

# ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙНУ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ ГАЛУЗІ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація:**

*У даній роботі розглянуто можливості використання технології блокчейну в енергетичній галузі. Досліджено та проаналізовано особливості та ефективність даної технології її переваги та недоліки, доцільність використання вплив на енергетичну галузь в цілому.*

**Ключові слова:** блокчейн, енергетична галузь, відновлювальна енергія

## **Abstract:**

*This paper the possibilities of using blockchain technology in the energy sector. The characteristics, effectiveness, advantages, and disadvantages of this technology are investigated and analyzed, as well as its relevance and impact on the energy industry as a whole..*

**Keywords:** blockchain, energy sector, renewable energy

## **Вступ**

Сучасна енергетична сфера стикається з рядом складних викликів, що потребують новаторських рішень. Перш за все, зростаючий попит на енергію по всьому світу вимагає збільшення виробництва електроенергії та забезпечення стабільності енергетичних мереж. Однак, традиційні системи енергопостачання не завжди можуть ефективно відповідати цим потребам.

Крім того, проблема залежності від імпорту енергоносіїв стає значним обмеженням для енергетичної безпеки країн. Тому необхідно шукати способи диверсифікації джерел енергії та стимулювати розвиток відновлювальних джерел, що дозволить зменшити залежність від імпорту та сприятиме сталому розвитку енергетичної системи.

Існує необхідність в покращенні ефективності енергетичної інфраструктури, управлінні мережевими активами та забезпеченні стійкості системи. Традиційні централізовані моделі виявляються недостатньо гнучкими та вразливими до збоїв, тому потрібні нові підходи для оптимізації та підвищення ефективності.

Завдяки розвитку технологій, пов'язаних з відновлювальною енергетикою, з'являються можливості для створення локальних електричних мереж і мікромереж. Ці мережі можуть бути підключеними або незалежними від головної електричної системи, працювати як додаток до основної енергосистеми або в автономному режимі. [1].

Мікромережі зазвичай включають в себе відновлювальні джерела енергії, такі як сонячні батареї, вітрогенератори та гідроенератори. Додатково, вони можуть мати в своїй системі генератори та батареї, що підвищують ефективність енергосистеми шляхом зменшення втрат передачі. Однак, найважливішою перевагою мікромереж є їх здатність працювати в автономному режимі під час надзвичайних ситуацій, коли потрібно відключити їх від централізованої електричної мережі. Мікромережа здатна повністю функціонувати автономно протягом декількох днів без підключення до головної мережі.

Енергетична галузь знаходиться на етапі переходу від централізованого ринку до децентралізованого цифрового сектору, де споживачі мають повну автономію шляхом виробництва та зберігання енергії. Один з ключових потенціалів для майбутнього полягає в застосуванні технології блокчейн. Завдяки швидкому розвитку мережі Інтернет та мобільного зв'язку, блокчейн може швидко знайти широке застосування в повсякденному житті. Ця революційна технологія може дозволити контролювати значну частину фінансових установ та галузей економіки завдяки своїй прозорості, а також зменшити витрати.

### Основна частина

Однією з ключових переваг використання блокчейну є можливість відстежувати низьковуглецеву енергію та надавати сертифікати про її походження на кожному етапі виробництва та постачання.

Оскільки технологія блокчейну дозволяє відстежувати походження відновлювальної енергії від джерела до споживача, це відкриває можливості для отримання іншої важливої інформації, такої як низьковуглецеві характеристики виробленої енергії. Це стає можливим завдяки наявності в блокчейні даних про час роботи, місце розташування та вуглецемісткість. Наприклад, високоінтелектуальні сонячні панелі можуть безпосередньо завантажувати дані в блокчейн.[2]

Ще однією перспективою розвитку технології блокчейн є "розумні контракти", які в майбутньому можуть замінити звичайні контракти. Розумні контракти - це договори, які зберігаються в блокчейні та укладаються між двома сторонами. Вони дозволяють автоматичні виплати та перекази активів відповідно до умов договору. Коли умова виконується, контракт укладається автоматично, що забезпечує обмін активами, такими як готівка, цифрова валюта або право власності. Кожна транзакція потім повторно перевіряється та фіксується в ланцюжку блоків.

Міжнародні енергетичні компанії знаходяться на стадії розробки проектів, які мають з'єднати всіх споживачів в одну мережу. Завдяки розумним контрактам буде спрощена багаторівнева система, що включає виробників електроенергії, операторів розподільної мережі, операторів-постачальників, постачальників платіжних послуг, споживачів і трейдерів. Усі ці транзакції будуть здійснюватись безпосередньо в мережі, що дозволить об'єднати усіх учасників, включаючи споживачів та виробників, і зробить електроенергію значно дешевшою.

