

DOI: [https://doi.org/10.32782/inclusive\\_economics.4-6](https://doi.org/10.32782/inclusive_economics.4-6)  
УДК 338

**Макурін А. А.**

доктор економічних наук,  
доцент кафедри міжнародних відносин та аудиту,  
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8093-736X>

**Максимов С. П.**

аспірант,  
Національний технічний університет "Дніпровська політехніка"

## СУЧАСНИЙ ІНВЕСТИЦІЙНИЙ ПРОЦЕС МАЙНИГУ ЯК ЗАПОРУКА ЗБЕРЕЖЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Сучасний інвестиційний підхід в майнінгу криптовалют дозволяє видобувати відповідні криптовалюти. Проте значну увагу варто приділити собівартості такого процесу. Оскільки основним джерелом енергії для обладнання виступає електроенергія в той час, як весь світ впроваджує підходи декарбонізації та зменшує вуглецевий слід. Оскільки єдиним способом знизити шкоди екології від видобутку криптовалюта – використання альтернативної електроенергії: енергії вітру (вітряки); геотермальної енергії; сонячної енергії (сонячні панелі); гідроенергії (гідроелектростанції). По можливості майнери селяться в регіонах, де доступні «зелені» способи видобутку електроенергії. Міграція майнінгу в небагаті, але зручні для виробництва криптовалюта країни може позитивно позначитися на економіці. Набирає обертів міграція до Венесуели, М'янму, Нової Зеландії.*

**Ключові слова:** майнінг, криптовалюта, електроенергетика, забруднення навколишнього середовища, блокчейн.

**Andrii Makurin, Serhii Maksymov**  
Dnipro University of Technology

## MODERN INVESTMENT PROCESS OF THE MINE AS A KEY TO PRESERVING THE ENVIRONMENT

**Introduction.** The study stated that the average electricity consumption of the Bitcoin network can be compared with the needs of entire countries. The University of Cambridge puts the figure at 97 terawatts per year. About the same amount of energy is consumed annually by Kazakhstan or the Netherlands. For comparison: just a year ago, the mark exceeded 73 terawatts annually. It is difficult for experts to accurately estimate the carbon footprint of Bitcoin mining, but cryptocurrency mining is seriously damaging to the environment. mining equipment uses a significant amount of electricity, the amount of which depends on the complexity of creating new blocks of information. In the future, such activity affects the environment due to the fact that a significant share of electricity is generated at thermal power plants, which are characterized by CO<sub>2</sub> emissions. Therefore, the idea of green mining has recently become widespread in the world. **Purpose** is to identify the volumes of electricity consumption and analyze mining approaches using various energy sources aimed at preserving the environment. **Results.** At the moment, the only way to reduce environmental damage from cryptocurrency mining is to use alternative electricity: wind energy (windmills); geothermal energy; solar energy (solar panels); hydropower (hydroelectric power station). Hydromining is considered a separate method of coin production. The world experience of Iceland Since 2018, one of the most famous mining farms, Genesis Mining Enigma, has been operating. The platform runs exclusively on geothermal energy. In 2020, Iceland was at risk of facing a shortage of electricity due to the growing number of miners in the country. Data centers used more electricity than the people of the country. The low cost of electricity, the environmental friendliness of its production and the cold climate attract more and more "miners" to the country. To solve the problem, the startup Moonlite Project decided to open a representative office in Iceland. The company has developed a system of "smart" consumption of electricity based on artificial intelligence. Moonlite plans to operate on energy from renewable sources: hydro, wind and geothermal. **Conclusion.** Promising "Green" mining is becoming an increasingly achievable future direction of blockchain industry development. Energy consumption for the needs of farms will only increase, which means that people will need more diverse sources of energy. Miners primarily seek to survive in conditions of high competition in order to find the cheapest energy. It so happened that the cheapest way to get energy on the planet is through renewable energy sources.

