

СТАТЬИ

УДК 004.75

DOI 10.17513/snt.39880

**РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ ЭКОСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
МЕЖДУНАРОДНЫМИ РАСЧЕТАМИ В ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ****Атеев К.О., Олимпиев Н.В., Готская И.Б., Государев И.Б.***Университет ИТМО, Санкт-Петербург, e-mail: 307692@niuitmo.ru*

В статье представлена архитектура экосистемы управления международными расчетами на основе блокчейна, призванная устранить неэффективность и уязвимость нынешней глобальной финансовой системы. В своей основе система использует децентрализованную технологию и товарные токены, предлагая стабильное, устойчивое к инфляции средство обмена, независимое от традиционных фиатных валют. Архитектура способствует прямой, автономной международной торговле, позволяя участникам рынка сотрудничать в общей децентрализованной технологической инфраструктуре, которая не принадлежит одному участнику, устраняя тем самым ограничения и монопольный контроль во внешней торговле. Ключевые особенности системы включают безопасную обработку транзакций с помощью смарт-контрактов, обеспечивающих прозрачность, целостность и безотзывность. Регулярные клиринговые сессии избавляют центральные банки от необходимости держать избыточные резервы, снижая инфляционное давление и оптимизируя управление ликвидностью. Кроме того, гибкость центральных банков в регулировании выпуска товарных токенов для конкретной страны и их торговли на вторичных рынках повышает адаптивность системы. Предлагаемая архитектура представляет собой трансформационный подход к международным торговым расчетам, способствующий экономической справедливости и инклюзивности. Устраняя зависимость от традиционных финансовых ограничений, она предлагает устойчивую альтернативу в условиях неопределенности.

Ключевые слова: технология распределенных реестров, блокчейн, децентрализация, международные расчеты, смарт-контракты

**DEVELOPMENT OF THE ARCHITECTURE OF THE ECOSYSTEM
FOR MANAGING INTERNATIONAL SETTLEMENTS
IN DECENTRALIZED TECHNOLOGICAL INFRASTRUCTURE****Ateev K.O., Olimpiev N.V., Gotskaya I.B., Gosudarev I.B.***ITMO University, Saint Petersburg, e-mail: 307692@niuitmo.ru*

This article presents an architecture for a blockchain-based international settlement management ecosystem designed to address the inefficiencies and vulnerabilities of the current global financial system. At its core, the system uses decentralized technology and commodity tokens to offer a stable, inflation-resistant medium of exchange independent of traditional fiat currencies. The architecture facilitates direct, autonomous international trade by allowing market participants to collaborate on a common decentralized technological infrastructure that is not owned by a single participant, thereby eliminating restrictions and monopoly controls in foreign trade. Key features of the system include secure transaction processing through smart contracts that ensure transparency, integrity and irrevocability. Regular clearing sessions eliminate the need for central banks to hold excess reserves, reducing inflationary pressures and optimizing liquidity management. In addition, the flexibility of central banks to regulate the issuance of country-specific commodity tokens and their trading in secondary markets increases the adaptability of the system. The proposed architecture represents a transformative approach to international trade settlement that promotes economic fairness and inclusiveness. By removing dependence on traditional financial constraints, it offers a sustainable alternative in the face of uncertainty.

Keywords: distributed ledger technology, blockchain, decentralization, international settlements, smart contracts

В эпоху, когда экономическая взаимозависимость государств находится на высоком уровне, как никогда остро встает вопрос о необходимости создания бесперебойной, эффективной и справедливой системы кооперации и международных расчетов. В настоящее время основу мировой финансовой архитектуры составляет сложная система фиатных валют, каждая из которых зависит от экономической политики и геополитической позиции суверена [1]. Опора на эти традиционные валюты и централизованные институты, осуществляющие их эмиссию и управление ими, порождает множество

проблем – от неэффективности трансграничных операций до подверженности международной торговли волатильности валют и политическим рискам.

Появление технологии блокчейн открывает новые возможности для решения этих системных проблем. Свойственные блокчейну качества – децентрализация, прозрачность, безопасность и неизменяемость – представляют собой новую основу для технологической платформы организационных систем и проведения финансовых операций, которая может изменить саму структуру международной торговли и расчетов.

Актуальность таких инноваций трудно переоценить. Консалтинговая компания Deloitte в своем исследовании потенциала блокчейна утверждает, что эта технология способна изменить представление о финансовых операциях, начиная от скорости и уверенности в расчетах и заканчивая наглядностью и простотой единого источника правды. Это особенно актуально для международных расчетов, где возникают тонкости транснационального регулирования, обмена валют и роли резервных валют [2]. Также это влияет на способ построения внешних и внутренних организационных систем, позволяя реализовывать прозрачный и программируемый консенсус между участниками в общей децентрализованной технологической инфраструктуре.

