

ОСОБЕННОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СОВРЕМЕННОЙ БИЗНЕС-СРЕДЕ

Олимжанова Шоира Олимжановна

Кандидат экономических наук, доцент кафедры «Экономическая теория» Национального Университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека

Кадыров Азамат Ашрафович

Студент Экономического факультета Национального Университета Узбекистана имени Мирзо Улугбека

azamatkadirov20030114@gmail.com

ARTICLE INFO.

Key words: blockchain, artificial intelligence (AI), fintech, cyber-physical system, automatization, integration, The Fourth Industrial Revolution (IR4.0).

Ключевые слова: блокчейн, искусственный интеллект (ИИ), финтех, киберфизическая система, автоматизация, интеграция, Четвёртая индустриальная революция.

Annotation

Artificial intelligence (AI) and blockchain are two disruptive technologies that emerged from the Fourth Industrial Revolution (IR4.0) that brought about radical changes in the economy as a whole. Combining AI and blockchain has huge potential to create new business models enabled by digitalization. While research exists on the application and convergence of AI and blockchain, our understanding of the utility of their integration for business remains fragmented. To fill this gap, this study aims to characterize the applications and benefits of integrated AI and blockchain platforms in various business verticals. The purpose of this article is to summarize relevant research findings by examining the utility of integrating AI and blockchain for business, and identifying the positives and negatives of their convergence.

Аннотация: Искусственный интеллект (ИИ) и блокчейн - это две прорывные технологии, появившиеся в результате Четвертой промышленной революции (IR4.0), которые привели к радикальным изменениям в экономике в целом. Объединение ИИ и блокчейна обладает огромным потенциалом для создания новых бизнес-моделей, доступных благодаря цифровизации. Хотя исследования по применению и конвергенции ИИ и блокчейна существуют, наше понимание полезности их интеграции для бизнеса остается фрагментарным. Чтобы восполнить этот пробел, это исследование направлено на то, чтобы охарактеризовать приложения и преимущества интегрированных платформ искусственного интеллекта и блокчейна в различных вертикалях бизнеса. Цель данной статьи - резюмирование соответствующих результатов исследований путем изучения полезности интеграции искусственного интеллекта и блокчейна для бизнеса, и определение позитивных и негативных сторон их конвергенции.

<http://www.gospodarkainnowacje.pl/> © 2023 LWAB.

Введение

Искусственный интеллект (ИИ) - это технология, которая может выполнять сложные задачи, требующие человеческого интеллекта, и потенциально может превзойти человеческие возможности¹. Искусственный интеллект является одним из основных двигателей промышленного развития, поскольку он способствует интеграции новых технологий в рамках Четвертой промышленной революции (IR 4.0), таких как блокчейн, криптовалюта, облачные вычисления^{2,3,4,5}. Действительно, огромное количество данных, генерируемых устройствами, социальными сетями и веб-приложениями, способствовало распространению ИИ, в котором данные используются для обучения алгоритмов машинного обучения. Однако существуют некоторые опасения, связанные с искусственным интеллектом. В частности, конфиденциальность стала серьезной проблемой в результате серии утечек и неправомерного использования личных данных. Одним из таких примеров является скандал с Facebook, в ходе которого миллионы пользователей стали жертвами без согласия сторонней политической фирмы Cambridge Analytica. К другим растущим опасениям, связанными с ИИ, относятся объяснимость и надежность, поскольку технология не взаимодействует с пользователями на необходимом уровне, чтобы ей можно было доверять⁶.

Точно так же все большее внимание привлекает блокчейн как технология с широким спектром приложений в различных областях. Блокчейн, ставший популярным после появления биткойна в 2008 г., остается прорывной технологией, которая, среди прочего, меняет способы нашего взаимодействия, отслеживания транзакций и автоматизации платежей⁷. Блокчейн открыл двери возможностей, которые позволяют осуществлять прямую передачу ценности в виде электронных денег между пользователями безопасным и надежным образом. Более того, при выполнении смарт-контрактов проверка согласований и соответствий может стать проще, поскольку блокчейн представляет собой общую базу данных, который синхронизируется между несколькими сайтами, и, таким образом, такие действия могут быть согласованы каждым участником распределенной сети. Данные в блокчейне хранятся в блоках с хеш-значениями и отметками времени, при этом блоки создаются на основе согласованного протокола, такого как доказательство работы (proof of work) или доказательство доли (proof of stake) - доказательство доли выходит дешевле, чем доказательство работы благодаря более высокой энергоэффективности⁶. Что еще более важно, все транзакции криптографически подписаны в блокчейне, при этом все узлы майнинга, содержащие копию всей книги, проверяют каждую транзакцию в блокчейне. Таким образом, блокчейн является экономически эффективным и безопасным, поскольку устраняет необходимость в централизованном органе для проверки транзакций⁸ [8].

