

**Засухина Ольга Александровна**,  
доцент, Ангарский государственный технический университет, e-mail: olga\_a\_z@mail.ru

**Слинько Алексей Николаевич**,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
обучающийся группы ЭЭ-23-1, e-mail: leliklamer@mail.ru

**Нефедов Сергей Леонидович**,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
обучающийся группы ЭЭ-23-1, e-mail: nefed0v-s1@yandex.ru

**Нефедова Регина Алексеевна**,  
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,  
обучающаяся группы ЭЭ-23-1, e-mail: orlova-r2@yandex.ru

### **БЛОКЧЕЙН В ЭНЕРГЕТИКЕ**

**Zasukhina O.A., Slinko A.N., Nefedov S.L., Nefedova R.A.**

### **BLOCKCHAIN IN THE ENERGY SECTOR**

**Аннотация.** В статье рассматриваются различные взгляды на понятие блокчейна, принцип его функционирования, а также основные направления и цели применения данной технологии в энергетике.

**Ключевые слова:** блокчейн, смарт-контракт, энергетика, энергетический рынок.

**Abstract.** The article deals with various views on the concept of blockchain, the principle of its functioning, as well as the main directions and purposes of applying this technology in the energy sector.

**Keywords:** blockchain, smart contract, energy sector, energy market.

В современном мире информация играет все более и более значимую роль в функционировании экономики и субъектов хозяйствования. Создаются новые системы обработки, хранения и передачи данных, одной из таких систем является технология «блокчейн».

Технология блокчейн способна передавать любую ценную информацию от одного клиента к другому напрямую. Благодаря ей появилась возможность совершать операции покупки–продажи без участия посредников на рынке, будь то компания – посредник или даже государство. Данные об операциях хранятся у участников системы с использованием только их ресурсов. Детали такой сделки будут известны только участникам системы.

Общепринятого определения блокчейна на данный момент не существует. Так, некоторые полагают, что «блокчейн – это распределенная база данных, которая содержит информацию обо всех транзакциях, проведенных участниками системы» [1].

Иногда подчеркивают, что «блокчейн – это база данных, в которой хранятся записи о некоем активе и операциях с этим активом, записи заносятся в блоки, связанные криптографически» [2].

Некоторые утверждают, что «блокчейн – это децентрализованное хранение информации и используется в компьютерных системах на протяжении довольно длительного времени» [3].

Таким образом, блокчейн – инновационная технология, цепь которой способна хранить данные обо всех операциях, транзакциях, проведенных участниками системы.

Принцип функционирования блокчейн основан на том, что информационные объекты объединяются в «блоки», которые потом связываются криптографически и хронологически в «цепочку» с помощью математических алгоритмов. Каждый блок связан с предыдущими и содержит в себе набор записей. Вычислительный процесс шифрования блоков посредством алгоритмов известен как хеширование. Как только вычислен искомый шифр для конкретного блока, обладающий заранее заданными свойствами, то блоку присваивается уникальная цифровая подпись, после чего блок считается сформированным и присоединяется к цепочке ранее сформированных блоков, реестр обновляется, затем образуется новый блок.

Блокчейн – это особая технология, на которой основаны платформы для проведения операций между равноправными участниками, действующими без посредников, и в которой применяется децентрализованное хранение информации для отражения всех данных об операциях. Впервые технология «блокчейн» была использована в финансовом секторе, где она послужила основой для создания криптовалюты «биткойн». В последнее время появляется все больше приложений, расширяющих ключевую функцию этой технологии – децентрализованное хранение данных о транзакциях – за счет интеграции механизмов, позволяющих децентрализованно проводить реальные сделки. Данные механизмы, получившие название «умных контрактов», работают на основе правил, установленных в индивидуальном порядке (например, конкретные требования в отношении количества, качества, цены) и позволяющих в автоматическом режиме подбирать потенциальных потребителей для поставщиков и наоборот на основе распределенных реестров. Эксперты в различных областях указывают на рост рынка блокчейн-решений. Но данная технология имеет потенциал и в сфере энергетики.