Более того, появление децентрализованных финансов (DeFi) показало, что системы на основе блокчейна могут работать с такой степенью автономности и эффективности, с которой не могут сравниться традиционные финансовые инфраструктуры [3]. В отчете PwC «Global FinTech Report 2019» подчеркивается растущее влияние DeFi, отмечается, что DeFi может изменить глобальные финансы, создав более открытый, прозрачный и доступный финансовый рынок.

Возрастает потребность в альтернативном расчетном механизме, который мог бы работать вне рамок существующей финансовой системы, особенно для стран,

оказавшихся в менее выгодном положении в результате санкций или других форм финансовой изоляции [4]. Доклад Всемирного банка «De-risking in the Financial Sector» проливает свет на эту растущую проблему, подчеркивая необходимость создания систем, способных обеспечить беспрепятственный доступ к международным финансовым рынкам для всех.

Материалы и методы исследования

Для системного решения поставленных задач в данном исследовании использованы методы: декомпозиция требований, анализ и моделирование. Проанализированы прикладные бизнес-сценарии, демонстрирующие практическую жизнеспособность системы и позволяющие оценить ее эффективность в реальных торговых ситуациях.

На рисунке 1 представлен высокоуровневый концепт международных расчетов с введением операторов товарных поставок и товарных токенов страны.

В целях разработки архитектуры децентрализованной системы управления международными расчетами проведено систематическое исследование. Проведен анализ требований к системе с разбивкой их на основные элементы с целью определения ключевых проблем агентов и возможных решений. На основе требований и анализа были созданы модели, описывающие механизм работы предлагаемой архитектуры.

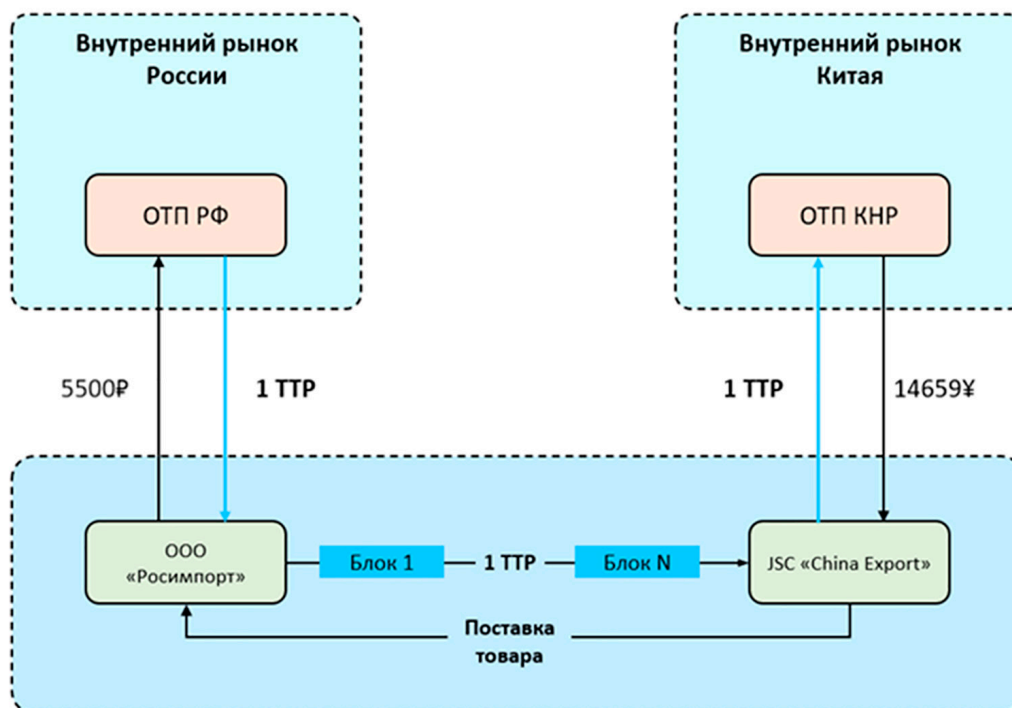


Рис. 1. Концепт международных расчетов с операторами товарных поставок

В ходе исследования выделено несколько основных компонентов, которым должна удовлетворять архитектура экосистемы.

Платформа: В основе архитектуры лежит платформа с открытым исходным кодом, реализующая технологию распределенного реестра и исполнения смарт-контрактов.

