

МЕНЕДЖМЕНТ / MANAGEMENT

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.1>

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЛОКЧЕЙНА НА СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ**

Научная статья

**Гостева О.В.<sup>1,\*</sup>, Пацук О.В.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Сибирский государственный университет науки и технологии имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, Российская Федерация

<sup>1</sup> Сибирский федеральный университет, Красноярск, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (ov-gosteva[at]yandex.ru)

**Аннотация**

Эволюция методов информационного обмена связана с развитием технологий, которые способствуют ускорению и повышению прозрачности обмена, а также влияют на структуру транзакционных издержек и бизнес-процессы фирм. Это требует совершенствования подходов к управлению внедрением, применением и распространением данных технологий. На современных промышленных предприятиях эти вопросы становятся наиболее актуальными, так как современная экономическая и политическая обстановка требует принципиально иных подходов к управлению организацией, основанных на современных цифровых технологиях, в частности блокчейн. На крупных предприятиях, например, горно-металлургической отрасли АО «Северсталь» и ПАО ГМК «Норильский никель» технологии блокчейн уже активно применяются как для решения межкорпоративного взаимодействия (с учетом интересов поставщиков, продавцов и покупателей), так и для решения задач производственной и экологической необходимости.

**Ключевые слова:** блокчейн, промышленные предприятия, внедрение цифровых технологий.

**APPLICATION OF BLOCKCHAIN TECHNOLOGY AT MODERN RUSSIAN INDUSTRIAL ENTERPRISES**

Research article

**Gosteva O.V.<sup>1,\*</sup>, Patsuk O.V.<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> Siberian State University of Science and Technology named after academician M.F. Reshetnev, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>1</sup> Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russian Federation

\* Corresponding author (ov-gosteva[at]yandex.ru)

**Abstract**

The evolution of information exchange methods is linked to the development of technologies that accelerate and increase the transparency of exchange, as well as affect the transaction cost structure and business processes of firms. This requires improved approaches to managing the adoption, application and diffusion of these technologies. In modern industrial enterprises, these issues become the most pressing, as the current economic and political environment requires fundamentally different approaches to organizational management based on modern digital technologies, in particular blockchain. At large enterprises, such as mining and metallurgical companies such as JSC "Severstal" and PJSC MMC "Norilsk Nickel", blockchain technologies are already being actively used to address both inter-corporate interaction (taking into account the interests of suppliers, vendors and customers) and industrial and environmental needs.

**Keywords:** blockchain, industrial enterprises, digital technology implementation.

**Введение**

К цифровым технологиям в системе управления промышленными предприятиями и их производственными процессами можно отнести технологии распределенного реестра (блокчейн), смарт-контракты, контракты с автоматическим управлением и другие. Технологии (смарт-контракты, блокчейн) активно развиваются с 2008 года, но преимущественно в финансовой сфере и мало изучены с точки зрения возможностей и ограничений применения в сфере управления промышленными предприятиями (хотя на практике они применяются как минимум с 2017 г.) [1]. Их применение требует анализа с теоретической и практической позиции.

В статье предложены результаты исследования, направленного на выявление наиболее эффективных подходов при внедрении цифровых технологий на примере российских предприятий горно-металлургической отрасли АО «Северсталь», ПАО ГМК «Норильский никель». Цель исследования: выявление наиболее эффективных подходов в системе управления промышленными предприятиями и их производственными процессами с учетом применения цифровых технологий. Исходя из поставленной цели были предложены следующие задачи:

1. Анализ современных подходов в системе управления промышленными предприятиями и их производственными процессами с учетом применения цифровых технологий.
2. Анализ деятельности горно-металлургических компаний России в области внедрения технологии распределенного реестра (блокчейн).
3. Выявление подходов, применение которых возможно и на других типах промышленных предприятий России с учетом реалий цифровизации.

## Основные результаты

Экономические аспекты, связанные с блокчейном и смарт-контрактами, анализируются в работах Davidson S., De Filippi P., Potts J. [2], Gans J. [3], Howell B. E., Potgieter P. H. [4], Генкина А.С., Михеева А.А. [5], Лукоянова Н.В. [6], и др. Технология блокчейна в промышленности исследуется Fatorachian H., Kazemi H. [7], Hofmann E., Rüscher M. [8] и др.

