

Ігор ГОНАК

кандидат економічних наук, Західноукраїнський національний університет, Тернопіль,
Україна, gogrya@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-7427-1415

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ МАЙНІНГУ КРИПТОВАЛЮТ

Вступ. Економічний розвиток України у третій декаді XXI ст. значною мірою визначатиметься розвитком цифрових технологій, від якого напряму залежить криптовалютний бізнес. Згідно з Індексом, запропонованим сайтом chainalysis.com, Україна є одним із лідерів у світі та беззаперечним лідером у Європі за сприйняттям криптовалют. Це стало можливим завдяки активному розвитку фінансових та інформаційних технологій, а фінансово-економічні та військово-політичні кризи лише надають розвитку криптовалютному бізнесу додаткового імпульсу через свою глобальність та повну чи опосередковану незалежність від спроб державного регулювання. Одним із напрямків розвитку криптовалютного бізнесу є майнінг криптовалют.

Мета – розкрити алгоритм ведення бізнесу у сфері майнінгу криптовалют та економічну ефективність майнінгу в Україні і можливості його впливу на економічне зростання в країні.

Результати. Майнінг криптовалют є процесом створення криптовалютних монет. Досліджено, що процес майнінгу криптовалют не є фінансовою пірамідою чи якоюсь віртуальною грою, а одним із новітніх видів ведення бізнесу, який потребує значних теоретичних і практичних економічних та технічних знань, є економічно доцільним як у коротко- так і у довгостроковій перспективі. Для здійснення майнінгу можна використовувати різноманітне комп'ютерне обладнання, залежно від поставлених майнером економічних завдань та бажаних результатів. Для майнінгу у промислових масштабах розроблене ASIC-обладнання. Для інвестування використовують хмарний майнінг. Якщо відсутні знання про майнінг та обмежений фінансовий ресурс, варто скористатися браузерним майнінгом чи майнити на власному ПК, ноутбучі чи смартфоні. Проте найефективніший і найбільш розповсюджений майнінг відбувається на відеокартах. Розраховано, що між нарахуванням доходу майнерів на майнінг-пулі *Ethereum* та добовим прибутком від майнінгу спостерігається незначна кореляція.

Висновки. Незважаючи на те, що історія здійснення криптовалютного бізнесу нараховує лише півтора десятиліття, майнінг, як об'єкт здійснення бізнесу в Україні, є потужними економічно ефективним видом підприємницької діяльності. У світовому рейтингу сприйняття криптовалют Україна є одним з лідерів. Спроби здійснення правового регулювання майнінгу криптовалют та його поступове впровадження не заважають створенню, розповсюдженню та використанню криптовалютних монет, проте

створюватимуть трансформовані умови економічної привабливості майнінгу криптовалют як об'єктів бізнесу.

Ключові слова: криптовалюта, криптовалюта, криптовалюта, криптовалюта, криптовалютний бізнес, криптовалюта біржа, майнінг, майнінг-пул, майнер, Bitcoin, Ethereum, економічна ефективність майнінгу.

Табл.: 2, форм.: 4, бібл.: 18.

Igor GONAK

Ph. D. (Economics), West Ukrainian National University, Ternopil, Ukraine,

gogrya@gmail.com

ORCID ID: 0000-0002-7427-1415

ECONOMIC ASPECTS OF CRYPTOCURRENCY MINING

Introduction. Economic development of Ukraine in the third decade of the 21st century largely depends on the development of digital technologies, on which the cryptocurrency business directly depends. According to the Index proposed by chainalysis.com, Ukraine is one of the leaders in the world and the undisputed leader in Europe in the adoption of cryptocurrencies. This became possible thanks to the active development of financial and information technologies in Ukraine, and the financial, economic and military-political crises only give additional impetus to the development of the cryptocurrency business due to its global nature and full or indirect independence from attempts at state regulation. One of the areas of cryptocurrency business development is cryptocurrency mining.

The purpose of the article is to reveal the algorithm of conducting business in the field of cryptocurrency mining and the economic efficiency of mining in Ukraine and the possibility of its impact on economic growth in the country.

Results. Cryptocurrency mining is the process of creating cryptocurrency coins. It has been investigated that the cryptocurrency mining process is not a financial pyramid or some kind of virtual game, but is one of the newest types of business activity, which requires significant theoretical and practical economic and technical knowledge, is economically expedient both in the short and long term.

When mining, you can use a variety of computer equipment, depending on the miner's economic tasks and desired results. ASIC equipment has been developed for mining on an industrial scale. Cloud mining is used for investing. If there is no knowledge about mining and limited financial resources, you should use browser mining or mine on your own PC, laptop or smartphone. However, the most efficient and widespread mining takes place on video cards. It was found to be a by-product of mining. It is estimated that there is a slight correlation between the earnings of miners on the Ethermine mining pool and the daily mining profit.

Conclusions. Although the history of cryptocurrency business is only one and a half decades, mining, as an object of business activity in Ukraine, is a significant economically effective type of business activity, which is noted in the world rating of the perception of cryptocurrencies, according to which Ukraine is one of the world leaders. Attempts to implement legal regulation of cryptocurrency mining both in Ukraine and in other countries, and its gradual implementation do not significantly harm the creation, distribution and use of cryptocurrency coins, however, will create transformed conditions for the economic attractiveness of cryptocurrency mining as business objects.

Keywords: *cryptocurrency, crypto coin, cryptocurrency coin, cryptocurrency business, cryptocurrency exchange, mining, mining pool, miner, Bitcoin, Ethereum, economic efficiency of mining.*

JEL Classification: E44, E49.

Постановка проблеми. Майнінг є новим видом бізнесу. Його можна віднести до первинного ринку криптовалют, на якому відбувається “видобування” (майнінг) монет “майнінг-фермами”.

Майнінг криптовалют в Україні законодавчо не врегульований, проте розвивається активно. Зокрема, окрім приватних осіб та фірм, державне підприємство “Енергоатом” спільно з приватною компанією H2 планує збудувати “ферму” вартістю близько 700 млн дол. США для майнінгу криптовалюти Bitcoin біля Запорізької атомної електростанції [1]. Таку “ферму” “Енергоатом” уже будує біля Рівненської атомної електростанції спільно з Bitfury, нідерландською компанією, яка спеціалізується на будівництві Bitcoin-інфраструктури. Тобто, майнінг поступово стає значною складовою не тільки приватних, а й державних фінансів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Теоретичні і практичні аспекти майнінгу криптовалют досліджували українські та зарубіжні науковці і практики, зокрема: К. Ешфорд і Д. Шмідт [2], Я. Крупка і В. Окренець [10], О. Мамзуренко [3], М. Ребрик [8] та інші.