Смарт-контракты: Набор смарт-контрактов лежит в основе реализации бизнес-логики, автоматизируя процессы расчетов и управления в организационных системах, обеспечивая выполнение условий торговых соглашений.

Провайдер: Провайдер является связующим звеном между клиентами экосистемы

и блокчейном и преобразует вызовы JSON RPC в запросы и транзакции в блокчейне.

Экосистемные клиенты: Этот слой включает в себя клиентские приложения. Эти интерфейсы предназначены для взаимодействия пользователей с блокчейном, проверки транзакций и мониторинга активности системы в режиме реального времени.

Подписывающий элемент: Подписывающий элемент является компонентом процесса аутентификации и отвечает за цифровое подписание транзакций, обеспечивая их безотзывность и целостность.

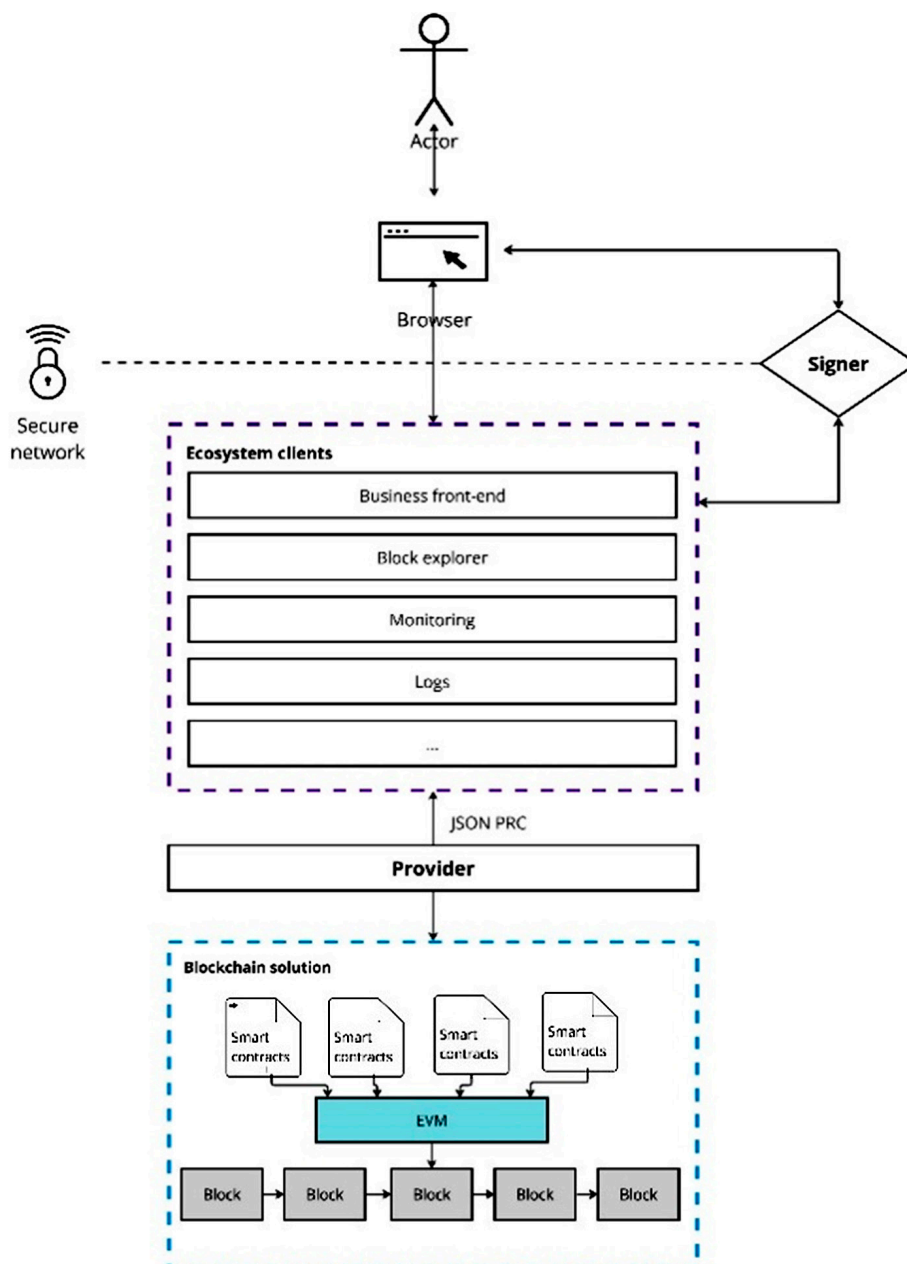


Рис. 2. Техническая архитектура экосистемы управления международными расчетами

В предложенной архитектуре на рисунке 2 поток транзакций между сетевыми агентами представляет собой процесс взаимодействия пользователя и архитектурных компонентов, которые согласованно работают над обеспечением целостности, безопасности и эффективности транзакций в экосистеме.

