

УДК 330

Данкевич Андрій Євгенович

доктор економічних наук, професор кафедри економіки і права

Національний університет харчових технологій

Dankevych Andrii

Doctor of Economics, Professor of the Department of Economics and Law

National University of Food Technology

ORCID: 0000-0003-1801-7516

Малінов Владислав Андрійович

аспірант

Національного університету харчових технологій

Malinov Vladyslav

Postgraduate Student of the

National University of Food Technologies

ORCID: 0000-0002-0112-4975

**КРИПТОВАЛЮТНИЙ МАЙНІНГ (ВИКОРИСТОВУЮЧИ
БІОЕНЕРГЕТИКУ) ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД ДО
ПОКРАЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕРОБНИХ ПІДПРИЄМСТВ
ГАЛУЗІ АПК**

**CRYPTOCURRENCY MINING USING BIOENERGY AS AN
INNOVATIVE APPROACH TO IMPROVING THE EFFICIENCY OF
AGROINDUSTRIAL PROCESSING ENTERPRISES**

Анотація. Стаття присвячена глибокому аналізу біоенергетичного потенціалу переробних підприємств агропромислового комплексу України в контексті глобальних енергетичних викликів та пошуку

альтернативних джерел енергії. Автори детально розглядають концепцію "зеленого палива", яка базується на використанні органічних субстратів, отриманих з процесів фотосинтезу. Цей підхід до біоенергетики розглядається як відповідь на зростаючі екологічні та економічні виклики, з якими стикається Україна.

Основна увага в статті приділяється розширеному розумінню біоенергетики, де не обмежуються лише біопаливом. Автори розглядають широкий спектр можливостей, включаючи тверді та газоподібні види біопалива, а також потенціал енергетично оптимізованих рослин. Ці рослини, завдяки своїм унікальним властивостям, можуть стати реальною альтернативою традиційним викопним видам палива, що використовуються сьогодні.

Додатково, стаття включає в себе аналіз двох основних методів використання біомаси: пряме спалювання та її перетворення в різні енергетичні форми. Особливий інтерес представляє концепція "біомайнінгу", де енергія, отримана з біогазу, використовується для майнінгу криптовалют. Це поєднання традиційних методів виробництва енергії з сучасними цифровими технологіями може відкрити нові горизонти для сталого розвитку України в умовах глобалізації.

Автори базують своє дослідження на глибокому аналізі доступних даних, включаючи статистику, наукові джерела, практичний досвід та міжнародні публікації. Цей комплексний підхід дозволяє отримати повне розуміння ситуації в галузі біоенергетики в Україні, виявити основні проблеми та виклики, а також знайти оптимальні шляхи їх розв'язання.

Висновки дослідження підкреслюють важливість подальших наукових досліджень у цій сфері, а також необхідність адаптації міжнародного досвіду до українських реалій. Такий підхід допоможе забезпечити сталий розвиток біоенергетичної галузі в Україні,

враховуючи специфіку національної економіки та екологічні особливості країни.

Ключові слова: біомайніг, переробна галузь, економічна ефективність, біоенергетика, переробні підприємства, економічний стан, агропромисловий комплекс, альтернативні джерела енергії, біогаз, інновації, криптовалюти, фінанси.

Summary. *The article presented in this research paper is an in-depth analysis of the bioenergy potential of processing enterprises of the Ukrainian agro-industrial complex in the context of global energy challenges and the search for alternative energy sources. The authors examine in detail the concept of "green fuel", which is based on the use of organic substrates derived from photosynthesis processes. This approach to bioenergy is seen as a response to the growing environmental and economic challenges faced by Ukraine.*

The article focuses on an expanded understanding of bioenergy beyond liquid biofuels. The authors consider a wide range of possibilities, including solid and gaseous biofuels, as well as the potential of energy-optimized plants. These plants, due to their unique properties, can become a real alternative to traditional fossil fuels used today.

Additionally, the article includes an analysis of two main methods of using biomass: direct combustion and its conversion into various energy forms. Of particular interest is the concept of "biomining", where energy derived from biogas is used for cryptocurrency mining. This combination of traditional energy production methods with modern digital technologies can open up new horizons for Ukraine's sustainable development in the context of globalization.

