

Основы цифровой трансформации сельского хозяйства Российской Федерации: ключевые понятия и этапы

Алаев Владимир Валерьевич

Аспирант

ORCID: 0009-0005-4155-4549, e-mail: vladimir.alaev@gmail.com

Нови Ирина Николаевна

Канд. геогр. наук, зав. каф. управления

ORCID: 0009-0005-7490-7443, e-mail: irinanovi05@gmail.com

Таганрогский институт управления и экономики, г. Таганрог, Россия

Аннотация

Обсуждены важность цифровой трансформации сельского хозяйства в Российской Федерации, ее преимущества и возможность повышения эффективности и конкурентоспособности за счет интеграции новейших технологических решений во все сферы аграрного сектора. Цель настоящего исследования заключается в формировании теоретических основ цифровой трансформации сельского хозяйства, определении категорийного аппарата. Исследование охватывает ключевые концепции цифровизации, такие как точное, «умное» и цифровое сельское хозяйство, а также основные этапы его развития через призму сельскохозяйственных революций. Обращено внимание на текущее состояние аграрного сектора, где уровень цифровизации все еще низкий, что негативно сказывается на производительности и рентабельности. Затронуты правовые и организационные аспекты цифровых инициатив, которые могут помочь в преодолении существующих барьеров. Рассмотрен проект «Цифровое сельское хозяйство», который направлен на создание единой цифровой платформы и оптимизацию управления ресурсами. Выводы подчеркивают необходимость комплексного подхода к интеграции цифровых технологий, включая обучение кадров и улучшение доступа к новым инструментам для небольших и средних хозяйств. Успешная цифровизация сельского хозяйства станет ключом к устойчивому развитию агропромышленного комплекса Российской Федерации, способствуя обеспечению продовольственной безопасности и повышению жизненного уровня граждан в условиях растущего мирового населения.

Ключевые слова

Цифровые технологии, цифровая экономика, точное земледелие, «умное» сельское хозяйство, интеллектуальное сельское хозяйство, цифровое сельское хозяйство

Для цитирования: Алаев В.В., Нови И.Н. Основы цифровой трансформации сельского хозяйства Российской Федерации: ключевые понятия и этапы//Вестник университета. 2025. № 10. С. 51-61.



Fundamentals of agriculture digital transformation in Russia: key concepts and stages

Vladimir V. Alaev

Postgraduate Student

ORCID: 0009-0005-4155-4549, e-mail: vladimir.alaev@gmail.com

Irina N. Novi

Cand. Sci. (Geogr.), Head of the Management Department

ORCID: 0009-0005-7490-7443, e-mail: irinanovi05@gmail.com

Taganrog Institute of Management and Economics, Taganrog, Russia

Abstract

The importance of agriculture digital transformation in Russia, its advantages, and the possibility of increasing efficiency and competitiveness through the latest technological solutions integration in all areas of the agricultural sector have been discussed. The purpose of the study is to form the theoretical foundations of agriculture digital transformation and to define the categorical apparatus. The study covers key concepts of digitalization such as precision, smart, and digital agriculture, as well as the main stages of its development through the lens of agricultural revolutions. Attention has been drawn to the current state of the agricultural sector as the level of digitalization is still low, which negatively affects productivity and profitability. The legal and organizational aspects of digital initiatives that can help overcome existing barriers have been studied. The Digital Agriculture project, which aims to create a unified digital platform and optimize resource management, has been reviewed. The findings highlight the need for a comprehensive approach to digital technology integration, including staff training and improved access to new tools for small and medium-sized farms. Successful digitalization of agriculture will be the key to sustainable development of Russian agro-industrial complex, contributing to ensuring food security and improving the standard of living in the growing global population.

For citation: Alaev V.V., Novi I.N. (2025) Fundamentals of agriculture digital transformation in Russia: key concepts and stages. *Vestnik universiteta*, no. 10, pp. 51-61.

