

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗУМНИХ КОНТРАКТІВ БЛОКЧЕЙНУ НА РИНКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Енергетичні системи переходять до децентралізованої та декарбонізованої парадигми з інтеграцією розподілених відновлюваних джерел енергії. Розумні контракти на блокчейн мають зростаючий потенціал для полегшення переходу енергетичних систем завдяки природі автоматизації, стандартизації та самозабезпечення. У даній статті наведено основні принципи концепції розумних контрактів(смарт-контрактів) блокчейну та розглянуто можливість їх використання для систем відновлюваної енергетики з метою усунення проблем, які виникають у процесі управління енергетичною системою.

Ключові слова: відновлювана енергетика, смарт-контракти, блокчейн, прозорість, цифровий перехід, споживачі.

Вступ

Зміни клімату, які спостерігаються сьогодні, є стимулом для використання потенціалу відновлюваної енергії в усьому світі. Комплексний підхід до трансформації енергетики розроблено в трендовій концепції «3D» (Decarbonization, Decentralization, Digitalization)[1]. Для стимулювання розвитку відновлюваної енергетики джерела енергії повинні бути оптимально поєднані за допомогою передових методів транзакцій енергії.

Технологія блокчейн нещодавно стала ключовою технологією цифрової революції в енергетичному секторі, і кілька міжнародних експертів [2, 3, 4] визначили потенціал блокчейну для енергетичного світу. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) і блокчейн є ключовими передовими технологіями для децентралізації, цифровізації та демократизації енергетичного сектору, і вони нададуть споживачам енергії величезні можливості для розуміння, виробництва, моніторингу та контролю своїх потреб в енергії. Енергетичні компанії в усьому світі вже почали досліджувати використання технології блокчейн у великомасштабних системах торгівлі енергією, фінансуванні проєктів, відстеженні ланцюга постачання та управлінні активами серед інших програм. Ідея цієї статті полягає в тому, щоб детальніше вивчити використання технології блокчейн для її можливого застосування в індустрії енергетики та визначити, як це може зробити ринки відновлюваної енергетики більш безпечними та прозорими.

Енергетичний сектор перебуває в перехідному періоді та стикається з кількома проблемами, пов'язаними з інтеграцією розподілених відновлюваних джерел енергії в існуючу централізовану енергетичну систему. Цифрові можливості, такі як блокчейн, діють як засоби для створення децентралізованої та демократичної енергетичної системи[5]. Блокчейн тестується для різних додатків в енергетичному секторі як засіб вирішення проблем, пов'язаних з безпекою та прозорістю через надання концепції децентралізованих повноважень, створюючи безпрограшну ситуацію для всіх зацікавлених сторін.

Блокчейн виступатиме в якості засобу, який дозволить споживачам брати участь у місцевому енергетичному ринку, де вони зможуть покладатися на технологію, яка має потенціал зробити транзакції швидшими, простішими та дешевшими, ніж традиційна централізована енергетична система[6]. Деякі енергетичні компанії також вивчають застосування блокчейну в ланцюгах постачання енергії та визначення її вартості з метою забезпечення кращої прозорості та зменшення втрат активів у процесі виробництва до споживання енергії.

Смарт контракти – це комп'ютерні алгоритми, призначені для укладання та підтримки контрактів. Такий контракт пишеться у кодовій формі та виконуються на блокчейні.



Рис.1 – Переваги застосування смарт контрактів

Система розумних контрактів(смарт-контрактів) із підтримкою блокчейну допоможе користувачам мати доступ і контролювати дані щодо споживання відновлюваної енергії. Якщо хтось вирішить змінити зміст контракту, це побачать усі учасники мережі. Коли смарт-контракт виконує задовану в ньому операцію (наприклад, переказує платіж), ця інформація оновлюється для кожної сторони. В результаті кожна сторона може стежити за процесом виконання контракту. Адміністратори перевіряють такі контракти як блоки. Вироблена електроенергія, видана споживачеві, записується в блокчейн у вигляді спожитої потужності, міток часу та ідентифікатора постачальника електрики. За фактом встановленого тимчасового інтервалу смарт-контракт в автоматичному режимі здійснює розрахунок за спожиту електроенергію, нівелюючи участь посередників. Якщо смарт контракт викликає сумнів він може не потрапити до реєстру[7]. Смарт-контракти внесуть радикальні зміни шляхом прискорення транзакцій та скорочення бюрократії.