**Key words:** mining, cryptocurrency, electricity, environmental pollution, blockchain.

**Постановка проблеми.** Створення суспільного багатства та окремих активних суб'єктів господарювання залежить від ресурсів які є у розпорядженні певних громад. Зазвичай основними ресурсами у формуванні багатства виступає земля, капітал та трудові ресурси. Проте через певну обмеженість у таких ресурсах формується перелік найбагатших країн. Однак з розвитком ІТ – технологій на світовому рівні з'являються нові інструменти пов'язані з оптимізацією бізнес – процесів, перерозподілом потоків інформації та різні підходи з обробки інформаційної складової. Виокремлення такого ресурсу, як інформація – дозволила світовим гігантам з обробки інформації, до яких належать: Facebook (731 млрд дол.), Microsoft (2 трлн дол.), Google (1 трлн дол.) стати найдо рожчими за капіталізацією ніж нафтовидобувні та нафтогазові компанії передових країн світу. Для довідки: Saudi Aramco – 400 млрд дол., PetroChina – 208 млрд дол., British Petroleum – 114,4 млрд дол., Sinorec Group – 757 млрд дол. [1].

Розвиток високих інформаційних технологій дозволив в економічному житті як окремих громадян, так і багатьох країн розпочати новий вид діяльності пов'язаний з видобутком інформації у мережі блокчейн за для генерації нових монет певних криптовалют. Які є активами суб'єкта господарювання та дозволяють отримати дохід від цього процесу як фізичним так і юридичним особам. Інвестор, який придбав майнинг ферму та забезпечив її необхідними ресурсами, такими як безперебійне електричне живлення, безлімітний інтернет, мікроклімат для обладнання – стає виробником криптовалют або віртуальних активів. Слід зазначити, що самостійне друкування або виробництво паперових грошей накладає на особу відповідальність згідно Кримінального кодексу України. Проте майнинг криптовалют ніяк не регламентовано та не врегульовано.

Кожна віртуальна грошова одиниця (цифрова монета) – це цифровий файл, послідовність унікальних зашифрованих блоків інформації. Кожен комп'ютер, включений в розподілену мережу, зберігає копію цього файлу. Кожен новий файл містить в собі попередні блоки та новий шифр. Для створення такого файлу (блоку) використовуються обчислювальні потужності, а виконання цієї роботи є не що інше, як емісією біткоіна. Сьогодні за створення одного блоку власник майнинг ферми отримує винагороду у розмірі 6,25 BTC біткоіна. Вся система в цілому називається блокчейн (ланцюжок блоків).

Оскільки майнинг не регулюється нашою країною, а в деяких країнах навіть заборонений, складно знайти точні дані про те, скільки електроенергії на нього витрачається. Навіть там, де майнинг дозволений за законом, виробники електроенергії

далеко не завжди знають, для чого використовуються їх ресурси. Оцінити витрати енергії, можна спираючись на складність видобутку нових монет біткоіна.

Великі гравці на ринку майнингу криптовалют використовують певні системи обліку енергії і контролю технічного обладнання, що призначене для ведення обліку роботи обладнання, технологічного обліку витрат енергоносіїв, обслуговування, контролю використання запчастин та витратних матеріалів для майнинг ферм. Метою використання таких систем є контроль своєчасності та якості проведення технічного обслуговування, контроль і економія витрат енергоносіїв та витратних матеріалів підприємства для видобутку та генерації нових криптовалют.

Середнє споживання електроенергії мережі біткоіна можна порівняти з потребами цілих країн. Університет Кембриджу говорить про цифру 97 терават на рік. Приблизно стільки ж енергії в рік споживає Казахстан або Нідерланди. Для порівняння: ще рік тому відмітка перевищувала 73 терават щорічно. Експертам важко точно оцінити вуглецевий слід від видобутку біткоіна, але майнинг криптовалют завжди серйозної шкоди навколишньому середовищу. У Китаї, на частку якого припадає більше половини всієї системи BTC, велика частина електроенергії видобувається на вугільних електростанціях. Цей спосіб видобутку – найдешевший в Китаї [2].

Майнингова компанія Greenidge Generation з 1 червня поточного року повністю нейтралізує вуглецевий слід від видобутку біткоіна за рахунок покупки квот на викиди CO<sub>2</sub>. У травні Marathon Digital Holdings анонсувала будівництво дата-центру в Техасі потужністю 300 МВт. Новий об'єкт планується зробити на 70% вуглецево-нейтральним [3].

Таким чином, обладнання для майнингу використовує значну кількість електроенергії, об'єми якої залежать від складності створення нових блоків інформації. В подальшому така діяльність впливає на навколишнє середовище через те, що значна частка електроенергії утворюється на теплоелектростанціях, для яких характерним є викиди CO<sub>2</sub>. Тому в світі останнім часом широкого розповсюдження набрали ідеї зеленого майнингу.

