



DOI: 10.22363/2312-8143-2026-27-1-49-60

EDN: HARDUJ

Научная статья / Research article

Интеграция технологий блокчейн в процессы оптимизации управленческих решений в организационных системах ОПК

Е.А. Маликов[✉], Т.П. Талла Фонганг^{id}, В.В. Пьянков^{id}

Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

✉ dizel62rus@yandex.ru

История статьи

Поступила в редакцию: 16 июня 2025 г.

Доработана: 21 сентября 2025 г.

Принята к публикации: 5 ноября 2025 г.

Заявление о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Аннотация. Промышленность вступает в новый этап своего технологического развития, связанный с внедрением цифровых технологий в управленческие и производственные процессы. Актуальным становится изучение всех информационных технологий, особенно технологий блокчейна. Цель исследования — изучение наиболее значимых трендов по использованию блокчейн в промышленности. Задачи исследования связаны с анализом особенностей промышленных предприятий, их готовности к цифровой трансформации, экономических эффектов от внедрения технологий, сложностей и преимуществ работы с блокчейн. Изучены изменения в формулировках целей национального развития в направлении цифровизации экономики, приведены индикаторы достижения этих целей до 2030 г. Представлены объемы финансирования предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) на предстоящий бюджетный трехлетний период до 2027 г. Обозначена проблематика оборонных предприятий, которая может препятствовать внедрению новых технологий: особые требования к надежности, точности, безопасности передачи информации, необходимость изменения бизнес-моделей ведения бизнеса, постоянный реинжиниринг бизнес-процессов, слабая заинтересованность в продвижении технологий блокчейн на всех этапах их внедрения. Обобщены преимущества внедрения блокчейн: экономия временных и стоимостных затрат на поиск контрагентов, улучшение качества получаемой информации, возможность развития собственных цифровых платформ на предприятиях и др. Выявлены несколько ключевых направлений развития блокчейн-технологий в промышленности.

Ключевые слова: оборонно-промышленный комплекс, промышленность, затраты, экономия

Вклад авторов

Маликов Е.А. — концепция, методология исследования, анализ предметной области, написание текста; Талла Фонганг Т.П. — участие в анализе и систематизации материалов, подготовка отдельных разделов статьи, обсуждение полученных результатов; Пьянков В.В. — участие в разработке структуры статьи, анализ и обобщение результатов, редактирование текста. Все авторы ознакомлены с окончательной версией статьи и одобрили ее.

Для цитирования

Маликов Е.А., Талла Фонганг Т.П., Пьянков В.В. Интеграция технологий блокчейн в процессы оптимизации управленческих решений в организационных системах ОПК // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2026. Т. 27. № 1. С. 49–60. <http://doi.org/10.22363/2312-8143-2026-27-1-49-60> EDN: HARDUJ

© Маликов Е.А., Талла Фонганг Т.П., Пьянков В.В., 2026



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Integration of Blockchain Technologies into Managerial Decision-Making Optimization in Organizational Systems of the Defense Sector

Evgeny A. Malikov[✉], Thierry P. Talla Fongang[✉], Valeriy V. Pyankov[✉]

RUDN University, Moscow, Russian Federation

✉ dizel62rus@yandex.ru

Article history

Received: June 16, 2025

Revised: September 21, 2025

Accepted: November 5, 2025

Conflicts of interest

The authors declare that there is no conflict of interest.

Abstract. Industry is entering a new stage of technological development characterized by the integration of digital technologies into management and production processes. In this context, the study of information technologies, particularly blockchain, has become increasingly relevant. The purpose of this study is to examine the most significant trends in the application of blockchain technologies in industry. The objectives include analyzing the specific features of industrial enterprises, assessing their readiness for digital transformation, evaluating the economic effects of technology adoption, and identifying both the challenges and advantages associated with blockchain implementation. The study reviews changes in the formulation of national development goals toward greater economic digitalization and presents indicators for achieving these targets by 2030. It also considers the planned funding allocations for defense industry enterprises within the upcoming three-year budget cycle through 2027. The study identifies several challenges that may hinder the adoption of new technologies in defense enterprises, including stringent requirements for reliability, accuracy, and information security; the need to transform business models; continuous business process reengineering; and limited interest in promoting blockchain technologies at all stages of implementation. At the same time, the advantages of blockchain integration are summarized, such as reduced time and costs in identifying counterparties, improved information quality, and opportunities to develop proprietary digital platforms within enterprises. Finally, the study outlines several key directions for the further development of blockchain technologies in industry.

Keywords: military-industrial complex, industry, costs, savings

Authors' contribution

Malikov E.A. — conceptualization, research methodology, domain analysis, manuscript preparation; *Talla Fongang T.P.* — analysis and systematization of materials, drafting of specific sections of the manuscript, discussion of the results; *Pyankov V.V.* — development of the manuscript structure, analysis and synthesis of the results, and manuscript editing. All authors read and approved the final version of the article.

