного ринку. Серед них можна виокремити праці В. Мандрик, В. Мороз [1], М. Дученко, Т. Павленко [2], А. Бландін (A. Blandin), Г. Пітерс (G. Pieters), Ю. Ву (Yue Wu), Т. Ісермана (Th. Eisermann), А. Дека (A. Dek), С. Тейлор (S. Taylor), Д. Ньйоки (D. Njoki) [3]. Водночас є низка досліджень щодо аналізу окремих аспектів функціонування майнінгу криптовалют. Так, К. Мартін (K. Martin), Б. Наумен (B. Nauman) досліджували енергетичні проблеми майнінгу криптовалют [4], Х. Семфорд, Л.-Ф. Домінго (H. Samford, L.-F. Domingo) вивчали вплив майнінгу криптовалют на навколишнє середовище [5]. М. Ур Рехман, С. Х. Кан (M. Ur Rehman, S. H. Kang) зупинялися на чинниках, що впливають на хешрейт біткоїна [6]. К. Стір (K. Steer) виявив енергетичні виклики майнінгу та акцентував на їхньому подоланні через використання електроенергії, що виробляється з відновлювальних джерел [7]. Проте нині бракує досліджень щодо виявлення чинників впливу на прийняття рішення про здійснення майнінгу криптовалют, класифікації майнінгових платформ, систематизації загроз і можливостей майнінгу та висвітлення можливих сценаріїв його розвитку.

Метою статті є визначення ролі майнінгу на криптовалютному ринку та розробка сценаріїв розвитку майнінгу криптовалют на тлі масштабних суспільних перетворень.

Методи. Теоретичним і методологічним підґрунтям для написання статті стали праці вітчизняних і закордонних науковців з питань функціонування криптовалютного ринку та майнінгу криптовалют. Методи теоретичного узагальнення використано для уточнення дефініції майнінгу криптовалют; порівняльного аналізу та синтезу – для обґрунтування оптимістичного, песимістичного та нейтрального сценаріїв розвитку майнінгу криптовалют.

Результати дослідження. У жовтні 2021 р. у Звіті про глобальну фінансову стабільність МВФ зазначено, що швидке зростання крипто-екосистеми відкриває нові можливості розширення застосування технологічних інновацій, які сприяють посиленню фінансової інтеграції, підвищенню доступності до дешевших і швидших фінансових послуг незалежно від місця розташування споживача та оферента. Особливо це стосується країн, що розвиваються [8]. Виникнення криптовалют стало початком нового етапу існування високотехнологічного ринку [9, с. 70]. Підґрунтям функціонування криптовалютного ринку є майнінг криптовалюти (МКВ).

Щодо розуміння МКВ існує процесний та інституційний підходи. У межах *процесного підходу* В. Мандрик та В. Мороз зазначають, що майнінг – це спосіб заробітку біткоїна чи іншої криптовалюти шляхом обчислювальних потужностей комп'ютера, зміст якого полягає у підтримці розподіленої платформи і створенні нових блоків із можливістю отримати винагороду в формі емітованої валюти й комісійних зборів у різних криптовалютах, зокрема в *Bitcoin* [1, с. 68]. Представники процесного підходу підкреслюють, що майнінг є останнім кроком у чотириетапному процесі транзакцій, в якому додається новий блок транзакцій до наявного ланцюжка [7]. Водночас вони акцентують на тому, що майнінг є генерацією криптовалют математичним методом [2]. В *інституційному підході* звертається увага на те, що майнінг – це діяльність зі створення нових структур для забезпечення функціонування криптовалютних платформ [10]. Об'єднавши положення обидвох підходів, можна визначити, що *майнінгом* є процес видобутку криптовалюти певними учасниками криптовалютного ринку (майнерами), що забезпечують функціонування мережі криптовалюти своїми обчислювальними потужностями, підґрунтям якого є вирішення завдань щодо розшифровки подальшого блоку ланцюжка за допомогою певного програмного протоколу за винагороду у вигляді криптовалюти.

З погляду на це можна стверджувати, що майнери виконують дві *функції*:

видобувну, що передбачає створення криптомонет за винагороду у вигляді криптовалют шляхом підбору криптографічного шифру (хеша), що здійснюється через вирішення складних обчислювальних задач та який надалі використовується для управління ланцюжком блоків у криптовалюті;

верифікаційну, що передбачає перевірку транзакцій, які надалі після підтвердження записуються у блокчейн, за що отримують комісійну винагороду від користувачів мережі.

З одного боку, майнінг є підґрунтям існування вторинного ринку криптовалют, а з іншого – він є доволі привабливою сферою бізнесу. На прийняття рішення про здійснення цього виду підприємницької діяльності впливають такі *групи чинників*:

- технічні (потужність обладнання для майнінгу, наявність якісного Інтернету, можливість безперервного постачання електроенергії);
- економічні (курс криптовалют, ціна на електроенергію, ціна на обладнання для майнінгу, рівень оподаткування діяльності від майнінгу);
- ринкові (наявність обладнання для майнінгу на ринку);
- юридичні (законодавчі обмеження щодо майнінгу);
- природно-кліматичні умови.

Технічні чинники значною мірою визначають вибір потенційним майнером певного способу майнінгу. У *табл. 1* представлено переваги та недоліки основних способів майнінгу.