Keywords

Digital technologies, digital economy, precision farming, smart agriculture, intelligent agriculture, digital agriculture



ВВЕДЕНИЕ

Актуальность цифровой трансформации сельского хозяйства обусловлена стремительным развитием цифровых, информационных и телекоммуникационных технологий, которые проникают в различные сферы общества, включая агропромышленный комплекс (далее – АПК). В условиях, когда страны с развитым сельским хозяйством начинают отставать по показателям производительности труда и урожайности, становится особенно важным внедрение цифровых технологий, способствующих оптимизации процессов и повышению эффективности работы аграрного сектора [1]. В современном мире цифровое сельское хозяйство становится неотъемлемой частью стратегии обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого развития [2]. Население мира, по оценкам Организации Объединенных Наций, вырастет до 10 млрд чел. к 2050 г., а потребность в продовольствии – на 70 %, при этом площадь сельскохозяйственных земель увеличится не более чем на 4 %, а доля земель, подверженных засухе, – в 1,5 раза^{1,2}.

На сегодняшний день в Российской Федерации (далее – РФ, Россия) уже существует успешный опыт запуска различных электронных платформ и сервисов, таких как Государственная информационная система жилищно-коммунального хозяйства, Единая медицинская информационно-аналитическая система и «Госуслуги», что демонстрирует полезность и преимущества цифровизации. Данные сервисы способствуют более оперативной и результативной работе государственных органов, а также облегчают гражданам доступ к необходимой информации. Несмотря на активные усилия, в России до сих пор не разработана единая и всесторонняя концепция цифровой трансформации в аграрном секторе, что негативным образом влияет на эффективность применяемых цифровых технологий в сельскохозяйственном производстве, обеспечивая лишь 5–10 % роста рентабельности этого сектора. В то же время потенциал цифровых технологий открывает возможности для увеличения этой рентабельности до 40 %. Это свидетельствует о необходимости разработки комплексного теоретико-методологического подхода к цифровизации АПК [1].

В последние годы значительное внимание уделяется вопросам внедрения современных цифровых технологий в сельское хозяйство, о чем свидетельствует множество научных трудов, написанных как отечественными, так и зарубежными исследователями [3]. Органы власти признали важность цифровых технологий и инициировали несколько программ по содействию развитию в сельскохозяйственном секторе. Одной из ключевых инициатив выступает ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство», который стал важным элементом государственной стратегии по развитию АПК страны и предполагал создание единой национальной цифровой платформы для оптимизации процессов и повышения надежности данных по различным видам сельскохозяйственной деятельности [1].

Приведенные обстоятельства подтверждают значимость научных задач, поднятых в настоящем исследовании, и подтверждают необходимость изучения теоретических основ и принципов цифровой трансформации сельского хозяйства в России, которые служат важным шагом к повышению эффективности внедрения цифровых технологий в отрасль и раскрытию ее значительного потенциала.

Целью настоящего исследования является систематизация этапов цифровой трансформации аграрного сектора, определение подходов к понятию цифрового сельского хозяйства, а также оценка текущего состояния цифровизации в сельском хозяйстве России, позволившая выделить ключевые технологические и организационные аспекты, которые влияют на его развитие.

ИСТОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

История революций в сельском хозяйстве охватывает периоды преобразований, которые коренным образом изменили человеческие общества и их отношения с производством продовольствия. Вместе с тем эволюция сельскохозяйственной деятельности характеризуется более спорными стадиями в отличие от промышленного развития [4]. В табл. 1 кратко представлены основные концептуализации революций в аграрной сфере, предложенные I. Zambon I. (2019), M. Dhanaraju (2022) и Европейской ассоциацией сельскохозяйственного машиностроения (2017) [5–7]. Стоит отметить, что аналогичные модели стадий также были предложены различными аграрными ассоциациями и производителями сельскохозяйственного оборудования.

¹ United Nations. World Population Prospects 2019: Highlights. Режим доступа: https://population.un.org/wpp/assets/Files/WPP2019_Highlights.pdf (дата обращения: 10.03.2025).

² Byer. The Future of agriculture and food by Byer AG, Goldman Sachs. Режим доступа: <https://www.bayer.com/sites/default/files/factbook.pdf> (дата обращения: 10.03.2025).

