

Углеродные токены: возможности и риски технологий блокчейн на углеродных рынках

Ноябрь 2023



Содержание

Предпосылки проникновения блокчейна в углеродные рынки 3

Проблемы и вызовы углеродных рынков 3

Характеристики блокчейна, адресующиеся к проблемам углеродных рынков 4

Статус блокчейна в углеродных рынках 5

Существующие инициативы 5

Проблемы и барьеры использования блокчейна в углеродных рынках 7

Тенденции 2022–2023 гг. и позиция ключевых глобальных систем сертификации 7

Выводы на основе глобального анализа и перспективы применения в России 9

Список литературы 11

Предпосылки проникновения блокчейна на углеродные рынки

Проблемы и вызовы углеродных рынков

Углеродные рынки (как добровольные, так и обязательные) призваны облегчить финансирование мероприятий по декарбонизации через создание нового квазитовара – углеродной единицы/кредита¹ – ассоциированного с реализацией реальных проектов по сокращению выбросов парниковых газов (далее – ПГ) или росту их поглощения (климатические проекты). Для реализации целей Парижского соглашения важно быстро наращивать объемы и охват такого финансирования, а значит, и масштабы углеродных рынков. Но на практике у этого процесса есть объективные и субъективные ограничения, в особенности затрагивающие добровольные углеродные рынки.

Ключевая проблема добровольных углеродных рынков связана с обеспечением качества углеродных единиц и доверия участников рынка к постоянному поддержанию этого качества (репутации). К главным критериям качества углеродных единиц обычно относят:

- ▶ корректное определение **«базовой линии»** выбросов ПГ на основе проверенной методологии;
- ▶ **верифицируемость** (в том числе третьими сторонами) и прозрачность (открытость данных для стейкхолдеров) результатов климатических проектов;
- ▶ **дополнительность** – сокращение нетто-выбросов ПГ в дополнение или в противовес обычной практике бизнеса в соответствии с действующим законодательством и принятыми нормами ведения бизнеса;
- ▶ **постоянство** (например, предотвращение обезлесения, пожаров, вырубок в лесоклиматических проектах) – через страхование или буферные механизмы;
- ▶ **предотвращение двойного учета** углеродных единиц продавцом и покупателем;
- ▶ **обеспечение сопутствующих выгод** – кроме декарбонизации, качественные проекты должны приносить дополнительную пользу в направлении устойчивого развития (улучшение образования, сохранение биоразнообразия и окружающей среды, обеспечение гендерного равенства и др.);
- ▶ **предотвращение «утечки углерода»** – например, ущерба сельскому хозяйству от лесоклиматических проектов, сопровождаемых вынужденными дополнительными рубками леса под посевные площади.

Обеспечение этих критериев качества и ликвидности углеродных единиц в международном масштабе объективно сложно и требует организации масштабного информационного обмена. Углеродные единицы и величины сокращения выбросов ПГ представляют собой «большие данные», значительные массивы информации, для управления которыми создаются реестры – добровольные (Verra, Gold Standard и др.), национальные реестры (например, UK Emissions Trading Scheme) и наднациональные (EU ETS, новый реестр в рамках статьи 6.4 Парижского соглашения и др.), а также соответствующая инфраструктура верификации, измерения, отчетности. Система распределения углеродных единиц и сделок с ними между странами / секторами экономики / компаниями / проектами не всегда строится на открытых принципах, что создает ограничения для роста углеродных рынков.

Вызов состоит в том, чтобы обеспечить эффективность, подотчетность, прозрачность и работоспособность этой инфраструктуры. Технологии блокчейн рассматриваются как один из возможных ответов на этот вызов.

¹ Под углеродной единицей/кредитом в данном докладе понимается верифицированный результат реализации климатического проекта, выраженный в массе парниковых газов, эквивалентной 1 тонне углекислого газа.