Анализ литературы и методология

В научной литературе характеризуется, что интеграция искусственного интеллекта и блокчейна приводит к созданию широкого спектра приложений для различных секторов, таких как

¹ Agarwal, Y., Jain, M., Sinha, S., & Dhir, S. (2020). Delivering high- tech, AI- based health care at Apollo Hospitals. *Global Business and Organizational Excellence*, 39(2), 20-30.

² Zhang, C., Chen, Y., Chen, H., & Chong, D. (2021). Industry 4.0 and its implementation: A review. *Information Systems Frontiers*.

³ Ehrenberg, A. J., & King, J. L. (2020). Blockchain in context. *Information Systems Frontiers*, 22, 29-35.

⁴ Li, X., & Whinston, A. B. (2020). Analyzing cryptocurrencies. *Information Systems Frontiers*, 22, 17-22.

⁵ Hsu, P.F. A Deeper Look at Cloud Adoption Trajectory and Dilemma. *Inf Syst Front* 24, 177–194 (2022).

⁶ Dinh, T. N., & Thai, M. T. (2018). AI and blockchain: A disruptive integration. *Computer*, 51(9), 48-53

⁷ Roszkowska, P. (2021). Fintech in financial reporting and audit for fraud prevention and safeguarding equity investments. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 17(2), 164-196.

⁸ Zhu, X.N., Peko, G., Sundaram, D. et al. Blockchain-Based Agile Supply Chain Framework with IoT. *Inf Syst Front* 24, 563–578 (2022).

автономные транспортные средства, финансы, умные города и сети 6G. Исследователи Dinh and Thai предложили концептуальную формулировку интеграции двух технологий и распределили их преимущества по двум категориям в виде искусственного интеллекта для блокчейна и блокчейна для искусственного интеллекта, тогда как другая группа учёных представили информацию о приложениях блокчейна для искусственного интеллекта посредством критического обзора существующей литературы и, таким образом, охватывают только последнюю, но не первую категорию^{6,9}. Учёный Пандл и его соавторы стремились устранить этот пробел в знаниях, проливая свет на конвергенцию искусственного интеллекта и технологии распределенного реестра (или блокчейна), используя систематический обзор литературы, и, таким образом, охватывая обе категории¹⁰. Однако ни в одном из этих обзоров не были раскрыты приложения интеграции ИИ и блокчейна для бизнеса, что является ключевой деятельностью, лежащей в основе экономической активности и роста страны.

Сегодня язык бизнеса включает в себя сложные понятия, такие как дематериализация (dematerialization), дезинтермедиация (disintermediation), проектирование и производство товаров по запросу¹¹. В этой связи успех в следующую индустриальную эру требует от компаний изменения конфигурации своих бизнес-моделей таким образом, чтобы технологии стали центральным элементом их операций, чтобы соответствовать этим изменяющимся требованиям в будущем работы и рынков. Искусственный интеллект и блокчейн - это мощные технологии, которые хорошо подходят для этой цели, поскольку они обладают потенциалом реформирования существующих процессов для повышения эффективности и бесперебойности. В то время как ИИ и блокчейн изначально были ориентированы на финансовый сектор, сегодня компании осознали их потенциал для других секторов, включая сельское хозяйство, здравоохранение, логистику, производство и цепочки поставок¹⁰. Тем не менее, на сегодняшний день ни одно исследование не пролило свет на особенности и возможности интеграции ИИ и блокчейна специально для бизнеса посредством научной консолидации знаний, что, возможно, важно как для будущих исследований (например, что еще мы должны знать), так и для практики (например, что мы должны делать) в поле.

