

8. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

DOI: <https://doi.org/10.32838/2523-4803/69-4-51>

УДК 336. 621

Сегеда І.В.

кандидат економічних наук, доцент,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Локотарев Є.О.

бакалавр,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Шановал В.О.

бакалавр,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Segeda Irina, Lokotariiev Eugene, Shapoval Vitaliy

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

РЕАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГІЙ У ЕНЕРГЕТИЧНОМУ СЕКТОРІ

У статті проаналізовано процеси входження криптовалют в енергетичний сектор, питання подолання певної багатозначності їх віртуального та практичного використання. Автори концептуалізують цей процес як цифрову блокчейн-революцію. Зазначено, що блокчейн є механізмом верифікації транзакцій у мережі, підвищує довіру клієнтів і дає змогу позбутися посередників у фінансових операціях. Показано потенційні переваги «розумних контрактів», які здатні не тільки змінити технологічний уклад, але й повністю змінити взаємини суб'єктів суспільства, а також взаємини між суспільством і державою. Розглянуто децентралізовану модель енергетичних транзакцій та енергопостачання. Представлено головні тренди блокчейну в енергетиці. Запропоновано алгоритм системи обліку споживання та оплати платежів за енергоресурси як блокчейн-додаток, який буде реалізовувати однорангову взаємодію між користувачами.

Ключові слова: криптовалюта, блокчейн, блокчейн-технології, смарт-контракт, децентралізована модель, енергетичні транзакції.

Постановка проблеми. Розвиток ІТ-технологій щодня пропонує світу нові інструменти для оптимізації бізнес-процесів. Одним з останніх таких інструментів є технологія блокчейну (blockchain technology).

Думки експертів про ідею впровадження криптовалют розділилися: одні вважають це справді революційним, але не зовсім розуміють, чи вдасться здійснити цю революцію, а інші називають це інноваціями, які потребують значної адаптації та не є революційними. Отже, питання подолання певної багатозначності їх віртуального й практичного використання є актуальними та потребують подальшого дослідження.

В сучасних умовах прийнята технологія обліку й контролю енергоресурсів застаріла через організаційну та технічну недосконалість структур, що здійснюють облік. Ці проблеми стають причиною постійних збитків, що явно свідчить про необхідність створення сучасної автоматизованої системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Найвідоміша робота з технології блокчейну датується 2008 роком. Її автором є Сатоші Накамото [1], що описує технічні рішення, які використовуються в проєктах Bitcoin і Blockchain. Одночасно в документі з'явилися терміни “bitcoin” та “blockchain”, які досі часто плута-

ють. Вперше технологія блокчейну була впроваджена у 2009 році як інструмент проведення операцій з біткоїнами в електронній валюті, тобто вона була спільним реєстром транзакцій. Нині блокчейн-технологія розвивається як автономна технологія, яку можна використовувати поза системами криптовалют. Ден Тапскотт і Алекс Тапскотт, що є авторами публікацій з блокчейну, проаналізували програми, послуги, бізнес-моделі, ринки, організації та навіть уряди, які керують блокчейном. Визначено закономірності, сформульовано сім принципів, на які покладаються послідовники технологій [2].

Формулювання цілей статті. Метою статті є систематизація інформації про технологію блокчейну, аналіз її перспектив та варіантів використання в енергетиці, вивчення основних блокчейн-тенденцій в енергетиці, розгляд алгоритму системи обліку споживання та платежів за енергоресурси.

Виклад основного матеріалу. Енергетичний сектор перебуває на стадії переходу від централізованого ринку до децентралізованого, оцифрованого сектору, в якому люди та компанії можуть досягти повної автономії шляхом виробництва та зберігання енергії.

Парадигма на поточне десятиліття, яка спирається на розрахунки, засновується на криптографії блокчейну. На наш погляд, це є процесом цифрової блокчейн-революції. Революційний потенціал блокчейн-технологій буде розвиватись та впроваджуватись досить швидко завдяки наявності Інтернету та мобільного зв'язку. Блокчейн стає невіддільним економічним шаром Інтернету. Реалізований функціонал в процесі цифрової блокчейн-революції – це повноцінний економічний шар, якого в Інтернеті ще не було. На інтегрованому фізичному рівні перебувають розрахунки з багатьма пристроями, на вершині яких є шар для оброблення таких платежів, як мікроплатежі, децентралізована біржа, заробіток та витрати токенів, отримання та передача цифрових активів, створення та виконання смарт-контрактів. Простіше кажучи, якщо ця революційна технологія буде впроваджена у повсякденне життя, тоді контроль над банками, державними установами, аудиторами, регуляторами, страховими компаніями чи реєстраторами просто не знадобиться. Сьогодні блокчейн дає змогу трансформувати цілі галузі економіки й економити великі кошти.

