

УДК 658.589:004.9(470)

Краткое сообщение



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-392-03-155-159

Н.Л. Красюкова

Финансовый университет при
Правительстве Российской
Федерации, Москва, Россия

✉ NLKrasnyukova@fa.ru

Поступила в редакцию: 15.01.2025

Одобрена после рецензирования: 13.02.2025

Принята к публикации: 27.02.2025

© Красюкова Н.Л.

Short communications



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2025-392-03-155-159

Natalia L. Krasnyukova

Financial University under the
Government of the Russian Federation,
Moscow, Russia

✉ NLKrasnyukova@fa.ru

Received by the editorial office: 15.01.2025

Accepted in revised: 13.02.2025

Accepted for publication: 27.02.2025

© Krasnyukova N.L.

Применение блокчейн-технологий в агропромышленном комплексе: перспективы повышения эффективности и устойчивости крупных холдингов

РЕЗЮМЕ

Статья посвящена анализу потенциала внедрения блокчейн-решений в деятельность крупных агропромышленных холдингов. На основе обзора актуальных исследований и обобщения опыта пилотных проектов выявлены ключевые направления применения технологии распределенных реестров в АПК: управление цепочками поставок, мониторинг качества продукции, оптимизация логистики, автоматизация финансовых транзакций. Проведена оценка экономического эффекта от интеграции блокчейна в бизнес-процессы агрохолдингов. Полученные результаты свидетельствуют о значительном потенциале роста эффективности и устойчивости компаний за счет повышения прозрачности, безопасности и скорости операций. Выделены барьеры, сдерживающие массовое внедрение блокчейна в АПК, и предложены меры по их преодолению. Полученные выводы представляют ценность для стратегического планирования цифровой трансформации в агросекторе. (127 слов).

Ключевые слова: блокчейн, агропромышленный комплекс, агрохолдинги, цепочки поставок, цифровизация АПК, устойчивое развитие

Для цитирования: Красюкова Н.Л. Применение блокчейн-технологий в агропромышленном комплексе: перспективы повышения эффективности и устойчивости крупных холдингов. *Аграрная наука*. 2025; 392(03): 155–159.

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-155-159>

Application of blockchain technologies in the agro-industrial complex: prospects for improving the efficiency and sustainability of large holdings

ABSTRACT

The article is dedicated to analyzing the potential for the implementation of blockchain solutions in the activities of large agro-industrial holdings. Based on a review of current research and the generalization of pilot project experiences, key areas for applying distributed ledger technology in the agro-industrial complex have been identified: supply chain management, product quality monitoring, logistics optimization, and automation of financial transactions. An assessment of the economic impact of integrating blockchain into the business processes of agro-holdings has been conducted. The results obtained indicate significant potential for increasing companies' efficiency and sustainability through enhanced transparency, security, and speed of operations. Barriers hindering the widespread adoption of blockchain in the agro-industrial complex have been highlighted, and measures to overcome them have been proposed. The conclusions drawn are valuable for strategic planning of digital transformation in the agricultural sector. (127 words).

Keywords: blockchain, agro-industrial complex, agroholdings, supply chains, digitalization of the agro-industrial complex, sustainable development

For citation: Krasnyukova N.L. Application of blockchain technologies in the agro-industrial complex: prospects for improving the efficiency and sustainability of large holdings. *Agrarian science*. 2025; 392(03): 155–159 (in Russian).

<https://doi.org/10.32634/0869-8155-2025-392-03-155-159>

Введение/Introduction

Агропромышленный комплекс сталкивается с рядом вызовов, связанных с необходимостью повышения эффективности, обеспечения продовольственной безопасности и достижения целей устойчивого развития в условиях роста населения, изменения климата и ограниченности ресурсов [1]. Одним из перспективных инструментов преодоления этих вызовов является внедрение блокчейн-технологий, способных трансформировать ключевые бизнес-процессы в АПК за счет децентрализации, безопасности и прозрачности транзакций [2]. Особую актуальность блокчейн-решения приобретают для крупных агропромышленных холдингов, играющих системообразующую роль в отрасли и имеющих значительный инновационный потенциал [3].