**Аналіз сучасних зарубіжних і вітчизняних досліджень.** Okorie, David I (2021) [4] досліджував взаємозв'язок та розповсюдження інформації в системі криптомережі. Запропонував підходи з вивчення ринку біткоіна та ефіру через рівень попиту на електроенергію для активної торгівлі та видобутку нових криптовалют. Зважаючи на сприятливий розвиток на цих криптовалютних ринках, екологічні напрями генерації електроенергії доцільно впровадити під час видобутку нових монет. Тобто

необхідно розуміти як саме було отримано електроенергію та який вплив на навколишнє середовище здійснює майнинг. Також залишається не вирішеним питання впливу людської діяльності на клімат, оскільки майнинг ферми виділяють велику кількість тепла. Jacquet, Philippe, and Bernard Mans (2020) [5] науковці досліджували популярність криптовалют та її вплив на енергетичну вартість витрачених ресурсів. У більшості випадків основна вартість електроенергії витрачається на перевірку правдивості здійснених транзакцій в мережі блокчейн, а ні ж на видобуток самих криптовалют. Yang, Jiawei, Amrit Paudel, and Hoay Beng Gooi (2020) [6] досліджували розподіл генерації в криптомережі для більшого контролю втрат потужностей у міжміських лініях електропередачі. Автори зазначають, що власники розподілених енергоресурсів, які можуть як виробляти, так і споживати енергію, визначаються як споживачі. Щоб заохотити рівноправну (P2P) торгівлю енергією між споживачами, використання блокчейн як процвітаючої технології дозволяє досягти прозорості, безпеки та швидкості виконання транзакцій. Завдяки його децентралізованій якості будь-які посередники усуваються, так що транзакції відбуваються безпосередньо між торговцями. Автори пропонують попередньо відібрати майнерів та виробників електроенергії, які б відповідали за компенсацію втрат електроенергії на розподільчих лініях при контролі енергетичних операціях. Ribas Coutinho F., Pires V., Miceli C., & Menasche D.S. (2021). [7] Технологія блокчейн та мережа криптовалют порушили перетворення енергії в засіб обміну. Зараз передбачені численні програми для блокчейнів та криптовалют для цілей, починаючи від контролю запасів і закінчуючи банківськими додатками. Природно, що для майнингу економічно вигідним способом є близьке розтошування до передачі електроенергії, наприклад, до тепло або гідро електростанції. Однак можливість перетворення енергії в готівку також відкриває можливості для нового виду кібератак, спрямованих на незаконний видобуток криптовалют шляхом крадіжки енергії.

**Метою статті** є виокремлення об'ємів споживання електроенергії та аналіз підходів майнингу з використанням різних джерел енергії, направлених на збереження навколишнього середовища.

**Виклад основного матеріалу.** Облік в Україні є регламентованим, легалізація криптовалют повинна починатись з розробки та впровадження нормативних актів, наприклад, окремого П(С)БО, який би чітко окреслив питання, пов'язані з оцінкою, витратами, у виробників, продавців, користувачів криптовалют, оскільки, криптобізнес є сформованою індустрією [8]. До моменту затвердження офіційних

нормативних актів, підприємства можуть внести відповідну інформацію щодо обліку криптовалют у Наказ про облікову політику. Відразу варто наголосити, що немає заборони на операції з криптовалютами. Згідно зі ст. 42 Конституції України, кожен має право на підприємницьку діяльність, яка не заборонена законом.

Як зазначалось раніше, витрати електроенергії можна оцінити за рівнем складності видобутку нових блоків інформація для генерації нових криптовалют. Складність – це значення, що обчислюється протоколом і прикріплене до кожного блоку.

Складністю вимірюється середньою кількістю хеш, що пішли у майнера на пошук одного дійсного блоку. Це значення заново розраховується кожні 2016 блоків (близько двох тижнів), щоб підтримувати інтервал між блоками близько десяти хвилин. З початку 2020 року (з блоку 498048) значення складності дорівнює 1 590 896 927 258. Кожен хеш – це випадкове число між 1 і  $2^{256}$ . Складність – це цільове значення, яке не повинно перевищити жоден хеш. Процес можна порівняти з грою в дартс. Складність – це центр мішені. Чим менше центральний сектор на мішені, тим більше дротиків потрібно кидати, щоб випадково в нього потрапити. Для поточної складності виходить  $1,14 \times 10^{19}$  хеш в секунду або 14 Ексахеш/с [11].