For citation

Malikov EA, Talla Fongang TP, Pyankov VV. Integration of blockchain technologies into managerial decision-making optimization in organizational systems of the defense sector. *RUDN Journal of Engineering Research*. 2026;27(1):49–60. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2312-8143-2026-27-1-49-60> EDN: HARDUJ

Введение

В настоящее время из-за изменений в глобальной экономике требуется ускоренное развитие экономики страны, что достигается применением цифровых технологий в управлении

и в производственных процессах в промышленности. В Указе Президента РФ от 07.05.2024 г. № 309¹ уточнены национальные цели развития страны, целевые показатели и задачи, выполнение которых характеризует достижение национальных целей к 2030 году:

¹ Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 07.05.2024 г. № 309. URL: <https://minek.rk.gov.ru/documents/77bccce-fee7-4cae-b98b-8e3e5fffd454> (дата обращения: 20.05.2025).

■ рост плотности роботизации должен обеспечить место России среди 25 ведущих стран по данному показателю;

■ Россия должна достичь технологической независимости за счет достижений в сфере цифровой трансформации и искусственного интеллекта;

■ по отношению к 2022 г. объем выпуска продукции в обрабатывающей промышленности должен увеличиться в 1,4 раза;

■ основным критерием достижения «цифровой зрелости» государственного и муниципального управления, ключевых отраслей экономики должно стать управление большей частью транзакций на отраслевых цифровых платформах.

Цифровая трансформация промышленности предполагает, что производственные процессы должны быть переведены на новый технологический уклад, что включает внедрение передовых цифровых технологий и автоматизированных систем. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации главной задачей цифровой трансформации промышленности является модернизация управления производственными процессами, что должно привести к значительному росту производительности труда и добавленной стоимости в производственном секторе экономики. Немалая роль в цифровизации экономики отводится предприятиям оборонного сектора.

Цель исследования — выявление ценности внедрения технологий блокчейна в деятельность предприятий оборонно-промышленного комплекса. Задачи исследования связаны с изучением особенностей промышленного производства на современном этапе, готовности промышленности к цифровизации экономики, особенностей и преимуществ технологий блокчейн, условий внедрения, препятствий к внедрению, разработке рекомендаций к продвижению технологий блокчейна на предприятиях

ОПК. Согласно концептуальной модели [1], блокчейн представляет собой фундаментальную инфраструктуру доверия нового поколения, что делает ее применимой в управлении критически важными отраслями, включая ОПК.

1. Материалы и методы

Теоретической и эмпирической основой исследования послужили научные публикации российских исследователей (2018–2024 гг.), официальные статистические данные Росстата, данные Минпромторга РФ и Минобороны РФ, а также законодательные и программные документы, в том числе Указ Президента РФ от 07.05.2024 № 309² и Федеральный закон от 30.11.2024 № 419-ФЗ³. Для достижения целей исследования были применены следующие методологические подходы:

Метод системного анализа: применялся для выявления взаимосвязей между уровнями цифровизации и эффективностью принимаемых управленческих решений в ОПК;

Монографический метод: использовался для анализа нормативных документов и литературных источников.

Экономико-статистические методы: служили инструментом для обобщения показателей финансирования ОПК, оценки эффектов цифровизации и построения обобщающих таблиц.

Комплексный подход: позволил обобщить результаты теоретического и практического анализа в единую модель предпосылок внедрения блокчейн-технологий в управленческие процессы ОПК.

2. Результаты и обсуждение

Промышленность является флагманом отечественной экономики, в том числе, по данным Росстата, в обрабатывающей промышленности на конец 2021 г. более 70 % предприятий

² Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» от 07.05.2024 г. № 309. URL: <https://minek.rk.gov.ru/documents/77bccce-fee7-4cae-b98b-8e3e5fffd454> (дата обращения: 20.05.2025).

³ Федеральный закон от 30 ноября 2024 г. № 419-ФЗ «О федеральном бюджете на 2025 год и на плановый период 2026 и 2027 годов». URL: <https://base.garant.ru/411024352/> (дата обращения: 20.05.2025).

использовали информационные и коммуникационные технологии [2]. Несмотря на это, уровень цифровизации производственных и управленческих процессов в целом в промышленности низкий.

Л.А. Гамидуллаева, М.П. Киреев привели данные, что объем цифровой экономики едва превышает 2 % ВВП, а от среднемирового уровня плотность роботизации производства в России отстает в 20 раз [3]. Индекс цифровизации экономики, согласно оценкам Института статистических исследований и экономики знаний Национального исследовательского университета Высшей школы экономики (ИСИЭЗ НИУ ВШЭ), составляет 36 пунктов из 100 пунктов возможных [2]. По данным О.И. Житяевой, еще четыре года назад уровень внедрения цифровых технологий в экономике не достигал и четверти от своего потенциала. В промышленности данный уровень еще ниже, что свидетельствует о значительных пробелах в области цифровизации производственных процессов [4].

Вместе с тем, несмотря на то что российские промышленные компании развиваются в сфере цифровых технологий в соответствии с общемировыми трендами, темпы их внедрения и реализации цифровых инициатив во многом отстают от ведущих стран мира. В частности, это обусловлено различными факторами, включая недостаток финансовых ресурсов, кадровых возможностей и технологической инфраструктуры.

По прогнозам ИСИЭЗ НИУ ВШЭ, к 2030 г. цифровая трансформация в обрабатывающей промышленности может обеспечить дополнительный рост производительности труда примерно на 20 %, что подчеркивает значительный потенциал цифровизации для улучшения экономических показателей и повышения конкурентоспособности российской промышленности [2].

