

УДК 004.75-332.7

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙН В СФЕРЕ НЕДВИЖИМОСТИ

К.А. Мамченко, С.Н. Барсукевич, И.Г. Скиба

*Учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», Минск, Беларусь*

**Аннотация.** В данной статье рассматривается структура блокчейна, его ключевые принципы работы и потенциал применения в сфере недвижимости. Блокчейн представляет собой распределенную и надежную систему, состоящую из блоков, которые содержат хеши, временные метки и транзакционные данные. Основными принципами, обеспечивающими безопасность и прозрачность блокчейна, являются децентрализацию, консенсус, безопасность, прозрачность, неизменяемость и использование умных контрактов. В сфере недвижимости блокчейн способен значительно улучшить процессы, обеспечивая прозрачность сделок, автоматизацию операций через умные контракты, токенизацию объектов, снижение затрат и времени на сделки, а также упрощение управления недвижимостью. Это открывает новые возможности для инвесторов, делая рынок недвижимости более эффективным и безопасным.

**Ключевые слова:** блокчейн, децентрализация, токенизация, консенсус, недвижимость, смарт-контракты, NFT, волатильность, масштабируемость, финансовые операции.

## USING BLOCKCHAIN TECHNOLOGY IN THE REAL ESTATE SECTOR

K.A. Mamchenko, S.N. Barsukevich, I.G. Skiba

*Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics",  
Minsk, Belarus*

**Abstract.** This article discusses the structure of blockchain, its key operating principles, and potential application in the real estate industry. Blockchain is a distributed and reliable system consisting of blocks that contain hashes, timestamps, and transaction data. The main principles that ensure the security and transparency of blockchain include decentralization, consensus, security, transparency, immutability, and the use of smart contracts. In the real estate industry, blockchain can significantly improve processes by providing transparency of transactions, automation of operations through smart contracts, tokenization of objects, reduction of costs and time for transactions, and simplification of real estate management. This opens up new opportunities for investors and users, making the real estate market more efficient and secure.

**Keywords:** blockchain, decentralization, tokenization, consensus, real estate, smart contracts, NFT, volatility, scalability, financial transactions.

### Введение

Блокчейн-технология активно внедряется в различные секторы экономики, предлагая инновационные решения для повышения эффективности и безопасности. Одной из областей, где блокчейн может оказать значительное влияние, является сфера недвижимости. Эта отрасль традиционно сталкивается с такими проблемами, как высокие транзакционные издержки, длительные процессы оформления сделок, бюрократия и риски мошенничества. Внедрение блокчейн-технологий в эту отрасль может значительно упростить процессы, снизить затраты и повысить доверие между всеми участниками рынка, открывая новые возможности для развития отрасли недвижимости.

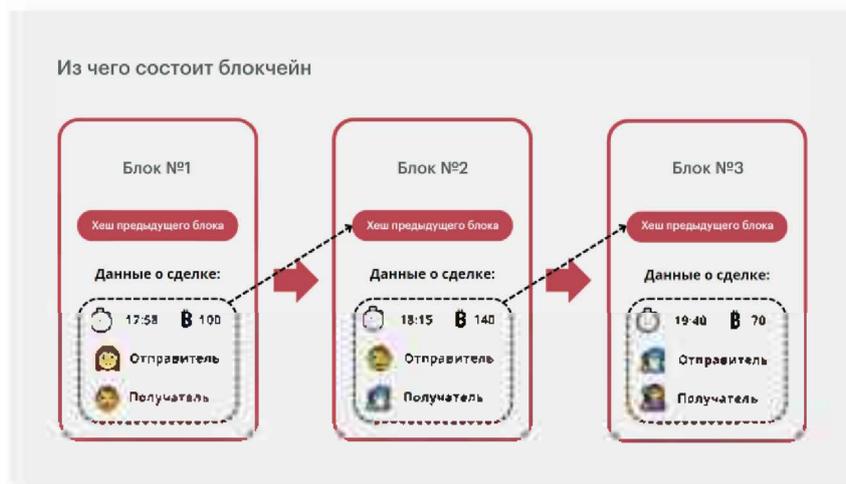
## Основная часть

Блокчейн представляет собой уникальную и надежную структуру данных, основанную на цепочке блоков. Каждый блок в этой цепи играет важную роль и состоит из двух основных компонентов: заголовка и тела [1].