Характеристики блокчейна, адресующиеся к проблемам углеродных рынков

Основы блокчейна

Блокчейн получил развитие в начале 2010-х гг. по мере разворачивания цифровизации. Его можно **определить с трех сторон**:

- ▶ **внутренняя база данных**, поддерживающая распределенный реестр (DLT), который может быть открыто проверен;
- ▶ **децентрализованная сеть для обмена транзакций**, ценностей, активов между peers (отдельными участниками) без помощи посредников;
- ▶ **способ удостоверения транзакций**, замещающий собой предыдущие доверенные организации.

Для **достижения консенсуса в децентрализованной сети** используются, в первую очередь, механизм Proof of Work (PoW) для случайного выбора узла, который может найти и предложить сети новый блок, а также Proof of Stake (PoS) – механизм, напоминающий лотерею. PoW – дорогой и энергозатратный процесс (требует загрузки вычислительных мощностей и электроэнергии для их работы), а PoS подвергается критике за стимулирование централизации и потому используется в меньшей степени.

Важная характеристика блокчейна — это **смарт-контракты**. В рамках действия смарт-контрактов стоимость перемещается внутри сети в полуавтономном режиме, обеспечивая выполнение платежных соглашений между сторонами. Смарт-контракты позволяют осуществлять надежные, конфиденциальные, отслеживаемые, прозрачные и необратимые транзакции без участия банков или государственных структур. Смарт-контракты автоматически обеспечивают выполнение взаимных обязательств сторон.

Токены — нематериальная форма активов (ценных бумаг, услуг и товаров), которые могут выпускаться и управляться полностью централизованно. Токен неразрывно связан с первичным размещением монет (ICO). В некотором смысле в отношении токенов можно провести параллель с выпуском акций.

Реализация характеристик блокчейна на углеродных рынках

Еще в 2017–2018 гг. исследователи отмечали, что ключевые характеристики блокчейна на углеродных рынках могли бы быть полезными в двух магистральных направлениях:

- ▶ цифровизация процессов измерения, отчетности и верификации (с сокращением транзакционных издержек и ростом достоверности);
- ▶ создание единого метареестра углеродных единиц, объединяющего разрозненные национальные и независимые реестры.

Перспективные сферы применения блокчейна в климатических проектах включают в себя:

- ▶ ВИЭ (например, совместная торговля электроэнергией и углеродными единицами);
- ▶ домохозяйства и сообщества (например, крышные солнечные панели) — верификация на основе смарт-контрактов с вовлечением интеллектуальных счетчиков, подключенных к системе;
- ▶ транспорт (решения vehicle-to-grid, интегрирующие зарядку электромобилей с электрической сетью);
- ▶ лесное хозяйство и землепользование (сбор обновленных данных о состоянии лесного участка с последующим формированием соответствующих токенов).

Токенизация углеродных кредитов происходит через выпуск токенов в блокчейне, представляющих достигнутое, измеренное и верифицированное (третьей стороной) сокращение нетто-выбросов парниковых газов на 1 тCO₂э. Углеродный токен может быть уникальным токеном (NFT) – если токен представляет «одну уникальную тонну» уловленного CO₂, которая связана с определенным местом и временем и, следовательно, отличается от других токенов – или может представлять взаимозаменяемую «тонну CO₂».

В блокчейне каждый углеродный кредит теоретически можно связать с метаданными, содержащими информацию о происхождении, качестве и конкретных сокращениях выбросов – и предоставить эту

информацию покупателям. Углеродный токен может отслеживаться и проверяться в течение всего срока существования, информация о его выбытии прозрачна и позволяет избежать двойного учета. Транзакции через блокчейн могут позволить сделать передачу законного права собственности на углеродные кредиты более публично отслеживаемой и контролируемой.