До учасників (суб'єктів) ринку слід віднести виробників, покупців та споживачів електричної енергії. Учасники ринку за своєю суттю – вузли децентралізованої бази даних, яка на мережевому рівні забезпечує їх інформацією без центральної авторизації та практично миттєво[8]. Кожен вузол має повну інформацію про всі контракти на ринку, що дозволяє здійснювати свою діяльність прозоро та ефективніше і в тому числі виключити проблему подвійного витрачання коштів.

Прикладний рівень блокчейн-технології передбачає однорангові, децентралізовані з'єднання у вигляді транзакцій, які не вимагають участі посередників. Подібні економічні відносини, як і миттєві грошові платежі між учасниками ринку, послужили основним мотивом, що спонукає застосування блокчейна в енергетиці[9,10]. Завдяки впровадженню технології розумних контрактів такі транзакції вдалося автоматизувати, дозволивши самим учасникам ринку підвищити економічну ефективність угод, пов'язаних із купівлею чи продажем електроенергії.

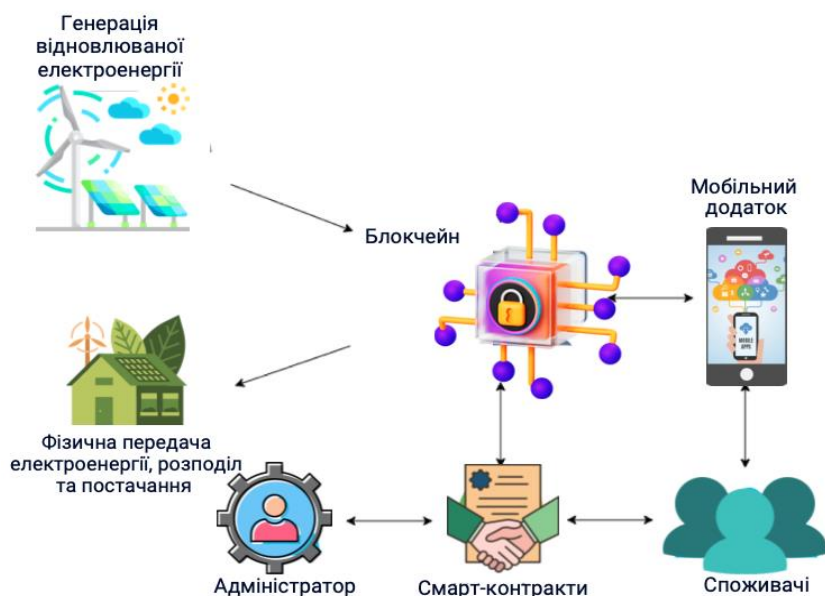


Рис. 2 – Схема взаємовідносин учасників ринку із залученням блокчейн технологій

У рамках запрограмованих правил учасники роздрібного ринку отримують доступ до ринку оптового, оскільки ці правила дозволяють вирішити питання щодо їхньої взаємодії[11]. З'являється можливість більш ефективного управління попитом на ринку електроенергії. Інформація про споживання або розвантаження записується до блокчейну. Доступні дані лежать в основі прогнозування, причому більш точного, що, у свою чергу, є зворотним зв'язком механізму коригування ціни на ринку електроенергії при піковому завантаженні та балансує не лише економіку, а й технологію. Виходить, що цевигідно і генерації, і споживачеві, але не посереднику, якого тепер замінює низка технологій.

У контексті схем сертифікації, пов'язаних з енергетикою, нещодавнє дослідження вивчало потенціал використання блокчейну для торгівлі сертифікатами гарантії походження[12], також відомими як зелені сертифікати. Зелений сертифікат видається регулятором виробника відновлюваної енергії за кожен мегават-годину (МВт-год) виробленої сертифікованої відновлюваної енергії. Ці зелені сертифікати містять відомості про те, коли, де, як і ким вони були створені. Цей сертифікат також фіксує, хто володіє зеленими активами, пов'язаними з цією чистою енергією. Сертифікати можна передати, купити, продати або вилучити, але процес транзакції цих сертифікатів є громіздким. Блокчейн можна використовувати для забезпечення автентичності зелених сертифікатів, підвищення прозорості системи та зменшення транзакційних витрат, усуваючи потребу в сторонньому регуляторі для адміністрування схеми.

