
ИНТЕГРАЦИЯ ИНДУСТРИЯ 4.0 В ПИЩЕВЫЕ ЦЕПОЧКИ АПК: ОТРАСЛЕВЫЕ ВЫЗОВЫ И СТРАТЕГИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ

Акинин Александр Владимирович,

аспирант, ФГБОУ ВО «Российский биотехнологический университет», г.Москва

Электронная почта: alexandrakinin@yandex.ru

Аннотация

Статья посвящена исследованию цифровой трансформации Агропромышленных комплексов (далее АПК) через призму интеграции ИНДУСТРИЯ 4.0 в пищевые цепочки АПК. В результате анализа выявлены основные методы и инструменты государственной поддержки, реализуемые как в мире, так и в России. На основании применяемых стратегий государственной поддержки выявлены основные отраслевые вызовы и сдерживающие факторы, оказывающие негативное влияние на развитие АПК страны.

Ключевые слова: ИНДУСТРИЯ 4.0, пищевая цепочка, АПК, цифровая трансформация, агропромышленный кластер, государственная поддержка.

INTEGRATION OF ИНДУСТРИЯ 4.0 INTO AGRIBUSINESS FOOD CHAINS: SECTOR-SPECIFIC CHALLENGES AND GOVERNMENT SUPPORT STRATEGIES

Akinin Aleksander Vladimirovich.,

Postgraduate Student, Russian Biotechnological University, Moscow

e-mail: alexandrakinin@yandex.ru

ABSTRACT

This article examines the digital transformation of the agro-industrial complex through the lens of integrating INDUSTRY 4.0 into agro-industrial food chains. The article analyzes the main areas of INDUSTRY 4.0 implementation in agro-industrial food chains, identifying the most promising areas. The analysis identifies the key methods and instruments of government support implemented both globally and in Russia. Based on the current government support strategies, the article identifies the key challenges and constraints negatively impacting the development of the agro-industrial complex in Russia.

Keywords: INDUSTRY 4.0, food chain, agro-industrial complex, digital transformation, agro-industrial cluster, government support.

Существенное влияние различных внутренних и внешних факторов на развитие АПК Российской Федерации также обусловлено и необходимостью трансформационных процессов, реализуемых посредством ИНДУСТРИЯ 4.0. Основная задача ИНДУСТРИЯ 4.0 заключается во внедрении современных цифровых технологий в народное хозяйство страны. Индустрия 4.0 выступает новым этапом мирового технологического развития в агропромышленном комплексе, основанным на использовании интеллектуальных решений, био- и нанотехнологий, робототехники, растущем влиянии потребителей и новых ценностных ориентиров, изменением структуры ключевых факторов обеспечения конкурентоспособности предприятий АПК. Таким образом, данная тема исследования актуальна не как теоретическая концепция, а как единственный сценарий выживания аграрного сектора в условиях глобальной конкуренции и дефицита природных ресурсов.

Материалы и методы.

Для достижения поставленной цели использовались абстрактно-логический и сравнительный методы, а также системный и институциональный подходы.

Теоретико-методологическая основа данной статьи сформирована на базе трудов отечественных специалистов в области исследования интеграция ИНДУСТРИЯ 4.0 в пищевые цепочки и цифровизацию АПК РФ.

Результаты исследования.

В России ИНДУСТРИЯ 4.0 в российском агропромышленном комплексе реализуется через стратегию цифровой трансформации до 2030 года [1], актуализированную правительством в марте 2026 года. Ключевая цель – достижение «цифровой зрелости» отрасли, при которой не менее 80% предприятий должны перейти на отечественное программное обеспечение.

Современная концепция ИНДУСТРИЯ 4.0 в российском АПК базируется на глубокой интеграции киберфизических систем во все этапы производства, от производства до доставки готовой продукции. В основе этого процесса лежит создание единого цифрового пространства, где физические активы – почва, техника, животные – получают свои «цифровые двойники». Это позволяет предприятиям АПК моделировать различные сценарии урожайности или продуктивности стада, учитывая сотни переменных: от состава микроэлементов на конкретной территории до биометрических показателей каждой особи на ферме.

В качестве основных направлений реализации ИНДУСТРИЯ 4.0 в АПК выступают [2]:

Системы искусственного интеллекта и Big Data, применяемые в области прогностической аналитики. ИИ-системы и Big Data проводят анализ состояния агрокультур и почв, определяя точные дозировки удобрений и пестицидов, контроль урожайности и погоды. Системы не просто собирают данные, а выдают готовые решения по минимизации рисков и оптимизации доходности.