Цифровые углеродные кредиты могут быть интегрированы в процесс повседневных покупок товаров и услуг – стоимость углеродного следа можно относительно легко и достоверно учесть при их совершении, подобно тому, как это сейчас работает при бронировании авиабилетов (покупатели билетов видят углеродный след от будущего перелета и могут тут же компенсировать стоимость соответствующих углеродных единиц, достаточных для компенсации этого углеродного следа). Промышленные предприятия могут интегрировать выбытие цифровых углеродных кредитов непосредственно в свою деятельность, что позволит компенсировать выбросы в режиме реального времени, а не на квартальной или годовой основе.

Статус блокчейна на углеродных рынках

Существующие инициативы

Подавляющее большинство инициатив, проектов и компаний, использующих блокчейн на углеродных рынках, по состоянию на ноябрь 2023 г. находились в начальной фазе развития и были запущены не более 5 лет назад. Чаще всего это стартапы, прошедшие первые раунды финансирования.

Можно выделить инициативы, которые поддерживают выпуск токенизированных углеродных кредитов, например:

- ▶ Проект **KlimaDAO** (Klima) действует через Verra. Углеродные единицы удаляются из реестра Verra, а затем выпускаются в виде токенов через протокол Toucan. Эти токены известны как Base Carbon Tonne (BCT).
- ▶ **Toucan** (ФРГ): инфраструктура, которая помогает существовать криптоуглеродным проектам, таким как KlimaDAO. Протокол превращает реальные углеродные кредиты в токены, которые фактически можно использовать в блокчейне. Эти токены (токенизированные CO₂, или TCO₂) представляют собой списанные, но еще не востребованные углеродные единицы. Toucan была первой платформой, позволившей токенизировать углеродные единицы, и у них есть несколько партнеров, помимо главного (KlimaDAO), а также собственный токен Nature Carbon Tonne (NCT).
- ▶ **Moss** (Бразилия): компания, которая имеет собственный токен **MCO2**, создающийся путем токенизации подтвержденных углеродных кредитов из таких источников как Verra. Каждый токен MCO2 представляет собой 1 т CO₂. При этом особое внимание уделяется кредитам, полученным в результате лесоклиматических проектов в районе Амазонки. У компании также есть вторичный проект Amazon Forest NFT, целью которого заявлено «создание «зеленой стены» вокруг части тропических лесов Амазонки, чтобы заблокировать усилия по вырубке лесов».

Ряд инициатив делают акцент на совершенствовании данных о выбросах ПГ, стоящих за углеродными кредитами, например:

- ▶ **CarbonX** (Канада): финтех-компания, которая использует блокчейн для привлечения инвестиций в климатические проекты. Она объединилась с Zerofootprint в 2019 году. В рамках проекта создан CarbonXHub, частный блокчейн-реестр, который собирает данные о выбросах ПГ с использованием IoT (интернета вещей). Эти данные затем используются для отчетности, управления и преобразования в углеродные активы.
- ▶ **Pachama** (США): стартап, основанный гражданами Аргентины в 2018 году. Pachama фокусируется на создании цифровой системы учета, отчетности и верификации (DMRV) на блокчейне, что позволит более прозрачно, быстро и просто проводить процесс углеродного кредитования, обеспечивая современный и интуитивный опыт как для разработчиков проектов, так и для покупателей. Pachama разрабатывает технологии оценки запасов углерода в лесах и мониторинга его изменения (через машинное обучение, спутниковые снимки, аэрофотосъемку, лазерное и

радарное сканирование – с последующим созданием «углеродных карт» лесов, отслеживание изменений, отклонений от базовой линии и т.д.). Подобные инициативы могут способствовать снижению барьера для входа на рынок новых игроков.

- ▶ **Sylvera** (Великобритания): стартап, разработавший рейтинги углеродных кредитов, похожие на кредитные баллы. Компания использует блокчейн и машинное обучение для анализа данных, включая спутниковые изображения и 3D-сканирование, чтобы оценить, сколько углерода хранится в деревьях. Затем компания оценивает эффективность лесоклиматических проектов и предоставляет эту информацию корпоративным клиентам, помогая им принимать более взвешенные решения. Sylvera также планирует расширить охват на весь рынок углеродных компенсаций.