Революции в сельском хозяйстве

I. Zambon et al.	M. Dhanaraju	Европейская ассоциация производителей сельскохозяйственного машиностроения
Сельское хозяйство 1.0 характеризуется использованием животной силы	Сельское хозяйство 1.0 основывалось на использовании рабочей силы и животных. Для сельскохозяйственных работ применялись простые орудия, такие как серпы и лопаты	Сельское хозяйство 1.0 (начало 1900-х гг.) характеризуется трудоемкой системой ведения сельского хозяйства
Сельское хозяйство 2.0 на основе двигателя внутреннего сгорания	Сельское хозяйство 2.0 характеризуется использованием сельскохозяйственной техники и обильных химикатов (XX в.)	Сельское хозяйство 2.0, или «зеленая» революция (1950–1990 гг.), на основе агрономических методов управления (например, дополнительный азот и синтетические удобрения/пестициды) и более эффективных и специализированных машин
Сельское хозяйство 3.0 на основе точного земледелия (например, тракторы с GPS-управлением, дроны и датчики почвы)	Сельское хозяйство 3.0 связано с появлением роботизированных методов, программируемой сельскохозяйственной техники и других технологий (XX в.)	Сельское хозяйство 3.0, или точное земледелие (1990–2010 гг.), на основе систем наведения тракторов, датчиков и мониторов урожайности, телематики и управления данными
Сельское хозяйство 4.0 – фермерская деятельность, подключенная к облаку	Сельское хозяйство 4.0 предполагает использование новейших технологий, таких как Интернет вещей, анализ больших данных, искусственный интеллект, облачные вычисления и дистанционное зондирование и т.д. (настоящее время)	Сельское хозяйство 4.0 на основе более дешевых и усовершенствованных датчиков, недорогих микропроцессоров, широкополосной связи, облачных ИКТ-систем и аналитики больших данных (настоящее время)
Сельское хозяйство 5.0 характеризуется цифровыми интегрированными фермами	Нет данных	Нет данных

Примечание: ИКТ – информационно-коммуникационные технологии

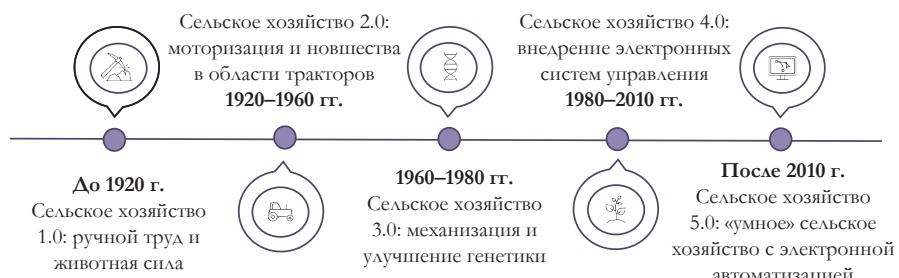
Составлено авторами по материалам исследования [5–7]

При анализе табл. 1 становится очевидным отсутствие единства мнений среди ученых и специалистов относительно текущей стадии сельскохозяйственной революции (разделение на 4.0 или 5.0) и набора технологий, которые ее формируют. Также можно сделать вывод о том, что стадия, характеризуемая электронными технологиями и информационно-коммуникационными системами (Индустрія 3.0 в промышленности), до сих пор не была полностью адаптирована к сельскому хозяйству.

В связи с этим уместно предложить более комплексный подход к пониманию революции сельскохозяйственного сектора в развитых странах, который охватывает все основные технологические инновации (рис. 1).

Этот подход делит развитие сельского хозяйства на несколько этапов. Сельское хозяйство 1.0 (традиционная сельскохозяйственная эпоха, до 1920 г.) характеризуется ручным трудом и применением животной силы, рациональным использованием природных ресурсов с применением органических удобрений и экологичных методов борьбы с вредителями и сорняками. Сельское хозяйство 2.0 (1920–1960 гг.) идентифицируется использованием современной сельскохозяйственной техникой (моторизацией и внедрением новшеств в области тракторов), хотя ручной труд продолжает иметь значительное значение. Этот период сопровождался также началом «зеленой» революции, которая подразумевала активную селекцию более урожайных сортов растений, расширение ирригационных систем, применение удобрений и пестицидов. Период Сельского хозяйства 3.0 (1960–1980 гг.) демонстрирует механизацию процессов, совершенствование генетики сельскохозяйственных культур, интенсивное использование химических средств, что позволило получить рост производительности, но также негативные экологические последствия. Сельское хозяйство 4.0, или точное земледелие (1980–2010 гг.), акцентирует внимание на взаимодействии человека и машины,