Опрацювавши наукові доробки вчених, слід зазначити, що майнінг потребує подальшого вивчення через суттєві динамічні зміни, які супроводжують розвиток криптовалютного бізнесу та появу нових криптовалютних монет із новими функціями.

Мета статті полягає в дослідженні алгоритму здійснення бізнесу у сфері майнінгу криптовалют та економічної ефективності майнінгу в Україні і можливості його впливу на економічне зростання в країні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Криптовалюта (криптовалютна монета, криптомонета) – це новий цифровий вид грошей, якими можна вимірювати вартість товарів, послуг та інших грошових одиниць, використовувати для товарно-грошового обігу, заощаджень та інвестування, захищених криптографічним кодом з неможливістю підробити чи скопіювати, тоді як емітувати (майнити) їх має змогу кожен бажаючий за наявності Інтернету та необхідного обладнання при повній чи частковій анонімності емітента (майнера).

На думку Ешфорда Кейта та Шмідта Джона, “майнінг є способом емісії нових криптовалютних монет у світову економіку в обмін на перевірку транзакцій [2]”, а на думку Олександра Мамзуренка, “майнінг є сприянням роботі мережі Bitcoin чи іншої криптовалюти за премію під виглядом токенів [3]”.

Майнінг (від англ. mining – видобуток) – це процес створення криптомонет. Проте його не можна порівнювати з емісією фіатних грошових одиниць, оскільки він виконує певні функції та завдання, пов’язані із тим, що всі транзакції в мережі опрацьовують та контролюють користувачі, підключені до мережі (за принципом децентралізації), а не центральний орган (наприклад, Центральний банк країни чи об’єднання країн). Тому для створення у майнерів мотивації витратити ресурси (час, електроенергію, комп’ютерні потужності) для опрацювання криптовалютних операцій, система утворює та нараховує майнерам винагороду у вигляді криптовалютних монет [4].

Майнінг криптовалют на макрорівні має значну кількість особливостей, а саме:

1. Майнінг криптовалют створює значне додаткове навантаження на систему виробництва і транспортування електроенергії, екологію та витрати енергетичних ресурсів. Частка майнінгу монети Bitcoin у загальносвітовому споживанні електрики становить 0,58%, а у загальносвітовому споживанні енергії загалом – 0,29% [5]. Майнінг криптовалюти Bitcoin за 2020 р. спожив 130.09 ТВт, що дорівнює витратам електроенергії на видобуток золота (131 ТВт у 2019 р.), більше за споживання електроенергії Швецією (123.25 ТВт) та Норвегією (124.3 ТВт), країнами Скандинавії, а також Україною (124.5 ТВт), і дещо менше за споживання електроенергії Єгиптом (у розмірі 149.1 ТВт) [6], Польщею (149.5 ТВт) та Малайзією (зі споживанням 150 ТВт електроенергії). Тому для України є значна необхідність у розробці програм стимулювання розвитку відновлювальних джерел електроенергії економічними суб'єктами мікроекономіки, у тому числі і для особистого споживання майнерами.

2. Майнінг позитивно впливає на платіжний баланс та зумовлює зростання золотовалютних резервів країни. Наприклад, у 2020 р. українські майнери реалізували криптовалют Bitcoin на суму майже 400 мільйонів доларів (згідно з рейтингом Chainalysis, який аналізує дані блокчейну), що становило чверть процента ВВП України. Україна ввійшла у десятку країн, майнери якої отримали максимальну прибутковість від продажу криптовалют Bitcoin [7].

3. Майнінг криптовалютних монет зумовлює зниження монополії Центральних банків країн на емісію грошей та зниження доходів держав від сеньйоражу через зниження довіри до національних валют країн зі значними інфляційними та девальваційними тенденціями і, як наслідок, ризиком значної втрати контролю над грошовим обігом країни [8, с. 48].

4. На Китайську Народну Республіку припадає близько 2/3 світового “видобутку” криптовалютних монет Bitcoin (зокрема, на провінцію Сичуань припадає понад половину на “видобутку”), що, у зв'язку з гострим дефіцитом електроенергії у Китаї, стимулює зростання ризиків перебоїв у платежах [8, с. 13].

5. Частка криптовалюти Bitcoin на кінець осені 2021 р. становила понад 2/5 ринку криптовалют, а частка криптовалюти Ethereum – приблизно п'яту частину ринку криптовалют [9]. У сумі – це понад 60% криптовалютного ринку. При цьому на Bitcoin і Ethereum щодня витрачається електроенергії приблизно на один мільйон доларів США для захисту блоків, що фіксують дані про всі проведені операції (blockchain) [10, с. 240].

Варто зазначити, що майнінг криптовалют на мікрорівні також має особливості, а саме:

– завдяки виділенню теплової енергії під час роботи майнінг-ферм є можливість обігрівати великі площі протягом осінньо-зимово-весняного періоду, економлячи значні фінансові ресурси на придбанні інших джерел енергії для опалення (торфу, мазуту, дров, природного газу чи вугілля) [11] і, при цьому, запобігаючи забрудненню навколишнього середовища через відсутність додаткових викидів диму та зростанню концентрації вуглекислого газу у повітрі;

– через роботу майнінг-ферм знижується процент вологості усередині приміщення, що впливає на самопочуття осіб, які перебувають в одному приміщенні із працюючими майнінг-фермами; це також зумовлює додаткову потребу у витратах електроенергії для роботи майнінг-ферм та дистильованої води для зволоження приміщень, тобто, стимулює додаткові фінансові витрати;

– майнер може контролювати роботу майнінг-ферм на відстані, не перебуваючи безпосередньо поряд з майнінг-фермами;

– майнери мають можливість “видобувати” ті монети криптовалюти, які бажають, чи переходити вільно на майнінг інших криптовалют, якщо це стає економічно доцільнішим та передбачено технічними характеристиками наявного обладнання.