Нині існують три концепції, цілі та перспективи є різними, але вони мають одну технологічну базу та учасників [3].

Криптовалюта передбачає мінімізацію потреби в довірі, адже її концепція полягає у здійсненні безпечних операцій без централізованого контролю. Блокчейн-трекінг передбачає, що учасники мережі можуть приймати спільне рішення щодо інформації, яка перебуває в межах довіри. Криптоактиви відповідають за торгівлю, адже ця концепція передбачає, що віртуальні валюти можуть бути фінансовими інструментами та використовуватися як продані активи.

Слід зазначити, що вони не є взаємовиключними.

Автори зосереджуються на використанні технології блокчейну. У звіті Всесвітнього економічного

форуму (ВЕФ) наведено таке визначення технології “blockchain”, або технології розподіленого реєстру (distributed ledger technology, DLT): технологічний протокол, що дає змогу обмінюватися даними безпосередньо між різними сторонами в мережі, не потребуючи посередників [4]. Учасники мережі зв'язуються із зашифрованими ідентифікаторами (анонімно), а потім кожна транзакція додається до незмінного ланцюга транзакцій і розподіляється по всіх мережевих вузлах.

Через активний розвиток технології “blockchain” «розумні контракти» замінили звичайні контракти. «Розумні контракти» (смарт-контракти) – це одне із застосувань блокчейну, яке викликає найбільший інтерес. «Розумний контракт» – це договір між двома сторонами, що зберігається в блокчейні. Такі договори можуть укладатися між двома людьми, (P2P), людиною та організацією (P2O), людиною та машиною (P2M). «Розумні контракти» дають змогу автоматизувати виплати та перекази валют чи інших активів відповідно до встановлених умов. Як тільки умова, зазначена у смарт-договорі, виконується, договір укладається автоматично, відбувається обмін активами (готівкою, цифровою валютою, правом власності) між сторонами, які домовляються. Потім транзакція реплікується та перевіряється у ланцюзі блоків. «Розумні контракти» дають змогу обмінятися активами, якщо треті сторони не знають про передачу. Це відкриває можливість створення нової форми віртуального контракту. Однак через фрагменти коду, які автоматично виконують дії за певних умов, «розумні договори» ще не можуть конкурувати зі звичайними контрактами. Проте вони можуть бути використані як доказ розв'язання конкретної задачі [5].

Назвемо можливості використання блокчейну в енергетичній галузі. Блокчейн-технологія здатна докорінно змінити енергетичну систему спочатку шляхом трансформації окремих секторів, а потім шляхом трансформації всього ринку електроенергії.

Міжнародні енергетичні компанії розробляють проекти, які надалі з'єднають усіх споживачів в одну мережу, тобто децентралізовану систему. За допомогою «розумних контрактів» буде спрощена наявна багаторівнева система, що складається з виробників електроенергії, операторів розподільної мережі, операторів-постачальників, постачальників платіжних послуг банківських послуг, споживачів та трейдерів. Усі транзакції щодо отримання енергії та оплати за неї здійснюватимуться безпосередньо в мережі, об'єднуючи рівних учасників, тобто споживачів та виробників енергії. Завдяки цьому електроенергія буде дешевою.

Крім того, всі транзакції будуть відкритими. Люди не зможуть прострочити платіж за споживання енергії, адже «розумний контракт» контролюватиме виконання всіх операцій. Система сама заплатить за себе, тобто спише стільки криптовалют, скільки вам знадобиться для транзакції з передачі енергії.

Моделі транзакцій на блокчейні базуються на тому, що вся електроенергія, що подається в електромережу, може бути чітко віднесена до обліку конкретних спо-

живачів за короткий проміжок часу. Це означає, що розрахунок за всю вироблену та спожиту електроенергію може бути дуже точно проведений за змінними цінами. Електрика буде продовжувати надходити до кінцевого споживача безпосередньо від найближчого виробника електроенергії. База даних, що зазнала значного поліпшення, дасть змогу точно «налаштувати» операції в мережі як на рівні передачі електроенергії, так і на рівні розподілу. Спрощений процес взаєморозрахунків приведе до зниження обсягу балансу енергії, рахунки на яку виставляються учасникам ринку.