Таблиця 1

Порівняльна характеристика окремих способів майнінгу криптовалют

| Спосіб майнінгу | Переваги | Недоліки | Можливості щодо використання |
|------------------------------|--|---|--|
| На процесорі (CPU) | Простота входу на ринок майнінгу | Низька швидкість обробки даних по транзакціях з крипто-валютами. Невисокі доходи від діяльності. Ціомісний дохід від використання потужного процесора принесе при CPU майнінгу 30–50 дол. США | Привабливий для криптовалют-новачків на ринку, які не мають великої історії операцій, та криптовалют, алгоритм обробки яких є орієнтованим до майнінгу на процесорі, зокрема <i>Monero, Dash, Litecoin</i> |
| На відеокарті GPU | Висока швидкість обробки транзакцій | Високі витрати на обладнання для майнінгу | Оптимальний для майнінгу криптовалют, заснований на шифруванні <i>Scrypt/NIsh (Monero), Bitcoin Electroneum</i> , а також <i>Equihash (Nush, Zcash, Bitcoin Gold) і Ethash (Ethereum, Ethereum Classic)</i> шляхом використання систем з 4–6 відеокарт |
| ASIC | На відміну від GPU процесорів, ASIC майнінги є продуктивнішим і менш енергозатратним | Збільшення розміру ASIC обладнання зі зростанням складності обчислень. Підвищена густина роботи обладнання. Вимагають додаткових систем охолодження. Дефіцит ASIC на ринку. Висока вартість | Створення майнінгових ферм |
| Хмарний | Підвищує прибутковість інвестицій дрібних майнерів через онлайн-оренду обладнання у промишлових майнерів завдяки спеціальним програмам | Загроза шахрайських дій з боку засновників майнінгових ферм. Високий ризик хакерських атак. Ризик зменшення прибутковості внаслідок падіння курсу криптовалют | Цікавий для нефахівців у сфері IT |
| Браузерний | Зручність та простота використання на тлі відсутності необхідності додаткових знань або вкладень | Низька потужність ПК, що підключаються для майнінгу. Витрати на комісійну винагороду сервісу. Низький рівень доходу. Значний ризик шахрайських дій | Цікавий лише для новачків, які не мають уявлення про майнінг криптовалют та не мають коштів для інвестицій в обладнання. Є оптимальним для нових криптовалют з простими алгоритмами для обробки транзакцій і невеликим ланцюжком попередніх операцій, зокрема <i>Monero, Litecoin і Fedihelium</i> |
| На ноутбуці | Простота доступу до майнінгу | Низька продуктивність майнінгу. Обмеженість можливостей системи охолодження | Є можливість на потужних ноутбуках для майнінгу криптовалют з низькою складністю обробки транзакцій, що мають простий алгоритм шифрування або є новачками на ринку (<i>Ethereum, Monero, Equihash, Litecoin</i>) |
| На телефонах з Android і iOS | Отримання тренувальної практики майнінгу для подальшого вибору прибуткового виду майнінгу | Низька продуктивність майнінгу. Відсутня можливість отримати прибуток. Заборона Apple та Google на майнінг на телефонах в 2018 р. Високий ризик завищення ціни на програмне забезпечення | Є можливим для майнінгу криптовалют з низькою складністю обробки транзакцій (<i>Electroneum (ETN), Aeon (AEON), Monero (XMR) і Bitcoin (BCN)</i>) |

Складено авторами на основі [11; 12].

Звісно, що МКВ на одному пристрої є менш прибутковим порівняно зі створенням майнінгових ферм. Через такі самі міркування для майнерів привабливішою є співпраця у межах майнінгових пулів. Нині є ціла низка майнінгових пулів, зокрема *VIABTC*, *F2Pool*, *DPool*, *Dxpool*, *SoloPool*, *Antpool*, *LitecoinPool.org*, *ProHeshing*. Хоча майнінгові пули беруть комісійну винагороду за участь, членство в них підвищує ймовірність отримання винагороди. З 2017 р. видобуті біткоіни майнінговими пулами утримувалися ними до 67 днів [13].

Нині як для професійних майнерів, так і для новачків є значна кількість платформ для майнінгу криптовалюти. Чинниками, що сприяють вибору певної платформи, є:

- вид криптовалюти, майнінг якої можливий на платформі;
- алгоритми майнінгу;
- система винагород, що пропонує платформа;
- мінімальна виплата;
- комісія за зняття коштів;
- відгуки користувачів платформи.

Майнінгові платформи можна класифікувати залежно від набору пропонованих послуг; набору криптовалюти, які можливо видобувати; користувачів; стягнення плати за користування платформою (табл. 2).

Таблиця 2

Класифікація майнінгових платформ

| Ознака | Вид платформи | Приклад |
|--|---|---|
| Залежно від набору пропонованих платформою послуг | Мультиопераційні, які, крім майнінгу, пропонують й інші послуги, зокрема обслуговування криптовалютних гаманців, здійснення біржових операцій | <i>Ecos</i> , <i>StormGain</i> , <i>Nicehash</i> |
| | Моноопераційні, що спеціалізуються суто на майнінгу | <i>Shamining</i> , <i>Bitfly</i> |
| Залежно від набору криптовалюти | Універсальні, які пропонують майнінг різних криптовалют | <i>Bitfly</i> , <i>ZHash.pro</i> , <i>HashCity</i> , <i>Awesome Miner</i> |
| | Моновалютні, на яких можливий майнінг лише однієї криптовалюти | <i>Slushpool</i> , <i>Shamining</i> |
| Залежно від користувачів | Розраховані на соло-майнінг | <i>ZSolo</i> |
| | Розраховані на майнінгові пули | <i>Slushpool</i> |
| | Розраховані на різних користувачів | <i>Awesome Miner</i> , <i>CryptoTab Browser</i> |
| Залежно від стягнення плати за користування платформою | Платформи, на яких плата за використання відсутня | <i>Nicehash</i> , <i>Coinfly</i> |
| | Ті, які стягують комісійну винагороду за свої послуги | <i>Bitfly</i> , <i>HashCity</i> |
| | Зі змішаним підходом щодо комісійних. Плата починає стягуватися після певного періоду користування | <i>Ecos</i> , <i>Slushpool</i> |

Складено авторами на основі [14] та власних досліджень.

За майнінгу споживається чимало електроенергії, внаслідок чого здійснюються значні викиди вуглецю. Людство почало суттєво відчувати вплив на суспільне відтворення обсягу електроенергії, яка необхідна для функціонування криптовалютного ринку лише в 2017 р. після різкого підвищення курсу біткоіну. За деякими даними, залежно від джерела енергії МКВ може призвести до викидів 3–15 млн т вуглецю у глобальному масштабі [5]. У результаті до 2033 р. температура Землі може піднятися на 2°C.

Для оцінки споживання електроенергії за майнінгу біткоіна Кембриджським університетом розроблено Індекс енергоспоживання біткоіна. Як видно з *рис. 1*, річний обсяг електроенергії, що витрачається на майнінг біткоіна, приблизно відповідає річному обсягу електроенергії, яка споживається Україною або Норвегією. При цьому обсяг витраченої електроенергії на видобуток золота є більшим, ніж на видобуток біткоінів.