Есть инициативы, направленные на развитие торговли, например:

- ▶ **ACX (AirCarbon Exchange)** (Сингапур, ОАЭ): группа компаний, предоставляющая технологические решения для торговли углеродными активами корпорациям, финансовым трейдерам, девелоперам климатических проектов и др., в том числе торговую платформу на основе блокчейн-технологии для обеспечения прозрачности и проверяемости всех сделок, проводимых на бирже. Летом 2023 года ACX стал технологическим поставщиком для Индонезийской углеродной биржи, известной как IDXCarbon – в соответствии со стандартами и процедурами Индонезии.
- ▶ **Solid World** (Эстония) использует блокчейн для создания ликвидных пулов углеродных кредитов. Они открыли первый ликвидный пул для будущих углеродных активов с поддержкой технологии Polygon. В этом пуле можно предварительно продавать углеродные активы от будущих проектов. Основное внимание Solid World в данном контексте уделяется проектам по восстановлению мангровых лесов, способным удерживать CO₂ и защищать береговые линии от стихийных бедствий. Используя искусственный интеллект, фирма оценивает риски с учетом климатических, юридических, политических и экономических факторов.

Наконец, есть глобальные инициативы институтов развития, такие как:

- ▶ **Climate Action Data Trust**: глобальная платформа, созданная Всемирным банком, которая связывает, агрегирует и гармонизирует все данные об углеродных кредитах из реестров проектов для обеспечения прозрачного учета. Система метаданных **CAD Trust** с открытым исходным кодом использует технологию распределенного реестра Chia DataLayer для создания децентрализованной записи с целью избежания двойного учета и повышения доверия к углеродным единицам и рынку в целом.
- ▶ **Carbon Opportunities Fund**: глобальная инвестиционная платформа, запущенная в 2022 году Международной финансовой корпорацией (IFC, входит в Группу Всемирного банка), Cultivo (финтех-компания с фокусом на природные климатические проекты), Aspiration (платформа «устойчивость как услуга») и Chia Network (создатель нового блокчейна на инновационном алгоритме поиска консенсуса) с целью привлечения частных инвестиций для инновационной модели поиска, токенизации и продажи высококачественных углеродных кредитов. Платформа сосредоточится на природных проектах, сертифицированных ведущими международными органами. Все токенизированные углеродные кредиты Фонда будут отслеживаться с использованием публичного блокчейна Chia. Первая сделка с токенами прошла в июне 2023 г. с участием компании Sumitomo².

Кроме того, в этой среде действуют ассоциации, агрегирующие интересы участников рынка, работающие над стандартизацией и т.д. Например, **Blockchain X Climate Leadership Network (BxC)** – глобальная сеть активистов и представителей индустрии, работающих для разработки принципов использования блокчейна в климатических проектах. Ассоциация занимается, в том числе, проблемами ограниченных действий и изолированных усилий в области климата, отсутствия доверия и технологической готовности

² Ledger Insights News, June 28, 2023.

между участниками Web2 (интернета социальных сетей) и Web3 (концепции интернета будущего), а также отсутствием общей перспективы и решений в Web3 по вопросам климата.

Проблемы и барьеры использования блокчейна в углеродных рынках

На пути внедрения блокчейна на углеродных рынках возникает несколько проблем, характерных как для блокчейна в целом, так и специфических. Эти проблемы были обозначены исследователями еще несколько лет назад, но многие из них уже проявляются на практике³. К общим проблемам блокчейна можно отнести:

- ▶ **Энергозатратность** (связанная с механизмом поиска консенсуса PoW), приводящая к росту углеродного следа самого блокчейна, а также необходимость в хранении больших данных. В то же время, токенизированные углеродные кредиты на базе Ethereum и Polygon используют менее энергозатратный механизм Proof of Stake;
- ▶ **Проблема безопасности** («атака 51%») – недоказанная устойчивость блокчейна к кибератакам.
- ▶ **Невозможность изменения ошибочных данных**, а также восстановления забытого пароля (последнее ведет к необратимой потере доступа к кошельку).
- ▶ **Низкая пропускная способность транзакций** в связи с «недоверчивостью» механизма PoW.
- ▶ **Высокие затраты на внедрение** соответствующего оборудования.