The authors base their research on an in-depth analysis of available data, including statistics, scientific sources, practical experience, and

international publications. This comprehensive approach allows us to gain a complete understanding of the situation in the bioenergy sector in Ukraine, identify the main problems and challenges, and find the best ways to solve them.

The findings of the study emphasize the importance of further research in this area, as well as the need to adapt international experience to Ukrainian realities. This approach will help ensure the sustainable development of the bioenergy industry in Ukraine, taking into account the specifics of the national economy and the country's environmental characteristics.

Key words: *biomining, processing industry, economic efficiency, bioenergy, processing enterprises, agricultural sector, economic situation, agro-industrial complex, alternative energy sources, biogas, innovations, cryptocurrencies, finance.*

Постановка проблеми. В умовах глобалізації та зростаючої енергетичної кризи, Україна зіштовхується з необхідністю пошуку нових джерел енергії. Однією з таких альтернатив є біоенергетика, яка базується на використанні біомаси, отриманої з процесів фотосинтезу. Проте, публічні дискусії навколо цієї теми часто зосереджуються на рідких біопаливах, забуваючи про інші види біопалива, такі як біогаз, синтез-газ та інші.

Водночас, в сфері АПК існує величезний потенціал для використання відходів переробних підприємств як джерела для отримання біоенергії. Ці відходи можуть бути перетворені на біогаз, який, в свою чергу, може бути використаний для генерації електроенергії.

Останнім часом з'явилася концепція "біомайнінгу", яка передбачає використання електроенергії, отриманої з біогазу, для майнінгу криптовалют. Це поєднання біоенергетики та цифрових фінансів може

стати ключем до розв'язання енергетичної проблеми в Україні, а також забезпечити додатковий стимул для розвитку біоенергетичної галузі.

Таким чином, основна проблема полягає в необхідності розробки ефективних методів і технологій для використання біоенергетичного потенціалу переробних підприємств галузі АПК в Україні, а також інтеграції цих методів з сучасними цифровими технологіями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання дослідження потенціалу використання біоенергетики, як інноваційного підходу до покращення ефективності переробних підприємств галузі АПК лежать в основі наукових праць багатьох вчених, зокрема ґрунтовні дослідження у цьому напрямку здійснюють А. Данкевич [1], О. Денисюк [2], Ю. Хорак [3], С. Кудря [4; 5], Г. Четверик [7], О. Стоян [12], А. Андрусевич [13], Г. Гелетуґа [14], В. Денисенко [15], М. Дубініна [16] та інші [6; 8-11; 17–19].

Однак, необхідність дослідження потенціалу використання біоенергетики, як інноваційний підхід до покращення ефективності переробних підприємств галузі АПК з позиції практичного аспекту потребує проведення подальших досліджень. В наукових працях як вітчизняних, так і зарубіжних фахівців На тему біоенергетичного потенціалу переробних підприємств галузі АПК в Україні: економічний стан, міжнародний досвід та шляхи оптимізації було проведено чимало досліджень як вітчизняними, так і зарубіжними фахівцями.

Реалізація цих заходів дозволить Україні активніше використовувати свій біоенергетичний потенціал, що сприятиме розвитку економіки та забезпеченню енергетичної безпеки країни.

Метою статті є дослідження криптовалютного майнінгу з використанням біоенергетики, як інноваційний підхід до покращення ефективності переробних підприємств галузі АПК.

Виклад основного матеріалу. Біоенергетика, що розуміється як видобуток енергії з біомаси, ґрунтується на органічних субстратах, що

походять переважно з процесів фотосинтезу. Термін "зелене паливо" все частіше асоціюється з рослинним паливом, що використовує біомасу як основну сировину. Тим не менш, у міру того, як публічні дискусії навколо біоенергетики посилюються, непропорційно велика увага приділяється рідким біопаливам, таким як біодизель, біоетанол і метанол. Це ненавмисно витісняє на периферію обговорення важливі тверді та газоподібні види біопалива - включаючи, але не обмежуючись біогазом, синтез-газом, піролітичними похідними та енергією, отриманою з аграрного та побутового сміття, а також побічними продуктами деревообробки - на периферію розмови.