Текущий момент связан с беспрецедентным увеличением расходов российского бюджета на национальную оборону (13,69 трлн руб. в 2025 г. по сравнению с 10,8 трлн руб. в 2024 г. и 3,5 трлн руб. в 2021 г., а вместе с расходами на

содержание силовых ведомств расходы составят 16,9 трлн руб. в 2025 г. по сравнению с 14,5 трлн руб. в 2024 г.) (табл. 1). Немалая часть этого бюджета планируется на развитие, модернизацию, техническое перевооружение, расширение мощностей оборонных производств и новое промышленное строительство. По линии Министерства промышленности и торговли РФ на реализацию государственной программы Российской Федерации «Развитие оборонно-промышленного комплекса» в 2025 г. выделяется 10,4 млрд руб., 2026 г. — 8,9 млрд руб., 2027 г. — 8,9 млрд руб. Кроме того, что предприятия ОПК получают средства на развитие по другим госпрограммам по линии Министерства промышленности и торговли РФ (всего 1,53 трлн руб., 1,98 трлн руб., 2,21 трлн руб. соответственно на 2025–2026 гг.), по линии Минобороны РФ — 4,2 трлн руб., 2,7 трлн руб., 2,76 трлн руб. соответственно на 2025–2026 гг. (табл. 2).

По этой причине на повестке дня стоят вопросы эффективного использования этих средств, принятия оптимальных управленческих решений по затратам и устойчивому развитию промышленного комплекса. Так, авторы А.С. Алексин, Р.Р. Исупов, И.В. Борзунов подчеркивают, что основой развития промышленных предприятий являются «оценка ключевых аспектов их деятельности, обеспечение устойчивого развития и повышение уровня конкурентоспособности» в условиях неопределенности [5]. По мнению авторов, ключевой особенностью промышленных предприятий должно быть использование высоких технологий, позволяющих конкурировать по уровню технологичности с другими предприятиями в отрасли и в мире. Предприятия ОПК должны принимать решения по определению «узких мест» и решению проблем в области маркетинга (расширение рынков сбыта; повышение доли рынка), производства и сбыта продукции (рост производства), менеджмента (контроль финансовых потоков, экономия затрат) [5].

А.М. Бочкарев считает, что кроме цели извлечения прибыли у промышленных предприя-

тий появляется новая задача — повышение конкурентоспособности путем внедрения и использования новых ИТ-решений, а также пере-

форматирование производства на этой основе для удовлетворения новых требований рынка [6, с. 65].

Таблица 1. Расходы на оборону и силовые ведомства в 2021 и 2024 гг., трлн руб.
Table 1. Expenditures on defense and law enforcement agencies, 2021 and 2024, trillion rub

Год / Year	Нац. оборона / National defense	Силовые ведомства / Law enforcement agencies	Итого / Total
2021	3,5	–	–
2024	10,8	3,7	14,5

Источники: выполнено Е.А. Маликовым / Source: by E.A. Malikov.

Таблица 2. Программы Минпромторга и Минобороны в 2025–2027, млрд и трлн руб.
Table 2. Programs of the Ministry of Industry and Trade and the Ministry of Defense, 2025–2027, billion and trillion rubles

Год / Year	Минпромторг, ОПК, млрд / Ministry of Industry and Trade, defense industry, billion	Госпрограммы Минпромторга, трлн / State programs of the Ministry of Industry and Trade, trillion	Минобороны, развитие ОПК, трлн / Ministry of Defense, development of defense industry, trillion
2025	10,4	1,53	4,2
2026	8,9	1,98	2,7
2027	8,9	2,21	2,76

Источники: выполнено Е.А. Маликовым / Source: by E.A. Malikov.

А.М. Бочкарев считает, что кроме цели извлечения прибыли у промышленных предприятий появляется новая задача — повышение конкурентоспособности путем внедрения и использования новых ИТ-решений, а также реформирование производства на этой основе для удовлетворения новых требований рынка [6, с. 65].

Оборонный сектор по своей природе сильно зависит от надежных, своевременных и точных данных, по утверждению Г.Т. Ермолиной и др. [7]. Гибридные войны и кибератаки сильно увеличили значимость цифровых технологий. Защита, хранение и передача информации в распределенной сети пользователей стали первоочередными задачами предприятий.

Более подробно, оперативно и качественно решать эти задачи помогает цифровая экономика. Одним из значимых достижений в сфере цифровых технологий является технология блокчейн. Т.С. Орлова привела сведения о том, что к 2025 г. объем рынка блокчейна в производ-

стве превысит 26 млрд долл. [8]. Изучена степень распространенности блокчейна в ряде областей: авторство и права владения (более 3 %), технологии финансовые (около 82 %), управление данными (около 2,2 %), операции с товарами и сырьем (не менее 2 %), купля-продажа драгоценных камней (1,5 %), проверка подлинности и подтверждение прав собственности (3 %), промышленность (3 %), частное и государственное управление (0,5 %) и др. [6].

По мнению А.С. Алексинной и др. [5], блокчейн — это ряд взаимосвязанных структурных элементов, отвечающих за хранение информации о распределенной среде транзакций. Это платформа с функциями интеграции, распределения и вычислительных процессов, обмена ресурсами и продуктами, которые предприятия могут применить с целью решения проблем в сфере управления бизнес-процессами.

