

155. БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИИ В КОНТУРЕ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ: ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Высоцкий Д.А. студент гр. 578102

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

*Нагулевич Р.С. – старший преподаватель, магистр
экономических наук,*

Аннотация. В работе рассматриваются основные проблемы внедрения блокчейн-технологий в цифровую экономику: технические ограничения, правовые риски и организационные барьеры. Предложен подход к использованию гибридных блокчейн-архитектур, который учитывает как технические, так и экономические и регуляторные требования, который позволит снизить риски при принятии решений о масштабировании решений на базе блокчейна.

Цифровизация экономики и барьеры интеграции

Блокчейн (технология распределенного реестра) является одним из ключевых инструментов в цифровизации современной экономики. Технология блокчейн позволяет создавать децентрализованные системы управления, обеспечивая прозрачное и неизменяемое хранение данных, однако процесс внедрения сталкивается с рядом фундаментальных экономических и технологических проблем [1].

Одним из главных вызовов для массового внедрения блокчейна является проблема масштабирования. Многие децентрализованные сети пока проигрывают традиционным платежным системам (например, Visa) в скорости обработки данных при высоких транзакционных нагрузках [4]. Не менее важной является проблема интероперабельности — возможности разных блокчейнов взаимодействовать между собой. В настоящий момент существует множество изолированных сетей, что затрудняет создание единого цифрового экономического пространства [3].

Для успешного развития блокчейн-решений предстоит решить проблемы регуляторной неопределенности в вопросах токенизации активов и хранения персональных данных [5], а также преодолеть организационные барьеры. Внедрение DLT (Distributed Ledger Technology) требует пересмотра процедур внутреннего контроля, перераспределения экономических ролей и программ повышения квалификации [7]. Кроме этого, существует проблема экономической обоснованности — разработка и поддержка децентрализованных решений требуют значительных капитальных инвестиций на начальных этапах.

Архитектурный выбор: концепция гибридизации

В рамках экономической теории цифровизации определено, что оптимальным решением для корпоративного и финансового сектора является переход к гибридным архитектурам [2]. Этот тип сети объединяет свойства публичных (открытых) и частных (закрытых) блокчейнов. Данный подход позволяет достичь в гибридных структурах сочетания необходимого компромисса между конфиденциальностью коммерческой тайны и прозрачностью внешнего аудита [1].

В банковской и инвестиционной сфере такая дуальность позволяет контрагентам обмениваться контрактами в закрытом контуре, предоставляя контролирующим органам лишь верифицируемые доказательства (хэши) валидности транзакций без раскрытия деталей самой сделки [5]. При проектировании гибридных решений важно четко разграничить финансовые данные и транзакции между слоями, определить интерфейсы и механизмы синхронизации [3]. Смарт-контракты и кросс-чейн мосты остаются основными точками уязвимости. Ошибки в коде или уязвимости мостов приводят к прямым финансовым потерям и серьезным репутационным рискам [6]. Для их минимизации необходимы как независимые аудиты и регулярные стресс-тесты, так и механизмы отката с планами восстановления. Требуется также наличие юридических соглашений, строго распределяющих ответственность между участниками экономической экосистемы.

Экономико-математическая валидация

Системная интеграция распределенных реестров требует обязательную предварительную оценку экономической обоснованности. Первичное внедрение блокчейн технологий рекомендуется проводить через специальный режим проработки и пилотирования решений в формате регуляторных

«песочниц» (sandboxes). Этот механизм помогает протестировать новые экономические модели в контролируемой среде, без риска нарушить финансовое законодательство [5]. Вместе с тем, режим регуляторной «песочницы» позволяет тестировать процедуры KYC (проверка личности)/AML (проверка транзакций) и сценарии восстановления данных.

Перед запуском пилотных проектов необходимо заранее задавать набор ключевых показателей эффективности (KPI), таких как:

- TCO (совокупная стоимость владения), которая включает капитальные и операционные затраты на аудит смарт-контрактов, поддержку инфраструктуры и администрирование узлов сети [4];
- NPV (чистый дисконтированный доход), который формируется за счет снижения удельных транзакционных издержек и полного отказа от бумажного документооборота [1];
- TPS (стоимость транзакции и время на ее подтверждение). Это базовые технические метрики, определяющие производительность и целесообразность эксплуатации сети;

Заключение

Несмотря на указанные сложности, блокчейн остается одной из самых перспективных технологий фундаментальной трансформации рынков. Решение проблем масштабируемости и выработка международных стандартов позволят перейти к этапу массового внедрения данной технологии, которая обеспечит новый уровень безопасности и рост доверия цифровой экономике [7].

Интеграция блокчейн-технологий в контуре цифровизации целесообразна при условии системного подхода, сочетающего техническую подготовку, регуляторное сопровождение, строгую экономическую валидацию и организационные изменения. Имеются практические пути снижения основных барьеров: интероперабельности, масштабируемости, правовой неопределённости и наличия уязвимостей архитектуры [3].

Гибридная архитектура, которую необходимо реализовывать через поэтапное тестирование в sandbox-режиме и подкреплять расчётом TCO/NPV с набором чётких KPI, обеспечит оптимальный баланс между конфиденциальностью, производительностью и доказуемостью операций в глобальном экономическом контуре [2]. Тестирование в ограниченном окружении с участием регуляторов позволяет отработать финансовые и правовые сценарии до принятия решения о полномасштабном инвестировании и масштабировании [5].

Список использованных источников:

1. Tokenization of Financial Assets. Final Report / IOSCO // International Organization of Securities Commissions (IOSCO). – 2025. – 56 p.
2. Accelerating value flow in financial markets through tokenization / S&P Global Market Intelligence // Look Forward. – 2025. – P. 12–15.
3. Cross-Chain Interoperability Report / Interchain Foundation // Interchain Foundation. – 2024. – 48 p.
4. Chen, B. A Comprehensive Survey of Blockchain Scalability / B. Chen [et al.] // arXiv:2409.02968 [cs.CR]. – 2024. – 32 p.
5. Outlook 2026: Digital Assets Move From Disruption to Integration / CoinShares Research // CoinShares. – 2025. – 40 p.
6. Махов, С. М. Интеграция блокчейн-технологий в цифровые системы / С. М. Махов // Теория и практика современной науки. – 2024. – № 5. – С. 135–138.
7. Драгуленко, В. В. Комплексный анализ влияния блокчейн-технологии на экономическую стабильность / В. В. Драгуленко, А. Л. Золкин // Экономика и предпринимательство. – 2024. – № 10. – С. 84–89.