Остання модель Майнера Bitmain – S9 станом на 2022 рік (asic – application-specific integrated circuit, «інтегральна схема спеціального призначення») – використовує мікрочіпи 19 нм. Їх продуктивність – 4 ТХ / с ( $14 \times 10^{12}$ ) при енергоспоживанні в 1372 Вт.

На сьогодні це самий енергозберігаючий асік на ринку, за допомогою якого можна позначити нижній поріг споживаної енергії. Розділивши  $1,14 \times 10^{19}$  на  $14 \times 10^{12}$ , ми дізнаємося, що на даний момент в роботі знаходиться максимум 800 тисяч майнерів моделі S9, які в цілому споживають близько 1100 МВт.

У статистиці Міжнародного енергетичного агентства не користуються мегаватами або гігаватами, а використовують МТНЕ (мільйон тон нафтового еквівалента). Один ТНЕ дорівнює 11,63 МВт·ч. Загальне споживання енергії в усьому світі в 2017 році оцінюється ними в 13 647 МТНЕ або 158 714 610 ГВт·ч. Якщо взяти поточне значення складності як стандарт, то можна порахувати, що вся мережа біткоїна споживає 9636 ГВт·ч або 1/16000 частку від світового споживання. Видобуток біткоїна споживає 1100 МВт або 9636 ГВт·ч (0,829 МТНЕ) за весь рік [11].

На рисунку 1 наведено графік хешрейта мережі біткоїн за останній рік, за даними Blockchain.com. За рік складність – 40 ЕН/с наочно показують притоки і відтоки майнерів, що перемикаються на інші криптовалюти.

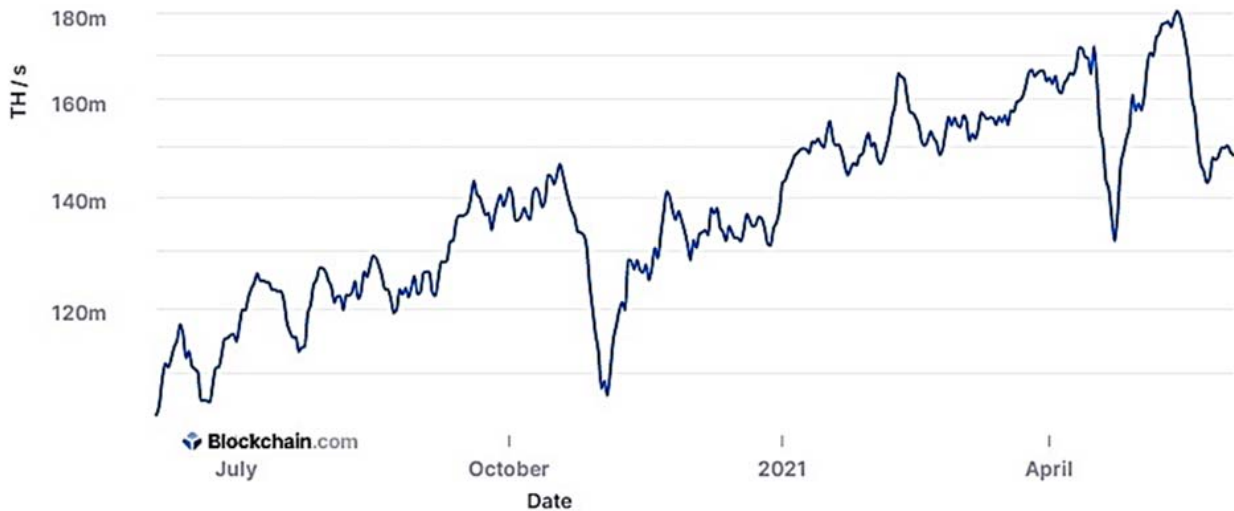


Рис. 1. Графік хешрейта мережі біткоїн за півріччя 2021 року

Джерело: наведено авторами з сайту <https://www.blockchain.com>

Виходячи з використання ресурсів наданих ТЕЦ та атомними електростанціями – активісти з захисту навколишнього середовища вимагають переходити на екологічний майнінг криптовалюти, оскільки спостерігається значне погіршення екології планети. Тому останнім часом, особливу увагу у світі майнінгу звертають на екомаїнінг або на зелений майнінг [12].