Блокчейн приносит существенные экономические выгоды, так на предприятиях ПАО ГМК «Норильский никель», применение данной технологии позволяет сократить издержки до 30% [9], и, в перспективе, эти цифры должны увеличиться.

На базе технологии блокчейн создаются децентрализованные автономные организации (ДАО) [10], которые предлагают новые подходы к управлению организацией, ставя программное обеспечение в центр системы управления [11]. Необходимо отметить, что применение ДАО не освобождает от проблем современного корпоративного управления, и, следовательно, необходимо сочетать традиционный подход и управление бизнес-процессами внутри ДАО, что позволит новым форматам управления промышленными предприятиями становиться более эффективными.

Традиционные базы данных, такие как иерархические, сетевые, реляционные и др., не всегда хорошо подходят для решения новых задач [12]. Технология блокчейн предлагает уникальные преимущества в ситуациях, когда отсутствует доверие между сторонами, которым необходимо безопасно собирать, хранить и обмениваться критически важными данными, например, данными, относящимися к интеллектуальной собственности. Производители также могут применять блокчейн для разработки инновационных бизнес-моделей и расширения границ производства за пределы традиционной деятельности [13].

Рассмотрим варианты управленческих решений на примере ПАО «ГМК Норильский никель».

Начиная с 2017 года ПАО «ГМК Норильский никель» активно внедряет технологии блокчейн в свою деятельность, примером может служить следующее: в 2019 году был создан Центр компетенций для проведения научных исследований и подготовки специалистов в области разработки цифровых технологий для горнорудной отрасли. Основной задачей центра является создание цифровых экосистем и освоение эффективных практик использования информационных технологий в областях «блокчейн», «интернет вещей», «системы оптимизации» [14].

В январе 2021 года ПАО «ГМК «Норильский никель», присоединился к международной блокчейн-сети ответственного выбора поставщиков (RSBN, Responsible Sourcing Blockchain Network), объединяющей продавцов и покупателей минерального сырья и продуктов его переработки. Использование блокчейн-технологий обеспечивает ответственный подход к закупкам и поддержку ответственного производства на всех этапах от добычи полезных ископаемых до продажи готовой продукции.

В августе 2022 года ПАО «ГМК «Норильский никель» провел пилотную эмиссию цифровых финансовых активов (ЦФА) на блокчейн-платформе «Атомайз», а в октябре испытал водный «дрон-эколог». Благодаря навесному оборудованию дрон может фиксировать самые разные показатели, причем передача данных и их хранение обеспечиваются децентрализованно при помощи блокчейн [15].

Перечисленные направления использования технологий блокчейн уже реализованы, но множество направлений еще находится в разработке и ждет своих пилотных проектов на производственных предприятиях России.

Для улучшения деятельности и процессов внедрения цифровых технологий на промышленных предприятиях в России (впервые в мире) разрабатывают национальные стандарты, в частности в 2021 году Приказом Росстандарта был утвержден первый в мире новый национальный стандарт серии «Численное моделирование» – ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» [16].

Для того чтобы лучше понимать какие именно технологии необходимо использовать для решения возникающих вопросов на производственном предприятии, авторами была предпринята попытка разработки классификации цифровых технологий, в частности для взаимодействия с контрагентами (поставщиками, продавцами и покупателями) (рис. 1) [1], [17].

Основанием для классификации стали:

- технологии, лежащие в основе способа взаимодействия контрагентов при межкорпоративных связях;
- уровень автоматизации обработки информации;
- требования к уровню компетенций сотрудников компании;
- совместимость и необходимость работы с другими технологиями.

На основе представленной классификации можно выбирать способ, который будет подходить под требования конкретной компании.