Заголовок блока включает несколько ключевых элементов. Во-первых, хеш блока – уникальная строка, созданная на основе его данных, служит цифровым отпечатком для быстрой идентификации. Во-вторых, он содержит хеш предыдущего блока, обеспечивая связь между блоками и устойчивость к изменениям: любое изменение данных в одном блоке изменяет его хеш и хеши всех последующих. Также заголовок включает временную метку, указывающую на момент создания блока, что позволяет отслеживать последовательность транзакций.

Тело блока содержит основную информацию о транзакциях, которые были обработаны и включены в него. Каждая транзакция фиксируется с указанием различных параметров, таких как отправитель, получатель и сумма, что позволяет участникам сети иметь доступ к полной истории операций и обеспечивает их прозрачность [2].

Для большей наглядности структура технологии блокчейн представлена ниже.



Структура блокчейн  
Blockchain structure

Блокчейн технология основана на нескольких ключевых принципах:

1. Децентрализация. В отличие от традиционных баз данных, блокчейн работает на децентрализованной сети узлов (ноды). Каждый узел хранит полную копию блокчейна, что делает систему более устойчивой к сбоям и атакам.

2. Консенсус. Для добавления нового блока в цепь необходимо, чтобы большинство узлов сети согласились с его корректностью. Существует несколько алгоритмов консенсуса, наиболее популярные из которых:

– Proof of Work (PoW): узлы (майнеры) решают сложные математические задачи, чтобы создать новый блок. Этот процесс требует значительных вычислительных ресурсов, что делает его безопасным, но энергозатратным. Пример: Bitcoin.

– Proof of Stake (PoS): узлы выбираются для создания новых блоков на основе количества криптовалюты, которую они держат и готовы «заморозить». Это снижает затраты на вычисления и делает сеть более энергоэффективной. Пример: Ethereum 2.0.

3. Неизменяемость. После добавления блока в цепь он становится неизменяемым. Это означает, что транзакции не могут быть отменены или изменены. Эта особенность

обеспечивает надежность и уверенность в целостности данных.

#### 4. Смарт-контракты

Смарт-контракты – это самовыполняющиеся контракты, условия которых записаны в виде программного кода. Они автоматически исполняются при выполнении определенных условий, что снижает риск мошенничества и уменьшает необходимость привлечения посредников [3].

Блокчейн предлагает новые решения для ключевых проблем сферы недвижимости. Процессы сделки с недвижимостью часто требуют много бумажной документации, что замедляет их и увеличивает вероятность ошибок. Смарт-контракты позволяют автоматизировать сделки при выполнении определенных условий, обходясь без посредников, что ускоряет процесс и снижает затраты.

Классические документы легко подделать или потерять. Блокчейн создает неизменяемый реестр, где каждая транзакция записывается и доступна для проверки [4].

Отсутствие единой базы данных о правах собственности может вызвать споры и юридические проблемы. Блокчейн предлагает общий реестр, доступный всем участникам, что упрощает проверку истории владения и снижает риск конфликтов [5].

Инвесторы часто сталкиваются с трудностями при получении финансирования для покупки недвижимости. Токенизация активов позволяет дробить недвижимость на токены, которые могут быть проданы множеству инвесторов. Это делает инвестиции более доступными и ликвидными, а также открывает новые возможности для финансирования.

Блокчейн-технологии уже способствуют позитивным изменениям в отрасли:

1. В 2023 году компания Proxor представила обновленные функции для автоматизации сделок с недвижимостью, включая интеграцию с децентрализованными финансовыми системами (DeFi), что дает возможность использовать криптовалюту для приобретения недвижимости.

2. В 2023 году появились проекты, применяющие NFT (не взаимозаменяемые токены) для управления правами собственности на недвижимость. Например, в США были проведены несколько сделок с использованием NFT, что позволило автоматизировать процесс передачи прав собственности и сократить расходы на юридические услуги.

3. В 2022 году RealT усилила развитие своей платформы для токенизации недвижимости, предоставляя инвесторам возможность приобретать доли в объектах через блокчейн Ethereum. Это нововведение значительно упрощает доступ к инвестициям в недвижимость для мелких инвесторов.

Несмотря на перспективность внедрения блокчейна в процессы сферы недвижимости, существуют связанные с этим проблемы и ограничения. Одной из ключевых трудностей является отсутствие четкой правовой базы, что порождает юридические риски. Для решения этой проблемы нужно разработать законодательные инициативы, учитывающие специфику блокчейн-технологий, с участием госорганов и ассоциаций.

Интеграция блокчейна в существующие системы может быть сложной и затратной. Многие компании не имеют необходимых знаний и ресурсов. Для упрощения интеграции можно использовать API и децентрализованные приложения (dApps), а также проводить обучение персонала и сотрудничать с технологическими компаниями.