Шифрування заощадженої енергії та передача її через блокчейн потенційно може зробити ринок відновлюваної енергетики безпечним. Базові дані про енергетичні показники та дані про заощадження є одним із найважливіших активів для ринку енергоефективності, і на них покладаються кілька транзакцій, від банківських платежів до комісій, сплачених енергосервісним компаніям і постачальникам технологій[13]. Захист даних став критичною проблемою в цьому цифровому світі, і блокчейн може надати можливість захистити дані клієнтів, так як він захищений завдяки процесам криптографії. Завдяки функціям смарт-контрактів блокчейн також може зробити процес автоматизованим, а не ручним, що може допомогти підвищити довіру клієнтів до системи.

Дані про використання відновлюваної енергії можуть бути зашифровані та збережені на платформі блокчейн для збалансування рахунків за електроенергію або придбання додаткових енергетичних послуг.

Висновки

У даній статті було наведено основні принципи технології блокчейн, розглянуто можливість її застосування в галузі відновлюваної енергетики та оцінено потенційні переваги та проблеми, пов'язані з її використанням. Для енергетичного сектору технологія блокчейн дасть змогу створити безпечну та надійну платформу цифрових транзакцій, де споживачі зможуть безпосередньо брати участь в роботі, зокрема, енергетичного ринку відновлюваної енергетики. На відміну від традиційної системи енергетичного ринку, ця система забезпечує розподілену, безпечну, автоматизовану, прозору систему торгівлі між різними користувачами за допомогою технології блокчейн. Навколо самої технології все ще існують проблеми, такі як відсутність нормативно-правової відповідності, проблеми глобальної стандартизації та проблеми з довірою та репутацією блокчейну. Тому існує гостра потреба в організації інформаційних та освітніх заходів сектору відновлюваної енергетики, включно з науковими колами, де стартові проекти могли б полегшити перехід від теорії до практики.

Список використаних джерел:

1. Перехід України на відновлювану енергетику до 2050 року. Звіт за результатами моделювання базового та альтернативних сценаріїв розвитку енергетичного сектору. [Електронний ресурс] URL:https://ua.boell.org/sites/default/files/perehid_ukraini_na_vidnovlyuvanu_energetiku_do_2050_roku.pdf(дата звернення 04.11.2022).
2. Burger, C.; Kuhlmann, A.; Richard, P.; Weinmann, J. Blockchain in the Energy Transition A Survey Among Decision Makers in the German Energy Industry; Deutsche Energie-Agentur GmbH German Energy Agency: Berlin, Germany, 2016
3. Міненерго зацікавлене у модернізації електроенергетики України на базі технологій / Міністерство енергетики України : офіц. сайт. 2021. http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245511023(дата звернення 05.11.2022).
4. IRENA. Blockchain Innovaton Landscape Brief; International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi, UAE, 2019.

5. Mohanty, S.P.; Choppali, U.; Kougianos, E. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consum. Electron. Mag.* **2016**, *5*, 60–70
6. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. Енергія Сонця [Електронний ресурс] URL: <http://saee.gov.ua/uk/ae/sunenergy> (дата звернення 04.11.2022).
7. Enerchain. First European Energy Trade Over The Blockchain. 4 November 2016. Available online: <https://enerchain.ponton.de/index.php/11-first-european-energy-trade-over-the-blockchain> (дата звернення 05.11.2022).
8. Andoni, M.; Robu, V.; Flynn, D.; Abram, S.; Geach, D.; Jenkins, D.; McCallum, P.; Peacock, A. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2019**, *100*, 143–174
9. Engerati Network. Scaling up Blockchain for Peer-to-Peer Energy Trading. 6 February 2019. Available online: <https://www.engerati.com/smart-infrastructure/scaling-up-blockchain-for-peer-to-peer-energy-trading/> (дата звернення 05.11.2022).
10. Штучний інтелект для ДТЕК Енерго / ДТЕК. URL: <https://dtek.com/media-center/news/iskusstvennyy-intellekt-dlya-dtek-energo/> (дата звернення 05.11.2022).
11. Відновлювані Джерела Енергії в Україні [Електронний ресурс]. https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2019/09/Renewables-%20Report_2019-ua.pdf (дата звернення 05.11.2022).
12. T'Serclaes, P. Blockchain Could Be the Missing Link in the Renewable Energy Revolution. World Economic Forum. 21 September 2017. Available online: <https://www.weforum.org/agenda/2017/09/blockchain-energy-efficiency-finance/> (дата звернення 05.10.2022).
13. Investing News. Блокчейн сприяє енергетичному переходу, Електронний доступ: <https://enkorr.ua/uk/publications/blokcheyn-sposobstvuet-energeticheskomu-perehodu/249459> (дата звернення 05.11.2022).