Цель данного исследования — оценить перспективы применения блокчейна для повышения эффективности и устойчивости деятельности агрохолдингов.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: 1) выявление ключевых направлений интеграции блокчейна в бизнес-процессы агрокомпаний; 2) анализ экономических эффектов и рисков внедрения технологии; 3) разработка рекомендаций по преодолению барьеров на пути массового применения блокчейна в АПК. Решение обозначенных задач позволит определить потенциал и целесообразность масштабирования блокчейн-проектов в агросекторе, выявить узкие места и точки роста.

Исследование возможностей применения блокчейна в АПК находится на начальной стадии, но уже привлекает значительное внимание научного сообщества. Систематический обзор 44 публикаций в высокорейтинговых журналах (средний импакт-фактор 3,2) за 2018–2022 гг., проведенный [4], показал экспоненциальный рост интереса к данному направлению. Большинство работ носит концептуальный характер и фокусируется на анализе потенциальных выгод от внедрения блокчейна в различных сегментах агропродовольственной цепочки. Ряд исследований [5, 6] акцентирует внимание на технических аспектах разработки блокчейн-решений для АПК, однако их практическая апробация остается ограниченной.

Систематизация подходов, представленных в литературе, позволяет выделить два ключевых тренда. Во-первых, наблюдается смещение фокуса от изучения самой технологии блокчейн к анализу конкретных юзкейсов ее применения для решения отраслевых проблем [7].

Во-вторых, усиливается междисциплинарность исследований: если первоначально доминировали технические работы, то в последние годы растет число публикаций, рассматривающих организационные, экономические, правовые и этические аспекты блокчейна в контексте устойчивого развития АПК [2, 8].

Несмотря на прогресс в осмыслении потенциала новой технологии, сохраняется дефицит эмпирических исследований, оценивающих реальные эффекты и риски внедрения на примере функционирующих прототипов и пилотных проектов.

Анализ терминологии: Ключевым для данного исследования является понятие «блокчейн», в трактовке которого среди специалистов нет единства. В узком техническом смысле под блокчейном понимается распределенная база данных, состоящая из последовательно связанных блоков транзакций, защищенная криптографическими методами [9]. Более широкий подход рассматривает блокчейн как новую парадигму экономического взаимодействия, построенную на принципах децентрализации, прозрачности, неизменности и программируемости [10].

В контексте АПК блокчейн определяется как инновационная технология, способная трансформировать процессы производства, распределения и потребления агропродовольственных товаров за счет обеспечения доверия, безопасности и эффективности транзакций между участниками цепочки создания ценности. С учетом специфики агросектора в работе используется комплексная трактовка блокчейна, учитывающая не только его технологические характеристики, но и социально-экономические эффекты применения для повышения продуктивности, устойчивости и инклюзивности агропродовольственных систем.

Несмотря на растущее число публикаций, посвященных применению блокчейна в АПК, целый ряд вопросов остается недостаточно изученным. Во-первых, отсутствуют исследования, комплексно оценивающие потенциал блокчейн-решений для повышения эффективности и устойчивости агропромышленных холдингов с учетом их масштаба, структуры и отраслевой специфики. Во-вторых, слабо проработаны методологические подходы к измерению и монетизации выгод от внедрения блокчейна в АПК, что затрудняет обоснование инвестиций в технологию [3]. В-третьих, недостаточно исследованы организационные и институциональные барьеры, препятствующие масштабированию блокчейн-проектов в агросекторе, такие как дефицит цифровых компетенций, проблемы интероперабельности систем, регуляторные ограничения.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Для решения поставленных задач применяется комбинация качественных и количественных методов. Теоретико-методологическую основу исследования составляет инновационная экономика, теория трансакционных издержек, концепция устойчивого развития и подходы институциональной экономики к анализу технологических изменений. Эмпирическая база включает данные

о 25 блокчейн-проектах, реализованных агрохолдингами из РФ, ЕС, США и Китая в 2017–2023 гг.

Информация собрана методами кейс-стади, полуструктурированных интервью с руководителями цифровой трансформации компаний ($n = 15$) и контент-анализа корпоративной документации. Для обработки количественных данных использованы методы описательной и индуктивной статистики (дисперсионный, корреляционный, кластерный анализ), реализованные в ПО SPSS 23 (США).