Компаниям энергопоставщикам приходится постоянно взаимодействовать с немалым количеством клиентов и обрабатывать их заявки. И порой время решения вопросов затягивается на длительный срок. К тому же, подобная система управления требует постоянного контроля и обслуживания базы данных. Блокчейн способен решить эти проблемы, обрабатывая данные в автоматическом режиме.

Альтернативные источники электроэнергии, наподобие ветряных и солнечных генераторов, способны покрыть значительный расход электричества, но в силу нестабильной отдачи требуют более совершенной системы учёта. Поэтому для подобного управления подходит блокчейн. Всё, что сейчас учитывается человеком в электронных таблицах, полностью перейдёт под начало новой технологии. Именно децентрализованный подход обеспечит наиболее эффективное взаимодействие по системе «продавец-покупатель».

Новая технология позволяет продавцу и покупателю электроэнергии, подключившимся к сети блокчейна через Интернет, напрямую взаимодействовать друг с другом, проводя денежные расчёты. Многие энергетические компании уже разрабатывают проекты, основанные на блокчейне. На текущий момент эти проекты направлены либо на то, чтобы дать потребителям, которые владеют малой генерацией возможность торговать электроэнергией, либо на то, чтобы просто связать между собой продавцов и покупателей электроэнергии. При этом у экспертов нет сомнений, что технология блокчейна будет способствовать дальнейшей децентрализации энергетических систем. Возможные области и цели применения блокчейна в электроэнергетике приведены в таблице 1.

Таблица 1

Области и цели применения блокчейна в электроэнергетике

Транзакции и умные контракты	Права собственности и управление ими	Децентрализованные информационные системы
1. Децентрализованная торговля электроэнергией 2. Особые возможности для просьюмеров 3. Внедрение криптовалют 4. Зарядка электромобилей 5. Управление умными устройствами в Интернете вещей	1. Регистрация собственности и ведение реестра активов 2. «Зелёные» сертификаты 3. Квоты на выбросы	1. Учёт электропотребления и выставление счетов за электроэнергию 2. Учёт потребления тепла и выставление счетов за него 3. Оплата зарядки электромобилей

В то же время энергетический сектор отличается от финансового, в котором зародилась и расцвела концепция блокчейна. На энергорынке необходимо, помимо денежных транзакций, обеспечить физические поставки электроэнергии. Для этого нужно гибко задействовать сетевую инфраструктуру, доступность и управление которой представляют серьёзные вызовы для применения новой концепции, если будут созданы условия, при которых производители и потребители будут взаимодействовать напрямую и если мы сможем скорректировать способы контроля сетей с учетом новых требований. Необходимо кардинальным образом упростить многоуровневую систему, в которой производители электроэнергии, операторы сетей электропередачи, операторы распределительных сетей и поставщики электроэнергии осуществляют транзакции на разных уровнях. Некоторые потребители одновременно являются и производителями электроэнергии, они не только потребляют энергию, но и имеют в своем распоряжении генерирующие мощности в виде системы солнечных батарей, малых

ветровых генераторов или ТЭЦ. Технология блокчейна, вероятно, позволит им продавать генерируемую ими электроэнергию непосредственно своим соседям.

Блокчейн-системы инициируют транзакции и передают информацию о них, при этом при отражении таких транзакций исключается возможность постороннего вмешательства. Все транзакции, осуществляемые между сторонами, выполняются непосредственно в сети, объединяющей равноправных участников. Можно считать, что полностью децентрализованная система обработки транзакций и энергоснабжения теоретически представляет собой наивысший уровень развития приложений на основе технологии «блокчейн» в электроэнергетике.

