

С. В. Копылов, Ю. В. Пластинина,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

The global waste and resource crisis calls for sustainable waste management. Increasingly, resources and waste streams that were once landfilled or incinerated are now being reused, recycled or recovered. However, while many laws and policies have been enacted for this very purpose, a number of organizational, social and economic problems remain. The article examines the suitability of blockchain technology for solving some of these problems.

Проблемы экологии сегодня все чаще помогают решать цифровые технологии. Технология блокчейн является одним из таких примеров.

Блокчейн – это распределенная база данных, которая содержит информацию обо всех транзакциях, проведенных участниками системы. Информация хранится в виде цепочки блоков, в каждом из которых записано определенное число транзакций. Наглядным примером блокчейна может служить книга, в которую можно добавлять страницы. Каждая новая страница пишется в режиме «онлайн», а остальные нельзя отредактировать или удалить.

Технологии распределенных вычислений и децентрализованного хранения информации были представлены еще в 90-х годах. Однако слово «блокчейн» стало известно лишь недавно, когда Сатоши Накамото с помощью биткоина (2008 г.) показал, как эти технологии можно использовать для устройства новой финансовой системы.

В настоящее время существует как минимум четыре типа блокчейн сетей: публичные, частные, консорциумные и гибридные.

При использовании блокчейна информация двигается между различными людьми без участия обслуживающего персонала, а также минуя централизацию, где существует вероятность, что ошибка в коде программе поможет ее взлому (рис.). Помимо основных данных, каждый блок имеет уникальный набор параметров: *nonce*, хеш предыдущего блока, хеш текущего блока и список транзакций. Существуют, однако, и проблемы применения: для исправления одного из звеньев («страниц») придется возвращаться к предыдущим; кроме

того, поскольку данные блокчейна являются постоянными, это означает, что мошеннические данные, введенные в блок, могут существовать очень долго.