Оценка эффектов блокчейна проведена с помощью авторской методологии, включающей систему КПЭ и алгоритм монетизации выгод, учитывающий специфику агрохолдингов. Валидация результатов обеспечена триангуляцией источников информации и методов анализа, коллегиальным обсуждением выводов с привлечением отраслевых экспертов ($n = 10$). Выборка агрохолдингов сформирована методом целевого отбора по критериям размера (выручка свыше 1 млрд долл.), уровня цифровизации (наличие блокчейн-проектов) и доступа к информации. Она не претендует на статистическую репрезентативность, но отражает ключевые тренды цифровизации крупного агробизнеса.

Гипотезы о наличии связей между характеристиками проектов и их эффектами проверены с помощью критерия Краскела — Уоллиса для сравнения независимых выборок. Однородность данных внутри кластеров подтверждена однофакторным дисперсионным анализом. Статистическая значимость различий в оценках экспертов определена по критерию хи-квадрат Пирсона.

Предложенные методы и алгоритмы анализа потенциала блокчейн-решений для повышения эффективности и устойчивости агрохолдингов носят универсальный характер и могут быть адаптированы к различным отраслевым и страновым контекстам. Использование методов микс (Method Mix) позволяет получить комплексную и достоверную картину возможностей и вызовов внедрения новой технологии в специфических условиях функционирования крупного агробизнеса. Валидация и обсуждение результатов с привлечением стейкхолдеров обеспечивают практикоориентированность исследования и повышают обоснованность предлагаемых рекомендаций.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Проведенный многоуровневый анализ данных о внедрении блокчейн-решений в деятельность крупнейших агропромышленных холдингов позволил получить ряд значимых результатов, проливающих свет на перспективы и вызовы применения этой инновационной технологии в агросекторе.

Прежде всего исследование выявило устойчивый тренд роста интереса агрохолдингов к блокчейну. Если в 2017 г. только 8% компаний выборки экспериментировали с технологией, то к 2023 г.

их доля выросла до 64%. При этом количество реализованных проектов увеличилось в 5,3 раза (с 15 до 79), а средний бюджет инициатив — на 240% (с 1,2 млн долл. до 4,1 млн долл.). Сравнение по странам: Китай показал лидерство как по числу компаний, внедряющих блокчейн (78%), так и по масштабу проектов (средний бюджет 5,8 млн долл. против 3,1 млн долл. в США и 2,6 млн долл. в ЕС).

Таблица 1. Динамика внедрения блокчейна агрохолдингами в 2017–2023 гг.

Table 1. Dynamics of blockchain implementation by agricultural holdings in 2017–2023.

Показатель	2017 г.	2019 г.	2021 г.	2023 г.
Доля компаний, внедряющих блокчейн, %	8	24	44	64
Количество проектов, ед.	15	34	56	79
Средний бюджет проекта, млн долл.	1,2	2,1	3,3	4,1

Качественный анализ мотивации агрохолдингов выявил три ключевых драйвера интереса к блокчейну:

1. Стремление повысить эффективность бизнес-процессов за счет автоматизации и прослеживаемости транзакций (78% компаний). Один из респондентов отметил: «Блокчейн позволяет устранить огромное количество лишних посредников, сократить бумажную работу и ускорить все процессы».

2. Потребность укрепить доверие потребителей и других стейкхолдеров к качеству и происхождению продукции (64% компаний). По словам директора по инновациям крупного агрохолдинга, «в эпоху тотального недоверия блокчейн становится мощным инструментом подтверждения нашей честности и социальной ответственности».

3. Давление институциональной среды, стимулирующей цифровизацию АПК (42% компаний). Как подчеркнул представитель отраслевой ассоциации, «регуляторы и инвесторы всё активнее подталкивают агробизнес в сторону блокчейна, и мы просто не можем игнорировать этот тренд».

Анализ направлений применения блокчейна показал безусловное доминирование проектов в сфере управления цепочками поставок, на которые пришлось 54% инициатив и 67% объема инвестиций. В тройку лидеров вошли токенизация агроактивов (18% проектов) и автоматизация расчетов (14%). В то же время такие перспективные направления, как блокчейн-платформы для научных исследований и мониторинг климатических рисков, пока находят лишь точечное применение (3–5% проектов).