Екомаїнінг відрізняється використанням відновлюваних джерел енергії. Це можуть бути гідроелектростанції або енергія, отримана від сонця або вітру. Кріптомюніті не забуває і про проблему надлишкового тепла. Воно неминуче виробляється майнінговим обладнанням і може завдати шкоди екосистемі. Вчені побоюються, що через майнінг середня температура Землі може підвищитися на 2 градуси Цельсія [12].

На даний момент єдиний спосіб знизити шкоди екології від видобутку криптовалюта – використання альтернативної електроенергії: енергії вітру (вітряки); геотермальної енергії; сонячної енергії (сонячні панелі); гідроенергії (гідроелектростанції). По можливості майнери селяться в регіонах, де доступні «зелені» способи видобутку електроенергії. Це райони з потужними ріками, достатньою кількістю сонця для роботи сонячних батарей, енергії вітру. Майнінг став рушійною силою в розвитку гідроенергетики провінції Сичуань, що становить близько 50% від світового видобутку біткоїна.

Гідромаїнінг вважають окремим способом виробництва монет. Світовий досвід Ісландії з 2013 р. функціонує одна з найвідоміших Майнінг – ферм Genesis Mining Enigma. Платформа працює виключно на геотермальної енергії. У 2018 р. Ісландія ризикувала зіткнутися з нестачею електроенергії через

зростання чисельності майнерів в країні. Дата-центри споживали більше електрики, ніж жителі країни. Низька вартість електроенергії, екологічність її видобутку і холодний клімат привертають в країну все більше «видобувачів». Для вирішення проблеми стартап Moonlite Project вирішив відкрити представництво в Ісландії. Компанія розробила систему «розумного» витрачання електроенергії на основі штучного інтелекту. Moonlite планує працювати на енергії з поновлюваних джерел: гідро-, вітрових і геотермальних.

Канадці вирішили використовувати тепло від ASIC-Майнерів. Середньорічна температура в провінції Квебек – близько 5 градусів Цельсія, що позначається на вартості опалення та підігріву води. Компанія Heatmine вирішила вбити двох зайців: знайти застосування надлишку тепла від майнінгу і знизити його вартість. В якості експерименту Heatmine підключили установку до теплиці, де вирощують полуницю. В результаті вартість опалення теплиці знизилася на 75–100%, а канадська полуниця могла конкурувати з мексиканської. Надалі компанія планує протестувати можливість опалення будинків за рахунок тепла від майнінг-ферм. Muera Group також знайшла спосіб утилізації надлишків тепла. Вони нагрівають воду теплом від ASIC-майнерів. Спочатку вода використовується для розведення риб, а потім витрачається для поливу рослин в теплицях. Ще частина енергії йде на опалення.

Місто-привид Оушен Фоллс в Канаді зіткнувся з проблемою перевиробництва електроенергії. У місті функціонує дамба, і всього 30% виробленої енергії споживається місцевими жителями. Майнери організували еко-френдлі центр Ocean Falls

Blockchain. Тут видобувають криптовалюта, використовуючи гідроенергію.

В Японії завдяки кріптомюніті зростає використання альтернативних джерел енергії. Kumamoto Energy Co Ltd виробляє і постачає енергію, отриману від сонячних батарей. Компанія ще в 2017 р. запустила дочірню компанію OZ Mining. Вона видобуває криптовалюта, закупаючи енергію у Kumamoto Energy. Це дозволяє утилізувати надлишки електроенергії і знизити вартість кріптомайнінгу. У тому ж 2017 року Японія стала експериментувати і з іншими джерелами енергії. Невелике місто Казуно використовує для виробництва електрики гідроелектростанцію, енергія вітру і геотермальні джерела. Компанія Miner Garage скористалася можливістю і відкрила в місті майнінг-центр, який базується на екологічно чистій енергії [13].