улучшающие рабочие машины и внедряя электронные системы управления, однако полная цифровизация не была достигнута [8]. Наконец, Сельское хозяйство 5.0, которое началось после 2010 г., символизирует переход к более интеллектуальным методам ведения сельского хозяйства, в котором гармонично сочетаются электроника и автоматизация. Этот тренд проявляется в увеличении использования датчиков для отслеживания различных процессов, а также в применении систем позиционирования в тракторном парке. Происходит активное внедрение технологий больших данных в аграрный сектор, которые позволяют значительно оптимизировать производственные процессы и повысить их эффективность.



Составлено авторами по материалам источника [8]

Рис. 1. Эволюция сельского хозяйства: от ручного труда к «умному» сельскому хозяйству

В настоящем исследовании основное внимание уделяется более современной и эффективной стадии развития точного земледелия, а именно концепции «умного» (интеллектуального) сельского хозяйства. Данная концепция позволяет интегрировать инновационные технологические достижения в управление агросектором с целью снижения негативного воздействия на окружающую среду и повышению устойчивости агроэкосистем в условиях климатических изменений³. С помощью датчиков и систем мониторинга можно собирать информацию о температуре, влажности, уровне осадков, качестве почвы и других параметрах, непосредственно влияющих на сельскохозяйственное производство. Анализ этих данных, поддерживаемый мощными аналитическими инструментами и алгоритмами машинного обучения, позволяет принимать более обоснованные агрономические решения, что способствует адаптации культур к изменяющимся климату и условиям.

ПОДХОДЫ К ПОНЯТИЮ ЦИФРОВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

С течением времени технологические новшества значительно трансформируют аграрный сектор, и внедрение цифровых решений привело к возникновению новых подходов, таких как точное, цифровое и «умное» сельское хозяйство. Хотя эти термины часто используются как синонимы, между ними все же существует незначительное, но важное различие.

Название «точное сельское хозяйство» пришло к нам из иностранной терминологии – от англ. precision agriculture. В своем отчете 2016 г. о влиянии больших данных на глобальную продовольственную цепочку аналитическая компания McKinsey & Company описывает точное сельское хозяйство как «технологический подход к управлению фермерскими хозяйствами, который включает наблюдение, измерение и анализ потребностей отдельных участков земли и сельскохозяйственных культур». Как отмечает компания, развитие точного сельского хозяйства определяется двумя основными факторами: с одной стороны, это возможности работы с большими данными и продвинутой аналитикой, а с другой – робототехника, аэросъемка, датчики и современные прогнозы погоды⁴. В одном из докладов Европейского парламента (2017 г.) точное сельское хозяйство определяется как «передовая концепция управления сельским хозяйством, которая использует цифровые технологии для наблюдения и повышения эффективности процессов производства в агрономии⁵. Ключевыми в этом определении выступают оптимизация использования удобрений, экономия затрат и снижение воздействия на окружающую среду.

³ Food and Agriculture Organization. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 2013. Режим доступа: <https://www.fao.org/4/i3300e/i3300e.pdf> (дата обращения: 10.03.2025).

⁴ McKinsey. How big data will revolutionize the global food chain. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/how-big-data-will-revolutionize-the-global-food-chain> (дата обращения: 10.03.2025).

⁵ European parliament. Precision agriculture in Europe: legal, social and ethical considerations, 2017. Режим доступа: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603207/EPRS_STU\(2017\)603207_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/603207/EPRS_STU(2017)603207_EN.pdf) (дата обращения: 10.03.2025).

Основанные на высоких технологиях концепции точного сельского хозяйства и точного земледелия находятся в тесной взаимосвязи, которая проявляется в том, что последняя является лишь частью более широкой идеи, охватывающей все аспекты аграрного производства, включая животноводство, управление ресурсами, логистику и финансовое планирование. Таким образом, точное земледелие рассматривается как один из ключевых компонентов точного сельского хозяйства. Концепция была подробно описана доктором П. Робертом в 1994 г. как «сельскохозяйственная система менеджмента, основанная на информации и технологиях для идентификации, анализа и управления с учетом дифференцированных пространственных и временных почвенных вариаций на отдельно взятом поле, для оптимизации затрат, повышения устойчивости агроценозов и экологической стабильности производства» [9, с. 5].