Цікаво, що в недалекому майбутньому з'являється все більше енергетично оптимізованих рослин, що охоплюють як аліментарні (наприклад, пшениця, цукрова тростина), так і неаліментарні види (наприклад, енергетична верба, тополя, багаторічні трави та олійні культури, такі як ріпак, соя, соняшник, кукурудза та льон), які можуть стати потенційними конкурентами традиційним викопним видам палива.

При з'ясуванні потенціалу біомаси як енергетичного сировини можна виділити два шляхи. По-перше, пряме спалювання субстратів біомаси, таких як деревина, солома і сапрпель (категорія органічних водних відходів), а по-друге, її перетворення в різні енергетичні форми, що проявляються у вигляді рідин (наприклад, ефірів ріпакової олії та спиртів) або газів (зокрема, біогазу). Метаморфоза перетворення біомаси на енергію охоплює триєдиний механізм перетворення: фізичний, хімічний і, особливо, біологічний, причому останній є дуже перспективним завдяки своїй стійкій та ефективній природі.

Біоенергетика - це не просто альтернативне джерело енергії; вона потенційно є наріжним каменем у загальній структурі сталого розвитку цивілізації. Подолання неминучих екологічних проблем, починаючи від очищення стічних вод, біосорбційного видалення важких металів,

нейтралізації газоподібних викидів і закінчуючи біодеградацією стійких органічних забруднювачів та покращенням біоремедіації ґрунтів, вимагає впровадження передових еко-біотехнологій. Крім того, заміна традиційних агрохімікатів біотехнологічними альтернативами ще більше підкреслює цей імператив [1].

У сучасному геополітичному ландшафті країни, включаючи Україну, стоять на роздоріжжі, обдумуючи стратегічні шляхи розвитку біоенергетики, зокрема, зосереджуючись на аграрних відходах переробних підприємств галузі. Невідкладність цих рішень вимагає швидкого підходу. Новою пропозицією, що набирає обертів, є перетворення енергії, отриманої з відходів, на електроенергію, яка згодом може бути використана для майнінгу криптовалют. Це інноваційне поєднання біоенергетики та цифрових фінансів вимагає цілісного розуміння криптовалют і механізмів, що лежать в їх основі, ще більше переплітаючи сфери сталого розвитку та цифрової економіки [19].

Біткойн, децентралізована цифрова криптовалюта, з'явилася завдяки геніальній ідеї людини чи колективу під псевдонімом Сатоші Накамото. Поява біткойна, який став першим кроком до децентралізованої цифрової валюти, підготувала ґрунт для трансформаційних змін у світі фінансів і технологій. В основі біткоіна та кількох наступних криптовалют лежить "блокчейн" - геніальне архітектурне рішення, яке вважається одним з найважливіших винаходів нашого часу [17].

Механіка технології блокчейн являє собою ланцюжок взаємопов'язаних блоків, де кожен блок містить хеш свого попередника, забезпечуючи незмінну послідовність. Така стійкість до підробки означає, що будь-яка зміна вмісту в блоці порушує весь ланцюжок, що робить блокчейн надзвичайно безпечним.

Створення або "видобуток" біткоінів залежить від розв'язання складних математичних головоломок - змагання, в якому беруть участь

майнери з усього світу. Майнер-переможець або майнінг-пул - група майнерів, що співпрацюють - отримує винагороду в біткоїнах. У міру того, як складність цих проблем зростає, сольний майнінг, або індивідуальні зусилля з видобутку, стають все більш важкими, що спричинило сплеск колективного або "пулового" майнінгу.

Біткойн (BTC), започаткований загадковим Сатоші Накамото у 2009 році, є символом децентралізованої, однорангової криптовалюти, позбавленої фізичного аналога у традиційній фінансовій сфері. Транзакції з біткоїнами, що зберігаються в цифрових гаманцях, проходять через певні біткойн-адреси. З моменту створення біткоїна, його використання та визнання було не просто стрімким, а метеоритним. Придбання біткоїнів відбувається трьома основними способами: пряма купівля на біржах, купівля через спеціалізовані біткойн-банкомати та майнінг.