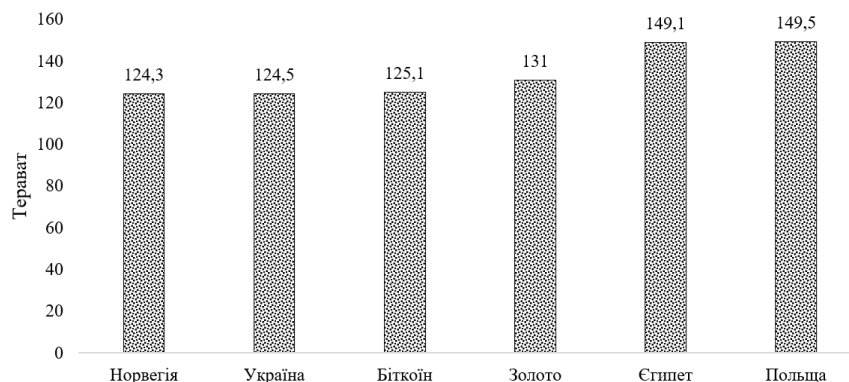


Рис. 1. Порівняння споживання електроенергії різними країнами та за майнінгу біткоіна та видобутку золота

Побудовано авторами за [15].

Зростання ціни на біткоіни приваблює більше майнерів до здійснення цієї діяльності. Комп'ютери майнерів біткоінів змагаються, хто першим перевірить транзакції, оскільки лише перший отримує винагороду. У результаті майнери змушені підвищувати обчислювальну потужність, що і спричиняє різке зростання споживання електроенергії. За результатами дослідження науковців Дублінського міського університету, Трінті-коледжу в Дубліні та Університету Саутгемптона, у 2020 р. виявлено, що МКВ є чинником впливу на ціни на ринках електроенергії та комунальних послуг [16]. Водночас для майнінгу використовуються спеціалізоване обладнання, зокрема резервні блоки, які щорічно вимагають оновлення, через що створюється близько 11 500 т небезпечних електронних відходів [17].

Спостерігається нерівномірність негативного впливу МКВ на навколишнє середовище. У країнах, де значна частка електростанцій працюють на вугіллі, рівень забруднення є вищим. В Ісландії та Норвегії, де майже 100 % усього виробництва енергії є відновлюваними, майнери криптовалюти користуються перевагами дешевої гідроелектричної та геотермальної енергії для живлення своїх машин. Низькі температури у північних країнах обумовлюють зменшення витрат у результаті природного охолодження комп'ютерних серверів.

Хоча фізичний збиток на місці майнінгових ферм є мінімальним, непрямий екологічний збиток унаслідок споживання електроенергії є не контрольованим на відміну від суб'єктів економічної діяльності, що займаються видобутком корисних копалин чи певним видом виробництва.

Як видно з *рис. 2*, найбільшою популярністю серед майнерів користується біткоїн. Його видобувають від 86 до 100 % майнерів у різних регіонах. Нині на ринку обертається 18.9 млн монет, що становить 90 % їх загальної кількості, передбаченої протоколом. За деякими прогнозами всі монети будуть видобуті до 2140 р. [18]. Етеріум, що займає після біткоїна друге місце за обсягом капіталізації, аналогічне місце посідає й у видобутку серед майнерів лише у Латинській Америці та Карибському й Азійсько-Тихоокеанському регіонах.

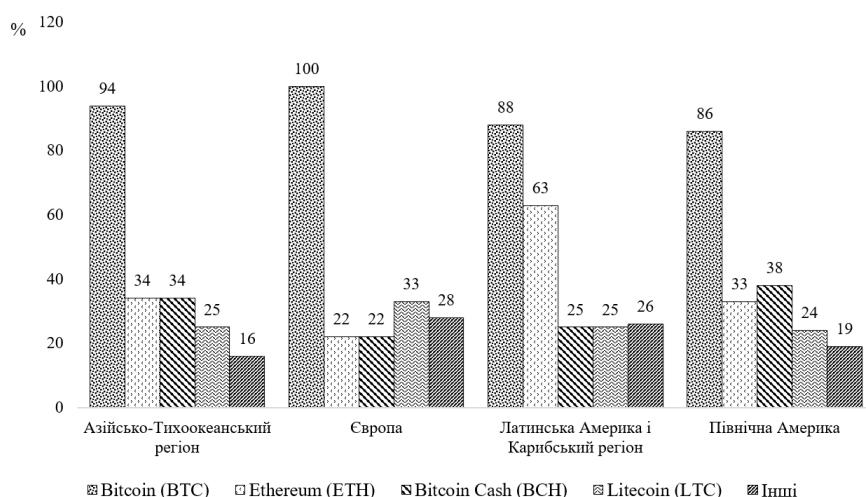


Рис. 2. Частка майнерів, які видобувають певну криптовалюту, за регіонами

Побудовано авторами за [3].

До заборони майнінгу у травні 2021 р. урядом Китаю частка цієї країни у квітні 2021 р. у майнінгу біткоїнів становила 46 %. Як видно з *рис. 3*, уже в серпні 2021 р. частка Китаю у глобальному майнінгу скоротилася майже до нуля. Водночас значно зросли частки США, Казахстану, російської федерації, Ірландії. З серпня 2020 р. по серпень 2021 р. частка Казахстану збільшилася у понад 4 рази [19].

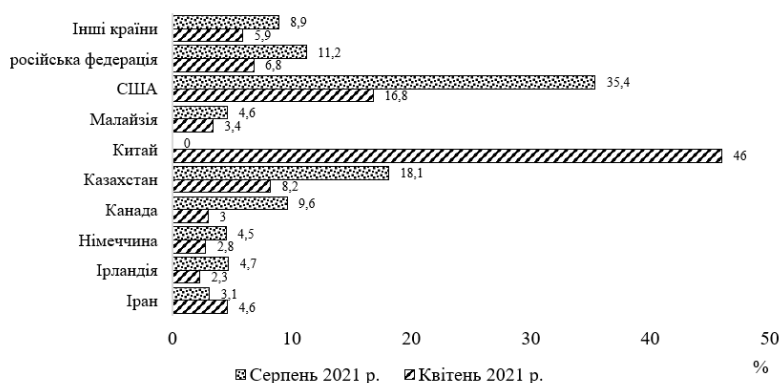


Рис. 3. Частка країн у майнінгу Bitcoin у квітні та серпні 2021 р.

Побудовано авторами за [19].

Погляди прихильників та опонентів майнінгу, дії учасників криптовалютного ринку та урядів дали можливість виявити переваги і недоліки майнінгу, можливості та загрози його подальшого розвитку (табл. 3).