В начале сделки импортер, в качестве которого выступает ООО «Росимпорт», стремится приобрести на внешнем рынке товар. Для облегчения этой сделки импортер должен приобрести товарные токены, стоимость которых привязана к стоимости наименее волатильного актива или корзине товаров. «Росимпорт» получает доступ к экосистеме через браузер и инициирует запрос на покупку товарных токенов России.

Запрос обрабатывается через экосистемный клиент-интерфейс, предназначенный для беспрепятственного взаимодействия с блокчейном через оператора товарных поставок России (ОТП РФ) посредством JSON RPC вызовов. Эти вызовы транслируются провайдером в исполняемые запросы к блокчейну, где размещаются смарт-контракты.

ОТП РФ, используя смарт-контракты, выпускает товарные токены России. Эти смарт-контракты реализуют бизнес-логику и являются основой транзакционного процесса, автоматизируя традиционно сложную и иногда ручную финансовую операцию. Вновь выпущенные токены зачисляются на цифровой кошелек импортера, при этом каждая транзакция неизменно фиксируется в блокчейне в последовательных блоках, что обеспечивает четкий и защищенный от несанкционированного доступа аудиторский след.

Затем импортер инициирует перевод токенов для оплаты товара экспортеру – JSC «China Export». Транзакция подписывается цифровой подписью, что подтверждает подлинность транзакции.

После получения токенов JSC «China Export» получает возможность использовать товарные токены России по нескольким направлениям. Если требуется получение фиатной валюты, экспортер может обратиться к оператору товарных поставок Китая (ОТП КНР) для обмена токенов на местную валюту – юани. Этот обмен опять же осуществляется благодаря защищенной сети и исполнению смарт-контрактов, которые регулируют условия выкупа токенов и обеспечивают беспрепятственный процесс обмена.

В качестве альтернативы экспортер может обменять товарные токены на номенклатурные активы страны эмитента, например на природный газ. Процесс выкупа

аналогичным образом управляется смарт-контрактами, которые поручают ОТП организовать закупку и доставку актива, обеспечивая эффективное обеспечение токенов физическими товарами, которые они представляют.

Через регулярные промежутки времени проводятся клиринговые сессии между ОТП для сверки находящихся в обращении токенов с физическими товарами и валютами. Эти сессии, регулируемые программируемым консенсусом, имплементированным в смарт-контрактах, автоматизируют процесс многостороннего клиринга.

ОТП и пользователями также могут быть смарт-контракты, реализующие более сложную логику, нужную для интегрирования организационных систем в общую инфраструктуру.

Предложенная архитектура демонстрирует гармоничное сочетание управления, технологий и торговли, где финансовые операции будут не только безопасными и прозрачными, но и изначально устойчивыми к волатильности и неопределенности финансовых систем.

Результаты исследования и их обсуждение

Представленная инновационная архитектура управления международными расчетами на основе блокчейна была подвергнута комплексному анализу с целью оценки ее жизнеспособности и потенциального влияния на мировую торговлю. Результаты исследования подчеркивают способность экосистемы устранить недостатки существующих финансовых инфраструктур за счет использования технологии блокчейн для обеспечения безопасных, прозрачных и эффективных транзакций.

Одним из важнейших результатов является успешная демонстрация прототипа децентрализованной платформы и сервисов на форуме Finopolis, которые исключают возможность блокировки транзакций или замораживания активов, придерживаясь основных принципов экосистемы без доверия. Такая архитектура устраняет необходимость в общем банке или централизованном сервере, что исключает возможность создания единой точки отказа или контроля, которая может быть использована или подвергнута санкциям.

Анализ бизнес-кейсов показал, что предлагаемая система эффективно решает проблему доверия к эмиссионному центру. Это достигается за счет распределения эмиссии и контроля над токенами, обеспеченными товарами, между различными национальными структурами, каждая из кото-

рых действует автономно в рамках общей децентрализованной технологической инфраструктуры. Товарные токены, представляющие собой опцион колл на реальные внутренние активы, такие как золото, нефть или древесина, не подвержены такому инфляционному давлению, как фиатные валюты, и обеспечивают стабильность международной торговли. Отсутствие монополии на внешнюю торговлю позволяет импортерам и экспортерам самостоятельно выбирать цены, товары и контрагентов, а расчеты товарными токенами осуществляются через ОТП, что обеспечивает полный контроль над расчетами и экспортно-импортными операциями для регуляторов.