Специфические проблемы, связанные с блокчейном на углеродных рынках, состоят в следующем:

- ▶ **Необходимость создания центрального органа для регулирования блокчейна в системах торговли выбросами.** Регулирование должно коснуться юридической ответственности за проведение операций со смарт-контрактами, соблюдения прав собственности на углеродные единицы в системах торговли выбросами, вопросов коммерческой тайны в контексте автоматического обмена данными, безопасности и целостности для создания механизма консенсуса (валидация которого, например, может быть нарушена ошибочными злонамеренными пирами-участниками).
- ▶ **Малое распространение технологии блокчейн в целом**, несформировавшееся сообщество, недостаток специалистов и навыков препятствуют ее проникновению на углеродные рынки.
- ▶ **Проблема масштабирования:** в случае реализации блокчейна в системах торговли выбросами количество стейкхолдеров, включая майнеров (или валидаторов), разработчиков, держателей монет и инвесторов, имеющих различные интересы, делает координацию и достижение соглашений (консенсусов) достаточно сложными.

Тенденции 2022–2023 гг. и позиция ключевых глобальных систем сертификации

Рынок криптовалют был на пике в 2021 году-начале 2022 года, когда цена биткойна достигала 66 тыс. долл. Некоторые криптовалютные компании (в том числе перечисленные в разделе выше) вышли на углеродный рынок, организовав миграцию в блокчейн углеродных кредитов обычных существующих реестров – Verra или Gold Standard. Миграция осуществлялась в основном через протокол Toucan с созданием токенов BCT и их последующей конвертацией в токены KlimaDAO. По такому пути прошли около 20 млн кредитов, причем сами реестры не были вовлечены в этот процесс и, возможно, узнали о нем постфактум. Исследователи⁴ обратили внимание на несколько тревожных тенденций, связанных с этими транзакциями:

- ▶ Экономический стимул для миграции был связан с разрывом между ценой углеродных кредитов в реестрах Verra и Gold Standard и ценами на токены KlimaDAO (в пике разрыв достигал тысяч раз,

³ Vilkov A., Gang T. 2023. *Blockchain's Scope and Purpose in Carbon Markets: A Systematic Literature Review*, Sustainability, MDPI, vol. 15(11), pages 1-27, May.

⁴ См., например, Badgley G. and Cullenward D. 2022. *Zombies on the blockchain*, CarbonPlan, Thomson Reuters и др.

но уже в середине 2022 г. цена KlimaDAO и других токенов рухнула в 3500 раз от пиковых значений). Криптовалютные стартапы за счет этого скачка обеспечили рост стоимости и возврат инвестиций инвесторам. По некоторым данным, компания Moss закупала углеродные кредиты оптом по цене 2,50–3,54 долл. за первые шесть месяцев 2020 года, а с июля 2020 г. они перепродавались в среднем по 10 долл., а в некоторых случаях и по 19 долл.

