

Научная статья
УДК 621.31:004.9
EDN RFBXWA

Применение блокчейн-технологий в энергетике

Елена Сергеевна Дубкова¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Максим Витальевич Аликин², студент

Егор Витальевич Синельник³, студент

^{1, 2, 3} Дальневосточный государственный аграрный университет

Амурская область, Благовещенск, Россия

¹ dubkova75@mail.ru, ² young.sineg@gmail.com, ³ mak22822@gmail.com

Аннотация. Раскрыты сущность и особенности блокчейн-технологий. Обосновано, что данные технологии обладают значительным потенциалом для трансформации децентрализованных энергетических рынков. Сделан вывод, что они могут стать ключевым инструментом для создания более устойчивых и эффективных энергетических систем.

Ключевые слова: блокчейн-технологии, использование в энергетике, энергетические рынки, энергетические системы

Для цитирования: Дубкова Е. С., Аликин М. В., Синельник Е. В. Применение блокчейн-технологий в энергетике // Актуальные вопросы энергетики в АПК : материалы всерос. (нац.) науч.-практ. конф. (Благовещенск, 19 декабря 2024 г.). Благовещенск : Дальневосточный ГАУ, 2025. С. 255–262.

Original article

The use of blockchain technologies in the energy sector

Elena S. Dubkova¹, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

Maxim V. Alikin², Student

Egor V. Sinelnik³, Student

^{1, 2, 3} Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

¹ dubkova75@mail.ru, ² young.sineg@gmail.com, ³ mak22822@gmail.com

Abstract. The essence and features of blockchain technologies are revealed. It is proved that these technologies have significant potential for the transformation of decentralized energy markets. It is concluded that they can become a key tool for the formation of more sustainable and efficient energy systems.

Keywords: blockchain technologies, use in energy, energy markets, energy systems

For citation: Dubkova E. S., Alikin M. V., Sinelnik E. V. The use of blockchain technologies in the energy sector. Proceedings from Current issues of energy

in the agro-industrial complex: Vserossiiskaya (natsional'naya) nauchno-prakticheskaya konferentsiya. (PP. 255–262), Blagoveshchensk, Dal'nevostochnyi gosudarstvennyi agrarnyi universitet, 2025 (in Russ.).

В последние годы блокчейн-технологии привлекают все большее внимание в различных отраслях, включая энергетику. *Блокчейн представляет собой децентрализованную и защищенную систему хранения данных, которая позволяет участникам сети взаимодействовать напрямую, без необходимости в посредниках.* Это делает его особенно привлекательным для децентрализованных энергетических рынков, где важна прозрачность и доверие между участниками.

Децентрализованные энергетические рынки представляют собой новые модели, в которых производители и потребители энергии могут взаимодействовать напрямую, что способствует более эффективному распределению ресурсов и снижению затрат. В таких условиях блокчейн может сыграть ключевую роль, обеспечивая надежный учет и управление энергоресурсами.

Цель исследований – *анализ возможностей и вызовов, связанных с внедрением блокчейн-технологий в энергетику.*

Блокчейн – распределенная база данных, которая хранит информацию в виде цепочки блоков. Каждый блок содержит набор транзакций и связан с предыдущим блоком с помощью криптографического хеша. Это обеспечивает целостность данных и защищает их от несанкционированного изменения. Основные принципы работы блокчейн включают децентрализацию, прозрачность и безопасность. В отличие от традиционных централизованных систем, где данные хранятся на одном сервере, блокчейн распределяет данные по сети узлов, что делает систему более устойчивой к сбоям и атакам.

Блокчейн состоит из нескольких ключевых компонентов:

1. *Узлы.* Это устройства, которые участвуют в сети блокчейн. Каждый узел хранит копию всей цепочки блоков и участвует в валидации транзакций.

2. *Транзакции*. Это записи о передаче данных или активов между участниками сети. Каждая транзакция проверяется и подтверждается узлами перед добавлением в блок.