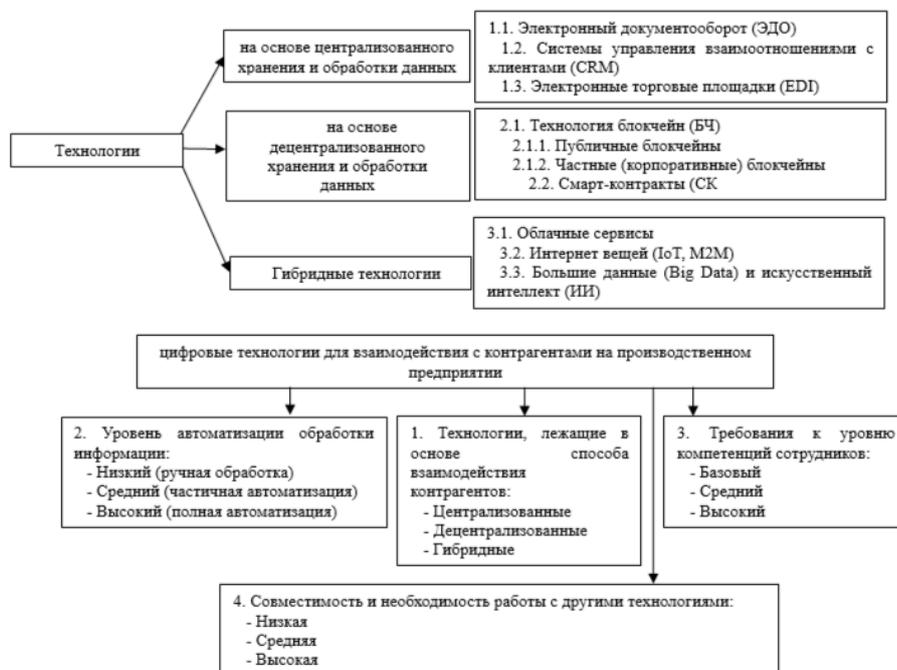


Рисунок 1 - Классификация цифровых технологий, используемых на промышленных предприятиях

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.144.1.1>

*Примечание: СК – смарт-контракты; БЧ – блокчейн; M2M – межмашинное взаимодействие; ЭДО – электронный документооборот; EDI – электронный обмен данными; ИИ – искусственный интеллект*

Данная классификация позволяет производственным предприятиям выбирать наиболее подходящие цифровые технологии для взаимодействия с контрагентами с учетом их специфики, требований и имеющихся ресурсов.

Технологии блокчейн и смарт-контракты являются наиболее эффективными с позиции экономического подхода (снижение транзакционных издержек, повышение прозрачности) и доступности (применимости на предприятиях). Гибридные технологии (IoT, Big Data, ИИ) также демонстрируют высокую эффективность, но требуют более высокого уровня компетенций сотрудников и интеграции с другими системами. Дальнейший анализ показал, что технологии блокчейн и смарт-контракт являются наиболее эффективными, как с позиции экономического подхода, так и с позиции доступности (применимости на предприятиях).

Разрабатываемые усовершенствования улучшат взаимодействие между промышленным интернетом вещей с помощью блокчейн-технологий, что требует общего технического стандарта для связи и передачи данных (в настоящее время идет активное внедрение вышеуказанных стандартов на отечественных предприятиях) [18]. Такой стандарт будет способствовать повышению уровней совместимости, прозрачности и безопасности, превосходящих уровни существующих систем и платформ.

На зарубежных предприятиях предпринимаются усилия по раскрытию потенциала блокчейна на производстве. Например, Trusted IoT Alliance, сотрудничество ведущих технологических компаний (включая Bosch и Cisco Systems) и многочисленных стартапов, разрабатывает стандарт с открытым исходным кодом для интеграции блокчейна и Интернета вещей. Стандарт фокусируется на интерфейсе смарт-контрактов, который позволяет беспрепятственно перемещать данные внутри систем с поддержкой блокчейна и между ними [19].

### Заключение

Анализ особенностей применения технологий блокчейн на примере российских предприятий горно-металлургической отрасли АО «Северсталь» и ПАО ГМК «Норильский никель» показал особенности распространения этой технологии, выявил барьеры и проблемы ее распространения, обозначил задачи управления со стороны регулирующих органов.

Таким образом, в статье показаны особенности внедрения технологий блокчейн на российских промышленных предприятиях. Предложенная классификация цифровых технологий является попыткой систематизировать большое количество различных технологий с позиции их применения на современных производственных предприятиях в области взаимодействия с контрагентами (поставщиками, продавцами и потребителями). Приведенные данные говорят о больших перспективах применения блокчейн и о необходимости научного осмысления управленческих процессов на основе цифровых технологий.

**Конфликт интересов**

Не указан.

**Рецензия**

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

**Conflict of Interest**

None declared.