Таблиця 3

Swot-аналіз майнінгу

| Переваги | Недоліки |
|--|---|
| Забезпечення криптовалютами криптовалютного ринку. Забезпечення функціонування вторинного криптовалютного ринку. Незначні стартові вимоги для входу в бізнес для бажаючих. Підтримання доходності шляхом процедури халвінгу | Значне споживання електроенергії. Тривалий час пошуку потрібного коду. Даремне витрачання майнерами, які не перемогли, своїх обчислювальних потужностей |
| Загрози | Можливості |
| Виникнення енергетичної кризи. Завдання екологічної шкоди. Прихованого майнінгу. Крадіжки електроенергії. Виникнення атаки 51%. Виникнення дефіциту відеокарт на ринку. Урядових заборон або обмежень | Зростання надходжень до державного бюджету доходів за рахунок оподаткування діяльності з майнінгу. Зменшення споживання електроенергії за рахунок переходу на енергозберігаючі протоколи майнінгу. Використання електроенергії, що добувається з відновлювальних джерел. Забезпечення балансу енергосистем за профіцит електроенергії, що виробляється |

Складено авторами самостійно.

На основі трендів підходів регуляторів різних країн та аналізу наукової літератури можна зробити висновок, що регулювання майнінгової діяльності дещо відрізняється від регулювання вторинного ринку криптовалют. Якщо до операцій з криптовалютою вже у багатьох країнах встановлюються вимоги щодо їхнього оподаткування, ліцензування, то до регулювання майнінгу здебільшого у країн (за певним виключенням) вимоги поки не встановлюються. Так, зокрема законодавством Великобританії, Греції, Сінгапура, Кіпра, Європейського Союзу, федеральним законодавством США регулювання майнінгу не передбачено [10]. Цю позицію підтримало Міністерство цифрової трансформації України у Маніфесті щодо віртуальних активів, акцентувавши на тому, що "майнінг не потребує регуляторної діяльності з боку державних наглядових органів чи інших сторонніх правил, ця діяльність регульована самим протоколом та учасниками мережі" [20]. В Україні 17.02.2022 прийнято Закон "Про віртуальні активи" № 2074-IX, який легалізував їх оборот на території держави. Водночас у ньому відсутні норми, що регулюють видобуток криптовалюти. Так, у розділі IV Закону № 2074-IX йдеться лише про регулювання обороту віртуальних активів [21] на тлі відсутності норм щодо регулювання первинного ринку криптовалют. Нині лише невелика кількість країн мають спеціальні нормативно-правові акти щодо функціонування криптовалютного ринку.

З огляду на потенційні загрози чи можливості функціонування майнінгу для глобального або регіонального суспільного розвитку варто розглянути три сценарії розвитку для майнінгу криптовалют у майбутньому в контексті його регулювання: оптимістичний, песимістичний і нейтральний.

оптимістичний сценарій передбачає офіційне визнання криптовалют урядами країн з подальшою лібералізацією як первинного, так і вторинного ринків криптовалют; використання майнінгу для подолання профіциту електроенергії в частині збалансування енергетичних мереж. У 2021 р. Сальвадор став першою у світі країною, яка прийняла *Bitcoin* як законний платіжний засіб на тлі попередження багатьма центральними банками щодо ризиків криптовалютних операцій [22]. При цьому близько 20 % ВВП країни (понад 4 млрд дол. США) становлять грошові перекази сальвадорців із-за кордону [22]. Прихильники майнінгу зазначають, що він є одним з сучасних інструментів усунення профіциту електроенергії. На Світовому економічному форумі зазначено, що використання надлишку електроенергії через МКВ є ефективнішим рішенням, ніж його зберігання [23]. Так, на електростанції у штаті Нью-Йорк щоденно видобувають до 5.5 біткоїнів, використовуючи залишок електроенергії [24].

В умовах скорочення споживання електроенергії в Україні внаслідок пандемії у травні 2020 р. Міністерством енергетики та захисту довкілля запропонувало створювати дата-центри з видобутку криптовалют при атомних електростанціях, що сприятиме збалансуванню енергосистем за профіциту електроенергії [25]. У жовтні 2020 р. НАЕК "Енергоатом" підписала меморандум про співпрацю з голландською блокчейн-компанією *Bitfury Holding B.V.* з метою створення дата-центру на територіях АЕС України [26]. У січні 2021 р. представники Міністерства енергетики України, НАЕК "Енергоатом" та компанії-виробники обладнання для майнінгу *Hotmine* домовилися про співпрацю стосовно спорудження станції цифрової енергії [27]. На реалізацію зазначених проєктів влітку 2021 р. вже розпочалося будівництво майнінгових ферм біля Запорізької та Рівненської АЕС. Перешкодою для реалізації цих проєктів стала військова агресія російської федерації, внаслідок якої захоплена Запорізька АЕС, на її території знаходяться військовослужбовці РФ, її військова техніка, а також тимчасово було знеструмлення окремих енергоблоків. За таких умов виникає загроза радіаційної безпеки для значної території Європи, адже Запорізька АЕС є найбільшою європейською атомною електростанцією. На тлі цього проєкти України щодо МКВ призупиняються. Нині особливої актуальності набувають звернення України до МАГАТЕ стосовно допомоги щодо демілітаризації захоплених АЕС для забезпечення стійкої радіаційної безпеки. З огляду на те, що середній щоденний обсяг транзакцій з криптовалютою в Україні становить 150–200 млн дол. США [28], а кількість користувачів криптовалюти – 12 % населення країни, що є найбільшим показником у світі [29], ймовірність реалізації оптимістичного сценарію в Україні є досить високою.

Песимістичний сценарій передбачає повну заборону майнінгу урядами окремих країн чи міжнародними організаціями, зниження доходності майнінгу. У травні 2021 р. Китай заборонив банкам і платіжним сервісам операції з криптовалютами, майнінг [30], у результаті

чого курс біткоіна почав падати та відбулася міграція майнерів до Казахстану, російської федерації, Косова, Ірану, Грузії, США та деяких інших країн. У результаті відбулося зростання споживання електроенергії в цих країнах. Так, в Іркутській області споживання електроенергії зросло на 159 % [31]. Через перевантаження електромереж, незаконні підключення майнерів до електромереж в окремих країнах або територіях встановлюється [32]:

- мораторій на майнінг (червень–вересень 2021 р. – Іран);
- заборона на майнінг (травень 2021 р. – Китай, грудень 2021 р. – Косово, 2020 р. – Абхазія);
- обмеження постачання електроенергії майнерам (грудень 2021 р. – Ісландія);
- обмеження на інвестиції в майнінг (жовтень 2021 р. – Китай) [33];
- заборона на продаж обладнання, програмного забезпечення, навчальних посібників для майнінгу (жовтень 2021 р. – технологічний гігант *Alibaba*, що супроводжувалося видаленням на платформах *Alibaba* таких категорій з меню: "Побутова електроніка> блокчейн-майнери> Аксесуари для блокчейн-майнерів" і "Побутова електроніка> майнери-блокчейнів> майнер-блокчейнів") [34]. Щодо України, то на тлі активних військових дій на її території є можливим припинення або скорочення до мінімуму підприємницької діяльності з майнінгу. Бізнес буде намагатися вивезти майнінгове обладнання до інших країн.