На початку здійснення бізнесу у сфері майнінгу криптовалют рекомендується дотримуватися певної послідовності:

1) обрати вдалий час для придбання чи оренди комп’ютерного обладнання, оскільки при зростаючій вартості криптовалюти комп’ютерне обладнання для майнінгу теж, хоч і з певним часовим лагом, починає зростати у ціні (вибір можна здійснити між ASIC та GPU), тому доцільним є придбання обладнання для майнінгу у період значного зниження вартості криптовалюти. Також необхідно обрати криптовалюту, яка може надати на певному обладнанні найбільший економічний ефект. Вибір обладнання і криптовалюти для майнінгу можна здійснити за допомогою сайтів www.nicehash.com [12], <https://www.awesomeminer.com> [13] та <https://whattomine.com>, на якому є калькулятор прибутку від майнінгу криптовалюти [14];

2) здійснити реєстрацію на криптовалютній біржі, де є можливість придбати за отримані на майнінг-пулі криптовалюти монети інші криптовалюти чи наявні криптовалюти обмінювати на фіатні валюти. Українці мають можливість користуватися послугами як українських криптовалютних бірж (BTC TRADE UA, KUNA, Exmo), так і міжнародних (наприклад, Binance.US, що була найкращою біржею у січні 2022 р., чи Coinbase, яка є найцікавішою біржею для початківців [15]);

3) здійснити реєстрацію криптогаманця (криптовалютний гаманець є системою, яка дає змогу майнеру здійснювати керівництво своєю криптовалютою; необхідно, згідно з інвестиційною стратегією, обрати “гарячий” чи “холодний” криптогаманець (або обидва одночасно);

4) обрати майнінг-пул і, отримавши ідентифікаційний код учасника, приєднатися до нього (наприклад, одним із найбільш популярних майнінг-пулів для майнінгу криптовалюти ETH є майнінг-пул ethermine [16]). Через об’єднання зусиль у майнінг-пулах майнери можуть швидше віднайти відповідний блок і винагорода у майнінг-пулах розподіляється пропорційно вкладу кожного учасника пулу. Майнери, при цьому, сплачують з винагороди комісійні оператору криптовалютної мережі [3]. Можна здійснювати майнінг самостійно, але це не зовсім вигідно через значну конкуренцію між вузлами у криптомережі та наявність суттєвих технічних вимог;

5) проінстальювати програмне забезпечення для майнінгу, що забезпечує процес майнінгу та поєднує ноду майнера з іншими учасниками криптомережі, надаючи їй аналітику. Після цього ввести дані про криптогаманець майнера та майнінг-пул;

6) розробити ефективний захист власних зареєстрованих акаунтів, що обслуговують майнінг (електронна скринька, майнінг-пул, криптовалютна біржа), за допомогою використання двофакторної google-аутентифікації (2FA) без застосування SMS. Також необхідно надійно зберігати приватні ключі та не застосовувати схожі чи ідентичні паролі і логіни для різних акаунтів;

7) для здійснення безпечного та економічно ефективного майнінгу виявляти обережність, пильність, терпіння і уважність. Це необхідно на всіх етапах провадження майнінгового бізнесу, зокрема, під час: обміну особистою інформацією; встановлення на акаунтах двофакторної google-аутентифікації 2FA (щоб випадково не здійснити установку SMS 2FA, який надає можливість третій особі перехопити контроль над акаунтом); обрання надійної криптобіржі, “гарячого” чи “холодного” криптогаманця; здійснення транзакції криптоактивів із одного крипто-

гаманця на інший чи переведення фіатних валют із криптобіржі на банківський чи картковий рахунок. Не варто переходити на неідентифіковані посилання.

Залежно від обраного комп'ютерного обладнання для майнінгу і програмного забезпечення, майнінг поділяють на: майнінг на CPU (на процесорах), майнінг на GPU (на відеокартах), ASIC – майнінг, браузерний і хмарний майнінг, майнінг на ноутбуках і комунікаторах.

Майнінг на процесорі (CPU) використовують для новачків на криптовалютному ринку, які не мають довгої історії транзакцій і, відповідно, володіють значною швидкістю опрацювання операцій. Проте один комп'ютерний процесор забезпечить дохід від майнінгу у розмірі максимум 30–50 доларів щомісяця через те, що майнінг, який здійснюється на відеокарті (GPU), в сотні разів швидший (і, відповідно, вигідніший), ніж на процесорі. Під час спроби майнити на CPU необхідно обирати процесор, який має високі технічні характеристики: високу частоту і значну кількість ядер, об'єм хешу, невисокий показник енергоспоживання та ефективне програмне забезпечення для майнінгу криптовалюти (а деякі програми надають можливість майнити одночасно на процесорах і відеокартах – Wolf's CPU Miner, CPU miner, Nheqminer, які можна скачати, наприклад, з Github). Встановлений криптогаманець, на який надходить отримана від майнінгу криптовалюта, має бути сумісним з майнінговим програмним забезпеченням. Зареєструвавши та синхронізувавши криптогаманець, необхідно створити файл з розширенням `.bat` (формат файлу, в якому прописані параметри процедури mining).

Майнінг на відеокарті (GPU) є найбільш затребуваним видом через високу швидкість опрацювання значного обсягу однотипних відеоданих, що є схожим до

процесу видобутку криптовалюти. У цьому випадку для майнінгу є ефективними повноцінні дискретні відеокарти (наприклад, Nvidia: 1060, 1070, 1080 TI, а також AMD: RX 470, RX 480, RX 570, RX 580). На відеокартах є можливість майнити будь-які криптовалюти, проте декотрі криптовалюти дають більший економічний ефект через те, що мають більш відповідний для GPU алгоритм. На GPU найкраще здійснюється майнінг криптовалют, заснованих на шифруванні CryptoNigh, зокрема, Bytecoin Electroneum, Монеро, Equihash (Bitcoin Gold, Hush та ZCash,) та Ethash (Ethereum Classic та Ethereum). Для отримання максимально можливої доходності рекомендується на майнінг-ферми встановлювати від чотирьох до шести відеокарт.

Для здійснення майнінгу у промислових масштабах і через зростання конкуренції застосовують спеціалізоване обладнання для майнінгу криптовалют – Application Specific Integrated Circuit (ASIC), яке є мікросхемою, запрограмованою для опрацювання передбаченого алгоритму для майнінгу конкретної криптовалюти (алгоритми: SHA-256 (Bitcoin, Syscoin, Bitcoin Cash та Namecoin), Ethash (Ethereum, Ethereum Classic та Ubiq), Equihash (Zcash та Komodo), X11 (Dash та Pura), Scrypt (B3Coin, Litecoin та Bitdeal), Blake (2b) (Decred та Siacoin). Склад ASIC-майнера наступний: плата, блок пам'яті, роз'єми для підключення зовнішніх пристроїв, вентилятор та корпус. Порівняно із GPU-процесором, ASIC має більшу продуктивність і споживає значно менше електроенергії.

