

## БЛОКЧЕЙН СЕТИ С КОНТРОЛЕМ ДОСТУПА ДЛЯ ТОКЕНИЗАЦИИ ЦЕННЫХ БУМАГ НА ПРИМЕРЕ HYPERLEDGER FABRIC

**А. В. Сушинский**

*студент, Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, dev1nb8k@outlook.com*

**Научный руководитель Н. И. Шандора**

*старший преподаватель, Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь,  
shandoranatasha@tut.by*

В статье рассматривается токенизация ценных бумаг на платформе Hyperledger Fabric. Анализируются архитектура сети, роль смарт-контрактов, вопросы интеграции с финансовыми системами и соблюдения нормативных требований, а также ключевые вызовы масштабируемости и конфиденциальности.

**Ключевые слова:** токенизация, блокчейн, Hyperledger Fabric, приватные сети, цифровые активы.

## BLOCKCHAIN NETWORKS WITH ACCESS CONTROL FOR SECURITIES TOKENIZATION USING THE EXAMPLE OF HYPERLEDGER FABRIC

**A. V. Sushynski**

*student, Belarusian State University, Minsk, Belarus, dev1nb8k@outlook.com*

**Supervisor N. I. Shandora**

*senior lecturer, Belarusian State University, Minsk, Belarus, shandor@tut.by*

The article discusses the tokenization of securities on the Hyperledger Fabric platform. It analyzes the network architecture, the role of smart contracts, issues of integration with financial systems and regulatory compliance, as well as key challenges of scalability and confidentiality.

**Keywords:** tokenization, blockchain, Hyperledger Fabric, private networks, digital assets.

Развитие цифровых технологий стимулирует поиск новых форм обращения и управления финансовыми активами. Одним из ключевых направлений в данной сфере является токенизация, позволяющая переводить имущественные права и ценные бумаги в цифровую форму.

Токенизация представляет собой процесс преобразования прав на реальные или цифровые активы в цифровые токены, которые могут обращаться в блокчейн сетях. Решение по проведению токенизации может повысить ликвидность активов, ускорить расчёты и автоматизировать операции [1]. В мировой практике уже существуют примеры применения данной технологии для выпуска облигаций и в цифровом виде.

Для поддержки данного процесса активно развиваются блокчейн-технологии, обеспечивающие децентрализованное хранение данных и неизменность записей о правах владения активами.

При выборе архитектуры блокчейн-сети для токенизации ключевым фактором является её тип. Различают два типа:

- публичные сети – открытые и децентрализованные, но ограниченные по скорости и возможностям управления доступом;
- частные сети – функционируют в замкнутом контуре и обеспечивают гибкий контроль участников и операций (рисунки).



Сравнение типов блокчейн сетей

Для финансовых продуктов, как правило, предпочтение отдаётся частным блокчейнам. Они обеспечивают конфиденциальность данных, позволяют настраивать политики одобрения транзакций и отличаются более низкой стоимостью обработки операций, что делает их предпочтительным инструментом для токенизации ценных бумаг.

Особое место среди таких решений занимает Hyperledger Fabric (HLF). Эта платформа с открытым исходным кодом проектировалась для корпоративного применения и позволяет формировать консорциумы из нескольких организаций для обмена транзакциями с сохранением конфиденциальности [2]. Её архитектура основана на разграничении ролей участников и гибком управлении процессами транзакций. В отличие от публичных блокчейнов, Fabric позволяет настраивать внутренние механизмы в соответствии с требованиями конкретной организации или консорциума, что делает возможным настроить сеть под требования регуляторов.

Ключевыми компонентами платформы являются одноранговые узлы, службы упорядочения и службы управления идентификацией. Одноранговые узлы отвечают за хранение данных и выполнение смарт-контрактов, называемых чейнкодами в терминологии HLF. Служба упорядочения обеспечивает упорядочивание транзакций и достижение консенсуса между участниками сети. Система управления членством гарантирует аутентификацию и авторизацию участников, для реализации политики доступа к сети.

Особое значение в Fabric имеет организация каналов – изолированных подсетей внутри единой инфраструктуры. Каналы позволяют ограничивать доступ к данным и транзакциям только тем организациям, которые являются их участниками.

Функционирование сети строится на консорциумной модели. Каждая организация вносит свой вклад в управление сетью, сохраняя при этом контроль над собственными ресурсами. Консенсус достигается с помощью службы упорядочения, который может быть реализован через различные механизмы. Такая модель распределённого управления позволяет объединять интересы эмитентов, инвесторов, депозитариев и регуляторов в рамках единой экосистемы.

Токенизация в Hyperledger Fabric реализуется с использованием смарт-контрактов, которые в данной платформе называются чейнкодами. Основная задача состоит в том, чтобы отразить права на ценные бумаги в цифровой форме и обеспечить их безопасное обращение в распределённой сети. Такой подход позволяет автоматизировать жизненный цикл ценных бумаг – от выпуска до погашения – и при этом сохранить прозрачность, безопасность и целостность всех операций для участников консорциума.

Разработка чейнкода для токенизации требует строгого соблюдения принципов модульности и безопасности. Смарт-контракты должны учитывать правила эмиссии, распределения, вторичного обращения и погашения ценных бумаг. При настройке сети важно предусмотреть механизмы соответствия нормативным требованиям, включая обязательные проверки личности участников, а также ограничение доступа к определённым операциям через политики эндаумента и списки контроля доступа.

Практический сценарий может включать выпуск цифровой облигации, которая распределяется среди инвесторов в сети. Далее возможны её продажа на вторичном рынке и последующее погашение в установленный срок. Все эти этапы контролируются смарт-контрактом и фиксируются в распределённом реестре, что обеспечивает доверие к результатам операций. В условиях консорциума участниками такого процесса могут быть эмитенты, инвесторы, депозитарные организации и финансовые регуляторы.

Внедрение решений на основе Hyperledger Fabric для токенизации ценных бумаг сопровождается рядом практических решений. Одним из ключевых вопросов является интеграция распределённого реестра с традиционными субъектами рынка ценных бумаг: депозитарными системами, расчётными центрами и торговыми площадками. Без обеспечения совместимости с существующими механизмами оборота ценных бумаг полноценное использование токенизации остаётся ограниченным.

Не менее важной проблемой выступает нормативно-правовая база. Цифровые токены, отражающие права на ценные бумаги, требуют чёткой юридической квалификации [3]. В разных юрисдикциях подобные активы могут рассматриваться как классические ценные бумаги, как цифровые финансовые активы или как иные формы имущественных прав. Это накладывает дополнительные требования на архитектуру решения и повышает значимость функций контроля доступа, встроенных в Hyperledger Fabric.

Несмотря на то, что Fabric поддерживает изоляцию транзакций с помощью каналов и приватных коллекций, при большом числе участников и операций возникают сложности с эффективной организацией обмена данными. При таком сценарии масштабирование сети требует дополнительных усилий по настройке инфраструктуры и оптимизации смарт-контрактов.

### Библиографические ссылки

1. *Лосева О. В.* Цифровые активы: экономический, юридический и технологический контексты // Имущественные отношения в Российской Федерации. 2021. № 11(242). С. 42–51.
2. Документация Hyperledger Fabric. URL: <https://hyperledger-fabric.readthedocs.io/ru/latest/> (дата обращения: 25.09.2025).
3. *Шатило А. С., Макарецкая Т. Д.* Проблемы и преимущества токенизации активов // Фундаментальные и прикладные аспекты глобализации экономики. 2020. С. 192–194.