З приголомшливою ринковою капіталізацією, що перевищує 88 мільярдів доларів (станом на березень 2019 року), і щоденною кількістю підтверджених транзакцій, що перевищує 300 000, домінування біткоїна на криптовалютній арені є беззаперечним. Його технологічне диво породило безпрецедентні можливості в різних секторах, що охоплюють споживачів, любителів технологій, промисловців та академічних дослідників. Прийняття біткоїну в таких країнах, як США, Японія, Китай та Австралія, є очевидним, оскільки вони інтегрують платежі за допомогою біткоїну в різноманітні торгові заклади.

Методологія, що лежить в основі генерації біткоїна, - це майнінг. Цікаво, що існує обмеження на загальну кількість біткоїнів, які можуть коли-небудь існувати - 21 мільйон. За поточними даними, вже видобуто майже 17,7 мільйона біткоїнів, і лише 3,3 мільйона чекають на відкриття. Така обмежена пропозиція в поєднанні зі зростаючим світовим інтересом посилює привабливість біткоїна, спонукаючи до подальшого вивчення його технічних тонкощів.

Апаратне забезпечення, необхідне для майнінгу біткоїна, пройшло кілька етапів еволюції. Почавшись з центральних процесорів (CPU), процес майнінгу незабаром перейшов до більш ефективних графічних процесорів (GPU), за якими послідували програмовані вентильні матриці (FPGA) і, на сьогоднішній день, вершина майнінгу - спеціалізовані для конкретних застосувань інтегральні схеми (ASIC) [18].

Біткойн і технологія блокчейн, що лежить в його основі, знаменують собою новаторську епоху в цифрових фінансах, пропонуючи привабливі перспективи для світової економіки і спонукаючи до ретельних академічних і комерційних досліджень.

У сфері сталої енергетики та цифрових технологій ми вийшли на незвідані простори, об'єднавши дві різні парадигми: біоенергетику та майнінг криптовалют. Кульмінацією цього синтезу стала нова концепція під назвою "біомайнінг". Центральним елементом цієї ідеї є використання біогазу, отриманого в результаті переробки промислових відходів, який при згорянні генерує електроенергію. Ця чиста енергія згодом живить спеціалізоване обладнання для майнінгу, тим самим полегшуючи процес видобутку криптовалюти.

Розкриваючи концепцію, біомайнінг - це унікальний механізм, в якому видобуток біткоїнів або інших криптовалют здійснюється шляхом вирішення складних математичних задач. Однак, що відрізняє біомайнінг від традиційних методів майнінгу, так це джерело енергії: апаратне забезпечення живиться виключно енергією, отриманою з біоенергетики, екологічно чисте джерело енергії [19].

Піонерське за своїм підходом, наше дослідження біомайнінгу знаменує його першу появу в науковій літературі [19]. Наріжним каменем нашого дослідження було використання державних субсидій через зелені тарифи, зменшення викидів CO₂ в результаті переробки відходів та комерціалізація збагачених добрив. Емпіричні дані, представлені в

нашому дослідженні, підкреслюють переконливий наратив: розумна інтеграція авангардних технологій і стратегічне використання доступних ресурсів може перетворити регіон та цілу країну на осередок майнінгу криптовалют. Нерозривно пов'язане з цим, що "біомайнінг" не лише пропонує стійке рішення для генерації цифрової валюти, але й має потенціал для збільшення ВВП країни за рахунок продажу видобутих криптовалют на світових біржах.

Було проведено комплексний аналіз 20 підприємств, які використовують біогаз, отриманий з відходів переробних підприємств галузі АПК. У 2021 році ці підприємства виробили загалом 303,6 млн кВт електроенергії, яку згодом продали в мережу за зеленим тарифом. Ці фірми отримали державні субсидії на суму близько 36 млн євро, що становить в середньому 0,12 євро за кВт-год. У фокусі цього дослідження - те, як ця електроенергія використовувалася для майнінгу біткоїнів [19].

Використання згенерованої електроенергії визначалося шляхом оцінки кількості використаних пристроїв або майнінгових установок та їхньої ефективності. Дослідження показало, що для ефективного майнінгу біткоїнів потрібно понад 10 000 пристроїв, виходячи з потужностей підприємств.