**Review**

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

**Список литературы / References**

1. Шпакова А.А. Влияние цифровых технологий на межкорпоративное информационное взаимодействие: автореф. дис. ... канд. эконом. наук / Шпакова Анастасия Андреевна. — URL: <https://sovman.ru/wp-content/uploads/2023/08/A66.pdf> (дата обращения: 03.06.2024)
2. Davidson S. Blockchains and the economic institutions of capitalism / S. Davidson, P. De Filippi, J. Potts // *Journal of Institutional Economics*. — 2018. — 14(4). — P. 639-658.
3. Gans J.S. The fine print in smart contracts / J.S. Gans // *National Bureau of Economic Research*. — 2019. — w25443. — 25 p. — URL: <http://www.nber.org/papers/w25443> (accessed: 25.05.2024).
4. Howell B.E. Uncertainty and dispute resolution for blockchain and smart contract institutions / B.E. Howell, P.H. Potgieter // *Journal of Institutional Economics*. — 2021. — P. 1-15.
5. Генкин А.С. Блокчейн: Как это работает и что ждет нас завтра / А.С. Генкин, А.А. Михеев. — М.: Альбина Паблшер, 2018. — 592 с.
6. Лукоянов Н.В. Legal tech: смарт-контракты сквозь призму современного частного права / Н.В. Лукоянов // *Юридические исследования*. — 2018. — 7. — С. 56-63.
7. Как и зачем Factorin использует блокчейн? // *Production Planning & Control*. — 2021. — Т. 32. — №. 1. — С. 63-81.
8. Hofmann E. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics / E. Hofmann, M. Rüsч // *Computers in industry*. — 2017. — Vol. 89. — P. 23-34.
9. Надеждина М.Е. Стратегия развития производственных процессов нефтехимического предприятия с использованием инструментов Индустрии 4.0: автореф. ... д-ра тех. наук / М. Е. Надеждина. — Казань, 2021. — 22 с.
10. Как наука о данных революционизирует горнодобывающую промышленность. — URL: <https://www.wired.com/sponsored/story/how-data-science-is-revolutionizing-the-mining-industry/> (дата обращения: 25.05.2024).
11. Кюппер Д. Повышение устойчивости с помощью производства как услуги / Д. Кюппер // *bcg.com*. — URL: <https://www.bcg.com/publications/2022/production-as-a-service-benefits-opportunities> (дата обращения: 20.05.2024).
12. Виды баз данных – реляционные и другие подходы к организации БД в программировании. — URL: <https://selectel.ru/blog/databases-types/> (дата обращения: 03.06.2024).
13. Наш взгляд на индустрию 4.0. — URL: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0> (дата обращения: 26.05.2024).
14. Рынок цифровых двойников – прогнозы 2023-2028гг. — URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/digital-twin-market> (дата обращения: 25.05.2024).
15. Экосистемы глубоких технологий. — 2022. — URL: <https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/emerging-technologies/deep-tech> (дата обращения: 20.05.24).
16. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928> (дата обращения: 25.05.2024).
17. Топ-15 цифровых технологий в промышленности. — URL: <https://issek.hse.ru/news/494926896.html> (дата обращения: 03.06.2024).
18. Белоусов Р. Российский космический интернет вещей / Р. Белоусов. — URL: <https://www.kp.ru/daily/27489/4748154/> (дата обращения: 25.05.2024).
19. Энрикес Д. Факторы эффективного управления в сфере информационных технологий / Д. Энрикес, Р. Перейра, Р. Альмейда [и др.] // *ФОРСАЙТ*. — 2020. — Т. 14. — № 1. — С. 48-59.

**Список литературы на английском языке / References in English**

1. Shpakova A.A. Vlijanie cifrovyyh tehnologij na mezhkorporativnoe informacionnoe vzaimodejstvie [Impact of digital technologies on inter-corporate information interaction]: abst. dis. ... PhD in Economics / Shpakova Anastasija Andreevna. — URL: <https://sovman.ru/wp-content/uploads/2023/08/A66.pdf> (accessed: 03.06.2024) [in Russian]
2. Davidson S. Blockchains and the economic institutions of capitalism / S. Davidson, P. De Filippi, J. Potts // *Journal of Institutional Economics*. — 2018. — 14(4). — P. 639-658.
3. Gans J.S. The fine print in smart contracts / J.S. Gans // *National Bureau of Economic Research*. — 2019. — w25443. — 25 p. — URL: <http://www.nber.org/papers/w25443> (accessed: 25.05.2024).
4. Howell B.E. Uncertainty and dispute resolution for blockchain and smart contract institutions / B.E. Howell, P.H. Potgieter // *Journal of Institutional Economics*. — 2021. — P. 1-15.
5. Genkin A.S. Blokchejn: Kak jeto rabotaet i chto zhdet nas zavtra [Blockchain: How it works and what tomorrow holds] / A.S. Genkin, A.A. Miheev. — М. : Al'bina Pablsher, 2018. — 592 p. [in Russian]