Завдяки використанню технології блокчейн, всі потоки електроенергії захищені від будь-яких зовнішніх втручань, що дозволяє сертифікувати електроенергію та перевіряти дотримання квот на допустимі викиди. Децентралізована структура блокчейну, яка базується на розподіленому реєстрі, може функціонувати як база даних транзакцій, що дозволяє створити універсальний архів для зберігання даних про встановлені рахунки за електроенергію. Усі записи зберігаються у відкритому доступі[3]. Крім того, технологія блокчейн може бути застосована в різних сферах енергетики, як показано на рис. 1

| <b>Транзакції і «розумні контракти»</b>           | <b>Права власності на активи і управління ними</b>   | <b>Децентралізовані інформаційні системи</b>                      |
|---|--|---|
| Децентралізована торгівля електроенергією         | Реєстрація власності та ведення реєстру активів  | Облік електроспоживання та виставлення рахунків за електроенергію |
| Особливі можливості для просьюмерів               | «Зелені» сертифікати   | Облік споживання тепла і виставлення рахунків за нього            |
| Впровадження криптовалют                          | Квоти на викиди вуглекислого газу і сертифікація виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії | Оплата зарядки електромобілів                                     |
| Зарядка електромобілів                            |  |   |
| Управління розумними пристроями в інтернеті речей |  |   |

Рисунок 1 – Варіанти використання блокчейну в енергетиці[4]

Для досягнення децентралізованої системи електропостачання важливим кроком є розробка блокчейн-додатків, що використовують концепцію "розумних контрактів" для створення децентралізованих, автономних організаційних підрозділів, які майже повністю незалежні. На рис.2 показана децентралізована система енергетичних транзакцій та постачання енергії.



Рисунок 2- Децентралізована система енергетичних транзакцій та постачання енергії

Застосування децентралізованого механізму укладення угод на вітчизняному енергетичному ринку може сприяти збільшенню частки електроенергії, отриманої від відновлювальних джерел. Завдяки технології блокчейн можна чітко відстежувати походження енергії в загальній мережі з кожного джерела і забезпечити покупця гарантією того, що він отримує енергію, вироблену з використанням відновлювальних джерел.

Використання блокчейну в енергетичній галузі поставляє перед нами значні виклики, пов'язані з регуляторними аспектами та відповідністю законодавству. Технологія блокчейн може змінити спосіб функціонування енергетичних систем, проте в даний час відсутні чіткі правові норми та нормативи, які регулюють використання цієї технології.

Для успішного впровадження блокчейну в енергетичну галузь необхідно створити спеціальні правові рамки та нормативні акти, які враховуватимуть унікальні аспекти цієї технології та гарантуватимуть її законність. Такі рамки повинні враховувати питання щодо захисту даних, конфіденційності, смарт-контрактів та інших ключових аспектів блокчейн-систем.[5]

Необхідна активна співпраця між урядовими органами, регуляторами та енергетичними компаніями для створення сприятливого середовища для використання блокчейну в енергетичній галузі. Це включає розробку стандартів безпеки, захисту конфіденційності та особистих даних, а також встановлення механізмів перевірки та реєстрації блокчейн-платформ.

Регуляторна відповідність є ключовим фактором для привертання інвестицій та створення сприятливого середовища для інновацій в енергетичній галузі. Діалог між учасниками енергетичного сектору, урядом та законодавчими органами є надзвичайно важливим для розробки відповідних політичних стратегій та правил, які враховуватимуть переваги та виклики, пов'язані з використанням блокчейну в енергетиці. Тільки розробка відповідного регуляторного підходу може

сприяти широкому впровадженню блокчейну та досягненню його повного потенціалу в енергетичній галузі.

### **Висновок**

Використання технології блокчейн в енергетичній галузі може внести значні покращення в функціонування енергетичних систем, забезпечуючи ефективне управління, підвищену безпеку, прозорість та надійність процесів. Проте, впровадження блокчейну в енергетику стикається з рядом викликів та обмежень.

Регуляторні питання та відповідність законодавству, масштабованість та швидкість операцій, енергетичні витрати та екологічний вплив, конфіденційність та безпека даних, а також вартість впровадження та перехід від існуючих систем - всі ці фактори потребують уважного вирішення.

Для успішного впровадження блокчейну в енергетику важлива співпраця з урядовими органами, регуляторами та енергетичними компаніями з метою створення відповідних правових рамок та нормативних актів. Розвиток швидших блокчейн-протоколів, використання енергоефективних рішень та забезпечення конфіденційності даних - це також важливі аспекти, які допоможуть подолати виклики, пов'язані з впровадженням блокчейну в енергетичну галузь.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. ЗАДАЧІ ТЕХНОЛОГІЇ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МІКРОМЕРЕЖ / Чемерис О.А. - Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України
2. Tschorsch, F., & Scheuermann, B. (2016). Bitcoin and Beyond: Cryptocurrencies, Blockchains, and Global Governance. CRC Press.
3. Lestari, R., Moorsel, A., & Radanliev, P. (2020). Blockchain for energy: A systematic literature review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 133, 110315.
4. Реалізація використання блокчейн-технологій у енергетичному секторі . [Електроннийресурс].URL: [https://www.econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/30\\_69\\_4/30\\_69\\_4\\_2/28.pdf](https://www.econ.vernadskyjournals.in.ua/journals/2019/30_69_4/30_69_4_2/28.pdf)
5. Narayanan, A., Bonneau, J., Felten, E., Miller, A., & Goldfeder, S. (2016). Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction. Princeton University Press.

*Хитрук Павло Вікторович - студент, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [pashakhitruk88@gmail.com](mailto:pashakhitruk88@gmail.com)*

*Khytuk Pavlo V. - student, Department of Electricity, Electromechanics and Electrical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [pashakhitruk88@gmail.com](mailto:pashakhitruk88@gmail.com)*