Отримані результати нашого дослідження:

- При ціні 40,2 тис. євро за біткойн (січень 2022 року) дохід від майнінгу перевищив 119 млн євро.
- Коли у травні 2022 року вартість біткоїна знизилася вдвічі до 20,1 тис. євро, дохід від майнінгу становив приблизно 59 млн євро.
- Податкові надходження цих операцій за ставками 5% та 1,5% відповідно дорівнювали доходам державного бюджету в розмірі 7,7 млн євро та 3,8 млн євро.

Це дослідження висуває на перший план унікальну фінансову парадигму: в той час як державні субсидії на "зелену" енергетику

(наприклад, біогаз) призвели до бюджетних витрат, доходи, отримані від оподаткування прибутку від видобутку біткоїн, мали чистий позитивний вплив на фінансове здоров'я держави. Така модель, в якій біоенергетика сприяє видобутку криптовалют, не лише підтримує перехід до "зеленої" енергетики, але й пропонує прибутковий шлях для державних доходів у формі податків [19].

Наслідки виходять за межі біоенергетики. Якщо екстраполювати, то подібні моделі можуть бути реалізовані з використанням сонячної та вітрової енергії. Крім того, будівництво нових біогазових установок з метою виробництва електроенергії для майнінгу криптовалют може ще більше посилити цей ефект.

Біомайнінг підкреслює потенціал поєднання відновлюваної енергії з цифровими технологіями. Це дослідження пропонує план для держави і переробних підприємств галузі АПК, демонструючи відчутні економічні вигоди від інтеграції "зеленої" енергетики з майнінгом криптовалют. Незважаючи на те, що проблеми залишаються, синергетичні переваги цієї моделі роблять її привабливою сферою для подальших досліджень і впровадження [19].

Висновки і перспективи подальших досліджень. Існує потреба в розширеному розумінні біоенергетики, яке не обмежується лише рідкими біопаливами, але й включає тверді та газоподібні види. Концепція "біомайнінгу", яка передбачає використання енергії, отриманої з біогазу, для майнінгу криптовалют, відкриває нові можливості для економічного розвитку та сталості енергетичної системи України в умовах цифровізації країни. Адаптація міжнародного досвіду в галузі біоенергетики до українських реалій є ключовою для ефективного використання потенціалу цієї галузі.

Література

1. Dankevych A., Perevozova I., Nitsenko V., Lozinska L., Nemish Y. Effectiveness of Bioenergy Management and Investment Potential in Agriculture: The Case of Ukraine. In: Koval, V., Olczak, P. (eds) Circular Economy for Renewable Energy. Green Energy and Technology. Springer, Cham. 2023. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-30800-0_6 (дата звернення: 07.05.2023)
2. Denysiuk O., Svitlyshyn I., Tsaruk I., Vikarchuk O., Dankevych A. Diversification in the enterprises' activities for sustainable development in the agricultural sector. Rivista di studi sulla sostenibilita. 2022. P. 85-102. doi: 10.3280/RISS2022-002007 (дата звернення: 08.05.2023)
3. Horák J., Bilan Y., Dankevych A., Nitsenko V., Kucher A., Streimikiene D. Bioenergy production from sunflower husk in Ukraine: potential and necessary investments. Journal of Business Economics and Management. 2023. 24(1). P. 1–19. doi: <https://doi.org/10.3846/jbem.2023.17756> (дата звернення: 10.05.2023)
4. Кудря С.О. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України. Київ: ТОВ "Віол Принт", 2008. 55 с.
5. Кудря С.О. Електроенергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії України. Відновлювана енергетика та енергоефективність ХХІ століття: матеріали ХХІ-ої міжнародної конференції, м. Київ, 14-15 травня 2020 р. С. 26-33.
6. Офіційний веб-сайт Державної служби статистики України URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 01.05.2023 р.)
7. Четверик Г.О. Енергоефективне перетворення рідких відходів газифікації біомаси в біогазовій установці: дис. ...канд. техн. наук: спец: 05.14.08 / Національна академія наук України. Київ, 2018. 160 с.
8. Офіційний сайт «НКРЕКП» «Інформація про об'єкти альтернативної енергетики, яким встановлено "зелений" тариф станом на 01.01.2020».

