

УДК: 004.738.5:004.738.7

## 120. ТЕХНОЛОГИЯ BLOCKCHAIN И ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IOT)

*Бовкун М.И.<sup>1</sup>, студент гр. 172303, Клыбик В.В.<sup>1</sup>, студент гр. 172302*

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

*Ермакова Е.В. – канд. экон. наук*

**Аннотация.** В данной статье исследуются возможности интеграции технологии блокчейн и интернета вещей (IoT) с целью повышения безопасности, прозрачности и эффективности сетей IoT. В статье рассматриваются ключевые проблемы безопасности и конфиденциальности данных в сетях IoT, а также описываются основные моменты, которые могут быть улучшены благодаря интеграции технологии блокчейн. Кроме того, статья предлагает различные способы интеграции блокчейн и IoT, включая IoT-IoT, IoT-blockchain и гибридный подход, обсуждая их преимущества и недостатки. В целом, статья выделяет потенциал интеграции блокчейн и IoT для создания инновационных решений в различных отраслях и прогнозирует значительные выгоды от такого слияния технологий.

**Ключевые слова:** технология блокчейн, интернет вещей (IoT), безопасность данных, аутентификация устройств, конфиденциальность, экономия времени и ресурсов, интеграция блокчейн и IoT, IoT-IoT, IoT-blockchain, гибридный подход.

**Введение.** В современном информационном мире технологии блокчейн и интернет вещей (IoT) представляют собой две ключевые области, привлекающие огромное внимание и вызывающие живой интерес как у специалистов, так и у общественности. Технология blockchain одна из самых обсуждаемых тем за последние несколько лет. Данное направление обретает всё больший и больший охват в сфере информационных технологий и инноваций. Несмотря на то, что техническое понимание этой технологии может быть сложным, многие слышали о ней хотя бы в общих чертах.

Актуальность исследования данной темы обусловлена растущей потребностью в безопасности и прозрачности данных в сетях IoT, а также стремлением к оптимизации процессов и созданию новых инновационных решений.

Цель нашего исследования заключается в изучении возможностей интеграции технологии блокчейн и интернета вещей с целью улучшения безопасности, прозрачности и эффективности сетей IoT. Мы стремимся выявить основные проблемы безопасности, с которыми сталкиваются сети IoT, и исследовать, как технология блокчейн может помочь в их решении.

Для достижения поставленной цели мы рассмотрим различные методы интеграции блокчейн и IoT, а также проанализируем их преимущества и недостатки. Наконец, мы выделим потенциальные выгоды от интеграции данных технологий и предложим рекомендации для дальнейших исследований и практической реализации этого подхода.

**Основная часть.** В кратком изложении, blockchain представляет собой децентрализованную базу данных, которая хранит записи транзакций в виде цепочки блоков. Эти блоки сотрудничают между собой для обработки и подтверждения операций. Каждый элемент связан с предыдущим с использованием криптографических методов, обеспечивая непрерывную историю транзакций, которая невозможна изменить или подделать без согласия большинства участников сети [1]. Согласно статистике, темпы роста блокчейн-предприятий Китая только в первой половине 2020 года достигли 275,31% [2].

Не менее популярной темой также является направление интернет вещей. Это представляет собой концепцию, в рамках которой различные устройства, оснащенные датчиками и соединенные с сетью, могут обмениваться данными и взаимодействовать друг с другом без прямого участия человека. Сегодня миллионы устройств по всему миру, начиная от обычных домашних устройств и заканчивая промышленным оборудованием, становятся частью интернета вещей. Эти устройства генерируют большие объёмы данных, которые помогают улучшить и оптимизировать производственный процесс, а также передают данные в приложения его для работы [3].

Количество IoT устройств просто растёт в геометрической прогрессии. Пандемия COVID-19 повлияла на многие сектора, включая частных лиц и корпорации. Интернет-экосистема сыграла решающую роль во всем мире. Зависимость от интернет-предприятий резко возросла из-за эпидемии COVID-19. Здравоохранение и медико-биологические науки, производство, автомобилестроение, розничная торговля, транспорт и логистика используют Интернет, чтобы предлагать клиентам необходимые услуги. Однако, вместе с этим появляются новые вызовы, связанные с безопасностью и конфиденциальностью данных. Ниже приведём слабые стороны интернета вещей:

- устройства с устаревшей прошивкой, которые потенциально могут использоваться для заражения всей системы;
- слабая аутентификация с жёстко запрограммированными паролями;

- небезопасное соединение;
- физическое вмешательство.

Для всех IoT устройств необходимо обеспечить автономность, так как батарейки не смогут обеспечить полноценное функционирование системы. Открытость столь огромной сети, которая контролирует все окружающие нас объекты – опасна. Интернет вещей подразумевает миллионы сенсоров, которые постоянно следят за человеком, анализируют его деятельность, предпочтения и пр. Собирается масса информации о личной жизни, которая может передаваться другим устройствам. Однако сеть можно взломать, в связи с чем появляется необходимость сохранности персональных данных. С каждым новым устройством возрастает количество серверов, между которыми происходит постоянный обмен данными. Растет нагрузка, требуется повышение уровня надежности, потому и возникает объединение IoT и технологии блокчейн, обладающей рядом преимуществ.