- ▶ Миграции подвергались углеродные единицы от старых проектов (зарегистрированных ранее 2013 года), которые до 10 лет не находили добровольного спроса (скорее всего, по причине низкого качества). Попав в блокчейн, эти углеродные кредиты быстро набирали стоимость. Таким образом, блокчейн собрал во многом «мусорные» единицы (с точки зрения качества и цены), создав стимулы для их владельцев не списывать их на фоне нового платежеспособного спроса и не создав для покупателей способа проверить качество. Во многих случаях речь шла о «переупаковке» старых (проблемных) кредитов и добавлении к ним отвлекающего «криптографического слоя».
- ▶ Концепция смарт-контрактов, которые предлагают права на создание новых углеродных токенов из существующих активов, основана на предпосылке, что кто-то другой (например, Verra) решил проблему качества углеродного кредита. Но в 2022–2023 гг. Verra была обвинена в масштабных проблемах качества углеродных кредитов в реестре (не имеющих отношения к блокчейну), особенно связанных с лесоклиматическими проектами и была вынуждена сменить генерального директора.
- ▶ Стратегия компенсации выбросов ПГ на основе блокчейна эффективна настолько, насколько качественны кредиты, на которых они основаны. Когда такие организации, как Toucan или KlimaDAO, передают контроль качества реестрам, они рискуют не только повторить проблемы сегодняшних добровольных рынков, но и стать «свалкой» для кредитов, которые уже остались невостребованными более добросовестными покупателями.

На фоне резкого падения цен на углеродные токены, скандала вокруг кредитов Verra и растущего интереса блокчейн-компаний к углеродному рынку все ключевые реестры углеродных единиц с середины 2022 г. опубликовали официальные заявления в отношении токенизации углеродных рынков, которые в целом можно охарактеризовать как негативно-выжидательные.

Gold Standard в марте 2023 г. начал⁵ подготовительную фазу новой модели создания цифровых активов, интегрированной с Gold Standard Registry, но по состоянию на ноябрь 2023 не принял окончательных решений о внедрении этой модели. В рамках подготовительной фазы будут проведены консультации с приглашенными организациями из сферы Web3 и других секторов, чтобы оценить пригодность и полноту новых рекомендаций для создания цифровых активов, а также обсудить разработку соответствующего программного обеспечения. Это включает в себя сотрудничество с пятью компаниями из Web3 - Toucan, Flowcarbon, Thallo, Earthchain и Bitgreen, а также с другими организациями, которые хотят создать цифровые активы, связанные с углеродными кредитами Gold Standard.

Verra в середине 2022 г. заявила⁶, что запрещает токенизацию своих углеродных кредитов. Она рассматривает альтернативу – «иммобилизацию» таких кредитов, чтобы повысить прослеживаемость и прозрачность на рынке. Это решение призвано предотвратить токенизацию и увеличить качество углеродных кредитов, так как большинство из них, по мнению Verra, не соответствует современным стандартам для торговли на установившихся рынках. В январе 2023 г. Verra провела⁷ консультацию по предлагаемому подходу к токенам и криптовалютым инструментам, связанным с углеродными рынками, и выпустила документ с описанием потенциальных возможностей и рисков, связанных с этими инструментами. Окончательный подход компании к этим инструментам находится в стадии формирования.

American Carbon Registry (ACR) в мае 2022 г. объявил⁸ об обновлении правил программы, которые запрещают токенизацию углеродных кредитов ACR без явного разрешения ACR, чтобы защитить целостность углеродных активов и предотвратить двойную продажу или использование этих кредитов

⁵ [Tokenisation consultation feedback and next steps for Gold Standard](#). Gold Standard. February 27, 2023.

⁶ [Ledger Insights News](#), May 26, 2022.

⁷ [Verra Concludes Consultation on Third-Party Crypto Instruments and Tokens](#). Verra. January 17, 2023.

⁸ [ACR Updates Program Rules for Tokenization of Carbon Credits](#). ACR. May 30, 2022.

несколькими сторонами для экологических заявлений. ACR признает возможности цифровых технологий, но обеспокоен репутационными рисками, обусловленными связью между углеродными рынками и нерегулируемыми криптовалютами, и считает, что это может подорвать доверие к углеродным рынкам. ACR разрабатывает набор правил для токенизации углеродных кредитов, чтобы обеспечить прозрачность и предотвратить двойные продажи и утвердить их нормативные и регуляторные аспекты. В сентябре 2022 г. ACR инициировал⁹ диалог с компаниями из Web3, заинтересованными в создании цифровых углеродных активов на основе углеродных кредитов ACR. Цель диалога – разработка правил программы и инфраструктуры для поддержки токенизации углеродных кредитов ACR и обсуждение вопросов, связанных с предложениями услуг, экологической целостью углеродных рынков на блокчейне, доступом к рынкам, безопасностью блокчейна и регуляторной средой.