Завдяки блокчейну всі потоки електроенергії захищені від сторонніх маніпуляцій. Це дасть змогу сертифікувати електроенергію, перевірити квоти на допустимі викиди, кількість яких регулюється законодавством. Децентралізована технологія функціонує як база даних транзакцій, побудована за принципом розподіленого реєстру, тому за допомогою блокчейну можна створити універсальний архів для зберігання всіх даних за виставленими рахунками за електроенергію. Споживачі отримують можливість розширеного контролю за своїми договорами на постачання електроенергії, а також дані про споживання електроенергії. Всі записи зберігатимуться у відкритому доступі в блокчейн-реєстрі, який буде коригувати всі питання права власності та поточний стан активів, тобто розумних інтернет-речей (Інтернет речей, IoT).

Технологія блокування не тільки використовується для проведення операцій з постачання енергії, але й може слугувати основою для процесів вимірювання кількості споживаної електроенергії, виставлення рахунків за споживання кількості та проведення розрахунків. Інші можливі додатки включають право власності на активи, управління активами, систему сертифікатів гарантованого походження, квоти на викиди вуглекислого газу та сертифікати, що підтверджують виробництво електроенергії на основі використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Можливості використання технологій в енергетиці представлені в табл. 1.

Під час об'єднання окремих блокчейн-додатків у майбутньому може з'явитися децентралізована система енергетичних транзакцій та постачання енергії. Постачання електроенергії, виробленої на об'єктах малої енергетики, кінцевим споживачам здійснюватиметься через мікромережі. Кількість виробленої та

спожитої електроенергії вимірюватиметься за допомогою розумних лічильників, а операції з торгівлі енергією та сплата криптовалютою контролюватимуться за допомогою смарт-контрактів та здійснюватимуться з використанням блокчейну.

Слід зазначити, що наявні блокчейн-додатки можна розділити на такі три великих категорії залежно від рівня розроблення, як блокчейн-додатки версій 1.0, 2.0 та 3.0. Технологія блокчейну нового покоління, тобто блокчейн 3.0, ще розробляється. Blockchain 3.0 – це етап розвитку технологій, на якому здійснюється подальший розвиток концепції «розумного контракту» задля створення децентралізованих, автономних організаційних підрозділів, які керуються власними законами та працюють майже незалежно. Децентралізована система енергетичних транзакцій та постачання енергії представлена на рис. 1.

Прозоре та децентралізоване врегулювання угод на вітчизняному енергетичному ринку збільшить частку електроенергії, отриманої від відновлюваних джерел енергії.

Блокчейн чітко фіксує джерело походження кожної кіловат-години в загальній мережі й дає покупцю гарантію, що він отримає енергію вітру, а не енергію, згенеровану газовою станцією.

Отже, доцільно поєднувати нову технологічну систему з інноваційною ідеєю та блокчейн-технологією в тих установках, які генерують «зелену» енергію, тобто екологічно чисту й невичерпну за людськими мірками енергію сонця, вітру, місяця, води, гейзерів тощо. Для адаптації відновлюваних джерел енергії до повсякденного життя необхідно автоматизувати систему за допомогою спеціального обладнання нового типу [6].

Назвемо основні тренди технологій блокчейну в енергетиці.

1) Вихід на ринок блокчейн-технологій компанії гігантів. Партнери-засновники “Rocky Mountain Institute” та “Grid Singularity” мають намір створити нову платформу для торгівлі енергоресурсами на основі блокчейну (Енергетична веб-платформа), яка забезпечує функціонал, необхідний для реалізації різних варіантів використання в енергетичному секторі.

2) Знищення оптового ринку електроенергії. Компанія “Ponton” має на меті створення першого розподіленого оптового ринку для позабіржової торгівлі

Таблиця 1

Різні варіанти використання блокчейну в енергетиці

Транзакції та «розумні контракти»	Права власності на активи та управління ними	Децентралізовані інформаційні системи
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 та виставлення рахунків за нього
Впровадження криптовалюти	Квоти на викиди вуглекислого газу, сертифікація виробництва електроенергії на основі відновлюваних джерел енергії	Оплата зарядки електромобілів
Зарядка електромобілів		
Управління розумними пристроями в Інтернеті речей		



Рис. 1. Децентралізована система енергетичних транзакцій та енергопостачання

оптовою енергетичною продукцією за допомогою свого проекту "Enerchain".