В настоящей статье делается попытка определить особенности исследований в этой области и объяснить, как интеграция искусственного интеллекта и блокчейна может принести пользу различным вертикалям бизнеса в эпоху IR 4.0. Для этого в данной статье проводится исследование с использованием метода научного абстрагирования, индукции и дедукции, нормативного и позитивного анализа, библиометрического контент-анализа для определения релевантности результатов исследований и статистического сравнения полученных результатов.

Результаты и дискуссия

Развитие искусственного интеллекта и блокчейна способствовало их интеграции, чтобы произвести революцию в следующем цифровом поколении. Согласно Салаху и его коллегам, блокчейн может обеспечить объяснимость, конфиденциальность и доверие к приложениям на основе искусственного интеллекта, тогда как искусственный интеллект может повысить масштабируемость и безопасность, решая проблемы персонализации и управления для технологий на основе блокчейна⁹. Как показано в таблице 1, искусственный интеллект и блокчейн технически

⁹ Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N., & Al-Fuqaha, A. (2019). Blockchain for AI: Review and open research challenges. *IEEE Access*, 7, 10127-10149.

¹⁰ Pandl, K. D., Thiebes, S., Schmidt-Kraepelin, M., & Sunyaev, A. (2020). On the convergence of artificial intelligence and distributed ledger technology: A scoping review and future research agenda. *IEEE access*, 8, 57075-57095.

¹¹ Kumar, S., Lim, W. M., Pandey, N., & Christopher Westland, J. (2021). 20 years of electronic commerce research. *Electronic Commerce Research*, 21, 1-40.

различаются по разным причинам, но их можно использовать для преодоления недостатков друг друга. В этом смысле искусственный интеллект и блокчейн - это инь и ян цифрового бизнеса, где искусственный интеллект помогает бизнесу понимать, распознавать и принимать решения, тогда как блокчейн помогает бизнесу выполнять, проверять и записывать¹².

Таблица 1

Характеристики искусственного интеллекта и блокчейна¹²

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ	БЛОКЧЕЙН
Искусственный интеллект управляется централизованной инфраструктурой	Блокчейн основан на децентрализованной и распределенной инфраструктуре.
Решения искусственного интеллекта принимаются системами машинного обучения, которые необъяснимы для пользователей-людей и, следовательно, непрозрачны	Блокчейн можно объяснить пользователям-людям, и он прозрачен, поскольку его можно отслеживать.
Искусственный интеллект вероятностный	Блокчейн детерминирован
Модели искусственного интеллекта адаптируются с течением времени	Блокчейн неизменен

На практике конвергенция искусственного интеллекта и блокчейна открыла много новых возможностей¹³. В сфере здравоохранения блокчейн обеспечивает безопасное хранение данных пациентов. Когда доступ предоставляется, медицинские работники получают представление об этих данных с помощью шаблонов, созданных искусственным интеллектом. Примечательно, что их совместное применение помогло отрасли здравоохранения справиться с кризисом COVID-19¹⁴. BurstIQ, основанная на блокчейне компания, предоставляющая решения для данных отрасли здравоохранения, является инновационным примером, который предоставляет кошелек здоровья на основе блокчейна, искусственного интеллекта и больших данных для управления данными пациентов. Кошелек предоставляет медицинские карты пациентов медицинским работникам, чтобы они могли больше узнать о состоянии здоровья пациента по мере необходимости. Конвергенция двух технологий также меняет индустрию финансовых услуг за счет увеличения скорости транзакций и обеспечения доверия между участниками сделки¹⁵. Точно так же искусственный интеллект и блокчейн преобразовали цепочки поставок за счет оцифровки традиционных бумажных процессов, обеспечения надежного обмена данными и упрощения

¹² Kumar, S., Lim, W.M., Sivarajah, U. *et al.* Artificial Intelligence and Blockchain Integration in Business: Trends from a Bibliometric-Content Analysis. *Inf Syst Front* **25**, 871–896 (2023).

¹³ Makarius, E. E., Mukherjee, D., Fox, J. D., & Fox, A. K. (2020). Rising with the machines: A sociotechnical framework for bringing artificial intelligence into the organization. *Journal of Business Research*, *120*, 262-273.

¹⁴ Fusco, A., Dicuozzo, G., Dell'Atti, V., & Tatullo, M. (2020). Blockchain in healthcare: Insights on COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(19), 7167.