Нейтральний сценарій передбачає введення обмежень споживання електроенергії майнерами; встановлення підвищених тарифів на електроенергію, призначену для МКВ; запровадження підвищених ставок оподаткування доходів майнерів; заміна протоколів майнінгу на більш енергоефективні, боротьбу з незаконним майнінгом. Ці заходи обмежують діяльність майнерів, але не забороняють її. Нині все частіше підіймається питання щодо заміни енергомісткого протоколу МКВ *proof of work* на економніший *proof-of-stake*. За різними оцінками, перехід на *proof-of-stake* може заощадити 99.95 % енергії [35]. В окремих країнах наразі спостерігаються прямі та опосередковані заходи щодо обмеження майнерів у споживанні електроенергії. Так, в Ісландії з грудня 2021 р. перестали постачати електроенергію новим майнінговим компаніям [32]; у Казахстані з 2022 р. введено компенсаційний тариф для майнерів на електроенергію у розмірі 1 тенге за кіловат [36]. У Швеції розглядають можливість введення оподаткування енергомісткого видобутку криптовалюти [37].

Зусилля багатьох країн спрямовані на боротьбу з незаконним майнінгом, наслідком якого є крадіжки електроенергії та ухилення від сплати податків. Зокрема в Україні у червні 2020 р. в с. Новосілки Вишгородського району Київщини поліцейські знешкодили майнінгову ферму, організатори якої викрали електроенергії на суму понад 500 тис. грн [38]. У лютому 2022 р. СБУ ліквідувала майнінгову ферму в м. Кропивницький, засновники якої викрали електроенергії на 2 млн грн [39]. І подібні ситуації часто повторюються.

В Україні підґрунтям для реалізації нейтрального сценарію стане визначення майнінгу як виду економічної діяльності у Класифікаторі видів економічної діяльності, де нині він відсутній.

Висновки. В умовах глобальних суспільних трансформацій майнінг як підґрунтя існування обороту криптовалют створює передумови для розширення застосування технологічних інновацій у фінансовому секторі. Під майнінгом варто розуміти процес видобутку криптовалюти певними учасниками криптовалютного ринку (майнерами), що забезпечують функціонування мережі криптовалюти своїми обчислювальними потужностями, підґрунтям якого є вирішення завдань щодо розшифровки подальшого блоку ланцюжка через певний програмний протокол за винагороду у вигляді криптовалюти. Платформи, за допомогою яких здійснюється майнінг, класифікуються залежно від: набору пропонуванних платформию послуг, користувачів, набору криптовалют, стягнення плати за користування платформию. На прийняття рішення про здійснення майнінгу впливають: технічні, економічні, ринкові, юридичні, природньо-кліматичні умови.

Майнінг є джерелом надходжень до державного бюджету доходів через оподаткування діяльності з майнінгу та інструментом забезпечення балансу енергосистем за профіциту електроенергії, що виробляється. Майнінг криптовалют може створювати енергетичні, екологічні та економічні виклики. Енергетичні проблеми виникають за надмірне споживання майнінговим бізнесом електроенергії у разі її дефіциту або значній фізичній зношеності електромереж у країні. Екологічні виклики пов'язані з забрудненням навколишнього середовища внаслідок споживання електроенергії, яка виробляється із невідновлювальних джерел. Для подолання цих проблем можливо встановити підвищені тарифи на електроенергію, що використовується для майнінгу; забезпечити перехід майнерів на застосування електроенергії, що виробляється з відновлювальних джерел, та більш енергоефективні протоколи майнінгу. Економічними викликами майнінгу для суспільства є ризик ухилення від сплати податків майнерами та створення втрат за незаконне підключення до електромереж.

У результаті впровадження заходів регулювання урядами може реалізуватися один із запропонуванних сценаріїв розвитку для майнінгу криптовалют у майбутньому: оптимістичний, песимістичний і нейтральний. В Україні оптимістичний та песимістичний сценарії розвитку майнінгу ймовірно матимуть свої особливості порівняно з іншими країнами на тлі військової агресії з боку російської федерації.

Подальші наукові розвідки можуть відбуватися в напрямі оптимізації протоколів майнінгу в контексті їх енергоефективності та мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що вони не мають фінансових чи не фінансових конфліктів інтересів щодо цієї публікації; не мають відносин із державними органами, комерційними або некомерційними організаціями, які могли б бути зацікавлені у поданні цієї точки зору. З огляду на те, що автори працюють в установі, яка є видавцем журналу, що може зумовити потенційний конфлікт або підозру в упередженості, остаточне рішення про публікацію цієї статті (включно з вибором рецензентів та редакторів) приймалося тими членами редколегії, які не пов'язані з цією установою.