- URL:http://www.nerc.gov.ua/data/filesearch/elektro/energo_pidpnyem/stva/stat_zelenyi-taryf.01-2020.pdf (дата звернення: 01.05.2023).
9. Регламент 2019/1009 - Правила надання на ринку ЄС добрив // Регламент (ЄС) 2019/1009 Європейського Парламенту та Ради від 5 червня 2019 року URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj> (дата звернення: 01.05.2023)
 10. Про внесення зміни в деякі закони України відносно забезпечення конкурентних умов виробництва електричної енергії із альтернативних джерел енергії: Закон України № 93 від 21.05.2019. URL: <http://www.zakon.rada.gov.ua> (дата звернення: 01.05.2023)
 11. Статистичний звіт Європейської біогазової асоціації: Європейський огляд за 2019 рік. European Biogas Association Statistical Report: 2019 European Overview. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2019european-overview/> (дата звернення: 01.05.2023)
 12. Стоян О.Ю. Державне регулювання розвитку сфери відновлювальної енергетики в Україні: теорія, практика, механізми: монографія. Миколаїв, 2014. 387 с.
 13. Андрусевич А., Андрусевич Н., Козак З. Європейський Зелений Курс: можливості та загрози для України. URL: <https://dixigroup.org/storage/files/2020-05-26/european-green-dealwebfinal.pdf> (дата звернення: 01.05.2023)
 14. Гелетуха Г., Драгнєв С., Кучерук П., Матвєєв Ю. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу). 2017. URL: <https://www.ua.undp.org/content/ukraine/en/home/> (дата звернення: 01.05.2023).
 15. Денисенко В.О. Оцінка потенціалу біомаси в Україні. Агросвіт. 2019. № 24. С. 84-89.

16. Дубініна М.В. Інституціональні особливості розвитку біоенергетики. Зб. наук. пр. Сер. Економічні науки. 2012. № 2(64). С. 31-36.
17. Hu Z., et al. High-Speed and Secure PRNG for Cryptographic Applications, *Int. J. Comput. Net. Inf. Secur.* 2020. 12(3). P. 1–10. doi: 10.5815/ijcnis.2020.03.01 (дата звернення: 07.07.2023)
18. Obushnyi S., et al. Autonomy of Economic Agents in Peer-to-Peer Systems, *Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems.* 2022. 3288. P. 125–133.
19. Malinov V., Zhebka V., Zolotukhina O., Franchuk T., Chubaievskiy V. Biomining as an Effective Mechanism for Utilizing the Bioenergy Potential of Processing Enterprises in the Agricultural Sector. *CEUR Workshop Proceedings this link is disabled.* 2023. 3421. P. 223–230 URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3421/short8.pdf> (дата звернення: 06.07.2023)

References

1. Dankevych A., Perevozova I., Nitsenko V., Lozinska L., Nemish Y. Effectiveness of Bioenergy Management and Investment Potential in Agriculture: The Case of Ukraine. In: Koval, V., Olczak, P. (eds) *Circular Economy for Renewable Energy. Green Energy and Technology.* Springer, Cham. 2023. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-30800-0_6 (date of access: 07.05.2023)
2. Denysiuk O., Svitlyshyn I., Tsaruk I., Vikarchuk O., Dankevych A. Diversification in the enterprises activities for sustainable development in the agricultural sector. *Rivista di studi sulla sostenibilita.* 2022. P. 85-102. doi: 10.3280/RISS2022-002007 (date of access: 08.05.2023)
3. Horák J., Bilan Y., Dankevych A., Nitsenko V., Kucher A., Streimikiene D. Bioenergy production from sunflower husk in Ukraine: potential and necessary investments. *Journal of Business Economics and Management.*