Таким образом даже один уязвимый девайс может нарушить стабильность всей системы. В это плане технология blockchain может сыграть важную роль надёжности интернет вещей и, как следствие, ещё большей их популярности.

Далее мы рассмотрим основные моменты, которые будут улучшены после интеграции интернета вещей и blockchain:

1 **Безопасность данных.** Интеграция blockchain в сети IoT повышает уровень безопасности данных. Благодаря характеристикам blockchain, таким как неподдельность и непрерывность цепочки блоков, можно обеспечить защиту от мошенничества и несанкционированного доступа к информации. Это особенно важно в областях, где данные критически важны, например, в медицинских устройствах или системах управления инфраструктурой городов.

2 **Улучшенная аутентификация и идентификация.** Blockchain может быть использован для создания систем аутентификации и идентификации устройств, что обеспечивает высокий уровень безопасности в сети IoT. Каждое устройство может иметь свой уникальный идентификатор, записанный в blockchain, что делает невозможным подделку или изменение этой информации.

3 **Конфиденциальность.** Пользователи IoT устройств часто жалуются на приватность их данных. Мошенники то и дело получают доступ к данным пользователей. Blockchain позволит защитить или даже скрыть связь между взаимодействующими устройствами. Это устранит риски утечки данных.

4 **Экономия времени и ресурсов.** Использование устройств в сетях IoT может упростить процессы проверки и аутентификации данных, что позволяет экономить время и ресурсы. Это особенно важно в областях с большим объемом данных, например, в промышленности или сельском хозяйстве.

Разобравшись с положительными моментами от такого введения, мы перейдём к непосредственно к самой интеграции. Далее мы рассмотрим способы интегрировать blockchain в IoT-сеть [4].

1. **IoT-IoT.** Это простейший способ интеграции blockchain в сети Интернета вещей, поскольку он заключается в использовании распределенного реестра только для хранения данных IoT. Устройства будут обмениваться данными вне blockchain, используя различные механизмы маршрутизации. Этот подход обеспечивает низкую задержку и высокую скорость транзакций. Кроме того, он позволяет IoT девайсам работать автономно.

2. **IoT-blockchain.** В этом подходе все взаимодействия между IoT девайсом происходят через blockchain, который выполняет функции облака в традиционных сетях IoT. С одной стороны, это повышает автономность устройств, обеспечивает отслеживаемость и безопасность коммуникаций, а также увеличивает пропускную способность. Однако, с другой стороны, это усложняет систему и может привести к увеличению задержек, особенно если blockchain недостаточно быстрый.

3. **Гибридный подход.** В гибридном подходе большая часть данных и взаимодействий распределяется напрямую между устройствами IoT, в то время как blockchain хранит только определенные данные. Этот подход позволяет сохранить большую часть преимуществ использования blockchain, а также не утратить высокую скорость и низкие задержки при прямом взаимодействии IoT девайсами в реальном времени.

Чтобы обеспечить бесперебойный доступ в интернет, синхронизацию гаджетов друг с другом и при этом не перегружать сеть, лучше всего использовать IoT-IoT. Для понимания сути интереса криптопроектов к сфере IoT ниже представлены особенности индустрии интернета вещей и требования к технологии, на которой бизнес-процессы и будут налажены:

- постоянное участие умных предметов в жизни человека;
- высокое число транзакций внутри сети;
- синхронизация устройств;
- высокая скорость обработки операций;
- нулевые или крайне низкие комиссии при обработке транзакций в сети.

Интеграция блокчейна и интернета вещей создает маркетплейс из подключенных устройств, где компании смогут собирать данные и, опираясь на них, создавать ценность.

Вот лишь несколько возможных способов применения блокчейна и интернета вещей для безопасности и приватности.

**Финансовый сектор.** Некоторые банки уже применяют технологию блокчейн, чтобы создать масштабируемую децентрализованную среду для устройств, платформ и приложений интернета вещей.

**Логистика и цепочки поставок.** В цепочку поставок входит множество участников, платежей и счетов, и все это мешает прозрачности на всех стадиях. Поэтому многие компании хотят разработать устройства интернета вещей, способные отслеживать транспортные средства и доставку.

**Автомобильный сектор.** Гиганты автомобильной индустрии вкладываются в разработку автоматизированных транспортных средств, оснащенных сенсорами интернета вещей. А с помощью блокчейна становятся доступны автоматические расчеты на заправках, автономные автомобили, умная парковка и автоматизированное управление трафиком.

**Умные дома.** Очевидно, что интернет вещей играет в этих системах ведущую роль. Его интеграция с блокчейном позволяет удаленно управлять системой безопасности, устранить централизованную инфраструктуру или хранить личные данные (биометрические или данные распознавания лиц и голосов) безопасным образом.