Многие блокчейн-сети, особенно на базе Ethereum, сталкиваются с проблемами масштабируемости, что может привести к задержкам и высоким затратам на транзакции в периоды высокой нагрузки. Разработка и внедрение новых протоколов,

таких как Layer 2 решения (например, Polygon), могут помочь улучшить скорость и снизить затраты. Они представляют собой технологии, которые позволяют обрабатывать транзакции вне основного блокчейна, а затем записывать результаты на него. Эти решения могут быть в 100–1000 раз быстрее, чем Layer 1, поскольку транзакции обрабатываются вне основного блокчейна и не ограничиваются скоростью создания блоков.

Высокая волатильность криптовалют создает препятствия для использования блокчейн-технологии в недвижимости. Резкие колебания цен ведут к непредсказуемости стоимости активов, что снижает доверие инвесторов и затрудняет финансовое планирование. Стейблкоины, привязанные к фиатным валютам, могут уменьшить волатильность и обеспечить стабильные транзакции.

Среди альтернатив традиционным блокчейнам стоит упомянуть Directed Acyclic Graphs (DAG), которые предлагают уникальные преимущества для различных приложений, включая управление недвижимостью. В отличие от линейной структуры блокчейнов, DAG позволяет параллельные транзакции, что значительно увеличивает скорость и масштабируемость сети.

### Заключение

Блокчейн обладает большим потенциалом для трансформации рынка недвижимости, решая его традиционные проблемы. Смарт-контракты и неизменяемые реестры прав собственности упрощают сделки купли-продажи и аренды, повышая безопасность и прозрачность. В будущем можно ожидать, что блокчейн станет стандартом для управления сделками с недвижимостью. Прогнозируется, что к 2025 году не менее 30% всех сделок с недвижимостью будут осуществляться с использованием технологий блокчейна. С развитием технологий и внедрением новых протоколов, таких как Layer 2 решения, скорость транзакций может увеличиться до 1000 раз, а затраты на комиссии значительно снизятся. Это сделает блокчейн еще более привлекательным для пользователей, обеспечивая более быстрые и экономически эффективные процессы, что в свою очередь может привести к росту объемов сделок и повышению ликвидности на рынке недвижимости.

### Список использованных источников

1. Розенбаум К. (2020) *Грокаем технологию биткоин*. Издательство «Питер».
2. Melanie Swan (2015) *Blockchain: blueprint for a new economy*. Kindle.
3. Лоран Лелу (2017) *Блокчейн от А до Я*. Издательство «Эксмо».
4. И.В. Шанюкевич, Е.М. Васюкевич, Е.Н. Заболоцкая. (2021) Применение технологии блокчейн при регистрации недвижимости и удостоверении договоров. *Актуальные проблемы экономики и организации строительства*.
5. Бутко А.В. (2018) Применение технологии блокчейн в земельном кадастре и реестре недвижимости. *Программная инженерия: методы и технологии разработки информационно-вычислительных систем*.

### References

1. Rosenbaum K. (2020) *Grokking Bitcoin*. Piter Publishing House (in Russian).
2. Melanie Swan (2015) *Blockchain: blueprint for a new economy*. Kindle.
3. Laurent Leloup (2017) *Blockchain from A to Z*. Publishing house Eksmo (in Russian).
4. I.V. Shanyukevich, E.M. Vasyukevich, E.N. Zabolotskaya. (2021) Application of blockchain technology in real estate registration and contract certification. *Actual problems of economics and organization of construction* (in Russian).

5. Butko A.V. (2018) Application of blockchain technology in the land cadastre and real estate registry. *Software engineering: methods and technologies for developing information and computing systems.*

#### Сведения об авторах

**Мамченко К.А.**, студент кафедры информатики, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». kmamcenko@gmail.com.

**Барсукевич С.Н.**, инженер-программист, Центр информатизации и инновационных разработок, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». s.barsukevich@bsuir.by.

**Скиба И.Г.**, магистр, ассистент кафедры ЭВМ, ведущий инженер-программист, Центр информатизации и инновационных разработок, учреждение образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники». i.skiba@bsuir.by.

#### Information about the authors

**Mamchenko K.A.**, student of the Department of Computer Science, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", kmamcenko@gmail.com.

**Barsukevich S.N.**, Software Engineer, Center for Informatization and Innovative Development, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics". s.barsukevich@bsuir.by.

**Skiba I.G.**, Master, Assistant of the Department of Computer Science, leading software engineer, Center for Informatization and Innovative Development, Educational Institution "Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics", i.skiba@bsuir.by.