3) Підвищення енергоефективності. У Німеччині проект працює з компанією "Sonnen", щоби використувати склад як буфер для поглинання перевантажень електроенергії від вітроелектростанцій. Ця система виявилась корисною для зменшення витрат на скорочення вітрогенераторів.

4) Торгівля енергією за допомогою токенів. Проекти спрямовані на використання блокчейну для забезпечення торгівлі електроенергією. Проекти створюють ринок локально генерованої електроенергії, "Grid+" зосереджується більше на зниженні роздрібних цін на енергоносії, тоді як "Power Ledger" зосереджується на створенні ринку надлишкової енергії [7].

5) Розвиваючі стартапи. Згідно з даними "Reuters" енергетичні блокчейн-стартапи зібрали близько 200 мільйонів доларів завдяки "Initial coin offering" у 2018 році. Згідно з даними провайдера даних ринку "PitchBook" венчурні інвестиції капіталу в криптовалюту та блокчейн-стартапи встановлять новий рекорд у 2019 році.

Необхідно звернути увагу на проблему обліку споживання та збирання платежів за енергоресурси. Технологія обліку й контролю енергоресурсів, яка сьогодні застосовується, завдає шкоди суб'єктам господарювання, які її використовують. Головною причиною є організаційна й технічна недосконалість структур, які здійснюють облік. Ці проблеми стають причиною постійних збитків, що свідчить про необхідність створення сучасної автоматизованої системи.

Авторами розроблено алгоритм системи обліку споживання та платежів за енергоресурси, на основі якого буде розроблена автоматизована система.

Планується створити додаток, який буде реалізовувати однорангову взаємодію між користувачами (один з них буде оплачувати рахунки за енергоресурси, другий буде, власне, надавати ці енергоресурси). Той, хто оплачує використання енергоресурсів, водночас зможе надавати їх (наприклад, людина платить за газ, але у неї стоїть вітряна електростанція, тому надлишок виробленої електроенергії вона продає в мережу).

Додаток буде мати два типи серверів.

1) Сервер, який буде працювати тільки з блокчейном. Блокчейн з усіма транзакціями буде зберігатись в нереляційній базі даних (БД). Сервер буде проводити валідацію транзакцій і всього ланцюжка, здійснювати переказ криптовалюти (планується вводити свою криптовалюту, якою сплачуватимуться рахунки). Якщо брати як приклад систему «Біткоїн», то кожному користувачу встановлюється на ПК програма, яка зберігає ланцюжок і надає функціонал для роботи з нею. В нашому випадку кожному користувачу планується розгортати вузол (екземпляр сервера) в кластері з окремою БД. Іншими словами, інфраструктура буде представлена децентралізованою системою серверів.

2) Сервер, який буде надавати функціонал користувача. Всі дані будуть зберігатись в реляційній БД. Планується розгорнути один сервер, який буде давати можливість працювати зі своїми рахунками й контрактами. З іншого боку, можна сказати, що цей сервер буде проміжною ланкою між користувачами, а його основним завданням буде комунікація між користувачами.

– Користувачі зможуть вручну вносити показання лічильників (можна ще зробити заглушку, яка буде імітувати роботу лічильника, який автоматично вносить на рахунок показники за використані енергоресурси).

– Користувачі зможуть здійснювати оплату рахунків за енергоресурси.

– Користувачі зможуть бачити різноманітну статистику за надані (якщо користувач надає енергоресурси) і, відповідно, спожиті енергоресурси (якщо він їх споживає).

– Можна імітувати інтеграцію з банківськими сервісами (перетворення паперових грошей на криптовалюту, яка буде використовуватися в додатку). В реальних умовах лічильники мають можливість спілкуватись із сервером і передавати йому свідчення за використані енергоресурси.

Наведемо алгоритм роботи блокчейну.

Ланцюжок складається з набору блоків. Кожен блок зберігає в собі транзакції. Транзакція містить публічний ключ (адресу гаманця) відправника й одержувача. Також у транзакції зберігаються грошова сума, яку відправник передає одержувачу, та інформація про транзакції, яку заповнює користувач або сама система.

Користувач має також приватний ключ, яким підписує транзакції, говорячи «Це мій переказ грошей». Приватний ключ доступний тільки користувачу, тому ніхто, крім нього, не має до нього доступу. За допомогою асиметричного алгоритму шифрування є можливість перевірити, що користувач із приватним ключем – це користувач із публічним ключем. Це й буде гарантією того, що дані не були підроблені.