3. *Смарт-контракты*. Это программируемые контракты, которые автоматически выполняются при определенных условиях. Они позволяют автоматизировать процессы и снизить необходимость в посредниках.

Существует несколько **типов блокчейн-технологий**, каждый из которых имеет свои особенности:

1. *Публичный блокчейн* доступен для всех пользователей и позволяет любому участнику сети участвовать в валидации транзакций.

2. *Частный блокчейн* ограничен определенной группой пользователей и применяется прежде всего для корпоративных нужд. Он обеспечивает большую конфиденциальность и контроль.

3. *Консорциумный блокчейн* управляется группой организаций, что позволяет сочетать преимущества публичного и частного блокчейн. Используется в отраслях, где требуется сотрудничество между несколькими участниками.

Блокчейн-технологии находят все более широкое применение в энергетическом секторе, предоставляя новые возможности для управления энергоресурсами и оптимизации процессов. В последние годы было реализовано множество успешных проектов, которые демонстрируют потенциал блокчейн-технологий в этой области.

Одним из примеров является проект *Power Ledger*, который использует блокчейн для создания децентрализованной платформы в целях торговли электроэнергией. Эта платформа позволяет пользователям, имеющим солнечные панели, продавать избыточную электроэнергию своим соседям, что способствует более эффективному использованию возобновляемых источников энергии и снижению затрат на нее. Благодаря смарт-контрактам, все транзак-

ции происходят автоматически и безопасно, что минимизирует риски и повышает доверие между участниками.

Другим примером является инициатива *WePower*, позволяющая производителям энергии продавать свои энергетические контракты напрямую потребителям через блокчейн. Это не только упрощает процесс покупки и продажи энергии, но и обеспечивает прозрачность сделок, что является важным аспектом для децентрализованных энергетических рынков.

Блокчейн также играет важную роль в управлении энергоресурсами. С помощью этой технологии можно отслеживать происхождение энергии, что особенно актуально для возобновляемых источников. Например, система *SolarCoin* вознаграждает владельцев солнечных панелей за выработку чистой энергии, предоставляя им криптовалюту в качестве стимула. Это создает дополнительный экономический интерес к использованию данного вида энергии и способствует ее распространению.

Влияние блокчейн-технологий на распределение и учет энергии также нельзя недооценивать. Технология позволяет создавать децентрализованные системы учета, которые обеспечивают более точное и прозрачное распределение энергии, что особенно важно в условиях растущего числа малых производителей энергии, которые стремятся интегрироваться в существующие энергетические сети.

Блокчейн-технологии открывают новые горизонты для децентрализованных энергетических рынков, предлагая ряд значительных возможностей, которые могут изменить способ производства, распределения и учета энергии. Рассмотрим основные из них.

Одним из ключевых преимуществ блокчейн является его *способность обеспечивать высокий уровень прозрачности*. Все транзакции, происходящие в сети, записываются в неизменяемый реестр, доступный для всех участников. Это позволяет избежать манипуляций с данными и создает доверие между

производителями и потребителями энергии. Например, пользователи могут быть уверены, что информация о происхождении энергии (например, от возобновляемых источников) является достоверной.

Блокчейн позволяет *значительно сократить затраты на транзакции, устраняя необходимость в посредниках*, таких как энергетические компании или банки. Это особенно важно для малых производителей энергии, которые могут напрямую продавать свою продукцию потребителям. Снижение транзакционных издержек делает децентрализованные рынки более привлекательными и доступными для всех участников.

Блокчейн-технологии *создают условия для более легкого вход на рынок для малых и независимых производителей энергии*. С помощью смарт-контрактов они могут автоматизировать процессы продажи и распределения энергии, что упрощает взаимодействие с потребителями. Это способствует развитию локальных энергетических сообществ и увеличивает долю возобновляемых источников энергии в общем энергобалансе.