O. Kudinova¹, student

¹National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

APPLICATION OF BLOCKCHAIN SMART-CONTRACT TECHNOLOGY TO THE RENEWABLE ENERGY MARKET

Energy systems are moving to a decentralized and decarbonized paradigm with integrated distributed renewable energy sources. Blockchain smart contracts have a growing potential to facilitate the transition to energy systems due to the nature of automation, standardization, and self-sufficiency. The purpose of this paper is to application of the concept of smart contracts of the blockchain and their integration with renewable energy systems to eliminate the problem that is reflected in the process of managing the energy network and thus stimulate the development of renewable energy.

Keywords: renewable energy, smart contracts, blockchain, transparency, digital transition, consumers.

References

9. Transition of Ukraine to renewable energy by 2050. Report on the results of modeling of the basic and alternative scenarios of the development of the energy sector. [Electronic resource] URL: https://ua.boell.org/sites/default/files/perehid_ukraini_na_vidnovlyuvanu_energetiku_do_2050_roku.pdf (access date 04.11.2022).
10. Burger, C.; Kuhlmann, A.; Richard, P.; Weinmann, J. Blockchain in the Energy Transition A Survey Among Decision Makers in the German Energy Industry; Deutsche Energie-Agentur GmbH German Energy Agency: Berlin, Germany, 2016
11. The Ministry of Energy is interested in the modernization of the electric power industry of Ukraine on the basis of technologies / Ministry of Energy of Ukraine: officer. site 2021. http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245511023 (access date 11/05/2022).
12. IRENA. Blockchain Innovation Landscape Brief; International Renewable Energy Agency: Abu Dhabi, UAE, 2019.

13. Mohanty, S.P.; Choppali, U.; Kougianos, E. Everything you wanted to know about smart cities: The Internet of things is the backbone. *IEEE Consum. Electron. Mag.* 2016, 5, 60–70
14. Official website of the State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine. Energy of the Sun [Electronic resource] URL: <http://saee.gov.ua/uk/ae/sunenergy> (access date 04.11.2022).
15. Enerchain. First European Energy Trade Over The Blockchain. 4 November 2016. Available online: <https://enerchain.ponton.de/index.php/11-first-european-energy-trade-over-the-blockchain> (access date 05.11.2022).
16. Andoni, M.; Robu, V.; Flynn, D.; Abram, S.; Geach, D.; Jenkins, D.; McCallum, P.; Peacock, A. Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2019, 100, 143–174
17. Engerati Network. Scaling up Blockchain for Peer-to-Peer Energy Trading. 6 February 2019. Available online: <https://www.engerati.com/smart-infrastructure/scaling-up-blockchain-for-peer-to-peer-energy-trading/> (date of access 05.11.2022).
18. Artificial intelligence for DTEK Energo / DTEK. URL: <https://dtek.com/media-center/news/iskusstvennyy-intellekt-dlya-dtek-energo/> (access date 11/05/2022).
19. Renewable Energy Sources in Ukraine [Electronic resource]. https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/ua/pdf/2019/09/Renewables-%20Report_2019-ua.pdf (access date 11/05/2022).
20. T'Serclaes, P. Blockchain Could Be the Missing Link in the Renewable Energy Revolution. World Economic Forum. 21 September 2017. Available online: <https://www.weforum.org/agenda/2017/09/blockchain-energy-efficiency-finance/> (access date 05.10.2022).
21. Investing News. Blockchain promotes the energy transition, Electronic access: https://enkorr.ua/uk/publications/blokcheyn_sposobstvuet_energeticheskomu_perehodu/249459 (access date 05.11.2022).