2023. 24(1). P. 1–19. doi: <https://doi.org/10.3846/jbem.2023.17756> (date of access: 10.05.2023)
4. Kudria S.O. Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ukrainy. Kyiv: TOV "Viol Prynt", 2008. 55 s.
 5. Kudria S.O. Elektroenerhetychnyi potentsial vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ukrainy. Vidnovliuvana enerhetyka ta enerhoefektyvnist KhKhI stolittia: materialy KhKhI-oi mizhnarodnoi konferentsii, m. Kyiv, 14-15 travnia 2020 r. S. 26-33.
 6. Ofitsiinyi veb-sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (date of access: 01.05.2023 r.)
 7. Chetveryk H.O. Enerhoefektyvne peretvorennia ridkykh vidkhodiv hazyfikatsii biomasy v biohazovii ustanovtsi: dys. ...kand. tekhn. nauk: spets: 05.14.08 / Natsionalna akademiia nauk Ukrainy. Kyiv, 2018. 160 s.
 8. Ofitsiinyi sait «NKREKP» «Informatsiia pro obiekty alternatyvnoi enerhetyky, yakym vstanovleno "zelenyi" taryf stanom na 01.01.2020». URL:http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo_pidpnyem/stva/stat_zelenyi-taryf.01-2020.pdf (date of access: 01.05.2023).
 9. Rehlament 2019/1009 - Pravyly nadannia na rynku YeS dobryv // Rehlament (IeS) 2019/1009 Yevropeiskoho Parlamentu ta Rady vid 5 chervnia 2019 roku URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1009/oj> (date of access: 01.05.2023)
 10. Pro vnesennia zminy v deiaki zakony Ukrainy vidnosno zabezpechennia konkurentnykh umov vyrobnytstva elektrychnoi enerhii iz alternatyvnykh dzherel enerhii: Zakon Ukrainy № 93 vid 21.05.2019. URL: <http://www.zaron.rada.gov.ua> (date of access: 01.05.2023)
 11. Statystychnyi zvit Yevropeiskoi biohazovoi asotsiatsii: Yevropeyskyi ohliad za 2019 rik. European Biogas Association Statistical Report: 2019 European Overview. URL: <https://www.europeanbiogas.eu/eba-statistical-report-2019european-overview/> (date of access: 01.05.2023)

12. Stoian O.Iu. Derzhavne rehuliuвання rozvytku sfery vidnovliuvalnoi enerhetyky v Ukraini: teoriia, praktyka, mekhanizmy: monohrafiia. Mykolaiv, 2014. 387 s.
13. Andrusevych A., Andrusevych N., Kozak Z. Yevropeyskyy Zelenyy Kurs: mozhlyvosti ta zahrozy dlia Ukraïny. URL: <https://dixigroup.org/storage/files/2020-05-26/european-green-dealwebfinal.pdf> (date of access: 01.05.2023)
14. Heletukha H., Drahnev S., Kucheruk P., Matvieiev Yu. Praktychnyy posibnyk z vykorystannia biomasy v yakosti palyva u munitsypalnomu sektori Ukrainy (dlia predstavnykiv ahropromyslovoho kompleksu). 2017. URL: <https://www.ua.undp.org/content/ukraine/en/home/> (date of access: 01.05.2023).
15. Denysenko V.O. Otsinka potentsialu biomasy v Ukraini. Ahrosvit. 2019. № 24. S. 84-89.
16. Dubinina M.V. Instytutsionalni osoblyvosti rozvytku bioenerhetyky. Zb. nauk. pr. Ser. Ekonomichni nauky. 2012. № 2(64). S. 31-36.
17. Hu Z., et al. High-Speed and Secure PRNG for Cryptographic Applications, Int. J. Comput. Net. Inf. Secur. 2020. 12(3). P. 1–10. doi: 10.5815/ijcnis.2020.03.01 (date of access: 07.07.2023)
18. Obushnyi S., et al. Autonomy of Economic Agents in Peer-to-Peer Systems, Cybersecurity Providing in Information and Telecommunication Systems. 2022. 3288. P. 125–133.
19. Malinov V., Zhebka V., Zolotukhina O., Franchuk T., Chubaievskyy V. Biomining as an Effective Mechanism for Utilizing the Bioenergy Potential of Processing Enterprises in the Agricultural Sector. CEUR Workshop Proceedings this link is disabled. 2023. 3421. P. 223–230 URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3421/short8.pdf> (date of access: 06.07.2023)