Есть ряд особенностей блокчейна, применение которых делает возможным создание прозрачной системы управления сделками в реальном секторе экономики [5; 9, с. 113]:

- создается принципиально новый уровень надежности: информация защищена от несанкционированного доступа, так как у потенциальных «взломщиков» системы отсутствуют вычислительные мощности соответствующего уровня;

- каждый блок информации хранит информацию из предыдущего блока. Каждый участник транзакций видит информацию в полном объеме, и только с согласия большинства участников цепи информация может быть изменена или удалена;

- каждая транзакция уникальна и полностью прослеживается всеми участниками отношений, что минимизирует мошенничество в операциях;

- благодаря криптографическим методам обеспечивается надежность информации при передаче и хранении;

- блокчейн-система может встраиваться в другие информационные системы, может надстраиваться новыми модулями, позволяющими анализировать иные бизнес-модели, выявлять причины простоев, поломки оборудования, появления брака и другие процессы;

- блокчейн может применяться к плановым расчетам в поставках ресурсов, контроле прохождения ресурсов по всем стадиям вплоть до производства. Возможно проведение детального аудита транзакций;

- блокчейн-технология эффективна, если она применяется систематически и происходит постоянное накопление информации, повышается возможность выбора наиболее оптимальных (устойчивых, ответственных, с соблюдением нормативных требований) посредников и путей дальнейшего развития, выстраиваются новые условия для ведения конкурентной борьбы;

- блокчейн-технология может экономить управленцам рабочее время на обработку информации, вовремя сокращать избыточные запасы ресурсов, продукции. Технология будет незаменима в вопросах проведения инвента-

ризации активов на предприятии, в складском учете, обеспечении надежности деталей [6];

- один из инструментов блокчейна — смарт-контракт — автоматически исполняет соглашения и контролирует процессы, соблюдая нормативные правовые требования по сертификации продукции и др., автоматически блокирует исполнение контрактов, если обнаружены проблемы по качеству товаров, что снижает риск ошибок [5; 6]. Одним из новшеств в смарт-контрактах является оракул — элемент, расширяющий функционал смарт-контракта, с помощью которого возможно корректировать информацию в смарт-контрактах [10]. Затраты на транзакции (комиссии за перечисления) снизятся за счет оперирования цифровыми активами напрямую и без посредников [10].

Как показывают данные зарубежных исследований, реализация блокчейн-технологий в логистических цепочках позволяет достичь значительного экономического эффекта. По оценкам IBM Institute for Business Value⁵, экономия затрат на ведение документооборота и верификацию данных, поиск поставщиков и заказчиков может достигать 30–40 %. Кроме того, применение таких технологий позволяет сократить время на отслеживание происхождения продукции до 70 %, что особенно важно для предприятий с жесткими требованиями к верификации и прослеживаемости. Анализ показывает, что применение блокчейна в логистике позволяет достичь высокой степени прозрачности, отслеживаемости и синхронизации потоков, что особенно актуально для оборонной промышленности [11].

Эти эффекты подтверждаются международной практикой, в частности примерами внедрения в логистических и производственных цепочках стран Европейского союза и Китая⁶ [11].

Авторы Е.М. Ильинская и др. [12, с. 139] считают, что блокчейн эффективен в двух областях: ведение записей и документации, например, регистрация новых данных, идентификация

⁵ IBM Institute for Business Value. IBM Food Trust: Accelerating Digital Transformation of the Food Supply Chain. IBM Corporation, 2020. URL: <https://www.ibm.com/downloads/cas/6BXGZRX1> (дата обращения: 20.05.2025).

⁶ Там же.

пользователей, smart-контракты, обмен цифровых и физических активов на цифровой платформе, инфраструктура платежей, проверяемые данные.

Н.А. Симченко и др. считают, что блокчейн эффективен для защищенной передачи данных, создания цифровых копий документов, формирования модульного пакета документов, например для упрощения процедур открытия малого бизнеса [13, с. 205].

По Г.Т. Ермолдиной и др., следует различать три типа блокчейна с разными правами регулирования информации в блоках: публичный, частный и консорциумный. Участники цепочек поставок могут сами выбирать тип блокчейна в зависимости от потребности [7].

По мнению А.М. Бочкарева, блокчейн-технологии способны изменить саму бизнес-модель поведения предприятия. В частности, обусловить переход от модели послепродажного обслуживания товара к модели отслеживания максимально возможного срока службы товара, используя при этом предсказательную аналитику [6, с. 64].

По мнению Е.М. Ильинской и др., актуальными становятся цифровые бизнес-модели — это непрерывно повторяющиеся транзакции, которые обрабатываются цифровыми технологиями. Авторы обнаружили следующую закономерность: чем выше уровень сложности задачи обеспечения конкурентоспособности, тем активнее и детальнее должны формироваться трансферные транзакции, бизнес-процессы и сама бизнес-модель [12].

Отдельно следует упомянуть о космической отрасли как важнейшей отрасли ОПК, втянутой в военный конфликт, необходимости обеспечения безопасной передачи данных со спутников Земли, верификации получаемых данных от законного инициатора. Безопасность космической информационной сети, в том числе и в военное время, может быть обеспечена за счет блокчейн-технологий. С 2018 г. в России реализуется проект по проведению в лабораторных условиях анализа возможностей блокчейна на предмет избегания кибератак на важные базы

данных и системы вооружения. Установлено, что с помощью блокчейна значительно ускоряется передача данных со спутников как минимум на треть [7].