В исследовании также отмечается способность системы проводить регулярный многосторонний клиринг без необходимости поддержания центральными банками избыточных резервов. Такой подход к расчетам исключает использование фиатных валют в качестве канала инфляции в мировой экономике [5]. Позволяя странам закупать товары на внутренних рынках, где цены, как правило, ниже, чем на внешних рынках, система также обеспечивает экономические преимущества странам-участницам.

Кроме того, центральные банки имеют возможность регулировать торговый баланс, регулируя эмиссию товарных токенов страны. Возможность торговать токенами на вторичном рынке или нет придает системе дополнительную гибкость.

Возможность автоматизации процесса управления в организационных системах, создавая децентрализованные автономные организации [6] и введение кредита в товарных токенах с помощью смарт-контрактов, позволяет реализовывать новые продукты для экосистемы и участников.

Представленная архитектура представляет собой новое и практичное решение современных проблем международных торговых расчетов. Одобрение системы экспертами в данной области подтверждает ее потенциал для изменения способов ведения торговли и управления торговыми отношениями между странами.

Заключение

Комплексное исследование экосистемы управления международными расчетами в децентрализованной технологической инфраструктуре позволило выявить убедительное видение будущего мировой торговли. Бесшовная интеграция смарт-контрактов в процесс совершения сделок позволяет отказаться от посредников, что снижает издержки и потенциальные точки конфликта. Кроме того, заложенная

в систему возможность регулярного многостороннего клиринга избавляет страны от необходимости держать избыточные резервы, оптимизируя тем самым управление ликвидностью в сети. Такая экосистема устраняет критические уязвимости современной финансовой системы, характеризующейся зависимостью от централизованных фиатных валют и подверженностью внешнему экономическому и политическому давлению. Одновременно с этим открываются новые возможности для управления организационными системами.

Описанная архитектура экосистемы, основанная на принципах децентрализации, представляет собой устойчивый и эффективный механизм международных расчетов. Благодаря использованию товарных токенов система создает стабильное, устойчивое к инфляции средство обмена, не привязанное к волатильности национальных валют. Такой подход не только повышает безопасность и автономность, но и способствует экономической справедливости и инклюзивности.

Результаты данного исследования позволяют говорить о трансформации экономических отношений между странами, предлагая инновационные автономные решения. В условиях, когда мир продолжает решать проблемы финансовой интеграции и экономического сотрудничества, общая децентрализованная технологическая платформа представляется жизнеспособным решением, способным изменить глобальный экономический порядок.

Список литературы

1. Kuehnlenz S., Orsi B., Kaltenbrunner A. Central bank digital currencies and the international payment system: The demise of the US dollar? // *Research in International Business and Finance*. 2023. Vol. 64. P. 101834. DOI: 10.1016/j.ribaf.2022.101834.
2. Горбачева Т.А. Будущее трансграничных платежей с участием цифровых валют нескольких ЦБ // *Вестник Московского университета им. С.Ю. Витте. Серия 1: Экономика и управление*. 2021. Т. 3, С. 13-21. DOI: 10.21777/2587-554X-2021-3-13-21.
3. Крылова Л.В. Роль корреспондентских отношений в системе трансграничных платежей в условиях цифровизации // *Экономика. Налоги. Право*. 2023. Т. 4, С. 43-51. DOI: 10.26794/1999-849X-2023-16-4-43-51.
4. Горбачева Т.А. Понятие стейблкоинов и актуальное состояние рынка стабильных монет // *Финансовый журнал* 2022. Т. 14, С. 126-139. DOI: 10.31107/2075-1990-2022-1-126-139.
5. Othman A.H.A., Musa Alhabshi S., Kassim S., Abdullah A., Haron R. The impact of monetary systems on income inequality and wealth distribution: A case study of cryptocurrencies, fiat money and gold standard // *International Journal of Emerging Markets*. 2020. Vol. 15. P. 1161-1183. DOI: 10.1108/IJOEM-06-2019-0473.
6. Атеев К.О., Широков И.А., Олимпиев Н.В. Разработка архитектуры системы принятия решений на основе гибридного голосования в децентрализованной автономной организации // *Современные наукоёмкие технологии*. 2023. Т. 9. С. 10-14. DOI: 10.17513/snt.39756.