Различные средства автономная робототехника. Данное решение подразумевает использование беспилотной агропромышленной техники и дронов для мониторинга полей, мультиспектральной съемки и точечного внесения агрохимикатов, управляемые посредством GPS-навигации. Сельскохозяйственная техника становится полноценным «транспортным средством, управляемым данными», способным самостоятельно оптимизировать маршруты посадки и уборки.

Использование технологий интернет вещей (IoT) и сенсорики, применяемые в области измерения влажности почвы, параметров микроклимата и мониторинга состояния здоровья скота в реальном времени.

Цифровые платформы и экосистемы, обеспечивающие развитие государственных систем, которые обеспечивают прозрачность движения продукции от поля до потребителя [2,3].

На государственном уровне акцент смещается в сторону обеспечения полной прослеживаемости жизненного цикла продукта через цифровые платформы и системы. Это не только гарантирует безопасность продукции для потребителя, но и позволяет оптимизировать цепочки поставок, минимизируя потери при хранении и транспортировке. Кроме того, в рамках стратегии технологического суверенитета критическим направлением стало создание отечественного программного обеспечения для управления фермами и селекционными центрами, использующих биоинформатику и геномное редактирование для выведения сортов и пород, адаптированных к конкретным климатическим условиям регионов России.

Рассматривая меры государственной поддержки в области интеграции ИНДУСТРИЯ 4.0 в пищевые цепочки АПК важно рассмотреть не только отечественный опыт, но и зарубежный. Так, странах ЕС интеграции технологий Индустрии 4.0 в АПК представляет собой глубоко эшелонированную систему, где государство выступает архитектором цифровой экосистемы. В основе этого подхода лежит концепция «От фермы до вилки», которая превращает разрозненные этапы производства, логистики и сбыта в единую прозрачную цифровую систему АПК. Государственная поддержка здесь реализуется через синергию масштабных финансовых программ, таких как Horizon Europe и Общая сельскохозяйственная политика, утвержденная на период до 2027 года. Эти механизмы направлены на то, чтобы сделать технологии IoT, блокчейна и искусственного интеллекта доступными не только для агрохолдингов, но и для малых фермерских хозяйств, предотвращая цифровой разрыв.

Особое внимание ЕС уделяет созданию открытой среды для обмена данными. Государство стимулирует формирование общих европейских пространств сельскохозяйственных данных, что позволяет участникам пищевой цепочки обмениваться информацией о качестве продукции и ресурсозатратах в режиме реального времени [4]. Это напрямую связано с экологическими целями ЕС в области устойчивого развития. Таким образом, цифровизация становится обязательным условием получения государственной поддержки, а не просто опцией.

На регуляторном уровне ЕС активно внедряет стандарты цифровой прослеживаемости. Государства поддерживают проекты по внедрению электронных паспортов продукции и систем на базе блокчейна, которые гарантируют потребителю подлинность и безопасность товара на каждом этапе – от поля до прилавка. При этом модель интеграции эволюционирует в сторону «Индустрии 5.0», где фокус смещается с чистой автоматизации на устойчивость цепочек поставок к кризисам и социальное благополучие работников. Государственные инвестиции направляются на переобучение персонала и создание цифровых инновационных хабов, которые выступают посредниками между наукой и реальным производством, помогая аграриям внедрять сложные решения с минимальными рисками [5].

Китайская модель интеграции ИНДУСТРИЯ 4.0 в АПК базируется на доминирующей роли государства, как главного инвестора и архитектора цифровой инфраструктуры. Стратегия страны строится на концепции «Цифровых деревень» и национальных планах развития умного сельского хозяйства, где основной упор делается на достижение полного технологического суверенитета. Государственная поддержка в КНР выражается в создании единой сети 5G-вышек в сельской местности и развертывании национальных платформ Big Data, которые объединяют производство, логистику и сбыт в единую контролируемую систему. Китай активно масштабирует технологии

распознавания образов на базе ИИ для мониторинга посевов и автоматизированные системы орошения, рассматривая цифровизацию пищевых цепочек, как критический элемент национальной продовольственной безопасности. Особенностью модели является прямое внедрение государственных цифровых стандартов прослеживаемости, которые обязательны для всех участников рынка, что позволяет мгновенно масштабировать инновации на миллионы мелких хозяйств [6].

Модель США опирается на лидерство в сфере высоких технологий и частно-государственное партнерство, где роль государства смещена в сторону стимулирования фундаментальных исследований и создания рыночных условий для внедрения ИИ. Американский подход фокусируется на превращении данных в капитал, используя мощную экосистему AgTech-стартапов и возможности аэрокосмической отрасли для точного земледелия. Министерство сельского хозяйства США через систему грантов и налоговых льгот поощряет интеграцию прогнозной аналитики и машинного обучения в управление цепочками поставок, стремясь к максимальной экономической эффективности и климатической устойчивости. В отличие от китайской централизации, американская модель продвигает стандарты открытых данных и защиту интеллектуальной собственности предприятий АПК, стимулируя конкуренцию между разработчиками программных решений [7].