По мнению Р.М. Полуэктова, сложно найти замену блокчейн-технологии в отношениях управления интеллектуальной собственностью в ракетно-космической промышленности. Данная технология может лучше обеспечить авторские права на инновационные технологии [14, с. 59].

Во всем мире государственные и частные компании подключились к данной технологии в вопросах защиты объектов интеллектуальной собственности, «улучшения передачи данных и спутниковых снимков, глобально доступной и надежной записи орбитальных положений спутников и логистики и заключения соглашений с другими предприятиями на базе smart-контрактов» [7].

Т.Г. Ермолдина с соавт. резюмируют о следующей пользе блокчейна в оборонной промышленности и космической индустрии: повышается кибербезопасность процессов, происходит комплексная верификация информации, снижаются риски принятия неоптимальных решений в чрезвычайных ситуациях, увеличивается эффективность оборонной логистики и поставок (закупок) [8].

С.В. Шкодинский, Д.А. Степанов считают большим преимуществом блокчейн для промышленных предприятий, которые являются, как правило, крупными и крупнейшими, его способность обеспечивать анонимность, трансграничность расчетов в обход рисков получения санкций [15].

А.Я. Нестеров, Н.А. Семенов утверждают, что промышленные данные, особенно данные с поточных производств, очень динамичны и трудоемки по сбору информации. Технологии блокчейн частично могут решить проблему, построив новую модель управления на основе достоверных технологических и бизнес-показателей [16, с. 93].

Сложности в применении блокчейна в оборонных предприятиях могут быть связаны с обращением секретной информации и необходи-

мостью более тщательного регулирования режимов обмена секретной информацией, контроля ответственных работников. Исследователи отмечают, что в некоторых типах блокчейна нет централизованного контроля, осуществляется непрерывная совместная эксплуатация и контроль применения базы данных, и речь идет о снижении секретности информации для участников сети [5]. Вместе с тем повышается закрытость информации для третьих лиц.

Р.А. Седунов указал, что блокчейн строится на принципе децентрализации благодаря тому, что в цепи все участники имеют равные права в отношении информации, что обеспечивает ее безопасность. При этом остается риск негативного воздействия на систему в случае создания внутренней закрытой блокчейн-платформы [17]. Р.А. Седунов считает, что открывающиеся возможности использования блокчейн в оборонной промышленности перекрывают вышеназванные негативные явления [17].

А.С. Алексина с соавт. также полагают, что нужно избегать чрезмерного внедрения данных технологий, чтобы не усложнять организационно-управленческую структуру предприятия [5].

Систематизация литературы и нормативных документов позволяет утверждать, что ключевым барьером внедрения технологии блокчейн в ОПК является несогласованность технологических, нормативных и организационных уровней. По нашему мнению, переход к эффективной модели управления возможен при условии разработки отраслевых цифровых стандартов и создания специализированных центров компетенций на базе крупнейших предприятий.

Кроме того, авторы полагают, что успешность внедрения блокчейн зависит не только от экономической эффективности, но и от уровня доверия участников оборонной цепочки к технологии. Следовательно, необходимо формировать институциональную среду, обеспечивающую юридическую и операционную поддержку таких решений.

С учетом рассмотренных особенностей блокчейн-технологий и предприятий промыш-

ленности блокчейн должны применять высокотехнологичные, с длинными и многочисленными производственными цепочками предприятия машиностроения, других обрабатывающих производств, а также предприятия добывающей и перерабатывающей промышленности. И.В. Балиев, А.А. Потапов, И.Р. Авторханов утверждают, что технология блокчейн может быть востребована посредниками между крупными торговыми сегментами [9, с. 116].

Я.А. Нестеров, Н.А. Семенов указали, что участников цепи должно быть много, так как от их числа и интенсивности транзакций зависит производительность и затратность технологий блокчейн. Если же узлов в цепи (участников) будет немного, то упадет производительность и встанет вопрос об устойчивости и безопасности технологии [16].

Непременным условием применимости технологий блокчейн является требование автоматизации всех рабочих мест [6], наличие интернета, мобильных устройств, наличие квалифицированных кадров, обладающих знаниями о специфике производства, информационных технологиях, цифровом маркетинге [18, с. 260], заинтересованность руководителей в использовании эффективных технологий, поддержка со стороны государства в реализации технологий четвертого уровня индустрии. Л.П. Васильева утверждает, что предприятия, более оперативно внедряющие цифровые технологии в управление, оперирующие большими данными, предсказывающие и предупреждающие риски, изменяющие операционные модели, структуру затрат, быстрее повышают свою конкурентоспособность, корректируя свой рыночный курс [18].

Препятствиями к внедрению технологий блокчейн в промышленности является противодействующее организационное поведение клиентов, которые не спешат апробировать новые цифровые сервисы, поведение самих предприятий, которые не торопятся переводить пилотные проекты в масштабную деятельность. Хотя, как отмечает Л.П. Васильева, все больше предприятий задумываются о замене физических предложений на цифровые инициативы [18].