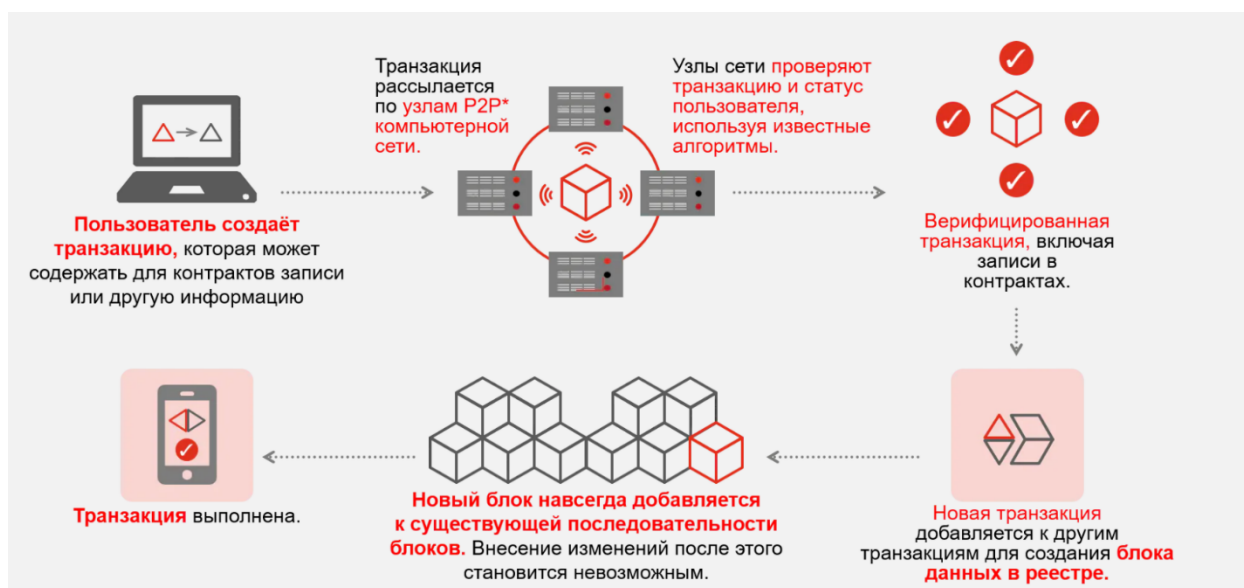


Рис. Схема технологии блокчейн. Источник: overclockers.ru

В настоящее время насчитываются уже десятки примеров применения технологии блокчейн при решении важных экологических проблем. На Саммите по глобальным климатическим вопросам в Калифорнии в 2018 году, было заявлено, что потенциал блокчейна можно использовать для работы с глобальными экосистемами и решить такие проблемы, как изменение климата, загрязнение мирового океана и атмосферного воздуха, сохранение биоразнообразия. Блокчейн также может создать новую систему автоматической готовности к стихийным бедствиям и решить вопрос формирования гуманитарной помощи. Это предположительно осуществимо благодаря большим возможностям данной технологии в управлении и отслеживании цепи поставок, обеспечении полной прозрачности процессов, предотвращающих подпольную рыночную торговлю, снижение административных издержек и минимизацию рисков, связанных с безопасностью и качеством. Блокчейн-системы могут быть реализованы в части преобразования существующего процесса мониторинга, отчетности и проверки лояльности во многих организациях и отраслях [1].

Изменение существующего процесса управления ресурсами может укрепить круговую экономику, т. к. субъекты в лице отдельных физлиц, компаний и даже правительств могут разблокировать финансовую ценность ресурсов, которые в настоящее время считаются экономически недооцененными.

Наиболее значимыми и интересными примерами применения технологии блокчейн в вопросах защиты окружающей среды являются [2]:

- блокчейн платформа *WePower*, созданная для финансирования и торговли энергией, полученной из возобновляемых источников;

- канадская компания *Plastic Bank*, цель деятельности которой – это использование вторичной переработки для сокращения пластика в океане и борьба с глобальной бедностью;

- австралийский технологический стартап *Power Ledger*, который разработал первую в мире платформу для торговли энергией в реальном времени. Например, пользователи могут продавать избыточную энергию со своих солнечных панелей своим соседям или продавать накопленную в аккумуляторах солнечную энергию;

- лондонская энерготехническая компания *Electron*, которая, применяя блокчейн технологию, проектирует и создает цифровую инфраструктуру для энергетической отрасли, способствуя переходу на более дешевые, чистые и более устойчивые энергосистемы;

- компания *Sun Exchange* в отличие от вышеупомянутых компаний самостоятельно не разрабатывает блокчейн решения, но успешно использует криптовалюту для продвижения использования солнечной энергии.

Применение блокчейна в секторе управления отходами через управление цепочками поставок уже некоторое время применяется некоторыми странами [3, 4, 5]. Кроме того, платформа может быть использована для управления отходами при упрощении платежей или вознаграждений [6]; при мониторинге и отслеживании отходов [7]. В первом случае организация, сдающая отходы на хранение, получает вознаграждение или оплату цифровым токеном,

защищенным блокчейном, который можно обменять на товары или на другие валюты (так делает упомянутый выше *Plastic Bank*). Во втором случае данные о типе собранных отходов и перемещении отходов записываются в блокчейн. *Arep*, дочерняя компания *SNCF* (французской национальной железнодорожной компании), использовала технологию блокчейн для мониторинга количества, типа и частоты отходов, собираемых в мусорных баках железнодорожных станций, с целью оптимизации сбора отходов. *SNCF* регистрировала данные об отходах и передавала их в транзакциях на блокчейн, используя цифровые идентификаторы контейнеров на железнодорожных платформах. Разрабатываются дальнейшие инициативы с аналогичными намерениями по сбору данных о типах и количестве отходов с целью информирования о более эффективном управлении отходами.

В свете реализуемой в России реформы по обращению с коммунальными отходами и цифровизации национальной экономики интересно разобраться с вопросом применения блокчейн в этой сфере у нас в стране.