¹⁵ Soleymani, F., & Paquet, E. (2020). Financial portfolio optimization with online deep reinforcement learning and restricted stacked autoencoder—DeepBreath. *Expert Systems with Applications*, *156*, 113456.

автоматизированных транзакций. Технология IBM food trust blockchain и платформа искусственного интеллекта - это пример, который помог мелким фермерам, выращивающим кофе и какао, ускорить свои транзакции и улучшить свои фермерские решения¹⁶.

Публикация исследователей представляет собой обзор инновационных решений в области биомедицинских исследований, сочетающих технологию блокчейн и искусственного интеллекта¹⁷. Авторы описывают создание распределенного реестра личных карт пациентов, где пациенты могут владеть своими данными и управлять ими. Авторы также утверждают, что интеграция блокчейна и технологий глубокого обучения создает прозрачный и безопасный распределенный рынок персональных данных, который может решить проблемы, с которыми сталкиваются регулирующие органы. Его коллеги освещают проблемы безопасности и эффективности данных в приложениях промышленного Интернета вещей (Internet of Things) (IIoT), которые полагаются на централизованные серверы, и предполагают, что блокчейн в сочетании с алгоритмом глубокого обучения с подкреплением (Deep Reinforcement Learning) (DRL) может оптимизировать производительность приложений IIoT¹⁸. Интеграция блокчейна и DRL помогает обеспечить децентрализацию, безопасность и масштабируемость систем IIoT с поддержкой блокчейна. Другие представляют систему оценки кредитоспособности на основе блокчейна, которая собирает данные оценки кредитоспособности от трейдеров с помощью смарт-контрактов, анализирует их с помощью сети глубокого обучения, называемой долговременной кратковременной памятью, и предоставляет доказательства того, что система оценки кредитоспособности на основе блокчейна повышает эффективность управления и надзора в цепи поставок продуктов питания¹⁹.

Машинное обучение анализирует огромные объемы конфиденциальных данных, создаваемых системами на основе IIoT. Существует высокая вероятность того, что модели машинного обучения могут скомпрометировать конфиденциальные данные для злоумышленников. Авторы предлагают PriModChain, который объединяет блокчейн Ethereum, смарт-контракты, федеративное машинное обучение и дифференциальную конфиденциальность, чтобы обеспечить конфиденциальность и, таким образом, обеспечить надежность данных IIoT. Конфиденциальность входных данных усиливается за счет дифференциальной конфиденциальности, тогда как смарт-контракты обеспечивают прозрачность предлагаемой технологии.

Промышленная революция (IR 4.0) также привела к значительному повышению эффективности производства в производственных системах. Киберфизические системы (CPS) сочетают в себе различные технологии, такие как искусственный интеллект, облачные вычисления, глубокое обучение и граничные вычисления, для управления физическими процессами в производстве и наблюдении за операциями самоорганизующихся процессов. Однако CPS зависит от сторонних трастовых операций и централизованных промышленных сетей, из-за которых производственные процессы страдают от таких проблем, как безопасность, прозрачность, конфиденциальность, надежность и эффективность.

Кроме того, технически обоснованная система оценки может повысить эффективность

¹⁶ Barbano (2017). Heifer international and IBM work with coffee and cocoa farmers in Honduras to increase access to data and global markets. Available at

¹⁷ Mamoshina, P., Ojomoko, L., Yanovich, Y., Ostrovski, A., Botezatu, A., Prikhodko, P., ... & Zhavoronkov, A. (2018). Converging blockchain and next-generation artificial intelligence technologies to decentralize and accelerate biomedical research and healthcare. *Oncotarget*, 9(5), 5665.

¹⁸ Liu, M., Yu, F. R., Teng, Y., Leung, V. C., & Song, M. (2019). Performance optimization for blockchain-enabled industrial Internet of Things (IIoT) systems: A deep reinforcement learning approach. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(6), 3559-3570.

¹⁹ Mao, D., Wang, F., Hao, Z., & Li, H. (2018). Credit evaluation system based on blockchain for multiple stakeholders in the food supply chain. *International journal of environmental research and public health*, 15(8), 1627.