Технологии точного земледелия произвели революцию в сельскохозяйственных практиках. Основная цель точного земледелия заключается в максимизации производительности сельскохозяйственных культур при минимизации затрат и воздействия на окружающую среду. Одним из основных научных принципов точного земледелия является признание существования пространственных и временных неоднородностей в рамках одного поля: разные характеристики почвы, уровень влажности, содержание питательных веществ и других параметров, которые влияют на урожайность. Эффективное управление этими неоднородностями позволяет повысить их продуктивность. Это достигается благодаря использованию современных технологий, таких как системы глобального позиционирования (GPS) и удаленное зондирование, которые позволяют точно планировать посев, внесение удобрений и обработку полей. Географические информационные системы (GIS) анализируют пространственные данные о полях, включая состав почвы, рельеф и уровень влаги. Это помогает создавать карты, которые облегчают принятие обоснованных решений по использованию удобрений и другим агрономическим мероприятиям. Системы мониторинга урожайности (YMT) отслеживают количество собранного урожая в разных частях поля, что позволяет выявлять неоднородности и оптимизировать будущие агрономические практики. Дистанционное зондирование земли с помощью спутниковых и аэрофотоснимков позволяет следить за состоянием посевов, что помогает заранее выявлять проблемы, такие как болезни растений или нехватка влаги. Таким образом, используя данные в режиме реального времени, точное земледелие позволяет принимать обоснованные решения, которые повышают производительность, сокращают отходы и способствуют устойчивым методам ведения сельского хозяйства, что делает его заметным достижением в сельскохозяйственном секторе [10].

В последние годы концепция точного земледелия также распространилась на стремительно развивающееся животноводство, что привело к появлению практик точного животноводства. Это включает точное молочное скотоводство, точное свиноводство и точное птицеводство, что позволяет применять современные технологии и методы для повышения эффективности и устойчивости этих отраслей [11].

«Умное» сельское хозяйство (англ. Smart Agriculture) можно описать как второе поколение технологий в сельском хозяйстве после точного. В отличие от концепции точного земледелия, которое опирается на строгое измерение изменений условий почвы и животноводства, «умное» сельское хозяйство акцентирует внимание не на сами измерения, а на доступ к данным и их эффективное использование. Цифровая информация, полученная в рамках «умного» сельского хозяйства, на самом деле может служить основой для осуществления точного земледелия. В недавнем отчете Международной организации стандартизации «умное» сельское хозяйство определяется как «принятие принципиальных решений на основе данных в цепочках создания стоимости сельскохозяйственной и пищевой продукции в виде многоцелевой оптимизации в условиях глобальной нестабильности, неопределенности, сложности и неоднозначности»⁶.

«Умное» сельское хозяйство прогнозирует появление автономных систем в сельской местности. Оно способствует точному земледелию с помощью современных сложных технологий и позволяет фермерам удаленно контролировать сельскохозяйственные процессы [7]. «Умное» земледелие помогает сельскохозяйственным процессам, таким как сбор урожая и урожайности, поскольку автоматизация датчиков и машин сделала рабочую силу в сельском хозяйстве более эффективной [12]. Технологии преобразуют традиционные методы земледелия в автоматические устройства, вызывая технологическую революцию в сельском хозяйстве [13].

Категория «цифровое сельское хозяйство» объединяет в себе концепции точного и интеллектуального сельского хозяйства, представляя целостный подход к современному ведению агрономической деятельности. В одном из своих материалов Немецкое сельскохозяйственное общество (DLG) определяет «цифровое

⁶ ISO. Strategic advisory group report on smart farming: final report with recommendations. Режим доступа: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/publications/en/2023_SAG-SF_Final_Report.pdf (дата обращения: 10.03.2025).

сельское хозяйство» как «последовательное внедрение методов точного интеллектуального земледелия, а также интеграцию внутренних и внешних сетевых структур на фермерских предприятиях»⁷. Ключевым элементом данной концепции является применение веб-платформ для сбора данных и их анализа с использованием технологий больших данных, что дает агрономам и фермерам возможность принимать обоснованные решения и оптимизировать различные процессы. В этом контексте M. Shepherd описывает цифровое сельское хозяйство как «использование детализированной цифровой информации для поддержки принятия решений на всех этапах цепочки создания ценности в аграрном секторе» [14, с. 5084].