Л.А. Гамидуллаева, М.П. Киреев констатировали, что большинство промышленных предприятий пока еще используют цифровые технологии либо для оптимизации операционных затрат и роста прибыли и рентабельности производства, либо для улучшения управления и роста производительности труда. При этом отсутствует комплексный подход к цифровой трансформации бизнес-модели предприятия [3]. По мнению авторов, основными причинами проблем являются отсутствие цифровой корпоративной культуры, стиль руководства, не нацеленный на четкое определение будущих выгод и контроль их достижения, и слабое экономическое обоснование изменений. Проблемы конфиденциальности информации и безопасности в таком случае отходят на второй план.

Кроме того, О.И. Житяева отмечает, что внедрение блокчейн требует отказа от многоуровневых иерархических систем управления, постоянного реинжиниринга бизнес-процессов, настраивания сквозных цифровых процессов [4]. Также серьезным препятствием для массового внедрения блокчейн-технологий в логистике являются высокие начальные затраты, связанные с разработкой и интеграцией программно-аппаратных решений, обучением персонала [19, с. 47]. Одним из способов решения данной проблемы может быть применение сторонней цифровой платформы, а не создание собственной цифровой платформы [20].

Специфика оборонного сектора и ракетно-космической отрасли формирует свои проблемы в ходе внедрения искомым технологий: слишком высокая стоимость «создания и эксплуатации, отсутствие общего стандарта для разработки платформ, отсутствие законодательства, регулирующего правовые аспекты их использования» [7]. По мнению Р.М. Полуэктова, Д.Ю. Иванова, на предприятиях ракетно-космической и авиационной отраслей должны быть созданы только собственные цифровые платформы. Авторы предложили примерную схему ее создания с помощью децентрализованных инвестиционных фондов [21].

Заключение

Отрасль промышленности всегда была восприимчивой к появлению новых технологий. Если внедрять технологии блокчейн целенаправленно, то они станут ключевым звеном развития производства. основополагающими направлениями совершенствования внедрения технологий блокчейна являются следующие направления:

- продвижение научных исследований и разработки блокчейна (здесь важны расширение функционала блокчейн-платформ за счет интеграции с другими сквозными технологиями и создание кросс-отраслевых блокчейн систем, состоящих из участников других секторов экономики);
- проведение глубокого обучения участников информационных обменов;
- совершенствование законодательства по использованию блокчейна (здесь актуальны будут отраслевые стандарты, протоколы обмена данными, модульные пакеты документов, дающие бесшовную интеграцию разных цифровых систем).

Внедрение технологий зависит от масштаба, типа производства, уровня технологичности. Внедрять технологии блокчейн следует избирательно, начиная с тех отраслей, где множественность источников поставок, тесные производственные связи, высокий организационно-технологический уровень, уровень затрат, подготовленные кадры, есть возможность адаптации технологий в гражданском секторе экономики. Оборонный сектор промышленности является высокопроизводительным и затратоемким, поэтому внедрение в нем технологий блокчейна в первую очередь целесообразно, так как это даст первоначально необходимый высокий экономический эффект.

В целях дальнейшего снижения цифрового неравенства между отраслями и регионами, а также для устойчивого распространения технологий государству следует сосредоточить усилия на создании исследовательских центров и лабораторий, где будут проводиться фундаментальные и прикладные исследования в сфере

компьютерных наук и цифровых бизнес-моделей, адаптировать международный опыт и стимулировать развитие цифровых бизнес-моделей.

В условиях роста требований к прозрачности, безопасности и адаптивности производственных процессов блокчейн способен обеспечить достоверность данных, снизить управленческие риски, повысить производительность и укрепить технологическую независимость национальной промышленности.