Користувач підписує транзакції за допомогою свого приватного ключа. Отже, є можливість перевірки «публічний ключ = підпис».

У разі невалідності транзакції (коли підпис і публічний ключ відправника не будуть збігатися) вона не буде розглядатися як об'єкт подальшого майнінгу.

Наприклад, у системі «Біткоїн» накопичуються транзакції. Далі ці транзакції валідуються майнерами. За успішної валідації всіх транзакцій формується новий блок, у якому зберігаються всі валідні транзакції,

переводяться гроші з рахунку на рахунок, а майнер отримує нагороду.

Кожен блок у ланцюжку має обчислений хеш, а також хеш попереднього блоку (виняток стосується тільки першого блоку, в якому немає хешу попереднього блоку). За зміни будь-якого хешу відбудеться перерахунок хешу всіх наступних блоків, що буде говорити про те, що ланцюжок став не валідним. Саме ця особливість дає змогу будувати однорангові з'єднання між користувачами, які не можуть підробити інформацію про транзакції.

Висновки. Проведені дослідження показали, що технологія блокчейну активно розвивається й буде отримувати суттєві інвестиції. Частина галузей будуть революційним чином перебудовані; децентралізація змінить бізнес-логіку багатьох компаній та сервісів. За ступенем того, як ринок лібералізується, а ВДЕ зростає, технологія блокчейну пропонує спосіб, що дає змогу краще справлятися з усе більш складними та децентралізованими транзакціями між користувачами, великими й дрібними виробниками, промисловими підприємствами та навіть роздрібними торговцями й комунальними компаніями.

Фінансові додатки на основі технології блокчейну вже досягли високого рівня. Однак тільки час покаже, чи зможе ця технологія зробити революцію в енергетичному секторі. Перші пілотні проекти дають загальне уявлення про колосальні вигоди, які можуть забезпечити блокчейн-додатки щодо економії на витратах, а також швидкості та гнучкості. Україні необхідно активно включатися в цю сферу. Використання всіх видів технологій блокчейну, включаючи криптовалюту, має стати основою державної стратегії.

У сучасних умовах прийнята технологія обліку й контролю енергоресурсів не виправдовує себе. Причиною є організаційна й технічна недосконалість структур, що здійснюють облік. Це стає причиною постійних збитків, тому автори статті розробили алгоритм системи обліку споживання та оплати платежів за енергоресурси. Надалі на підставі цього алгоритму буде створена сучасна автоматизована система.

Список літератури:

1. Nakamoto S. A Peer-to-Peer Electronic Cash System Bitcoin, 1–8. URL: <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf> (дата звернення: 04.05.2019).
2. Tapscott D., Tapscott A. Blockchain Revolution: How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World. New York : Penguin Random House, 2016. 432 p.
3. Скворцов В. Блокчейн – не революция, это две инновации и одна потенциально успешная идея. URL: <https://vc.ru/crypto/41715-blokcheyn-ne-revoluciya-eto-dve-innovacii-i-odna-potencialno-uspeshnaya-ideya> (дата звернення: 12.06.2019).
4. Deep Shift – Technology Tipping Points and Societal Impact (2015) / World Economic Forum Survey Report. URL: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_re-port_2015.pdf#page=24 (дата звернення: 10.05.2019).
5. Tar A. Smart Contracts, Explained. Cointelegraph. 2017. URL: <https://cointelegraph.com/explained/smart-contracts-explained> (дата звернення: 10.05.2019).
6. Segeda I. Blockchain as a digital economy promotion tool in energy Industry. *Modern Aspects of Software Development* : Proceedings of VI International Scientific and Practical Virtual Conference of Software Development Specialists, June, 24 2019. Kyiv : Igor Sikorsky KPI, 2019. P. 139–146.
7. Халезов А. Блокчейн и энергетика: 4 главных тренда. URL: <https://medium.com/@khalezov/%D0%B1%D0%B%D0%BE%D0%BA%D1%8> (дата звернення: 12.06.2019).