Через відсутність власних фінансових ресурсів, необхідних для купівлі обладнання для майнінгу, багато майнерів користуються хмарним майнінгом (коли одні майнери передають частину власного обладнання в оренду онлайн іншим майнерам за посередництвом спеціальних програм).

У виборі компанії для здійснення хмарного майнінгу необхідно звертати увагу на її публічність (наявність сайту, кількості і якості розміщеної на сайті інформації, ведення інформаційних та навчальних блогів експертами компанії), тривалість перебування на крипторинку, вибір криптовалютних монет, запропонований компанією для майнінгу (наприклад, монета Bitcoin – IQ Mining, криптовалюта Ethereum – CCG Mining та IQ Mining, криптовалюта Dogecoin – Genesis Mining).

Можливий також браузерний майнінг через відкриття певної сторінки в Інтернеті, за посередництвом якої майнер використовує комп'ютер іншого користувача для майнінгу криптовалют, за що власнику обладнання майнер виплачує винагороду. Однак через те, що ПК, підключений для майнінгу, може не мати необхідної потужності та необхідного для майнінгу обладнання у вигляді криптоферми на чотири-шість відеокарт чи ASIC, сервіс стягує за надану послугу спеціальну комісію. Отже, отримання прибутку від браузерного майнінгу є проблематичним. Популярними і надійними для браузерного майнінгу є сайти FreeBitcoin, BrowserMine та WebMining. Однак браузерний майнінг має і зворотний бік. Зокрема, коли сайт самостійно підключає комп'ютер користувача до браузерного майнінгу без відома власника комп'ютера, використовуючи його потужності через випадкове натискання на кнопку на якомусь сайті чи у разі переходу на сайт із SPAM-розсилкою, через що комп'ютер "підвисає" навіть за умови виконання простих завдань. Для забезпечення від подібного шахрайства необхідно підключити комп'ютер до програми-блокування (наприклад, AdBlock чи UBlock).

Майнінг на ноутбучі є аналогічним до майнінгу на персональному комп'ютері. Проте через меншу потужність ноутбука, порівняно з повноцінним комп'ютером, є

меншою його економічна віддача. Тому майнінг є доцільним лише на дорогих професійних ноутбуках і для криптовалют з незначною складністю обробки транзакцій (Litecoin, Equihash, Ethereum чи Monero).

Майнінг криптовалют на телефонах з Android і iOS за допомогою смартфонів характерний ще меншою продуктивністю, ніж майнінг на ноутбуках. Проте через зростання популярності криптовалютних монет і виникнення зацікавленості в майнінгу криптовалют, стимулюється затребуваність і цього виду. Необхідно встановити на комунікатор спеціальний додаток з AppStore чи PlayMarket (ARM Miner, MinerGate, NeoNeonMiner чи Quarry) або використати браузерний майнінг. Для майнінгу на телефонах підходять криптовалюти з незначною складністю обробки транзакцій – Aeon (AEON), Electroneum (ETN), Bytecoin (BCN) чи Monero (XMR).

На майнінг-пулі Ethermine зараховується приблизно один ETH на 1.4–1.5 мільйона повідомленого хешрейту. Для отримання 1.4–1.5 мільйона витрачається приблизно 8 МВт/год. Вартість одного МВт у вересні 2021 року становила 3759.02 гривень [17]. Тому вартість електроенергії, що витрачається на майнінг однієї монети ETH, становить близько 30 тисяч гривень (8 x 3759,02 = 30072.16 гривень). Отже, якщо ціна однієї криптовалюти ETH менше 30 тисяч гривень, то майнер отримає маржинальний збиток від своєї підприємницької діяльності у такому розмірі 30000 мінус поточна ринкова ціна ETH. І навпаки, якщо ринкова вартість однієї монети ETH більша 30 тисяч гривень, то маржинальний прибуток від майнінгу складе ціну криптовалюти ETH за мінусом 30 тисяч гривень.

Слід зауважити, що у собівартості майнінгу 85–95% становить вартість електроенергії, а витрати на електроенергію є змінними витратами. А 5–15% собівартос-

ті – це витрати на Інтернет, абонплату за обслуговування майнінг-ферм та початкові інвестиції на купівлю майнінг-ферм. У такому випадку “собівартість виробництва” (майнінгу) однієї криптовалюти Ethereum – 31.5–35 тисяч гривень.

На мікрорівні (наприклад, у домашніх умовах) найчастіше встановлюють майнінг-ферми на 6 відеокартах (наприклад, відеокарти SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD), які розраховані на 180–183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту із витратами близько 25 кВт електроенергії на добу та нарахуванням доходу майнерів у розмірі 0.0025–0.003 монети Ethereum на майнінг-пулі Ethermine. У такому випадку загальні грошові витрати на роботу майнінг-ферми на добу становитимуть близько 100 грн (25 x 3.75902 / 0.95 = 98.92 грн < 100 грн < 25 x 3.75902 / 0.85 = 110.56 грн).

У табл. 1 наведено динаміку прибутковості майнінгу монети Ethereum на

майнінг-пулі Ethermine із 21.09.2021 р. до 21.11.2021 р.

Абсолютний приріст прибутку від майнінгу розраховуємо за формулою:

$$\Delta y = \frac{y_n - y_0}{n - 1}, \quad (1)$$

де y_n, y_0 – кінцевий і початковий рівні ряду, n – кількість рівнів ряду.