Список литературы

1. *Mougayar W.* The business blockchain: Promise, practice, and the application of the next internet technology. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2016. 208 p. ISBN 978-1-119-30031-1
2. *Идрисов А.Э.* Эволюция моделей и инструментов цифровой трансформации в промышленности // Управление устойчивым развитием. 2022. № 6. С. 17–24. https://doi.org/10.55421/2499992X_2022_6_17 EDN: VRLVAZ
3. *Гамидуллаева Л.А., Киреев М.П.* Цифровая трансформация российских промышленных предприятий: проблемы и перспективы // Современные инструменты, методы и технологии управления знаниями. 2018. № 1. С. 1–7. EDN: LMEQUX
4. *Житяева О.И.* Управление цифровой трансформацией промышленного сектора // Вестник Самарского университета // Экономика и управление. 2021. Т. 12. № 2. С. 43–50. <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-43-50> EDN: ZNQSLE
5. *Алексина А.С., Юсупов Р.Р., Борзунов И.В.* Анализ влияния технологии блокчейн в деятельности промышленных предприятий // Вестник Академии знаний. 2023. № 4. С. 22–26. EDN: TJYRTF
6. *Бочкарев А.М.* Повышение эффективности системы информационного обеспечения промышленного предприятия путем использования технологии блокчейн // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2019. № 3. С. 64–69. <https://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-3-29-64-69> EDN: LKLMXK
7. *Ермолдина Г., Аден А., Бабышев А., Меллатова Е., Дуйсебаева А.* Применение блокчейн-технологии в оборонной и космических структурах // Вестник КазАТК. 2022. № 2. С. 656–666. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-121-2-656-666> EDN: UQXOVS
8. *Орлова Т.С., Тимошин А.А., Логинова С.А.* Подходы к решению проблем устойчивого развития для повышения конкурентоспособности промышленных предприятий в условиях цифровизации // Естественно-гуманитарные исследования. 2023. № 2. С. 164–168. EDN: TFHDNK
9. *Балиев И.В., Потапов А.А., Авторханов И.Р.* Управление цепями поставок и блокчейн-технологии // Экономика и управление: проблемы, решения. 2023. Т. 3. № 11. С. 112–118. <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.11.03.013> EDN: DIPTUG
10. *Полуэктов Р.М.* О перспективах применения блокчейн-технологии в ракетно-космической отрасли // Экономика космоса. 2023. Т. 2. № 3. С. 58–69. https://doi.org/10.48612/ogat/space_economics/2023.02.05.06 EDN: QSLDUY
11. *Treiblmaier H.* The impact of the blockchain on the supply chain: A theory-based research framework and a call for action // Supply Chain Management. 2018. Vol. 23. No. 6. P. 545–559. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3224145> EDN: SLZDLO
12. *Ильинская Е.М., Титова М.Н., Ильинский В.В.* Инновации бизнес-моделей в цифровой экономике // Цифровая экономика и сквозные технологии: теория и практика / под ред. А. В. Бабкина. СПб : СПбПУ Петра Великого, 2019. С. 113–145. EDN: BKRIHC
13. *Симченко Н.А., Тимиргалева Р.Р., Цёхла С.Ю., Гришин И.Ю., Шпырко О.А., Гербер Ю.Б., Макареня Т.А., Фурсов В.А., Лазарева Н.В., Казанская А.Ю., Куц Е.Н., Налесная Я.А., Хуссейн Ахмед Ф.А.* Устойчивое развитие промышленности в условиях цифровой поляризации. Севастополь : Филиал МГУ в г. Севастополе, 2022. 242 с. ISBN 978-5-907330-91-7 EDN: HJDRTF
14. *Полуэктов Р.М.* Блокчейн-технология как инструмент оптимизации работы предприятий ракетно-космической и авиационной промышленности // Аэрокосмическая техника и технологии. 2024. Т. 2. № 2. С. 61–77. <https://doi.org/10.52467/2949-401X-2024-2-2-61-77> EDN: FBTKNU
15. *Шкодинский С. В., Степанов Д.А.* Цифровизация деятельности промышленных предприятий как стратегический фактор их устойчивого развития // Проблемы рыночной экономики. 2021. № 4. С. 40–49. <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2021-4-40-49> EDN: AQLLUS
16. *Нестеров Я.А., Семенов Н.А.* Применение технологии блокчейн в промышленности как части Индустрии 4.0 // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. 2021. № 2. С. 93–98. <http://doi.org/10.46573/2658-5030-2021-93-98>
17. *Седунов Р.А.* Перспективы использования технологии блокчейн в оборонной сфере на примере «смарт-контрактов» // Военное право. 2023. № 4. С. 112–116. EDN: MXDRCI
18. *Васильева Л.П., Полянская О.А.* Цифровой маркетинг как инструмент обеспечения экономической безопасности предприятий в условиях кризиса // Управленческий учет. 2022. № 10–2. С. 257–263. <https://doi.org/10.25806/uu10-22022257-263> EDN: YAQBLS

19. Крючков И.С. Блокчейн-технологии в логистике хлебопекарной промышленности: перспективы применения и ограничения // *Хлебопечение России*. 2024. Т. 68. № 4. С. 45–54. EDN: SEEIRR

20. Платонов В.В., Спиридонов Г.И. Проблемы и перспективы использования блокчейн-технологий в деятельности предприятий // *Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета*. 2021. № 3. С. 102–109. EDN LOHVGG

21. Полужетов Р.М., Иванов Д.Ю. Концепция децентрализованного инвестиционного фонда в ракетно-космической отрасли на базе блокчейн-технологии // *Экономика космоса*. 2024. Т. 3. № 3. С. 19–28. http://doi.org/10.48612/agt/space_economics/2024.03.09.03 EDN: OKMLWE

References

1. Mougayar W. *The business blockchain: Promise, practice, and the application of the next-internet technology*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2016. ISBN 978-1-119-30031-1

2. Idrisov AE. Evolution of models and tools of digital transformation in the industry. *Managing Sustainable Development*. 2022;6:17–24. (In Russ.) https://doi.org/10.55421/2499992X_2022_6_17 EDN: VRLVAZ

3. Gamidullayeva LA, Kireev MP. Digital transformation of Russian industrial enterprises: problems and future prospects. *Modern Knowledge Management Tools, Techniques and Technologies*. 2018;1(1):1–7. (In Russ.) EDN: LMEQUX

4. Zhityaeva OI. Managing the digital transformation of the industrial sector. *Vestnik of Samara University. Economics and Management*. 2021;12(2):43–50. (In Russ.) <https://doi.org/10.18287/2542-0461-2021-12-2-43-50> EDN: ZNQSLD

5. Aleksina AS, Yusupov RR, Borzunov IV. Analysis of the impact of blockchain technology on the sustainable development and competitiveness of high-tech industrial enterprises. *Bulletin of the Academy of Knowledge*. 2023; 4:22–26. (In Russ.) EDN: TJYRTF

6. Bochkarev AM. Improving the efficiency of the information support system of industrial enterprises through the use of blockchain technology. *Bulletin USPTU. Science, Education, Economy. Series Economy*. 2019;3:64–69. (In Russ.) <https://doi.org/10.17122/2541-8904-2019-3-29-64-69> EDN: LKLMXK

7. Yermoldina G, Bapyshev A, Mellatova YE, Aden A, Duisebayeva A. The use of blockchain technology in the defense industry and space structures. *Bulletin of KazATC*. 2022;2:656–666. (In Russ.) <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2022-121-2-656-666> EDN: UQXOVS

8. Orlova TS, Timoshin AA, Loginova SA. Approaches to solving the problems of sustainable development to increase the competitiveness of industrial enterprises.