6. Lukojanov N.V. Legal tech: smart-kontrakty skvoz' prizmu sovremennogo chastnogo prava [Legal tech: smart contracts through the prism of modern private law] / N.V. Lukojanov // Juridicheskie issledovanija [Legal Studies]. — 2018. — 7. — P. 56-63. [in Russian]
7. Kak i zachem Factorin ispol'zuet blokchejn? [How and why does Factorin use blockchain?] // Production Planning & Control. — 2021. — Vol. 32. — №. 1. — P. 63-81. [in Russian]
8. Hofmann E. Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics / E. Hofmann, M. Rüsç // Computers in industry. — 2017. — Vol. 89. — P. 23-34.
9. Nadezhdina M.E. Strategija razvitija proizvodstvennyh processov neftehimicheskogo predpriyatija s ispol'zovaniem instrumentov Industrii 4.0 [Strategy for development of petrochemical enterprise production processes using Industry 4.0 tools]: abst. ... PhD in Technical Sciences / M. E. Nadezhdina. — Kazan, 2021. — 22 p. [in Russian]
10. Kak nauka o dannyh revoljucioniziruet gornodobyvajushuju promyshlennost' [How data science is revolutionizing the mining industry]. — URL: <https://www.wired.com/sponsored/story/how-data-science-is-revolutionizing-the-mining-industry/> (accessed: 25.05.2024). [in Russian]
11. Kjøpper D. Povyszenie ustojchivosti s pomoshh'ju proizvodstva kak usluzi [Enhancing sustainability through production as a service] / D. Kjøpper // bcg.com. — URL: <https://www.bcg.com/publications/2022/production-as-a-service-benefits-opportunities> (accessed: 20.05.2024). [in Russian]
12. Vidy baz dannyh – reljacionnye i drugie podhody k organizacii BD v programmirovanii [Types of databases – relational and other approaches to database organization in programming]. — URL: <https://selectel.ru/blog/databases-types/> (accessed: 03.06.2024). [in Russian]
13. Nash vzgljad na industriju 4.0 [Our view on Industry 4.0] — URL: <https://www.bcg.com/capabilities/manufacturing/industry-4.0> (accessed: 26.05.2024). [in Russian]
14. Rynok cifrovyyh dvojnïkov – prognozy 2023-2028 gg. [Digital twin market – forecasts 2023-2028] — URL: <https://www.mordorintelligence.com/ru/industry-reports/digital-twin-market> (accessed: 25.05.2024). [in Russian]
15. Jekosistemy glubokih tehnologij [Deep technology ecosystems]. — 2022. — URL: <https://www.bcg.com/capabilities/digital-technology-data/emerging-technologies/deep-tech> (accessed: 20.05.24). [in Russian]
16. GOST R 57700.37-2021. Komp'juternye modeli i modelirovanie. Cifrovyje dvojnïki izdelij. Obshhie polozhenija [GOST P 57700.37-2021. Computer models and modelling. Digital twins of products. General provisions]. — URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200180928> (accessed: 25.05.2024). [in Russian]
17. Top-15 cifrovyyh tehnologij v promyshlennosti [Top 15 digital technologies in industry]. — URL: <https://issek.hse.ru/news/494926896.html> (accessed: 03.06.2024). [in Russian]
18. Belousov R. Rossijskij kosmicheskij internet veshhej [Russian Space Internet of Things] / R. Belousov. — URL: <https://www.kp.ru/daily/27489/4748154/> (accessed: 25.05.2024). [in Russian]
19. Jenrikes D. Faktory jeffektivnogo upravlenija v sfere informacionnyh tehnologij [Factors of effective management in information technology] / D. Jenrikes, R. Perejra, R. Al'mejda [et al.] // FORSAJT. — 2020. — Vol. 14. — № 1. — P. 48-59. [in Russian]