Середньоденний абсолютний приріст прибутку від майнінгу криптовалюти Ethereum за період вибірки (21.09.2021 р. – 21.11.2021 р.) на відеокартах SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD становив:

$$\Delta y = \frac{221.8 - 154.54}{62 - 1} = \frac{67.3}{61} = 1.1 \text{ (грн)}$$

Коефіцієнт зростання прибутку від майнінгу криптовалюти (\overline{Tp}) розраховуємо за формулою:

$$\overline{Tp} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}} \quad (2)$$

Середньоденний коефіцієнт зростання прибутку від майнінгу криптовалюти Ethereum

Таблиця 1

Динаміка прибутковості майнінгу криптовалюти Ethereum на майнінг-пулі Ethermine (за період із 21.09.2021 р. до 21.11.2021 р. за допомогою відеокарт SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD)

Дата	Нарахування доходу майнерів монети Ethereum на майнінг-пулі Ethermine на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту, ETH	Ціна однієї монети Ethereum на криптобіржі BTC TRADE UA, грн	Добовий дохід від майнінгу у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту, грн (кол. 2 x кол. 3)	Загальні добові витрати на майнінг у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту, грн	Добовий прибуток від майнінгу у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту, грн (кол. 4 – кол. 5)
1	2	3	4	5	6
21.09.2021	0.00331	80150.00	265.10	110.56	154.54
22.09.2021	0.00382	83221.53	317.91	110.56	207.35
23.09.2021	0.00373	85470.38	318.80	110.56	208.24
24.09.2021	0.00359	78904.37	282.87	110.56	172.31
25.09.2021	0.00341	79063.16	269.80	110.56	159.24
26.09.2021	0.00356	81102.00	288.52	110.56	177.96
27.09.2021	0.00364	81899.76	297.91	110.56	187.35
28.09.2021	0.00353	76750.00	271.12	110.56	160.56
29.09.2021	0.00356	76749.00	273.23	110.56	162.67
30.09.2021	0.00357	81814.00	291.67	110.56	181.11
01.10.2021	0.00358	87500.00	313.03	110.56	202.47
02.10.2021	0.00360	90547.20	326.20	110.56	215.64
03.10.2021	0.00352	91975.25	323.52	110.56	212.96
04.10.2021	0.00357	91000.00	324.42	110.56	213.86

ФІНАНСОВИЙ РИНОК

Продовження табл. 1

05.10.2021	0.00364	90500.00	328.97	110.56	218.41
06.10.2021	0.00356	94500.00	336.42	110.56	225.86
07.10.2021	0.00363	94989.97	344.81	110.56	234.25
08.10.2021	0.00356	94260.41	335.57	110.56	225.01
09.10.2021	0.00348	96381.85	334.93	110.56	224.37
10.10.2021	0.00346	93949.83	324.83	110.56	214.27
11.10.2021	0.00338	93144.51	314.60	110.56	204.04
12.10.2021	0.00334	92222.00	308.02	110.56	197.46
13.10.2021	0.00336	92226.21	309.65	110.56	199.09
14.10.2021	0.00342	100700.00	343.89	110.56	233.33
15.10.2021	0.00357	101300.00	361.39	110.56	250.83
16.10.2021	0.00397	101831.22	403.76	110.56	293.20
17.10.2021	0.00328	100000.00	327.75	110.56	217.19
18.10.2021	0.00333	99777.00	332.26	110.56	221.70
19.10.2021	0.00296	101808.07	301.61	110.56	191.05
20.10.2021	0.00310	107697.50	333.32	110.56	222.76
21.10.2021	0.00339	109509.00	370.69	110.56	260.13
22.10.2021	0.00324	105027.47	339.76	110.56	229.20
23.10.2021	0.00325	108526.00	352.98	110.56	242.42
24.10.2021	0.00321	105637.44	338.57	110.56	228.01
25.10.2021	0.00316	109750.00	346.26	110.56	235.70
26.10.2021	0.00321	110929.37	356.08	110.56	245.52
27.10.2021	0.00334	106888.25	357.01	110.56	246.45
28.10.2021	0.00360	111000.00	399.60	110.56	289.04
29.10.2021	0.00353	116131.04	409.65	110.56	299.09
30.10.2021	0.00344	113465.51	390.32	110.56	279.76
31.10.2021	0.00341	112669.65	384.49	110.56	273.93
01.11.2021	0.00291	116062.21	338.03	110.56	227.47
02.11.2021	0.00326	119879.14	390.81	110.56	280.25
03.11.2021	0.00316	121998.99	385.52	110.56	274.96
04.11.2021	0.00332	118294.78	392.74	110.56	282.18
05.11.2021	0.00319	117061.49	373.43	110.56	262.87
06.11.2021	0.00329	117868.83	387.79	110.56	277.23
07.11.2021	0.00324	117542.23	381.13	110.56	270.57
08.11.2021	0.00322	124000.00	399.28	110.56	288.72
09.11.2021	0.00319	124395.00	396.20	110.56	285.64
10.11.2021	0.00309	122094.77	376.97	110.56	266.41
11.11.2021	0.00319	121678.65	388.15	110.56	277.59
12.11.2021	0.00289	120567.09	348.74	110.56	238.18
13.11.2021	0.00296	121200.00	358.75	110.56	248.19
14.11.2021	0.00291	119745.65	348.46	110.56	237.90
15.11.2021	0.00299	119800.00	357.60	110.56	247.04
16.11.2021	0.00308	112777.00	347.64	110.56	237.08
17.11.2021	0.00287	113351.45	325.04	110.56	214.48
18.11.2021	0.00280	108655.75	303.96	110.56	193.40
19.11.2021	0.00297	114818.92	340.73	110.56	230.17
20.11.2021	0.00278	116790.00	324.97	110.56	214.41
21.11.2021	0.00287	115701.29	332.35	110.56	221.79

за період вибірки (21.09.2021 р. – 21.11.2021 р.) на відеокартах SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD становив:

$$\overline{T_p} = 1.005941$$

Коефіцієнт приросту прибутку від майнінгу криптовалюти розраховуємо за формулою:

$$\overline{T_{np}} = \overline{T_p} - 1 \quad (3)$$

Середньоденний коефіцієнт приросту прибутку від майнінгу криптовалюти Ethereum за період вибірки (21.09.2021 р. – 21.11.2021 р.) на відеокартах SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD становив:

$$\overline{T_{np}} = 1,005941 - 1 = 0,005941 \text{ або } 0,5941\%$$

Середньоденне зростання прибутку від майнінгу криптовалюти Ethereum за період вибірки (21.09.2021 р. – 21.11.2021 р.) на відеокартах SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD – 0,5941%. Отриманий результат дає підстави стверджувати про значний рівень зростання ефективності інвестування у майнінг криптовалюти в короткостроковому періоді.

Також проаналізуємо економічний ефект від виділення теплової енергії, яка продукується під час роботи майнінг-ферм.