производства производственных систем. Компании выбирают поставщиков исходя из их производственных возможностей. Однако традиционные системы оценки производственных возможностей основаны на централизованном подходе, при котором обмен данными о производительности ограничен. Учёные предлагают систему оценки производственных возможностей, основанную на технологиях машинного обучения, блокчейна, которая может собирать данные в режиме реального времени для поддержки автоматизированного механизма оценки производственных возможностей предприятия¹⁶. В этом случае технология блокчейна обеспечивает честную и автоматическую торговлю данными через открытое и децентрализованное хранилище данных.

Тем не менее, цепочки поставок уязвимы для различных типов угроз безопасности и конфиденциальности - например, в цепочках поставок вакцин преобладают такие проблемы, как мошенничество с записями о вакцинах и истечении срока действия вакцин. Также, подчеркиваются такие проблемы и предлагают интеллектуальную систему, в которой технология блокчейна обеспечивает надзор за вакцинами, смарт-контракты обнаруживают просроченные вакцины, а алгоритмы машинного обучения предоставляют информацию о рекомендациях по вакцинам различным пользователям¹³. Точно так же в молочной промышленности важно предоставлять потребителям подробную информацию о продукте, чтобы гарантировать качество и безопасность продукта. Чтобы обеспечить прослеживаемость и мониторинг ресурсов в цепочке создания стоимости, представлена платформа, которая применяет искусственный интеллект, блокчейн, граничные вычисления и Интернет вещей⁹. Технология отслеживает состояние фуражного зерна и молочного скота в режиме реального времени и обеспечивает прослеживаемость производственных процессов. Кроме того, некоторые группы исследователей освещают проблемы с потоками продуктов, информации и финансовых ресурсов в цепочках поставок гуманитарных товаров и объясняют, как интеграция искусственного интеллекта, блокчейна и 3D-печати может решить такие проблемы¹².

Заключение

Искусственный интеллект и блокчейн - ключевые технологии, продвигающие волну цифровой трансформации. Конвергенция обеих этих технологий может улучшить текущую практику ведения бизнеса и внедрить новые бизнес-модели, которые могут действовать как независимые экономические агенты, принимающие решения автономно. Блокчейн может повысить прозрачность, доверие, конфиденциальность и безопасность бизнес-процессов, тогда как искусственный интеллект может обнаруживать закономерности в данных и оптимизировать деловую практику. Эти две технологии дополняют друг друга по своей конструкции, и их истинный потенциал может быть раскрыт только в случае их интеграции.

Когда искусственный интеллект и блокчейн используются независимо друг от друга, они могут вызвать ряд проблем. С одной стороны, искусственный интеллект страдает от проблем, связанных с надежностью, конфиденциальностью и объяснимостью. С другой стороны, у блокчейна есть недостатки, такие как безопасность и масштабируемость. Объединение этих двух технологий может преодолеть эти недостатки и принести пользу организациям за счет безопасного обмена данными и автоматизации бизнес-процессов.

В последние годы появилось множество бизнес-кейсов интеграции искусственного интеллекта и блокчейна. Слияние искусственного интеллекта и блокчейна создает высоконадежную систему принятия решений, основанную на технологиях, которая способствует созданию безопасной экосистемы для обмена данными и транзакций. В частности, блокчейн обеспечивает

беспрепятственный доступ к информации для моделей ИИ и помогает принимать точные решения в бизнесе. Таким образом, дальнейшая интеграция этих двух технологий может решить текущие проблемы и служить дальнейшим базисом для будущих исследований.