В своем докладе Международная организация стандартизации подчеркивает, что основа «концепции цифрового сельского хозяйства заключается в специализированных программных решениях для управления фермерскими хозяйствами»⁸. В отличие от точного сельского хозяйства, которое фокусируется на повышении эффективности процессов, происходящих непосредственно на ферме, цифровое сельское хозяйство охватывает более широкий спектр аспектов, включая управление ресурсами и данными на всех уровнях агропромышленного комплекса, от подготовки до производства и распределения. Технологии, такие как картирование урожайности, GPS-навигация и системы внесения удобрений с переменной нормой, являются частью как точного, так и цифрового сельского хозяйства. В то же время элементы цифрового сельского хозяйства, такие как платформы электронной коммерции, услуги по электронному расширению, системы учета на складах, решения для отслеживания продуктов с использованием блокчейна и приложения для аренды сельхозтехники, относятся исключительно к цифровым технологиям, но не применимы к точному сельскому хозяйству.

В табл. 2 представлена сравнительная характеристика рассмотренных концепций.

Таблица 2

Сравнительная таблица концепций сельского хозяйства

Критерий	Точное сельское хозяйство	«Умное» сельское хозяйство	Цифровое сельское хозяйство
Основное внимание	Напцелено на оптимизацию процессов производства, используя данные о вариациях внутри полей	Фокусируется на доступе к данным и их применении для принятия обоснованных решений	Интеграция всех аспектов управления фермой через анализ больших данных и информационные технологии
Технологии	Используются датчики, беспилотники, изображение с воздуха, усовершенствованные прогнозы погоды	Включает мобильные устройства и системы управления для доступа к данным в реальном времени	Объединяет Интернет вещей (IoT), веб-платформы, большие данные и методы анализа
Цели	Оптимизация использования ресурсов (удобрений, воды и т.д.) и снижение воздействия на окружающую среду	Повышение эффективности за счет доступа к актуальной информации о состоянии почвы, растений и ресурсов	Создание более целостного подхода к управлению, используя все доступные данные для улучшения сельского хозяйства
Примеры применения	Измерение pH почвы, адаптация стратегии удобрения с учетом характеристик почвы	Использование мобильного приложения для мониторинга состояния культур и управления ресурсами	Имеет дело с комплексным анализом данных о погоде, почве и растениях для принятия решений в агрономии

Составлено авторами по материалам исследования

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В РОССИИ

Актуальность цифровой трансформации сельского хозяйства в России возросла в условиях современных вызовов, таких как необходимость повышения производительности труда и улучшения контроля в аграрном секторе. Внедрение цифровых технологий и платформенных решений обещает стать основой для значительного технологического прорыва и улучшения экономических показателей в АПК. Цифровая трансформация сельского хозяйства имеет значительный потенциал для улучшения эффективности, снижения затрат и повышения конкурентоспособности российской аграрной продукции как на внутреннем, так и на мировом рынках [15].

⁷ German Agricultural Society (DLG e.V). Digital Agriculture – Opportunities, risks, acceptance, 2018. Режим доступа: https://www.smart-akis.com/wp-content/uploads/2018/03/Folder_Position_Digitalisierung_e_IT.pdf (дата обращения: 10.03.2025).

⁸ ISO. Seeding change in smart farming. Режим доступа: https://www.iso.org/files/live/sites/isoorg/files/news/insights/smart-farming/Seeding%20Change%20in%20Smart%20Farming_brochure%20EN.pdf (дата обращения: 10.03.2025).

Указ Президента РФ, касающийся национальных целей на период до 2030 г., устанавливает для АПК страны амбициозные задачи, направленные на увеличение объемов производства, развитие экспорта и обеспечение технологической независимости. В рамках национальной цели «Устойчивая и динамичная экономика» планируется повысить объем производства продукции АПК не менее чем на 25 % по сравнению с данными 2021 г. Также важной задачей является увеличение экспортного объема продукции АПК как минимум в 1,5 раза по сравнению с тем же годом⁹.