Российская модель интеграции Индустрии 4.0 в агропромышленный комплекс базируется на масштабном национальном проекте «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» [8], который стартовал в 2025 году. Государственная стратегия направлена на создание замкнутого технологического цикла, где цифровые решения пронизывают всю цепочку – от генетики и селекции до «умной» логистики готовой продукции. Ключевым вектором поддержки является достижение технологического суверенитета, что выражается в требовании к предприятиям АПК перейти на использование не менее 80% отечественного программного обеспечения к 2030 году.

Финансовые механизмы поддержки включают льготное кредитование и систему грантов для проектов, внедряющих элементы роботизации и точного земледелия [9]. Государство активно инвестирует в создание «умных» ферм, оснащенных беспилотными авиационными системами для мониторинга угодий и IoT-сенсорами для контроля состояния почвы и животных. В отличие от зарубежных моделей, российский подход делает акцент на вертикальной интеграции данных через федеральные государственные информационные системы (такие как ФГИС «Зерно» или «Меркурий»), которые обеспечивают цифровую прослеживаемость продукции в режиме реального времени.

В текущих условиях поддержка сместилась с покупки готовых зарубежных решений на импортозамещение программно-аппаратных комплексов. Это позволяет интегрировать разрозненные звенья в единую цифровую экосистему, минимизируя потери продукции.

Интеграция концепции ИНДУСТРИЯ 4.0 в пищевые цепочки АПК представляет собой фундаментальную трансформацию, где традиционное производство превращается в единую киберфизическую систему. Однако этот процесс сталкивается с комплексом глубоких отраслевых вызовов, которые выходят далеко за рамки простого дефицита инвестиций.

Основная сложность заключается в биологической специфике объектов управления. В отличие от классического машиностроения, где параметры сырья строго стандартизированы, агропромышленный комплекс работает с живыми системами, обладающими высокой степенью неопределенности. Это создает высокую нагрузку на системы ИИ, которым приходится адаптироваться к изменчивости качества урожая,

физиологическому состоянию животных и непредсказуемости климатических факторов в режиме реального времени.

Другим критическим барьером выступает технологическая фрагментация цепочки создания стоимости. Пищевая отрасль характеризуется огромным количеством мелких и средних участников (отдельных предприятий АПК, логистических предприятий, переработчиков), находящихся на разных уровнях цифровой зрелости. Это делает практически невозможным создание беспровного потока данных. В результате концепция сквозной прослеживаемости через блокчейн или IoT часто обрывается на этапах, где ручной труд по-прежнему доминирует над автоматизированным сбором данных.

Параллельно с этим возникает проблема кибербиологической безопасности. Автоматизация процессов контроля качества и управления температурными режимами на производстве повышает риск дистанционного вмешательства. В условиях ИНДУСТРИЯ 4.0 программный сбой или целенаправленная атака на алгоритмы управления могут привести не только к экономическим потерям, но и к массовым угрозам здоровью населения из-за нарушения стандартов безопасности пищевых продуктов.

Кроме того, отрасль сталкивается с институциональным разрывом. Современные технологические решения, такие как автономные агроботы или предиктивная аналитика на базе Big Data, опережают существующую законодательную базу и стандарты сертификации продукции. Отсутствие единых протоколов обмена данными между оборудованием разных производителей (проблема интероперабельности) заставляет предприятия либо попадать в зависимость от одного поставщика решений, либо тратить огромные ресурсы на интеграцию разнородных цифровых платформ.

Нарастает также кризис человеческого капитала. Внедрение ИНДУСТРИЯ 4.0 требует не просто операторов оборудования, а специалистов на стыке биологии, инженерии и анализа данных. Традиционный кадровый состав АПК часто не обладает необходимыми компетенциями, а высокая конкуренция за ИТ-специалистов с финансовым и технологическим секторами оставляет аграрную отрасль в состоянии хронического кадрового голода, что тормозит масштабирование даже успешно протестированных инноваций.

Выводы.