Большим шагом в этом направлении являются умные контракты, которые впервые начали внедряться на базе блокчейн-платформы. Умные контракты выступают как машинные алгоритмы, описывающие события и условия, которые они вызывают. Так, с помощью умных контрактов, переведённых в программный код, можно автоматически переключать электрические сети, учитывая при этом баланс спроса и предложения электроэнергии. В случае, если в системе доступна большая мощность, чем нужно потребителям, умные контракты обеспечивают зарядку накопителей. И наоборот, когда возникнет нехватка генерирующей мощности, электроэнергия из накопителей потечёт к потребителям. Умные контракты также способны управлять виртуальными электростанциями и ценозависимым потреблением электроэнергии.

Децентрализованное хранение всех данных о транзакциях в цепочке блоков позволит обеспечить надежное отражение и хранение информации обо всех потоках электроэнергии и бизнес-операциях на основе использования распределенного реестра. Потоки электроэнергии и транзакции, которые будут частично инициированы «умными контрактами» и отражены в цепочке блоков транзакций, будут документально оформлены и обеспечены защитой от постороннего вмешательства. Использование «умных контрактов», контролирующей систему, в сочетании с распределенными реестрами, надежно документирующими все действия, также будет оказывать непосредственное влияние на работу сетей и хранилищ.

Еще одна потенциальная область применения этой технологии – это использование цепочек блоков для документального оформления права собственности и соответствующих транзакций за счет обеспечения надежного хранения записей о праве собственности. Возможность хранения всех данных о транзакциях в децентрализованном порядке, обеспечивающем защищенность от постороннего вмешательства, открывает огромные возможности в области сертификации электроэнергии.

Речь идет прежде всего о двух приложениях. Первое касается верификации производства электроэнергии из возобновляемых источников и верификации квот на выбросы (при торговле квотами на выбросы). История перехода прав по каждому сертификату может быть точно отражена в цепочке блоков. Это позволит обеспечить прозрачное и защищенное от постороннего вмешательства управление «зелеными сертификатами» и квотами на выбросы.

Еще один пример применения относится к «Интернету вещей» и предполагает создание на основе технологии «блокчейн» реестра, который регулирует вопросы прав собственности и текущее состояние активов (управление активами), например «умных» счетчиков, сетей и объектов по производству электроэнергии (таких как система солнечных батарей), и в котором отражена эта информация.

Для оплаты электроэнергии потребители могут использовать криптовалюту. В случае объединения отдельных блокчейн-приложений, в будущем может появиться децентрализованная система энергетических транзакций и энергоснабжения. Поставки электроэнергии, производимой на объектах малой распределенной энергетики, конечным потребителям будут осуществляться по микросетям. Объемы произведенной и потребленной электроэнергии будут измеряться с помощью «умных счетчиков», а операции по торговле электроэнергией и платежи в криптовалюте будут контролироваться с помощью «умных контрактов» и исполняться с использованием блокчейна.

Технология блокчейн - это еще одна движущая сила, стимулирующая переход к «экономике совместного потребления», где транзакции осуществляются напрямую между поставщиками и их клиентами. Данная платформа позволяет найти большому числу отдельных поставщиков и потенциальных клиентов «найти» друг друга для проведения сделок, удовлетворяющих потребностям обеих сторон. Если говорить о технологии блокчейн в электроэнергетике, то пока рано делать окончательные выводы. Ответ на вопрос о том, будет ли технология «блокчейн» более удобным инструментом для электроэнергетического сектора, чем обычные базы данных и традиционные решения, тоже будет зависеть от технологического прогресса. Ключевыми аспектами здесь являются состояние технической инфраструктуры, безопасность хранения данных и масштабируемость технологии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Перцева С.Ю.** ФИНТЕХ: механизм функционирования/ С.Ю. Перцева, к.э.н.//Иновации в менеджменте. 2017. №12. – С. 50 – 53.
2. **Варнавский А.** Что такое технология блокчейн? Простыми словами [Электронный ресурс] URL:<http://www.tsu.ru/podrobnosti/что-такое-tekhnologiya-blokcheyn-prostymislovami/>(дата обращения: 16.04.24).
3. **Терехин Д.А.** Блокчейн: технология энергетики завтрашнего дня/Информационное обеспечение ТЭК/Информационные ресурсы России.2017/4 – С. 6–9.