Согласно данным Министерства сельского хозяйства РФ, страна занимает 15-е место в мире по общему уровню цифровизации и 45-е место по степени внедрения информационных технологий в аграрный сектор. При этом лишь 13–15 % сельскохозяйственных производителей способны интегрировать цифровые технологии и реализовывать научно-технические разработки на коммерческой основе.

Согласно докладу «Индикаторы цифровой экономики 2024», сельское хозяйство демонстрирует минимальные показатели по индексу цифровизации и интенсивности использования цифровых решений среди всех секторов российской экономики. Анализ расходов на внедрение и использование цифровых технологий, а также на приобретение или аренду программного обеспечения в 2022 г. показывает, что аграрный сектор характеризуется самыми низкими значениями среди всех отраслей. Вместе с тем наблюдается рост числа аграрных организаций, применяющих разнообразные цифровые решения, включая технологии сбора, обработки и анализа больших данных, облачные сервисы, геоинформационные системы и промышленные роботы. Особенно заметный прирост на уровне 2,5 % был зафиксирован в области технологий искусственного интеллекта (рис. 2).



Составлено авторами по материалам источника [16]

Рис. 2. Использование цифровых технологий
в сельскохозяйственных организациях России, 2020–2022 гг.

Несмотря на медленное первоначальное внедрение, растет понимание необходимости цифровой трансформации для повышения производительности и конкурентоспособности сельского хозяйства. В последние годы правительство активно пыталось решать эти проблемы, разрабатывая программы и дорожные карты, направленные на интеграцию цифровых технологий в агропромышленный комплекс. Приоритет был сделан на внедрении систем геопозиционирования, систем управления сельскохозяйственной техникой и методов точного земледелия [1].

За время реализации ведомственного проекта «Цифровое сельское хозяйство» за период 2019–2024 гг. был проведен огромный пласт работы. В частности, для pilotирования проекта была создан Аналитический центр Министерства сельского хозяйства РФ, переименованный в 2022 г. в «Центр цифровой трансформации в сфере АПК», который осуществляет сбор информации из различных регионов страны

⁹ Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_475991/ (дата обращения: 17.03.2025).

посредством нескольких государственных информационно-аналитических системы (прежде всего Единая федеральная информационная система о землях сельскохозяйственного назначения (далее – ЕФГИС ЗСН)¹⁰. Он взаимодействует с множеством организаций, государственных структур и информационных систем на разных уровнях. Центр тщательно анализирует возможные риски и угрозы, а также предоставляет рекомендации, направленные на повышение конкурентоспособности агропромышленного комплекса России на международной арене [17]. Также были созданы Федеральные государственные информационные системы прослеживаемости зерна и продуктов переработки зерна (ФГИС «Зерно») и семян (ФГИС «Семеноводство»), которые в дальнейшем должны будут быть объединены наряду с ЕФГИС ЗСН в единую федеральную государственную информационную систему. С 1 марта 2025 г. вступил в силу закон об агрегаторах фермерской продукции, направленный на создание дополнительных механизмов для ее сбыта и развитие цифровизации сельского хозяйства¹¹.

В 2023 г. было принято новое стратегическое направление, нацеленное на долгосрочное и динамичное развитие цифровой трансформации сельского хозяйства России¹². В соответствии с документом основной акцент сделан на внедрении передовых отечественных цифровых технологий с целью улучшения качества жизни и условий ведения бизнеса в АПК. Это включает создание единой цифровой платформы, которая станет основой для интеграции различных процессов и взаимодействия между всеми участниками агропродовольственного рынка. В процессе цифровой трансформации АПК планируется использовать разнообразные современные технологии, которые помогут улучшить эффективность управления, повысить конкурентоспособность и обеспечить устойчивое развитие отрасли. Акцент делается на применение технологий искусственного интеллекта, планируется внедрение Интернета вещей (IoT), также важную роль в цифровизации сыграет блокчейн-технология. Кроме того, планируется активно развивать облачные решения и геоинформационные системы (ГИС). Сочетание этих технологий позволит создать современную и высокоэффективную систему управления в АПК России, способствующую развитию и модернизации отрасли в целом [18].