Climate Action Reserve в июне 2022 г. заявил¹⁰, что продолжит запрещать токенизацию выпущенных им кредитов Climate Reserve Tonnes (CRTs). Это решение обусловлено ответственностью реестра за обеспечение жестких стандартов, необходимых для генерации реальных выгод для климата, окружающей среды и общества. Climate Action Reserve утверждает, что пока не существует универсальных стандартов для токенизации кредитов, обеспечивающих их прозрачность, целостность и отслеживаемость, они продолжают запрещать токенизацию CRTs. В будущем компания намерена разрабатывать правила, процедуры и инфраструктуру для обеспечения целостности своих кредитов в цифровом пространстве, и изменения в политике по токенизации будут опубликованы и доступны как аккаунт-холдерам Climate Action Reserve, так и общественности.

Выводы на основе глобального анализа и перспективы применения в России

- Добровольные углеродные рынки в мире переживают противоречивый этап развития:** рост спроса на углеродные единицы, движимый корпоративными обязательствами в области NetZero, накладывается на кризис доверия покупателей и инвесторов к качеству климатических проектов и углеродных единиц. Обеспечение разнообразных критериев качества новых проектов и решение проблемы некачественных старых проектов становится важнейшим условием для дальнейшего развития.
- Обеспечение критериев качества и ликвидности углеродных единиц в международном масштабе объективно сложно и требует организации масштабного информационного обмена.** Углеродные единицы и величины сокращения выбросов ПГ представляют собой «большие данные» - значительные массивы информации, для управления которыми создаются реестры, инфраструктура, специальные механизмы. Вызов в том, чтобы обеспечить эффективность, подотчетность, прозрачность и работоспособность этих механизмов. **Технологии блокчейн рассматриваются как один из возможных ответов на этот вызов.**
- Блокчейн получил развитие в начале 2010-х гг. по мере разворачивания цифровизации. С 2017–2018 гг. его рассматривают как перспективную технологию для углеродных рынков: **для цифровизации процессов измерения, отчетности и верификации (с сокращением транзакционных издержек и ростом достоверности) и для создания единого метареестра углеродных единиц, объединяющего разрозненные национальные и независимые реестры.** В блокчейне каждый углеродный кредит можно связать с метаданными, содержащими информацию о происхождении, качестве и конкретных сокращениях выбросов и предоставить эту информацию покупателям в формате углеродного токена. Это открывает возможности для разворачивания и децентрализации рынка.
- Энергозатратность, необходимость хранения и обработки большого объема данных, проблема кибербезопасности, необратимости ввода данных, низкая пропускная способность транзакций и

⁹ ACR Kicks Off Digital Assets Consultation. ACR. September 22, 2022.

¹⁰ Climate action reserve position on tokenization. CAR. June 1, 2022.

высокие затраты на оборудование – ключевые общие барьеры, мешающие распространению блокчейна в экономике с момента его возникновения. **В контексте углеродных рынков будут значимы такие барьеры, как необходимость создания центрального органа для регулирования** (юридической ответственности за проведение операций, соблюдения прав собственности, вопросов коммерческой тайны, безопасности и целостности для создания механизма консенсуса и др.), **малое распространение технологии блокчейн в целом и проблема масштабирования.**