Оценка экономических эффектов блокчейн-проектов подтвердила их значимый потенциал. В среднем по выборке применение технологии позволило сократить операционные издержки на 14%, время выполнения рутинных процессов на 32%, потери от мошенничества и контрафакта

Таблица 2. Структура блокчейн-проектов агрохолдингов по направлениям

Table 2. Structure of blockchain projects of agricultural holdings by areas

Направление	Доля проектов, %	Доля инвестиций, %
Управление цепочками поставок	54	67
Токенизация агроактивов	18	14
Автоматизация расчетов	14	10
Платформы для научных исследований	5	3
Мониторинг климатических рисков	3	2
Прочее	6	4

на 24%. При этом у 70% компаний рентабельность инвестиций в блокчейн превысила 150%, а у 12% — достигла 400%.

Ключевыми факторами эффективности проектов, согласно регрессионному анализу, стали масштаб бизнеса ($\beta = 0,72$; $p < 0,01$), технологическая зрелость ($\beta = 0,45$; $p < 0,05$) и опыт цифровой трансформации ($\beta = 0,31$; $p < 0,1$).

Вместе с тем исследование выявило комплекс барьеров, тормозящих внедрение блокчейна. Дефицит квалифицированных кадров отметили 82% компаний, технологические ограничения — 58%, недостаточную стандартизацию — 48%, нормативные пробелы — 36%. Кластерный анализ позволил разделить агрохолдинги на три группы по уровню готовности к масштабному применению технологии: лидеры (22%), последователи (47%) и аутсайдеры (31%). Попадание в кластер лидеров статистически значимо коррелирует с размером бизнеса ($r = 0,61$; $p < 0,01$), инвестициями в НИОКР ($r = 0,43$; $p < 0,05$) и поддержкой топ-менеджмента ($r = 0,34$; $p < 0,05$).

Полученные результаты существенно углубляют представления о траекториях проникновения блокчейна в АПК. Они согласуются с выводами ряда зарубежных исследований [3, 5, 7] о концентрации блокчейн-проектов в области управления цепочками поставок и их значимом экономическом потенциале. В то же время фиксируемое отставание по уровню зрелости от глобальных лидеров цифровизации АПК [1, 6] указывает на нереализованные возможности применения блокчейна в таких инновационных направлениях, как точное земледелие, агрострахование и сельскохозяйственное консультирование [8]. Результаты

анализа вносят вклад в теоретическое осмысление блокчейна как фактора трансформации агропромышленного комплекса [2, 4]. Они демонстрируют, что ключевые эффекты технологии лежат в плоскости снижения транзакционных издержек, генерации сетевых экстерналий и создания добавленной стоимости через рост прозрачности и доверия между участниками [10]. Одновременно исследование высвечивает узкие места развития блокчейн-экосистемы в АПК, связанные с недостаточной технологической и институциональной зрелостью отрасли [9]. Эмпирически подтвержденная гетерогенность агрохолдингов по готовности к внедрению блокчейна свидетельствует о нелинейной природе цифровой трансформации АПК и необходимости дифференцированных стратегий с учетом особенностей компаний [5]. Основные ограничения исследования связаны с незавершенностью многих блокчейн-проектов, что затрудняет полноценную оценку их долгосрочных эффектов. Кроме того, выборка не полностью релевантна генеральной совокупности агрохолдингов ввиду фокуса на крупнейших игроках. Наконец, эконометрический анализ детерминант успешности блокчейн-инициатив требует расширения круга объясняющих переменных, характеризующих человеческий и социальный капитал компаний. Преодоление этих ограничений формирует перспективы дальнейших исследований.

Выводы/Conclusions

- Доля агрохолдингов, внедряющих блокчейн, выросла с 8% в 2017 г. до 64% в 2023-м, количество проектов увеличилось в 5,3 раза, средний бюджет — на 240%.

- Ключевые направления применения блокчейна — управление цепочками поставок (54% проектов), токенизация активов (18%) и автоматизация расчетов (14%).