СПИСОК ВКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мандрик, В. О., Мороз, В. П. Законодавче регулювання обігу криптовалют в Україні, проблеми та перспективи їх розвитку. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2019. №29 (4). С. 67-71.
2. Дученко М. М., Павленко Т. В. Особливості формування криптовалют в Україні. *Ефективна економіка*. 2018. №12. URL: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2018/111.pdf.
3. Apolline Blandin, Gina Pieters, Yue Wu, Thomas Eisermann, Anton Dek, Sean Taylor, Damaris Njoki. 3RD GLOBAL CRYPTOASSET BENCHMARKING STUDY. URL: <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/3rd-global-cryptoasset-benchmarking-study>.
4. Katie Martin, Billy Nauman. Bitcoin's growing energy problem: "It's a dirty currency". *The Financial Times*. 20 MAY 2021. URL: <https://www.ft.com/content/1aecb2db-8f61-427c-a413-3b929291c8ac?shareType=nongift>.
5. Heidi Samford, Loverly-Frances Domingo. The Political Geography and Environmental Impacts of Cryptocurrency Mining. URL: <https://jsis.washington.edu/news/the-political-geography-and-environmental-impacts-of-cryptocurrency-mining>.
6. Mobeen Ur Rehmanabc, Sang Hoon Kang. A time–frequency comovement and causality relationship between Bitcoin hashrate and energy commodity markets. *Global Finance Journal*. Volume 49, August 2021. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1044028320302763#>.
7. Killian Steer. Cryptocurrency Mining: The Challenges It Faces and How Regulations Can Help. *North Carolina Journal of Law & Technology*. 2019. Vol. 20. Issue 5. URL: <https://scholarship.law.unc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1385&context=ncjolt>.
8. GLOBAL FINANCIAL STABILITY REPORT COVID-19, Crypto, and Climate: Navigating Challenging Transitions. International Monetary Fund | October 2021. URL: <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2021/10/12/global-financial-stability-report-october-2021>.
9. Волосович С. Віртуальна валюта: глобалізаційні виклики і перспективи розвитку. *Економіка України*. 2016. №4. С. 68-78.
10. Міжнародний досвід законодавчого регулювання питання функціонування криптовалют, криптовалютних бірж, майнінгу та виводу в фіат. URL: <https://radaprogram.org/sites/default/files/infocenter/piblications/65.pdf>.
11. Що таке майнінг, які бувають види майнінгу і чи можна на цьому заробити? URL: https://bankchart.com.ua/finansoviy_gid/investitsiyi/statti/scho_take_mayning_yaki_bu_vayut_vidi_mayningu_i_chi_mozhna_na_tsomu_zarobiti_.
12. Марков Н. Майнінг на телефоні: реально ли так добывать криптовалюту. URL: https://currency.com/ru/majning-na-telefone-realno-li-tak-dobyvat-kriptovalyuty?utm_medium=cpc&utm_source=googledisplay_desktop&utm_campaign=UKR_Kiev_RU_PFM_Brand&utm_term=&gclid=CjwKCAiArOqOBhBmEiwAsgeLmS1OioB0T7LeEz7FV19DO-VONkF91GiWlugHYpQmlwOZUWVg78fJfxoCU9IQAvD_BwE.
13. Market pool mining power. URL: <https://go.chainalysis.com/rs/503-FAP-074/images/Markets-Case-Study-Mining-Pools.pdf>.
14. Hitesh Sant. 20 Best Cryptocurrency Mining Platforms [High Performing Pool]. URL: <https://geekflare.com/finance/best-cryptocurrency-mining-platforms>.
15. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index: Comparisons. URL: <https://ccaf.io/cbeci/index/comparisons>.
16. Lionel Laurent. Bitcoin Is an Incredibly Dirty Business. This is virtual money with a real carbon footprint. URL: <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-01-26/is-bitcoin-mining-worth-the-environmental-cost>.

17. Peter Howson. Bitcoin isn't getting greener: four environmental myths about cryptocurrency debunked. URL: <https://theconversation.com/bitcoin-isnt-getting-greener-four-environmental-myths-about-cryptocurrency-debunked-155329>.
18. 90% всіх біткойнів уже видобуто, для майнінгу решти знадобиться більше 100 років. 14.12.2021. URL: <https://mind.ua/news/20234315-90-vsih-bitkojniv-uzhe-vidobuto-dlya-majningu-reshti-znadobitsya-bilshe-100-rokiv>.
19. Bitcoin Mining Map - The Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. URL: https://ccaf.io/cbeci/mining_map.
20. Маніфест Мінцифри щодо віртуальних активів. URL: <https://thedigital.gov.ua/news/manifest-mintsifri-shchodo-virtualnikh-aktiviv>
21. Про віртуальні активи: Закон України від № 2074-IX від 17.02.2022. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text>.
22. World Bank rejects El Salvador request for Bitcoin help. URL: <https://www.bbc.com/news/business-57507386>.
23. Cryptocurrency mining could become the new face of energy storage. Here's how. World economic forum. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2018/09/mining-for-cryptocurrencies-could-be-the-future-of-energy-storage>.
24. New York power plant mines Bitcoin uses excess energy. URL: <https://www.engadget.com/2020-03-08-new-york-power-plant-mines-bitcoin.html>.
25. Буславець О. Уряд хоче досягти компромісу з інвесторами в "зелену" енергетику, щоб зберегти імідж інвестиційно привабливої країни. URL: <https://mepr.gov.ua/news/35280.html>.
26. Як працює український ринок криптовалют і що за неї можна придбати. URL: <https://juscutum.com/tpost/4jj8r6ij71-yak-pratsyu-ukranskii-rinok-kriptovalyut>.
27. У Міненерго обговорили проєкт будівництва децентралізованої станції цифрової енергії на базі атомних електростанцій. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?jsessionid=6689A00A00A3AD3EE63FED547721C2EF.app1?art_id=245509904&cat_id=35109.
28. Пиріг В. Державний "Енергоатом" почав будувати ферми для майнінгу криптовалют. URL: https://zaxid.net/derzhavniy_energoatom_pochav_buduvati_fermi_dlya_mayningu_kriptovalyut_n1520018.
29. На території ЄС пропонують заборонити майнінг криптовалют. URL: <https://tsn.ua/groshi/na-teritoriyi-yes-proponuyut-zaboroniti-mayning-kriptovalyut-1959448.html>.
30. Оговталися від удару. Майнінг біткойну відновився після заборони на видобуток криптовалют у Китаї. URL: <https://biz.nv.ua/ukr/finance/mayning-bitkojina-vidnovivsyu-pislya-udaru-pekina-ostanni-novini-50201625.html>.
31. Кризис последних двух лет оказался идеальным катаклизмом для роста криптовалют. URL: https://www.dp.ru/a/2021/12/28/Krizis_poslednih_dvuh_let.
32. Панасовський М. Доля ринку криптовалют під питанням – все більше країн забороняють майнінг Bitcoin через проблеми з електрикою. URL: <https://gagadget.com/uk/blokchejn-i-kriptovalyuty/100860-dolia-rinku-kriptovaliut-pid-pitanniam-vse-bilshe-krayin-zaboroniaiut-maining-bitcoin-cherez-pr>.
33. China proposes adding cryptocurrency mining to "negative list" of industries. URL: <https://www.reuters.com/world/china/china-proposes-cutting-items-negative-list-market-access-2021-10-08>.
34. Crypto miners in Kazakhstan face bitter winter of power cuts. URL: <https://www.ft.com/content/086b7ec7-f71a-4214-bfa0-5644852056f3>.
35. Bitcoin Energy Consumption Index. URL: <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption>.
36. Биткоин рухнул, майнинг сократился: как кризис в Казахстане повлиял на криптовалюты. URL: <https://focus.ua/digital/502501-bitkoin-ruhnul-mayning-sokratilsya-kak-krizis-v-kazahstane-povliyal-na-kriptorynok>.
37. EU should ban energy-intensive mode of crypto mining, regulator says. Financial Times. 19/01/2022. URL: <https://www.ft.com/content/8a29b412-348d-4f73-8af4-1f38e69f28cf>.