5. **На фоне бума криптовалют в 2019–2021 гг. многие криптовалютные компании обратили внимание на углеродные рынки.** Известны более 10 глобальных инициатив, работающих с блокчейном и углеродными единицами. Некоторые из этих компаний (как правило, стартапов) организовали в 2021–2022 гг. миграцию миллионов углеродных единиц из глобальных реестров (Verra, Gold Standard) в углеродные токены – этому способствовал арбитраж между ценами на старые некачественные углеродные кредиты и новые углеродные токены – и спровоцировали очередной виток кризиса доверия к добровольным углеродным рынкам (вместо того, чтобы это доверие повысить). **По состоянию на 2023 год все ключевые международные реестры углеродных единиц предпочли заблокировать токенизацию, но ведут консультации с игроками блокчейн-индустрии.**
6. Первые кейсы токенизации показали, что блокчейн находится на ранних этапах развития, и его некорректное применение на углеродных рынках способно их обрушить. **Компенсация выбросов ПГ на основе блокчейна эффективна настолько, насколько качественны кредиты, на которых она основана,** так что токенизация кредитов не является панацеей в деле повышения доверия инвесторов к их качеству. Вероятно, **для масштабного использования в отрасли и раскрытия потенциала потребуется ввести регулирование,** систему сдержек и противовесов, облегчающих процедуры типа «Знай своего клиента» (KYC) для эмитентов и покупателей углеродных токенов. Пока такого регулирования нет.
7. Российские компании уже заявляют об использовании блокчейна в торговле углеродными кредитами (Сибур и Qiwi, август 2023 г.¹¹). **Как и в мире в целом, блокчейн в России имеет потенциал увеличить темпы роста углеродных рынков и сократить влияние посредников и транзакционных издержек. Важно оценивать баланс возможностей и ограничений на этом пути** с учетом ошибок, допущенных международными игроками в 2021–2022 гг., интегрироваться в международные дискуссии на эту тему (в том числе с игроками из Сингапура, ОАЭ, Китая, Индонезии) и преодолеть недостаток квалификации через объединение потенциала российской криптоиндустрии и компаний, нацеленных на работу на углеродных рынках для устойчивого развития.

¹¹ Пресс-релиз компании Сибур от 21 августа 2023 г.

Список литературы

1. [ACR Kicks Off Digital Assets Consultation](#). ACR. September 22, 2022.
2. [ACR Updates Program Rules for Tokenization of Carbon Credits](#). ACR. May 30, 2022.
3. Asher-Schapiro A., Teixeira F. 2022. [Fears of 'subprime' carbon assets stall crypto rainforest mission](#). Context.
4. Badgley G. and Cullenward D. 2022. [Zombies on the blockchain](#), CarbonPlan.
5. [Climate action reserve position on tokenization](#). CAR. June 1, 2022.
6. International Emissions Trading Association (IETA). 2022. [Greenhouse gas market report: Carbon Markets 3.0](#).
7. IRENA. 2019. [Innovation landscape brief: Blockchain](#), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
8. Kroft P. J. et al. 2022. [What exactly are carbon tokens?](#) Miller Thomson.
9. [Ledger Insights News](#), June 28, 2023.
10. [Ledger Insights News](#), May 26, 2022.
11. [Recommendations for the Digital Voluntary and Regulated Carbon Markets](#). World Economic Forum Briefing paper, March 2023.
12. Schmedders K. et al. 2023. [How blockchain can clean up the voluntary carbon market](#). IMD.
13. [Tokenisation consultation feedback and next steps for Gold Standard](#). Gold Standard. February 27, 2023.
14. [Top 5 Carbon Crypto Companies to Watch in 2023](#). 2022. Global Carbon Fund.
15. [Verra Concludes Consultation on Third-Party Crypto Instruments and Tokens](#). Verra. January 17, 2023.
16. Vilkov A., Gang T. 2023. [Blockchain's Scope and Purpose in Carbon Markets: A Systematic Literature Review](#), Sustainability, MDPI, vol. 15(11), pages 1-27, May.
17. [Пресс-релиз компании Сибур](#) от 21 августа 2023 г.



© 2023 Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР)

Москва, 125009, Газетный пер., 3–5 стр. 1, 3 этаж
Тел.: +7 (495) 725-78-06
Факс: +7 (495) 725-78-14
E-mail: info@csr.ru
csr.ru