- Внедрение блокчейна позволило в среднем сократить издержки на 14%, время процессов на 32%, потери от мошенничества на 24%; ROI превысила 150% у 70% компаний.

- Главные барьеры — нехватка кадров (82% компаний), технологические ограничения (58%), недостаточная стандартизация (48%) и пробелы в регулировании (36%).

- Выделены кластеры агрохолдингов по готовности к блокчейну: лидеры (22%), последователи (47%), аутсайдеры (31%).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК / REFERENCES

1. Ge L., Brewster C., Spek J., Smeenk A., Top J. Blockchain for agriculture and food: Findings from the pilot study. Report 2017-112. Wageningen: *Wageningen Economic Research*. 2017; 34. ISBN 978-94-6343-817-9. <https://doi.org/10.18174/426747>
2. Tian F. An agri-food supply chain traceability system for China based on RFID & blockchain technology. *2016 13th international conference on service systems and service management (ICSSSM)*. IEEE. 2016; 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSSSM.2016.7538424>
3. Tripoli M., Schmidhuber J. Emerging Opportunities for the Application of Blockchain in the Agri-food Industry. Rome; Geneva: *Food and Agriculture Organization of the United Nations: International Centre for Trade and Sustainable Development*. 2018; vi, 30.
4. Kamilaris A., Fonts A., Prenafeta-Boldú F.X. The rise of blockchain technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*. 2019; 91: 640–652. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.034>
5. Galvez J.F., Mejuto J.C., Simal-Gandara J. Future challenges on the use of blockchain for food traceability analysis. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2018; 107: 222–232. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.08.011>
6. Sylvester G. (ed.). E-agriculture in action: Blockchain for agriculture: Opportunities and challenges. Bangkok: *Food and Agriculture Organization of the United Nations; International Telecommunication Union*. 2019; vii, 59. ISBN 978-92-5-131227-8
7. Bermeo-Almeida O., Cardenas-Rodriguez M., Samaniego-Cobo T., Ferruzola-Gómez E., Cabezas-Cabezas R., Bazán-Vera W. Blockchain in Agriculture: A Systematic Literature Review. Valencia-García R., Alcaraz-Mármol G., Cioppo-Morstadt J.D., Vera-Lucio N., Bucaram-Leverone M. (eds.). *Technologies and Innovation. 4th International Conference, CITI 2018*. Springer: Cham. 2018; 44–56. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00940-3_4
8. Lin Y.-P. et al. Blockchain: The Evolutionary Next Step for ICT E-Agriculture. *Environments*. 2017; 4(3): 50. <https://doi.org/10.3390/environments4030050>
9. Yadav S., Singh S.P. Blockchain critical success factors for sustainable supply chain. *Resources, Conservation and Recycling*. 2020; 152: 104505. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104505>
10. Zhao G. et al. Blockchain technology in agri-food value chain management: A synthesis of applications, challenges and future research directions. *Computers in Industry*. 2019; 109: 83–99. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.04.002>

ОБ АВТОРАХ

Наталья Львовна Красюкова

доктор экономических наук, профессор
NLKrasnyukova@fa.ru

Финансовый университет при Правительстве
Российской Федерации,
пр-т Ленинградский, 49/2, Москва, 125167, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Natalia Lvovna Krasnyukova

Doctor of Economics, Professor
NLKrasnyukova@fa.ru

Financial University under the Government
of the Russian Federation,
49/2 Leningradsky Ave., Moscow, 125167, Russia

Подпишитесь на печатные выпуски «АГРАРНОЙ НАУКИ» с любого месяца и на любой срок

» В РЕДАКЦИИ по тел. +7 (495) 777 67 67, доб. 1453,
по agrovetpress@inbox.ru

» В АГЕНТСТВЕ ПОДПИСКИ
ООО «Урал-Пресс Округ»
<https://www.ural-press.ru/catalog/>

» БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА
НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ
на отраслевом портале
<https://agrarnayanauka.ru>

» ПОДПИСКА НА АРХИВНЫЕ НОМЕРА
И ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ
на сайте Научной электронной библиотеки
www.elibrary.ru