Наприклад, одна майнінг-ферма на 6–8 відеокарт SAPPHIRE NITRO+ Radeon RX 580 фірми AMD може зігрівати приміщення площею близько 50 м² (двокімнатна квартира, невелика аптека, магазин чи перукарня). Витрати на опалення аналогічного приміщення природним газом становлять 150 кубічних метрів щомісяця. За ціною, встановленою з 1 жовтня 2021 року, 34.86 гривень за кубічний метр [18], за шість місяців опалювального сезону витрати на газове опалення становлять:

$$E = 150 \times 34.86 \times 6 = 31374 \text{ грн.}$$

За три-п'ять років, поки функціонує ферма, економія за рахунок опалення приміщення з однієї ферми може становити від 94122 грн до 156870 грн, тобто, майнінг-ферма за рахунок економії на опаленні приміщення, де вона функціонує, повністю окупить себе:

– економія за три роки:

$$E = 31374 \times 3 = 94122 \text{ грн.}$$

– економія за п'ять років:

$$E = 31374 \times 5 = 156870 \text{ грн.}$$

Це є значним економічним ефектом і, у такому випадку, у розрахунку прибутку від майнінгу можна враховувати лише витрати на електроенергію (без початкових витрат на обладнання для майнінгу).

Отже, економічний ефект від майнінгу криптовалют незаперечний, хоча, за різних варіантів калькуляції, є неоднаковим.

Також маємо можливість визначити кореляційний взаємозв'язок між нарахуванням доходу майнерів монети Ethereum на майнінг-пулі Ethermine на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту (X) та добовим прибутком від майнінгу у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту (табл. 2).

Для оцінки тісноти зв'язку використаємо лінійний коефіцієнт кореляції, котрий обчислюється за формулою:

$$r = \frac{\overline{xy} - \bar{x} \times \bar{y}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (4)$$

$$\begin{aligned} \text{де } \sigma_x &= \sqrt{x^2 - \bar{x}^2} = \\ &= \sqrt{0.0000111091 - 0.0033224194^2} = \\ &= 0,00026576 \end{aligned}$$

$$\sigma_y = \sqrt{y^2 - \bar{y}^2} = \sqrt{54473,82 - 230,56^2} = 36,26$$

Підставивши значення у рівняння, отримаємо:

$$\begin{aligned} r &= \frac{0,76496 - 0,33224194 \times 230,56}{0,00026576 \times 36,26} = \\ &= \frac{-0,001062}{0,009637} = -0,11 \end{aligned}$$

Отже, кореляційний взаємозв'язок між нарахуванням доходу майнерів монети Ethereum на майнінг-пулі Ethermine на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту (X) та добовим прибутком від майнінгу у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту рівний $r = -0,11$, що свідчить про дуже слабку кореляцію.

Таблиця 2

Кореляційний взаємозв'язок між нарахуванням доходу майнерів монети Ethereum на майнінг-пулі Ethermine на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту (X) та добовим прибутком від майнінгу у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту

Дата	Нарахування доходу майнерів монети Ethereum на майнінг-пулі Ethermine на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту, ETH , (x)	Добовий прибуток від майнінгу у розрахунку на 183 одиниці MH/s повідомленого хешрейту, грн, (y)	xy	x ²	y ²
21.09.2021	0.00331	154.54	0.512	0.0000109561	23882.61
22.09.2021	0.00382	207.35	0.792	0.0000145924	42994.02
23.09.2021	0.00373	208.24	0.777	0.0000139129	43363.90
24.09.2021	0.00359	172.31	0.619	0.0000128881	29690.74
25.09.2021	0.00341	159.24	0.543	0.0000116281	25357.38
26.09.2021	0.00356	177.96	0.634	0.0000126736	31669.76
27.09.2021	0.00364	187.35	0.682	0.0000132496	35100.02
28.09.2021	0.00353	160.56	0.567	0.0000124609	25779.51
29.09.2021	0.00356	162.67	0.579	0.0000126736	26461.53
30.09.2021	0.00357	181.11	0.647	0.0000127449	32800.83
01.10.2021	0.00358	202.47	0.725	0.0000128164	40994.10
02.10.2021	0.00360	215.64	0.776	0.0000129600	46500.61
03.10.2021	0.00352	212.96	0.750	0.0000123904	45351.96
04.10.2021	0.00357	213.86	0.763	0.0000127449	45736.10
05.10.2021	0.00364	218.41	0.795	0.0000132496	47702.93
06.10.2021	0.00356	225.86	0.804	0.0000126736	51012.74
07.10.2021	0.00363	234.25	0.850	0.0000131769	54873.06
08.10.2021	0.00356	225.01	0.801	0.0000126736	50629.50
09.10.2021	0.00348	224.37	0.781	0.0000121104	50341.90
10.10.2021	0.00346	214.27	0.741	0.0000119716	45911.63
11.10.2021	0.00338	204.04	0.690	0.0000114244	41632.32
12.10.2021	0.00334	197.46	0.660	0.0000111556	38990.45
13.10.2021	0.00336	199.09	0.669	0.0000112896	39636.83
14.10.2021	0.00342	233.33	0.798	0.0000116964	54442.89
15.10.2021	0.00357	250.83	0.895	0.0000127449	62915.69
16.10.2021	0.00397	293.2	1.164	0.0000157609	85966.24
17.10.2021	0.00328	217.19	0.712	0.0000107584	47171.50
18.10.2021	0.00333	221.7	0.738	0.0000110889	49150.89
19.10.2021	0.00296	191.05	0.566	0.0000087616	36500.10
20.10.2021	0.00310	222.76	0.691	0.0000096100	49622.02
21.10.2021	0.00339	260.13	0.882	0.0000114921	67667.62
22.10.2021	0.00324	229.2	0.743	0.0000104976	52532.64
23.10.2021	0.00325	242.42	0.788	0.0000105625	58767.46
24.10.2021	0.00321	228.01	0.732	0.0000103041	51988.56
25.10.2021	0.00316	235.7	0.745	0.0000099856	55554.49
26.10.2021	0.00321	245.52	0.788	0.0000103041	60280.07
27.10.2021	0.00334	246.45	0.823	0.0000111556	60737.60
28.10.2021	0.00360	289.04	1.041	0.0000129600	83544.12
29.10.2021	0.00353	299.09	1.056	0.0000124609	89454.83
30.10.2021	0.00344	279.76	0.962	0.0000118336	78265.66
31.10.2021	0.00341	273.93	0.934	0.0000116281	75037.64
01.11.2021	0.00291	227.47	0.662	0.0000084681	51742.60