Studies in Natural Sciences and Humanities. 2023;2:164–168. (In Russ.) EDN: TFHDNK

9. Baliev IV, Potapov AA, Avtorkhanov IR. Supply chain management and blockchain technology. *Economics and Management: Problems, Solutions*. 2023;3(11):112–118. (In Russ.) <https://doi.org/10.36871/ek.up.p.r.2023.11.03.013> EDN: DIPTUG

10. Poluektov RM. About prospects of using blockchain technology in the rocket and space industry. *Space Economics*. 2023;3:58–69. (In Russ.) https://doi.org/10.48612/agt/space_economics/2023.02.05.06 EDN: QSLDUY

11. Treiblmaier H. The impact of the blockchain on the supply chain: A theory-based research framework and a call for action. *Supply Chain Management*. 2018;23(6): 545–559. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3224145> EDN: SLZDLO

12. Ilinskaya EM, Titova MN, Ilinskyi VV. Business model innovation in the digital economy. In: Babkin AV, editor. *Digital Economy and End-to-End Technologies: Theory and Practice*. St. Petersburg: Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University; 2019. p. 113–145. (In Russ.) EDN: BKRIHC

13. Simchenko NA, Timirgaleeva RR, Tsekhla SYu, Grishin IYu, Shpyrko OA, Gerber YuB, Makarenaya TA, Fursov VA, Lazareva NV, Kazanskaya AYu, Kushch EN, Nalesnaya YaA, Hussein Ahmed FA. *Sustainable industrial development amid digital polarization*. Sevastopol: Branch of Moscow State University in Sevastopol; 2022. (In Russ.) ISBN 978-5-907330-91-7 EDN: HJDRTF

14. Poluektov RM. Blockchain technology as a tool to optimize the operation of the space and aviation industry enterprises. *Aerospace Engineering and Technology*. 2024; 2(2):61–77. (In Russ.) <https://doi.org/10.52467/2949-401X-2024-2-2-61-77> EDN: FBTKNU

15. Shkodinsky SV, Stepanov DA. Digitalization of industrial enterprises as a strategic factor in their sustainable development. *Market Economy Problems*. 2021;4:40–49. (In Russ.) <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2021-4-40-49> EDN: AQLLUS

16. Nesterov YA, Semenov NA. Application of blockchain technology in industry as part of Industry 4.0. *Vestnik of Tver State Technical University. Series «Technical Science»*. 2021;2:93–98. (In Russ.) <https://doi.org/10.46573/2658-5030-2021-93-98> EDN: QJGBBC

17. Sedunov RA. Prospects of blockchain technology usage in defense sphere by example of “Smart-agreements”. *Military Law*. 2023;4:112–116. (In Russ.) EDN: MXDRCI

18. Vasil'eva LP, Polyanskaya OA. Digital marketing as a tool to ensure the economic security of enterprises in a crisis. *Management Accounting*. 2022;10-2:257–263. (In Russ.) <https://doi.org/10.25806/uu10-22022257-263> EDN: YAQBLS

19. Kryuchkov IS. Blockchain technologies in the logistics of the bakery industry: Application prospects and limitations. *Bakery of Russia*. 2024;68(4):45–54. (In Russ.) EDN: SEEIRR

20. Platonov VV, Spiridonov GI. Challenges of the blockchain technologies implementation in the activities of enterprises. *Izvestia of St. Petersburg State University of Economics*. 2021;3:102–109. (In Russ.) EDN: LOHVGG

21. Poluektov R, Ivanov D. Concept of a decentralized investment fund in the rocket and space industry based on blockchain technology. *Space Economics*. 2024;3:19–28. (In Russ.) https://doi.org/10.48612/agat/space_economics/2024.03.09.03 EDN: OKMLWE

Сведения об авторах

Маликов Евгений Александрович, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0004-8656-9341; e-mail: dizel62rus@yandex.ru

Талла Фонганг Тьерри Патрик, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0009-6579-8205; e-mail: thierrytalla@gmail.com

Пьянков Валерий Валерьевич, аспирант кафедры инновационного менеджмента в отраслях промышленности, инженерная академия, Российский университет дружбы народов, Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; ORCID: 0009-0003-5760-6732; e-mail: valeriy.pyankov@gmail.com

About the authors

Evgeny A. Malikov, Postgraduate student of the Department of Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0004-8656-9341; e-mail: dizel62rus@yandex.ru

Thierry Patrick Talla Fongang, Postgraduate student of the Department of Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0009-6579-8205; e-mail: thierrytalla@gmail.com

Valeriy V. Pyankov, Postgraduate student of the Department of Innovation Management in Industrial Sectors, Academy of Engineering, RUDN University, 6 Miklukho-Maklaya St, Moscow, 117198, Russian Federation; ORCID: 0009-0003-5760-6732; e-mail: valeriy.pyankov@gmail.com