References:

1. Nakamoto S. (2009). Peer-to-Peer Electronic Cash System. *Bitcoin*, 1–8. Available at: <https://bitcoin.org/en/bitcoin-paper> (accessed: 04.05.2019).
2. Dan Tapscott & Alex Tapscott (2016). *Blockchain Revolution How the Technology Behind Bitcoin is Changing Money, Business, and the World*. New York : Penguin Random House. (in English)
3. Vadim Skvortsov (2018). Blokcheyn – ne revolyutsiya, eto dve innovatsii i odna potentsial'no uspeshnaya ideya [Blockchain is not a revolution, it is two innovations and one potentially successful idea]. Available at: <https://vc.ru/crypto/41715-blokcheyn-ne-revolyciya-eto-dve-innovacii-i-odna-potencialno-uspeshnaya-ideya> (accessed: 12.06.2019).
4. Deep Shift-Technology Tipping Points and Societal Impact (2015). *World Economic Forum Survey Report*. Available at: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_re-port_2015.pdf#page=24 (accessed: 10.05.2019).
5. Tar A. (2017). Smart Contracts, Explained. Cointelegraph. Available at: <https://cointelegraph.com/explained/smart-contracts-explained> (accessed: 10.05.2019).
6. Segeda I. (2019). Blockchain as a digital economy promotion tool in energy Industry. *Modern Aspects of Software Development: Proceedings of VI International Scientific and Practical Virtual Conference of Software Development Specialists (Ukrainian, Kyiv, June, 24, 2019 r.)*. Kyiv : Igor Sikorsky KPI, pp. 139–146.
7. Aleksey Khalezov (2018). Blokcheyn i energetika: 4 glavnykh trenda [Blockchain and energy: 4 main trends]. Available at: <https://medium.com/@khalezov/%D0%B1%D0%BB%D0%BE%D0%BA%D1%8> (accessed: 04.08.2019).

РЕАЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

В статье проанализированы процессы вхождения криптовалют в энергетический сектор, вопросы преодоления определенной многозначности их виртуального и практического использования. Авторы концептуализируют этот процесс как цифровую блокчейн-революцию. Указано, что блокчейн является механизмом верификации транзакций в сети, повышает доверие клиентов и позволяет избавиться от посредников в финансовых операциях. Показаны потенциальные преимущества «умных контрактов», которые способны не только изменить технологический уклад, но и полностью поменять взаимоотношения субъектов общества, а также взаимоотношения между обществом и государством. Рассмотрена децентрализованная модель энергетических транзакций и энергоснабжения. Представлены главные тренды блокчейна в энергетике. Предложен алгоритм системы учета потребления и оплаты платежей за энергоресурсы как блокчейн-приложение, которое будет реализовывать одноранговое взаимодействие между пользователями.

Ключевые слова: криптовалюта, блокчейн, блокчейн-технологии, смарт-контракт, децентрализованная модель, энергетические транзакции.

ACTUALIZATION OF BLOCKCHAIN-TECHNOLOGIES USE IN THE ENERGY SECTOR

Currently, blockchain technology is being developed as a stand-alone technology that can be applied outside of cryptocurrency systems. Blockchain and cryptocurrencies cannot be equated, to understand the essence of the matter, the authors consider features that are most clearly manifested when using blockchain technologies. The purpose of this study is to analyze the potential impact of blockchain technologies on the energy sector and explore the opportunities it may open to buyers and consumers of electricity. The paper analyzes the process of digital blockchain revolution and the impact of blockchain on the development of the economy's infrastructure. The functionality implemented in the process of the digital blockchain revolution may be a fully-fledged economic sphere that has not existed prior to the revolution. The modern concepts for the notions of cryptocurrency; blockchain; crypto assets given. In this paper options for using blockchain in the energy sector are presented. In particular, smart contracts allow you to interact with both: well-known and little-known partners, that is, they ensure trustful interaction between the parties automatically. The issue of assessing the complexity of transactions, a decentralized system of energy transactions and energy supply were examined in detail. Blockchain technology can provide the basis for creating a decentralized energy supply system. If conditions are created under which producers and consumers can interact directly, carrying out transactions directly in the network, electricity will become cheap. In this paper the main modern trends in the development of blockchain in the energy sector are considered. In today's world, the adopted technology of accounting and control of energy resources does not justify itself, and sometimes can be detrimental to the business entities using it. The paper presents an algorithm for a system of accounting for consumption and carrying out payments for energy resources on the basis of which an automated system will be developed. Blockchain technology is capable of fundamentally changing the energy system we are used to, first by transforming individual sectors, and ultimately by transforming the entire electricity market.

Key words: cryptocurrency, blockchain, blockchain technology, smart contract, decentralized model, energy transactions.