Продовження табл. 2

02.11.2021	0.00326	280.25	0.914	0.0000106276	78540.06
03.11.2021	0.00316	274.96	0.869	0.0000099856	75603.00
04.11.2021	0.00332	282.18	0.937	0.0000110224	79625.55
05.11.2021	0.00319	262.87	0.839	0.0000101761	69100.64
06.11.2021	0.00329	277.23	0.912	0.0000108241	76856.47
07.11.2021	0.00324	270.57	0.877	0.0000104976	73208.12
08.11.2021	0.00322	288.72	0.930	0.0000103684	83359.24
09.11.2021	0.00319	285.64	0.911	0.0000101761	81590.21
10.11.2021	0.00309	266.41	0.823	0.0000095481	70974.29
11.11.2021	0.00319	277.59	0.886	0.0000101761	77056.21
12.11.2021	0.00289	238.18	0.688	0.0000083521	56729.71
13.11.2021	0.00296	248.19	0.735	0.0000087616	61598.28
14.11.2021	0.00291	237.9	0.692	0.0000084681	56596.41
15.11.2021	0.00299	247.04	0.739	0.0000089401	61028.76
16.11.2021	0.00308	237.08	0.730	0.0000094864	56206.93
17.11.2021	0.00287	214.48	0.616	0.0000082369	46001.67
18.11.2021	0.00280	193.4	0.542	0.0000078400	37403.56
19.11.2021	0.00297	230.17	0.684	0.0000088209	52978.23
20.11.2021	0.00278	214.41	0.596	0.0000077284	45971.65
21.11.2021	0.00287	221.79	0.637	0.0000082369	49190.80
Разом	0.20599	14294.86	47.428	0.0006887641	3377376.84

Висновки. Підсумовуючи вищезазначене, можна зробити такі висновки:

1. Майнінг криптовалют (від англ. mining – видобуток) є процесом створення криптовалют. Майнінг не є фінансовою пірамідою чи грою, а серйозним бізнесом, що вимагає ґрунтовних теоретичних і практичних економічних та технічних навичок і знань.

2. Для здійснення майнінгу є доступним різне обладнання. Для майнінгу у промислових масштабах розроблене ASIC-обладнання. Для інвестування використовують хмарний майнінг. Якщо відсутні знання про майнінг та обмежений фінансовий ресурс, варто скористатися браузерним майнінгом чи майнити на власному ПК, ноутбучі чи смартфоні. Проте найефективніший і найбільш розповсюджений майнінг відбувається на відеокартах.

3. Побічним продуктом майнінгу є виділення значної кількості теплової енергії, яка, за умови ефективного планування роз-

міщення майнінг-ферм, дає значний додатковий економічний ефект.

4. Між нарахуванням доходу майнерів на майнінг-пулі Ethereum та добовим прибутком від майнінгу спостерігається дуже слабка кореляція.

5. Історія здійснення майнінгу криптовалютних монет нараховує чотирнадцять років, тому майнінг, як об'єкт господарської діяльності, в Україні є відносно новим видом бізнесу. Невизначеність правового регулювання майнінгу криптовалют як в Україні, так і в інших країнах, та його поступове впровадження створюватиме трансформовані умови привабливості майнінгу криптовалют як об'єктів бізнесу, що вимагатиме свого відображення у наукових дослідженнях та публікаціях у майбутньому.

Список використаних джерел

1. *Foreign Policy: Україна хоче стати епіцентром криптовалют, попри енерговитрати й ризику корупції. Радіо Свобода, 04 червня 2021.*
URL : <https://www.radiosvoboda.org/a/ukrayina->

[kryptovalyuty-enerhovvytraty-koruptsiya/31289279.html](https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-cryptocurrency/).

2. Ешфорд К., Шмідт Д. Що таке криптовалюта? *Forbes Advisor*, 3 січня 2022 р. URL : <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-cryptocurrency/>.

3. Мамзуренко О. Майнінг криптовалют: як саме це працює і скільки можна заробляти? *CRYPTO*, 23.01.2021. URL : <https://nachasi.com/crypto/2021/01/23/what-is-mining/>.

4. Що таке майнінг, які бувають види майнінгу і чи можна на цьому заробити? *BANKCHART.UA*. Квітень 2022 року. URL : https://bankchart.com.ua/finansoviy_gid/investitsiyi/statti/scho_take_mayning_yaki_buvayut_vidi_mayningu_i_chi_mozhna_na_tsomu_zarobiti_#3_7.

5. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. *UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. Judge Business School*. URL : <https://cbeci.org/cbeci/comparisons>.

6. Население Египта. *Countrymeters*, 2022. URL : https://countrymeters.info/ru/Egypt#population_2022.

7. 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>.

8. Ребрик М. А. Криптоактиви: міфи, факти та потенційний вплив на монетарну сферу. Семинар для викладачів ЗВО. Національний банк України. 29 травня 2021 року. URL : https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Rebryk_2021-29-05.pdf?v=4.

9. Неделков К., Цяцьоркін М., Примак К. Хакери вкрали \$1,1 млрд у криптовалюті лише за третій квартал 2021-го. Як зберегти криптокошти та анонімність рахунків. *Forbes*, 17 листопада 2021. URL : <https://forbes.ua/money/khakeri-vkrali-11-mlrd-u-kriptovalyuti-lishe-za-tretyi-kvartal-2021-yak-zberegti-kriptokoshti-ta-anonimnist-rakhunkiv-17112021-2796>.

10. Крупка Я., Окренець В. Криптовалюта як об'єкт обліку і джерело економічних вигод.

Вісник Тернопільського національного економічного університету. 2020. № 3. С. 238–251.

11. Майнінг криптовалют можна використовувати навіть для обігіву будинку. *Мінфін*, 23 травня 2021. URL : <https://minfin.com.ua/ua/2021/05/23/65239574/>.

12. Mining. *NICEHASH*. URL : <https://www.nicehash.com/mining>.

13. Mining. *Awesome Miner*. URL : <https://www.awesomeminer.com/>.

14. Калькулятори прибутку від майнінгу криптовалют. *Whattomine*. URL : <https://whattomine.com/calculators>.

15. Tepper T., Schmidt J. The best crypto exchanges of April 2022. *Forbes Advisor*. (8, April, 2022). URL : <https://www.forbes.com/advisor/investing/best-crypto-exchanges/>.