Китай незважаючи на неекологічність майнінгу в країні, займає перші рядки з видобутку криптовалюта в світі. Країна не може дозволити собі втрачати майнінг, тому доводиться шукати «зелені» джерела енергії. Це позначається на тарифах, вони як і раніше залишаються конкурентними в порівнянні з іншими країнами. У стимуляції проектів по екоенергетиці бере участь сама держава. У 2019 року влада країни запропонували знизити податок на землю для проектів по сонячній енергетиці. Провінція Сичуань, біткоїни-столиця КНР, отримує енергію за рахунок злив. У 2018 році тут отримали 78,2 гігават завдяки дощів. Китайська компанія Lenovo запропонувала свою допомогу в розробці екологічних систем охолодження устаткування. Передбачається, що вони будуть витратити менше енергії, що позитивно вплине на екологічну ситуацію в країні. Китайські компанії прагнуть зробити майнінг екологічнішим ще й через погрози з боку влади. Китайський уряд стурбований шкодою, якої завдає майнінг і тому час від часу пропонує зовсім заборонити добувати криптовалюту на території країни.

У Лондоні майнери створили EcoHashes. Це проект майнінгу криптовалюта, який працює над тим, щоб зробити весь майнінг економічним, ефективним і екологічним одночасно. Для цього проект спирається на поновлювані джерела енергії. Вітрогенератори, сонячні батареї і гідроенергетика задовольняють потреби компанії. У поєднанні з новітніми енергоефективним обладнанням для Майнінг це допомагає EcoHashes досягати своїх цілей. Також компанія використовує новітні системи охолодження, які використовують мінімальну кількість енергії.

**Висновки.** Перспективний «Зелений» майнінг стає все більш досяжним майбутнім напрямком розвитку блокчейн-індустрії. Витрати енергії на потреби ферм будуть тільки рости, а значить, людям знадобиться більше різноманітних джерел енергії. «Майнери прагнуть в першу чергу вижити в умовах високої конкуренції, щоб знайти найдешевшу енергію. Так склалося, що найдешевше добувати енергію на планеті через поновлювані джерела енергії». Гідроелектростанції й газові і нафтові компанії, схоже, виявляються найбільш вигідними джерелами енергії для гірничодобувної промисловості. Використання відходів природного газу – ще одна перспективна галузь в енерговидобутку. Екологічний майнінг має всі шанси стати благом не тільки для екології, а й для людства в цілому, і на це є ряд причин. Утилізація надлишків виробленої електроенергії і розвиток «зелених» способів видобутку знизить її вартість. Міграція майнінгу в небагаті, але зручні для виробництва криптовалюта країни може позитивно позначитися на економіці. Набирає оберти міграція до Венесуели, М'янму і Росії, Нової Зеландії. Завдяки майнінгу вмираючі поселення отримують нове життя. Що ж до екології – практика показала, що є всі можливості зробити видобуток криптовалюта повністю екологічним найближчим часом.

#### Література:

1. Hens L., Karintseva O., Kharchenko M., & Matsenko O. The States Structural Policy Innovations Influenced by the Ecological Transformations. *Marketing and Management of Innovations*. 2018. № 3. P. 290–301. DOI: <http://doi.org/10.21272/mmi.2018.3-2617>
2. Karintseva O. I., Shkarupa O. V., Shkarupa I. S. Innovation potential of ecological modernization for green growth of economics: a case study. *International Journal of Ecology and Development*. 2016. No. 31 (1). P. 73–82. URL: <http://www.ceser.in/ceserp/index.php/ijed/article/view/4044>
3. Melnyk L., Dehtyarova I., Kubatko O., Karintseva O., Derykolenko A. (Disruptive technologies for the transition of digital economies towards sustainability. *Economic Annals-XXI*. 2019. No. 179(9-10). P. 22–30. DOI: <https://doi.org/10.21003/ea.V179-02>
4. Okorie David I. A network analysis of electricity demand and the cryptocurrency markets. *International Journal of Finance & Economics*. No. 26.2 (2021). P. 3093–3108.
5. Jaquet Philippe and Bernard Mans. Blockchain moderated by empty blocks to reduce the energetic impact of crypto-moneys. *Computer Communications*. No. 152 (2020). P. 126–136.
6. Yang Jiawei, Amrit Paudel, and Hoay Beng Gooi. Compensation for power loss by a Proof-of-Stake consortium blockchain microgrid. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. No. 17.5 (2020). P. 3253–3262.