**Фармацевтика.** Подделка лекарств — это проблема, становящаяся серьезнее с каждым днем. Прозрачность блокчейна и возможность отслеживать все изменения позволяет контролировать всю цепочку поставки.

**Сельское хозяйство.** Технологии способны преобразить эту жизненно важную для человека сферу деятельности на всех этапах, от производства до розничных продаж. Сенсоры интернета вещей можно устанавливать на фермах и отправлять данные прямо в сеть блокчейн, чтобы улучшить цепочку поставок.

Примеры интеграции технологии блокчейн с интернетом вещей (IoT) демонстрируют потенциал этой комбинации для улучшения различных аспектов бизнеса и повседневной жизни. Решения, основанные на блокчейне и IoT, способны повысить уровень безопасности, обеспечить прозрачность и эффективность в различных сферах, начиная от управления цепями поставок до умного дома и управления энергопотреблением [5].

**Закключение.** В настоящей научной работе были рассмотрены ключевые аспекты интеграции технологии блокчейн и интернета вещей (IoT) с целью улучшения безопасности, прозрачности и эффективности сетей IoT. Были обозначены основные проблемы безопасности в сетях IoT, такие как устаревшая прошивка устройств, слабая аутентификация и соединение, а также физическое вмешательство, и показано, как технология блокчейн может сыграть важную роль в решении этих проблем.

Проанализированы четыре ключевых аспекта, которые будут улучшены после интеграции технологии блокчейн и интернета вещей: безопасность данных, улучшенная аутентификация и идентификация устройств, конфиденциальность и экономия времени и ресурсов. Объяснено, как технология блокчейн может обеспечить неподдельность и непрерывность цепочки блоков, что обеспечивает защиту от мошенничества и несанкционированного доступа к данным в сетях IoT. Далее были рассмотрены три основных способа интеграции блокчейн и IoT: IoT-IoT, IoT-blockchain и гибридный подход. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, и выбор конкретного метода интеграции зависит от конкретных потребностей и требований проекта.

Анализируя проделанную работу, можно утверждать, что интеграция технологии блокчейн и интернета вещей обещает принести значительные выгоды, включая повышение безопасности, прозрачности и эффективности сетей IoT, а также открывает новые возможности для создания инновационных решений в различных отраслях. Однако для успешной реализации этого слияния технологий необходимо учитывать как технические, так и организационные аспекты, а также провести дальнейшие исследования для оптимизации процессов интеграции и обеспечения максимальной эффективности и безопасности систем IoT.

**Список использованных источников:**

1. Афонькин А.Ю., Ноздрин Н.А. Перспективы развития технологии блокчейн в ближайшем будущем // Научные тенденции: Вопросы точных и технических наук./Сборник научных трудов по материалам XVI международной научной конференции. 2018. С. 20-21.
2. Орлова, Е.И. Смарт-контракт: теория и практика. // Детерминанты развития малого и среднего предпринимательства в Республике Беларусь: сборник материалов XIX Международной научно-практической конференции (Минск, 13 мая 2022)/ редкол.: В.Л.Цыбовский (гл.ред.) [и др.], - Минск: Ковчег, 2022.- 186 с. - С.84 - 87.
3. Грингард, С. Интернет вещей: Будущее уже здесь // Альпина Паблишер. - 2016. - 332 с.
4. Alam, Tanweer. (2019). Blockchain and its Role in the Internet of Things (IoT). International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology. 151-157. 10.32628/CSEIT195137.
5. Кашникова, И. В. Логистика : учебно-методическое пособие / И. В. Кашникова, С. Л. Феценко. – Минск : БГУИР, 2019. – 92 с. : ил..

6. Горшкова С. Новые технологии на службе интеллектуального права: блокчейн, искусственный интеллект, виртуальная реальность // Сборник научных трудов IX Международного юридического форума (IP форум) // Правовая защита интеллектуальной собственности: проблемы теории и практики Москва, 1213 февраля 2021 года

UDC: 004.738.5:004.738.7

## **BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AND THE INTERNET OF THINGS (IOT)**

*Bovkun M.I., student, gr. 172303, Klybik V.V. student gr. 172302*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics,  
Minsk, Republic of Belarus*

*Ermakova E.V. – PhD in Economics*

**Annotation.** This article explores the possibilities of integrating blockchain technology and the Internet of Things (IoT) to improve the security, transparency, and efficiency of IoT networks. The article discusses the key issues of data security and privacy in IoT networks, and describes the main points that can be improved through the integration of blockchain technology. In addition, the article suggests various ways to integrate blockchain and IoT, including IoT-IoT, IoT-blockchain, and hybrid approach, discussing their advantages and disadvantages. Overall, the article highlights the potential of blockchain and IoT integration to create innovative solutions in various industries and predicts significant benefits from such a convergence of technologies.

**Keywords:** blockchain technology, Internet of Things (IoT), data security, device authentication, privacy, saving time and resources, integration of blockchain and IoT, IoT-IoT, IoT-blockchain, hybrid approach.