16. ETH. *Ethermine*. URL : <https://ethermine.org/miners/>.

17. Інформація про середню ціну купівлі електричної енергії на балансуєчому ринку – з 01 січня 2021 року. Рівнеобленерго, 20 жовтня 2021. URL : <https://www.roe.vsei.ua/informatsiya-pro-serednyu-tsinu-kupivli-elektrychnoyi-energiyi-na-balansuyuchomu-rynku-z-01-sichnya-2021-roku/tariffs/>.

18. Роздрібні ціни на природний газ для комунально-побутових, промислових споживачів і бюджетних установ. ДП "ГАЗПОСТАЧ" ТОВ "ТЕРНОПІЛЬМІСЬКГАЗ". URL : <http://gazpostach.te.ua/tarifs/ystanov>.

References

1. Foreign Policy: Ukraine khoche staty epitsentrom kryptovaliut, popry enerhovvytraty i ryzyku koruptsii [Foreign Policy: Ukraine wants to become the epicenter of cryptocurrencies, despite energy consumption and the risks of corruption]. *Radio Svoboda*. (2021, June, 4). Available at: <https://www.radiosvoboda.org/a/ukrayina-kriptovalyuty-enerhovvytraty-koruptsiya/31289279.html>.

2. Eshford, K., Shmidt, D. (2022). Shcho take kryptovaliuta? [What is a cryptocurrency?]. *Forbes*

Advisor. (January, 3). Available at: <https://www.forbes.com/advisor/investing/what-is-cryptocurrency/>.

3. Mamzurenko, O. (2021). Mayninh kryptovaliut: yak same tse pratsiue i skilky mozhna zarobliaty? [Cryptocurrency mining: how does it work and how much can you earn?] CRYPTO. (January, 23). Available at: <https://nachasi.com/crypto/2021/01/23/what-is-mining/>.

4. Shcho take mayninh, yaki buvaiut vydy mayninhu i chy mozhna na tsiomu zarobyty? [What is mining, what are the types of mining and is it possible to make money on it?]. BANKCHART.UA. (April, 2022). Available at: https://bankchart.com.ua/finansoviy_gid/investitsiyi/statti/scho_take_mayning_yaki_buvayut_vidi_mayningu_i_chi_mozhna_na_tsomu_zarobiti_#3_7.

5. Cambridge Bitcoin Electricity Consumption Index. UNIVERSITY OF CAMBRIDGE. Judge Business School. Available at: <https://cbeci.org/cbeci/comparisons>.

6. Naseleniye Yegipta. Countrymeters. (2022). Available at: https://countrymeters.info/ru/Egypt#population_2022.

7. Cherkashyn, V. (2021). Ukrayina 2020 roku posila desiate mistse v spysku krain, yaki otrymaly naybilshyi prybutok vid prodazhu bitkoiniv [Ukraine in 2020 ranked tenth in the list of countries that received the most profit from the sale of bitcoins]. ZN.UA. Available at: <https://zn.ua/ukr/macrolevel/lishe-za-rik-ukrajinskimajneri-prodali-bitkoiniv-na-400-mln-dol.html>.

8. Rebyrk, M. A. (2021). Kryptoaktyvy: mify, fakty ta potentsiyniy vplyv na monetarnu sferu. [Cryptoassets: myths, facts and potential impact on the monetary sphere. Seminar dlia vykladachiv ZVO. Natsionalnyi bank Ukrainy – Seminar for teachers of GHE. National Bank of Ukraine. (May, 29). Available at: https://bank.gov.ua/admin_uploads/article/Rebyrk_2021-29-05.pdf?v=4.

9. Nedelkov, K., Tsyatsorkin, M., Primak, K. (2021). Khakery vkraly \$1,1 mlrd u kryptovaliuti lyshe za tretiy kvartal 2021-ho. Yak zberehty kryptokoshy ta anonimnist rakhunkiv [Hackers stole \$ 1.1 billion in cryptocurrency in the third quarter of 2021 alone. How to keep cryptocurrencies and anonymity accounts].

Forbes. (November, 17) Available at: <https://forbes.ua/money/khakeri-vkrali-11-mlrd-u-kryptovalyuti-lishe-za-tretiy-kvartal-2021-yak-zberehti-kryptokoshy-ta-anonimnist-rakhunkiv-17112021-2796>.

10. Krupka, YA., Okrenets, V. (2020). Kryptovaliu ta yak obyekt obliku i dzherelo ekonomichnykh vyhod [Cryptocurrency as an object of accounting and a source of economic benefits]. Visnyk Ternopil'skoho natsionalnoho ekonomichnoho universytetu – Bulletin of TNEU, 3, 238–251 [in Ukrainian].

11. Mayninh kryptovaliut mozhna vykorystovuvaty navit dlia obihrivu budynku [Cryptocurrency mining can even be used to heat a house]. Minfin. (2021, May, 23). Available at: <https://minfin.com.ua/ua/2021/05/23/65239574/>.

12. Mining. NICEHASH. Available at: <https://www.nicehash.com/mining>.

13. Mining. Awesome Miner. Available at: <https://www.awesomeminer.com/>.

14. Kalkulatory prybutku vid mayninhu kryptovaliut [Cryptocurrency mining profit calculators]. Whattomine. Available at: <https://whattomine.com/calculators>.

15. Tepper, T., Schmidt, J. (2022). The best crypto exchanges of April 2022. Forbes Advisor. (April, 08). Available at: <https://www.forbes.com/advisor/investing/best-crypto-exchanges/>.

16. ETH. Ethermine. Available at: <https://ethermine.org/miners/>.

17. Informatsiia pro seredniu tsinu kupivli elektrychnoi enerhii na balansuiuchomu rynku – z 01 sichnia 2021 roku [Information on the average purchase price of electricity on the balancing market – from January 1, 2021]. Rivneoblenerho. (2021, October, 20). Available at: <https://www.roe.vsei.ua/informatsiya-pro-serednyu-tsinu-kupivli-elektrychnoyi-energiyi-na-balansuyuchomu-ryнку-z-01-sichnya-2021-roku/tariffs/>.

18. Rozdribni tsiny na pryrodnyi haz dlia komunalno-pobutovykh, promyslovykh spozhyvachiv i biudzhethnykh ustanov [Retail prices for natural gas for communal, industrial consumers and budgetary institutions]. DP “HAZPOSTACH” TOV “TERNOPIL ‘MIS’K-HAZ”. (2021). Available at: <http://gazpostach.te.ua/tariffs/ystanov>.

Стаття надійшла до редакції 28.02.2022.