7. Ribas Coutinho F., Pires V., Miceli C., & Menasche D.S. Crypto-Hotwire: Illegal Blockchain Mining at Zero Cost Using Public Infrastructures. *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*. 2021. No. 48(4). P. 4–7.
8. Буряк Є.В., Редько К.Ю., Чорновол А.О., Орленко О.В. Соціально – економічні аспекти сталого розвитку України в умовах війни. *Наукові записки Львівського університету бізнесу та права*. № 34/2022. URL: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/617/568>
9. Прямі іноземні інвестиції (ПІІ) в Україну. URL: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/fdi/> (дата звернення: 05.05.2024).
10. Найбільші у світі нафтогазові компанії. URL: <https://bakertilly.ua/news/id44370>
11. Як Україна за рік. У Британії підраховали витрату електроенергії на майнінг біткоїна. URL: <https://ua-news.liga.net/society/news/yak-ukraina-za-rik-u-britanii-pidrahuvali-vitratu-elektroenergii-na-mayning-bitkoina>
12. Marathon побудує "зелений" дата-центр для майнінгу біткоїна. URL: <https://forklog.com/marathon-postroit-zelenyj-data-tsentr-dlya-majninga-bitkoina/>
13. Дерун І.А., Склярчук І.П. Онтологічні аспекти сутності криптовалюти та її відображення в обліку: сайт. URL: <https://eprints.oa.edu.ua/7658/1/28.pdf> (дата звернення: 01.06.2024).

#### References:

1. Hens L., Karintseva O., Kharchenko M., & Matsenko O. (2018) The States Structural Policy Innovations Influenced by the Ecological Transformations. *Marketing and Management of Innovations*, no. 3, pp. 290–301.
2. Karintseva O. I., Shkarupa O. V., Shkarupa I. S. (2016) Innovation potential of ecological modernization for green growth of economics: a case study. *International Journal of Ecology and Development*, no. 31 (1), pp. 73–82
3. Melnyk L., Dehtyarova I., Kubatko O., Karintseva O., Derykolenko A. (2019) Disruptive technologies for the transition of digital economies towards sustainability. *Economic Annals-XXI*, no. 179(9-10), pp. 22–30.
4. Okorie David I. (2021) A network analysis of electricity demand and the cryptocurrency markets. *International Journal of Finance & Economics*, no. 26.2, pp. 3093–3108.
5. Jacquet Philippe and Bernard Mans (2020) Blockchain moderated by empty blocks to reduce the energetic impact of crypto-moneys. *Computer Communications*, no. 152, pp. 126–136.
6. Yang Jiawei, Amrit Paudel, and Hoay Beng Gooi (2020) Compensation for power loss by a Proof-of-Stake consortium blockchain microgrid. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, no. 17.5, pp. 3253–3262.
7. Ribas Coutinho F., Pires V., Miceli C., & Menasche D. S. (2021) Crypto-Hotwire: Illegal Blockchain Mining at Zero Cost Using Public Infrastructures. *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, no. 48(4), pp. 4–7.
8. Buriak Ye. V., Redko K. Yu., Chornovol A. O., Orlenko O. V. (2022) Sotsialno – ekonomichni aspekty staloho rozvytku Ukrainy v umovakh viiny. *Naukovi zapysky Lvivskoho universytetu biznesu ta prava*, vol. 34. Available at: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/617/568>
9. Priami inozemni investytsii (PII) v Ukrainu Available at: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/fdi/> (accessed June 5, 2024).
10. Naybilshi u sviti naftogazovi kompaniyi. Available at: <https://bakertilly.ua/news/id44370> (accessed May 1, 2024).
11. Yak Ukrayina za rik. U Britaniyi pidrahuvali vitratu elektroenergiyi na mayning bitkoyina. Available at: <https://ua-news.liga.net/society/news/yak-ukraina-za-rik-u-britanii-pidrahuvali-vitratu-elektroenergii-na-mayning-bitkoina> (accessed May 1, 2024).
12. Marathon postroit «zeleniy» data-tsentr dlya majninga bitkoina. Available at: <https://forklog.com/marathon-postroit-zelenyj-data-tsentr-dlya-majninga-bitkoina/> (accessed May 1, 2024).
13. Derun I. A., Sklyaruk I. P. (2024) Ontologichni aspekty sutnosti kriptovalyuti ta yiyi vidobrazhennya v obliku. Available at: <https://eprints.oa.edu.ua/7658/1/28.pdf> (accessed June 1, 2024).

Стаття надійшла до редакції 07.06.2024 р.