38. Майнери викрали електроенергії на 500 тис. грн. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/vlasnyky-maininhovoi-fermy-na-kyivshchyni-vykraly-elektroenerhiu-na-500-mln-hrn>.
39. СБУ ліквідувала майнінг-ферму в Кропивницькому. URL: <https://cbn.com.ua/2022/02/04/sbu-likvidovala-majning-fermu-v-kropyvnytskomu-foto>.

REFERENCES

1. Mandryk, V. O., & Moroz, V. P. (2019). Zakonodavche reguljuvannja obigu kryptovaljut v Ukrai'ni, problemy ta perspektyvy i' h rozvytku [Legislative regulation of cryptocurrency circulation in Ukraine, problems and prospects of their development]. *Naukovyj visnyk NLTU Ukrai'ny – Scientific Bulletin of UNFU*, 29 (4), 67-71 [in Ukrainian].
2. Duchenko, M. M., & Pavlenko, T. V. (2018). Osoblyvosti formuvannja kryptovaljut v Ukrai'ni [Features of cryptocurrency formation in Ukraine]. *Efektivna ekonomika – Efektivna ekonomika*, 12. http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2018/111.pdf [in Ukrainian].
3. Apolline Blandin, Gina Pieters, Yue Wu, Thomas Eisermann, Anton Dek, Sean Taylor, Damaris Njoki. 3RD GLOBAL CRYPTOASSET BENCHMARKING STUDY. <https://www.jbs.cam.ac.uk/faculty-research/centres/alternative-finance/publications/3rd-global-cryptoasset-benchmarking-study> [in English].
4. Katie, Martin & Billy, Nauman (2021). Bitcoin's growing energy problem: 'It's a dirty currency'. *The Financial Times*. 20 MAY 2021. <https://www.ft.com/content/1aecb2db-8f61-427c-a413-3b929291c8ac?shareType=nongift> [in English].
5. Heidi, Samford, & Loverly-Frances, Domingo. The Political Geography and Environmental Impacts of Cryptocurrency Mining. <https://jsis.washington.edu/news/the-political-geography-and-environmental-impacts-of-cryptocurrency-mining> [in English].
6. Mobeen, Ur Rehmanabc & Sang, Hoon Kang. (2021). A time–frequency comovement and causality relationship between Bitcoin hashrate and energy commodity markets. *Global Finance Journal*, (Vol. 49). <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1044028320302763#> [in English].
7. Killian, Steer. (2019). Cryptocurrency Mining: The Challenges It Faces and How Regulations Can Help. *North Carolina Journal of Law & Technology*, (Vol. 20, Issue 5). <https://scholarship.law.unc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1385&context=ncjolt> [in English].
8. GLOBAL FINANCIAL STABILITY REPORT COVID-19, Crypto, and Climate: Navigating Challenging Transitions. (2021). *International Monetary Fund*. <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2021/10/12/global-financial-stability-report-october-2021> [in English].
9. Volosovych, S. (2016). Virtual'na valjuta: globalizacijni vyklyky i perspektyvy rozvytku [Virtual currency: globalization challenges and prospects]. *Ekonomika Ukrai'ny – Economy of Ukraine*, 4, 68-78 [in Ukrainian].
10. Mizhnarodnyj dosvid zakonodavchogo reguljuvannja pytannja funkcionuvannja kryptovaljut, kryptovaljutnyh birzh, majningu ta vyvodu v fiat [International experience of legislative regulation of cryptocurrencies, cryptocurrency exchanges, mining and fiat withdrawal]. <https://radaprogram.org/sites/default/files/infocenter/publications/65.pdf> [in Ukrainian].
11. Shho take majning, jaki buvajut' vydy majningu i chy mozna na c'omu zarobyty? [What is mining, what are the types of mining and is it possible to make money on it?]. https://bankchart.com.ua/finansoviy_gid/investitsiyi/statti/scho_take_majning_yaki_bu_vayut_vidi_majningu_i_chi_mozna_na_tsomu_zarobiti_ [in Ukrainian].
12. Markov, N. Majnyng na telefone: real'no ly tak dobyvat' krypto valjutu [Mining on the phone: is it possible to earn cryptocurrency this way?]. https://currency.com/ru/majning-na-telefone-realno-li-tak-dobyvat-kriptovalyuty?utm_medium=cpc&utm_source=googledisplay_desktop&utm_campaign=UKR_Kiev_RU_PFM_Brand&utm_term=&gclid=CjwKCAiArOqOBhBmEiwAsgeLmS1OioB0T7LeEz7FV19DO-VONkF91GiWlugHYpQmlwOZUWVg78fJfxoCU9IQA_vD_BwE [in Ukrainian].