Bitfury Group совместно с *Эттон Груп* разработали решение, которое позволяет использовать технологию распределенного реестра в системе управления отходами [8]. Новая платформа будет построена на базе блокчейн-платформы с открытым исходным кодом – *Bitfury Exonum™*. Проект планировалось запустить в I квартале 2020 года в виде пилотного проекта во Владимирской области. Из-за пандемии *Covid-19* сроки реализации немного сдвинулись. Суть проекта: мусорные полигоны должны оснастить электронной весовой платформой со встроенными средствами автоматической фотовидеофиксации. Это поможет собирать и обрабатывать информацию о результатах взвешивания мусоровозов, въезжающих на полигон, а также обеспечить контроль объема отходов и идентифицировать автотранспорт.

В результате применения технологии блокчейн для хранения реестра источников образования отходов, удастся обеспечить достоверность данных в режиме реального времени, исключить возможность нерегламентированного

изменения информации реестра и вывоз на полигоны отходов, не соответствующих нормативным требованиям (токсичных отходов и т. п.).

В целом платформа представляет собой частную систему учета и обработки информации по транспортировке и захоронению отходов. На базе каждого объекта будет установлен компьютер, подключенный к блокчейн сети (нода). Информация по операциям будет поступать от множества нод в децентрализованную сеть на базе фреймворка *Echopium*TM. В роли мастерноды сети могут выступать как Государственный экологический контроль, так и оператор по управлению отходами, а ноды-аудиторы могут быть установлены в периметре регулятора или независимых общественных организаций по охране окружающей среды.

Открытые сведения об экологической обстановке и существующих проблемах в каждом регионе позволят жителям получить достоверные данные о количестве и составе отходов, которые образуются рядом с местом их проживания, а сохранение информации о фактическом движении отходов позволит избежать необоснованного роста коммунальных тарифов. Кроме того, подключение дополнительного оборудования *IoT* (интернет вещей) обеспечит возможность автоматической верификации мусоровозов и их содержимого, при въезде на полигон по захоронению отходов. Передача и анализ данных с бортовых систем автотранспорта на протяжении всего пути поможет существенно сократить затраты на транспортировку отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блокчейн в борьбе за экологию. 2018. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : (<https://decenter.org/blokchein-v-borbe-za-ekologiyu/>) (дата обращения: 10.05.2023).
2. Новикова К. Топ 5 блокчейн проектов в сфере экологии. 2020. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://digiforest.io/blog/5-blockchain-eco-cases> (дата обращения: 10.05.2023).

3. Тейлор, Ф., Стинманс, К., Стинманс, И. Технология блокчейн для устойчивого управления отходами // Фронт. Политика. Наука: Разд. Политика технологий. – 2020. – Том 2. <https://doi.org/10.3389/fpos.2020.590923> (дата обращения: 10.05.2023).

4. Степанова, И. А., Степанов А. С. Обзор систем сбора и удаления отходов в антропогенных экосистемах. // Самарский научный вестник. – 2020. – Т9. 2(31). – С. 121–130. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-sistem-sbora-i-udaleniya-othodov-v-antropogennyh-ekosistemah/viewer> (дата обращения: 10.05.2023).

5. Сабери С., Кухизаде М. и Саркис Дж. Технология блокчейн: панацея или изгой для сохранения ресурсов и переработки? Ресурсы. Сохранение. Рециклинг. – 2018. – 130. – С. 80–81. doi: 10.1016/j.resconrec.2017.11.020.

6. Технологическая лаборатория Agora (2018). Управление отходами, основанное на блокчейне. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.agora.ru/> (дата обращения: 10.05.2023).

7. Хинчклифф Т. Правительство Нидерландов совместно с Бельгией будет использовать блокчейн для автоматизации транспортировки отходов. 2018. [Электронный ресурс]. – URL : <https://sociable.co/technology/blockchain-waste-transportation> (дата обращения: 10.05.2023).

8. Блокчейн задействуют в управлении мусорными полигонами. Investfuture.ru. 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://investfuture.ru/news/id/blokcheyn-zadeystvuyut-v-upravlenii-musornymi-poligonami> (дата обращения: 10.05.2023).

S. V. Kopylov, Yu. V. Platinina,
Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY FOR WASTE MANAGEMENT