Список использованной литературы

1. Agarwal, Y., Jain, M., Sinha, S., & Dhir, S. (2020). Предоставление высокотехнологичной медицинской помощи на основе искусственного интеллекта в больницах Apollo. *Global Business and Organizational Excellence*, 39(2), 20-30. Доступно на <https://doi.org/10.1002/joe.21981>
2. Zhang, C., Chen, Y., Chen, H., & Chong, D. (2021). Индустрия 4.0 и ее реализация: обзор. Границы информационных систем. 10.1007/s10796-021-10153-5.
3. Ehrenberg, A. J., & King, J. L. (2020). Блокчейн в контексте. Границы информационных систем, 22, 29-35. Доступно на <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09946-6>
4. Li, X., & Whinston, A. B. (2020). Анализ криптовалют. Границы информационных систем, 22, 17-22. Доступно на <https://doi.org/10.1007/s10796-019-09966-2>
5. Hsu, P.F. Более глубокий взгляд на траекторию внедрения облачных технологий и дилемму. *Inf Syst Front* 24, 177–194 (2022). Доступно на <https://doi.org/10.1007/s10796-020-10049-w>
6. Dinh, T. N., & Thai, M. T. (2018). ИИ и блокчейн: прорывная интеграция. *Computer*, 51(9), 48-53. doi: 10.1109/МС.2018.3620971
7. Roszkowska, P. (2021). Финтех в финансовой отчетности и аудите для предотвращения мошенничества и защиты инвестиций в акционерный капитал. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 17(2), 164-196. Доступно на <https://doi.org/10.1108/JAOC-09-2019-0098>
8. Zhu, X.N., Peko, G., Sundaram, D. et al. Гибкая структура цепочки поставок на основе блокчейна с IoT. *Inf Syst Front* 24, 563–578 (2022). Доступно на <https://doi.org/10.1007/s10796-021-10114-y>
9. Salah, K., Rehman, M. H. U., Nizamuddin, N., & Al-Fuqaha, A. (2019). Блокчейн для ИИ: обзор и открытые исследовательские задачи. *IEEE Access*, 7, 10127-10149. Доступно на <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2890507>
10. Pandl, K. D., Thiebes, S., Schmidt-Kraepelin, M., & Sunyaev, A. (2020). О сближении искусственного интеллекта и технологии распределенного реестра: предварительный обзор и программа будущих исследований. *IEEE access*, 8, 57075-57095. Доступно на <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2981447>
11. Kumar, S., Lim, W. M., Pandey, N., & Christopher Westland, J. (2021). 20 лет исследований электронной коммерции. *Electronic Commerce Research*, 21, 1-40. Доступно на <https://doi.org/10.1007/s10660-021-09464-1>
12. Kumar, S., Lim, W.M., Sivarajah, U. et al. Искусственный интеллект и интеграция блокчейна в бизнес: тенденции библиометрического анализа контента. *Inf Syst Front* 25, 871–896 (2023). Доступно на <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10279-0>
13. Makarius, E. E., Mukherjee, D., Fox, J. D., & Fox, A. K. (2020). Восхождение с машинами: социотехническая основа для внедрения искусственного интеллекта в

- организацию. *Journal of Business Research*, 120, 262-273. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.07.045>
14. Fusco, A., Dicuonzo, G., Dell'Atti, V., & Tatullo, M. (2020). Блокчейн в здравоохранении: Взгляд на COVID-19. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(19), 7167. <https://doi.org/10.3390/ijerph17197167>
15. Soleymani, F., & Paquet, E. (2020). Оптимизация финансового портфеля с помощью глубокого онлайн-обучения с подкреплением и ограниченного многоуровневого автокодировщика — DeepBreath. *Expert Systems with Applications*, 156, 113456. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113456>
16. Barbano (2017). Heifer International и IBM работают с производителями кофе и какао в Гондурасе, чтобы расширить доступ к данным и глобальным рынкам. Available at <https://newsroom.ibm.com/2021-07-07-heifer-international-and-ibm-work-with-coffee-and-cocoa-farmers-in-honduras-to-increase-access-to-data-and-global-markets>
17. Mamoshina, P., Ojomoko, L., Yanovich, Y., Ostrovski, A., Botezatu, A., Prihodko, P., ... & Zhavoronkov, A. (2018). Конвергенция блокчейна и технологий искусственного интеллекта следующего поколения для децентрализации и ускорения биомедицинских исследований и здравоохранения. *Oncotarget*, 9(5), 5665. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.22345>
18. Liu, M., Yu, F. R., Teng, Y., Leung, V. C., & Song, M. (2019). Оптимизация производительности для промышленных систем Интернета вещей (IIoT) с поддержкой блокчейна: подход к глубокому обучению с подкреплением. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15(6), 3559-3570. <https://doi.org/10.1109/TII.2019.2897805>
19. Mao, D., Wang, F., Hao, Z., & Li, H. (2018). Система оценки кредитоспособности на основе блокчейна для нескольких заинтересованных сторон в цепочке поставок продуктов питания. *International journal of environmental research and public health*, 15(8), 1627. <https://doi.org/10.3390/ijerph15081627>