13. Market pool mining power. <https://go.chainalysis.com/rs/503-FAP-074/images/Markets-Case-Study-Mining-Pools.pdf> [in English].
14. Hitesh, Sant. 20 Best Cryptocurrency Mining Platforms [High Performing Pool]. <https://geekflare.com/finance/best-cryptocurrency-mining-platforms> [in English].
15. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index: Comparisons. <https://ccaf.io/cbeci/index/comparisons> [in English].
16. Lionel, Laurent. Bitcoin Is an Incredibly Dirty Business. This is virtual money with a real carbon footprint. <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-01-26/is-bitcoin-mining-worth-the-environmental-cost> [in English].
17. Peter, Howson. Bitcoin isn't getting greener: four environmental myths about cryptocurrency debunked. <https://theconversation.com/bitcoin-isnt-getting-greener-four-environmental-myths-about-cryptocurrency-debunked-155329> [in English].
18. 90% vsih bitkojniv uzhe vydobuto, dlja majningu reshty znadobyt'sja bil'she 100 rokov. 14.12.2021 [90% of all bitcoins have already been mined, it will take more than 100 years to mine the rest of them. 14.12.2021]. <https://mind.ua/news/20234315-90-vsih-bitkojniv-uzhe-vidobuto-dlya-majningu-reshti-znadobitsya-bilshe-100-rokiv> [in Ukrainian].
19. Bitcoin Mining Map – The Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. https://ccaf.io/cbeci/mining_map [in English].
20. Manifest Mincyfry shhodo virtual'nyh aktyviv [Manifesto of the Ministry of Virtual Assets]. <https://thedigital.gov.ua/news/manifest-mintsifri-shhodo-virtualnikh-aktiviv> [in Ukrainian].
21. Pro virtual'ni aktyvy: Zakon Ukrainy vid № 2074-IX vid 17.02.2022 [On virtual assets: Law of Ukraine of № 2074-IX of 17.02.2022]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2074-20#Text> [in Ukrainian].
22. World Bank rejects El Salvador request for Bitcoin help. <https://www.bbc.com/news/business-57507386> [in English].
23. Cryptocurrency mining could become the new face of energy storage. Here's how. World economic forum. <https://www.weforum.org/agenda/2018/09/mining-for-cryptocurrencies-could-be-the-future-of-energy-storage> [in English].
24. New York power plant mines Bitcoin uses excess energy. <https://www.engadget.com/2020-03-08-new-york-power-plant-mines-bitcoin.html> [in English].
25. Buslavec', O. Urjad hoche dosjagty kompromisu z investoramy v "zelenu" energetyku, shhob zberegty imidzh investycijno pryvablyvoi' kraï'ny [The government wants to reach a compromise with investors in "green" energy to maintain the image of an investment-attractive country]. <https://mepr.gov.ua/news/35280.html> [in Ukrainian].
26. Jak pracuje ukrai'ns'kyj rynek kryptovaljut i shho za nei' mozna prydbaty [How the Ukrainian cryptocurrency market works and what you can buy for it]. <https://juscutum.com/tpost/4jj8r6ij71-yak-pratsyu-ukranskii-rinok-kriptovalyut> [in Ukrainian].
27. U Minenergo obgovoryly projekt budivnyctva decentralizovanoi' stancii' cyfrovoi' energii' na bazi atomnyh elektrostancij [The Ministry of Energy discussed the project of building a decentralized digital energy station based on nuclear power stations]. http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?jsessionid=6689A00A00A3AD3EE63FED547721C2EF.app1?art_id=245509904&cat_id=35109 [in Ukrainian].
28. Pyrig, V. Derzhavnyj "Energoatom" pochav buduvaty fermy dlja majningu krypto valjut [State-owned Energoatom started building farms for cryptocurrency mining]. https://zaxid.net/derzhavnyj_energoatom_pochav_buduvati_fermy_dlya_majningu_kriptovalyut_n1520018 [in Ukrainian].
29. Na terytorii' JeS proponujut' zaboronyty majning krypto valjut [The mining of cryptocurrencies will be prohibited on the territory of the EU]. <https://tsn.ua/groshi/na-teritoriyi-yes-proponuyut-zaboroniti-majning-kriptovalyut-1959448.html> [in Ukrainian].
30. Ogovtalsja vid udaru. Majning bitkoi'nu vidnovyvsja pislja zaborony na vydobutok kryptovaljuty u Kytai' [Bitcoin mining was restored after a ban on cryptocurrency mining in China]. <https://biz.nv.ua/ukr/finance/majning-bitkojina-vidnovivsya-pislyu-udaru-pekina-ostanni-novini-50201625.html> [in Ukrainian].

31. Kryzys poslednyh dvuh let okazalsja ydeal'nyim kataklyzmom dlja rosta krypto valjut [The crisis of the last two years proved was the perfect cataclysm for the growth of cryptocurrencies]. https://www.dp.ru/a/2021/12/28/Krizis_poslednih_dvuh_let [in Russian].
32. Panasovs'kyj M. Dolja rynku kryptovaljut pid pytannjam – vse bil'she krai'n zaboronjajut' majning Bitcoin cherez problemy z elektrykoju [Cryptocurrency market share is questionable, as more and more countries are banning Bitcoin mining due to electricity problems]. <https://gadget.com/uk/blokchejn-i-kriptovalyuty/100860-dolia-rinku-kriptovaliut-pid-pitanniam-vse-bilshe-krayin-zaboroniaiut-maining-bitcoin-cherez-pr> [in Ukrainian].
33. China proposes adding cryptocurrency mining to 'negative list' of industries. <https://www.reuters.com/world/china/china-proposes-cutting-items-negative-list-market-access-2021-10-08> [in English].
34. Crypto miners in Kazakhstan face bitter winter of power cuts. <https://www.ft.com/content/086b7ec7-f71a-4214-bfa0-5644852056f3> [in English].
35. Bitcoin Energy Consumption Index. <https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption> [in English].
36. Bitkoin ruhnul, majning sokratilsja: kak krizis v Kazahstane povlijal na kriptorynok [Bitcoin collapsed, mining declined: how the crisis in Kazakhstan affected crypto market]. <https://focus.ua/digital/502501-bitkoin-ruhnul-majning-sokratilsya-kak-krizis-v-kazahstane-povlijal-na-kriptorynok> [in Russian].
37. EU should ban energy-intensive mode of crypto mining, regulator says. *Financial Times*. 19/01/2022. <https://www.ft.com/content/8a29b412-348d-4f73-8af4-1f38e69f28cf> [in English].
38. Majnery vykraly elektroenergii' na 500 tys. grn. [Miners have stolen electricity for the amount of UAH 500,000]. <https://ua-energy.org/uk/posts/vlasnyky-maininhovoi-fermy-na-kyivshchyni-vykraly-elektroenerhiiu-na-500-mln-hrn> [in Ukrainian].
39. SBU likvidovala majning-fermu v Kropyvnyts'komu [The SSU liquidated a mining farm in Kropyvnytskyi]. <https://cbn.com.ua/2022/02/04/sbu-likvidovala-majning-fermu-v-kropyvnytskomu-foto> [in Ukrainian].

Надійшла до редакції 23.03.2022.

Прийнято до друку 05.04.2022.

Публікація онлайн 22.04.2022.