Блокчейн также может *улучшить управление энергоресурсами, позволяя более эффективно отслеживать и распределять энергию*. С помощью децентрализованных приложений (dApps) можно создать системы, которые автоматически регулируют потребление и распределение энергии в зависимости от спроса и предложения. Указанное может привести к более устойчивым и эффективным энергетическим системам.

Таким образом, блокчейн-технологии предоставляют множество возможностей для децентрализованных энергетических рынков, способствуя повышению прозрачности, снижению затрат и улучшению доступа для малых производителей. Эти преимущества могут значительно изменить ландшафт энергетической отрасли, способствуя переходу к более устойчивым и эффективным системам.

Внедрение блокчейн-технологий в энергетический сектор открывает множество возможностей, однако также сопряжено с рядом вызовов и рисков, которые необходимо учитывать для успешной реализации.

Одним из основных вызовов является необходимость создания надежной и масштабируемой инфраструктуры для поддержки блокчейн-систем. Текущие технологии могут не справляться с высоким объемом транзакций, особенно в условиях пиковых нагрузок. Кроме того, интеграция блокчейн с существующими системами управления энергией требует значительных затрат на модернизацию и обучение персонала.

Блокчейн-технологии часто сталкиваются с неопределенностью в правовом регулировании. В разных странах существуют различные подходы к регулированию криптовалют и децентрализованных систем, что может создавать сложности для международных проектов. Необходимость разработки новых нормативных актов и стандартов может замедлить процесс внедрения блокчейн в энергетический сектор.

Хотя блокчейн обеспечивает высокий уровень безопасности за счет своей децентрализованной природы, он не застрахован от атак. Взломы и кибератаки могут привести к утечке конфиденциальной информации и нарушению работы систем. При этом вопросы конфиденциальности данных становятся особенно актуальными, поскольку блокчейн предполагает открытость и доступность информации для всех участников сети.

Согласно последним исследованиям, ожидается, что к 2030 г. доля децентрализованных энергетических систем значительно вырастет. Это связано с увеличением числа малых производителей энергии (например, солнечные и ветровые электростанции), которые могут использовать блокчейн для оптимизации своих операций. Прогнозируется, что блокчейн будет активно применяться для управления распределением энергии, а также для учета и мониторинга потребления.

Существует несколько сценариев, которые могут реализоваться в будущем. Один из них – создание полностью децентрализованных энергетических рынков, где участники смогут напрямую обмениваться энергией без посредников. Это не только снизит затраты, но и повысит эффективность распределения ресурсов. Другой сценарий включает интеграцию блокчейн-технологий с другими (Интернет вещей (IoT) и искусственный интеллект (AI)), что позволит создать более интеллектуальные и адаптивные энергетические системы.

Государственные и частные инициативы также играют важную роль в развитии блокчейн-технологий в энергетике. Многие страны уже начали внедрять пилотные проекты, направленные на тестирование и оценку эффективности блокчейн в энергетическом секторе. Эти проекты могут стать основой для создания новых стандартов и регуляторных рамок, способствующих более широкому внедрению технологий.

Заключение. *Таким образом, перспективы развития блокчейн-технологий в энергетике выглядят многообещающими. С учетом текущих тенденций и растущего интереса к децентрализованным системам, можно ожидать, что блокчейн станет неотъемлемой частью будущих энергетических рынков, способствуя их трансформации и повышению устойчивости.*

Блокчейн-технологии могут стать ключевым инструментом для создания более устойчивых и эффективных энергетических систем, однако их успешное внедрение потребует совместных усилий со стороны всех участников рынка, включая государственные органы, компании и потребителей. Рекомендуется продолжить исследования в этой области, чтобы выявить новые возможности и разработать стратегии для преодоления существующих вызовов.

© Дубкова Е. С., Аликин М. В., Синельник Е. В., 2025

Статья поступила в редакцию 16.12.2024; одобрена после рецензирования 26.12.2024; принята к публикации 04.02.2025.

The article was submitted 16.12.2024; approved after reviewing 26.12.2024; accepted for publication 04.02.2025.