Интеграция концепции Индустрии 4.0 в пищевые цепочки агропромышленного комплекса фундаментально меняет традиционный линейный путь продукта от поля до стола, превращая его в динамичную и саморегулируемую экосистему. В основе этого процесса лежит создание единого цифрового пространства, где физические активы, такие как сельскохозяйственная техника, производственные линии и транспортные средства, постоянно обмениваются данными в режиме реального времени. При этом интеграция концепции Индустрии 4.0 в пищевые цепочки АПК сталкивается с серьезными отраслевыми вызовами, среди которых наиболее остро выделяется глубокий технологический разрыв между участниками рынка. В то время как крупные агрохолдинги уже эксплуатируют беспилотную технику и автоматизированные системы управления, малые фермерские хозяйства часто лишены базовой цифровой инфраструктуры и устойчивого доступа к высокоскоростному интернету, что делает невозможным создание единой беспроводной сети передачи данных. Ситуация осложняется высокой стоимостью импортных компонентов и программного обеспечения, а также хроническим дефицитом квалифицированных кадров, способных не только работать с «умным» оборудованием, но и проводить глубокую аналитику больших данных в специфических условиях аграрного производства.

Значение интеграции Индустрия 4.0 в пищевые цепочки АПК заключается в переходе от фрагментированного производства к единой цифровой экосистеме, где каждый этап – от селекции зерна до полки магазина – управляется на основе данных в реальном времени. Это превращает сельское хозяйство из рискованной «интуитивной» отрасли в высокотехнологичную индустрию с математически просчитанным результатом.

Список литературы:

1. Распоряжение Правительства РФ от 23.11.2023 N 3309-р (ред. от 06.03.2026) «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года». Консультант: сайт информ. – правовой компании – Москва, 2019. Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463484/ (дата обращения: 18.03.2026)
2. Чешев А. С., Меленкин В. Л. «Сельское хозяйство 4.0»: содержательное наполнение и концептуальные элементы // Экономика и экология территориальных образований. 2023. №2.
3. Агропромышленный комплекс России в 2026 году: глобальные вызовы, структурные изменения и технологические горизонты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://agroserver.ru/articles/7922.htm>
4. Klerkx, L., & Rose, D. (2020). The agricultural-food digitalisation era: Keystones and pathways. *Agricultural Systems*, 181, 102813
5. Verdouw, C., Tekinerdogan, B., Beulens, A., & Wolfert, S. (2021). Digital twins in smart farming. *Agricultural Systems*, 189, 103046.
6. Zhang, Y., & Chen, K. (2023). The Digital Transformation of Agriculture in China: Policy Evolution and Implementation Pathways. *China Agricultural Economic Review*, 15(2), 245-263
7. Basso, B., & Antle, J. (2020). Digital Agriculture to Design Sustainable Agricultural Systems. *Nature Sustainability*, 3(4), 254-256
8. Национальный проект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://government.ru/rugovclassifier/924/about/>
9. Тумаланов, Н. В. Возможности адаптации аграрной отрасли региона к современным условиям функционирования / Н. В. Тумаланов, Т. А. Николаева // Актуальные проблемы экономики и права. – 2011. – № 4. – С. 222-225.

References:

1. Russian Government Order No. 3309-r of November 23, 2023 (as amended on March 6, 2026) "On Approval of the Strategic Direction in the Field of Digital Transformation of the Agro-Industrial and Fisheries Complexes of the Russian Federation through 2030." Consultant: website of the information and legal company - Moscow, 2019. Access mode: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463484/ (date of access: March 18, 2026)

2. Cheshev A.S., Melenkin V.L. "Agriculture 4.0": substantive content and conceptual elements // *Economy and Ecology of Territorial Entities*. 2023. No. 2.
3. Russia's agro-industrial complex in 2026: global challenges, structural changes, and technological horizons. [Electronic resource]. - Available at: <https://agroservers.ru/articles/7922.htm>
4. Klerkx, L., & Rose, D. (2020). The agricultural-food digitalization era: Keystones and pathways. *Agricultural Systems*, 181, 102813
5. Verdouw, C., Tekinerdogan, B., Beulens, A., & Wolfert, S. (2021). Digital twins in smart farming. *Agricultural Systems*, 189, 103046.
6. Zhang, Y., & Chen, K. (2023). The Digital Transformation of Agriculture in China: Policy Evolution and Implementation Pathways. *China Agricultural Economic Review*, 15(2), 245-263
7. Basso, B., & Antle, J. (2020). Digital Agriculture to Design Sustainable Agricultural Systems. *Nature Sustainability*, 3(4), 254-256
8. National Project "Technological Support of Food Security". [Electronic resource]. - Access mode: <http://government.ru/rugovclassifier/924/about/>
9. Tumalanov, N. V. Possibilities of Adaptation of the Regional Agricultural Sector to Modern Operating Conditions / N. V. Tumalanov, T. A. Nikolaeva // *Actual Problems of Economics and Law*. - 2011. - No. 4. - P. 222-225.