Однако переход к цифровому сельскому хозяйству не обходится без проблем, включая сильную зависимость от импортных технологий, недостаточную квалификацию персонала и разрозненную государственную политику, которая препятствует скоординированным усилиям по модернизации сельскохозяйственного ландшафта. К числу основных противоречий в этой трансформации относятся риск, связанный с иностранной зависимостью от сельскохозяйственных технологий, и неравный доступ к цифровым инструментам среди малых и средних ферм, которые часто сталкиваются с финансовыми ограничениями и технологическими ноу-хау. Поскольку сектор продолжает развиваться, решение этих проблем будет иметь решающее значение для раскрытия полного потенциала цифровой трансформации в российском сельском хозяйстве, прокладывая путь к более устойчивому и производительному агропромышленному комплексу.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цифровая трансформация сельского хозяйства в России является неотъемлемой частью современных экономических и социальных процессов, направленных на повышение эффективности агропромышленного комплекса. Проведенный анализ практики внедрения цифровых технологий в сельское хозяйство показал, что интеграция инновационных технологических решений в эту сферу позволяет оптимизировать производственные процессы и значительно повысить конкурентоспособность сельскохозяйственной продукции на глобальном рынке.

Внедрение цифровых решений в сферу сельского хозяйства становится особенно актуальной в связи с необходимостью обеспечения продовольственной безопасности на фоне активного роста населения. Вместе с тем в России уровень цифровизации аграрного сектора остается критически низким, что открывает значительные возможности для внедрения современных технологий. Эти трансформационные

¹⁰ Российский центр государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Единая федеральная информационная система земель сельскохозяйственного назначения. Режим доступа: <https://rshzm.ru/efis-zsn> (дата обращения: 10.03.2025).

¹¹ Федеральный закон от 8 августа 2024 г. № 297-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О развитии сельского хозяйства» и статью 2 Федерального закона «О внесении изменения в статью 7 Федерального закона «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_482552/ (дата обращения: 10.03.2025).

¹² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 23 ноября 2023 г. № 3309-р «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г.». Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_463484/ (дата обращения: 10.03.2025).

процессы требуют разработки систем поддержки цифровизации отрасли, создания единой цифровой платформы, которая позволит синхронизировать деятельность всех участников аграрного рынка.

Отдельного внимания заслуживают проблемы, связанные с неравномерным доступом к цифровым инструментам, зависимостью от импортных технологий и недостаточной подготовленностью кадров. Успех цифровой трансформации будет определяться не только технологическими изменениями, но и системным подходом к образованию и профессиональной подготовке, включая инициативы, направленные на поддержку малых и средних сельскохозяйственных предприятий.

В будущем интеграция таких технологий, как искусственный интеллект, Интернет вещей и обработка больших данных, станет ключевым элементом для достижения более устойчивого, эффективного и продуктивного агропромышленного комплекса. При правильной реализации стратегии цифровизации российское сельское хозяйство сможет не только улучшить свои внутренние показатели, но и занять достойное место на мировой арене, удовлетворяя растущий спрос на качественную продукцию.

Список литературы

1. *Росинформагротех*. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство». М.: Росинформагротех; 2019. 48 с.
2. *Пластунов А.А.* Развитие цифровой экономики и цифрового сельского хозяйства. Вестник науки. 2024;6(75):185–190.
3. *Петухова М.С., Агафонова О.В.* Теоретико-методологический фундамент цифровой трансформации сельского хозяйства России: базовые понятия и этапы. Аграрный вестник Урала. 2023;4(233):79–89. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-79-89>
4. *Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N.* Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2017;24(114):6148–6150. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707462114>
5. *Zambon I., Cecchini M., Egidi G., Saporito M.G., Colantoni A.* Revolution 4.0: Industry vs. agriculture in a future development for SMEs. Processes. 2019;1(7).
6. *Dhanaraju M., Chenniappan P., Ramalingam K., Pazhanivelan S., Kaliaperumal R.* Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. Agriculture. 2022;12. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101745>
7. *Mancini E., Frontoni P.* Challenges of multi/hyper spectral images in precision agriculture applications. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/275/1/012001>
8. *Cesco S., Sambo P., Borin M., Basso B., Orzes G., Mazzetto F.* Smart agriculture and digital twins: Applications and challenges in a vision of sustainability. European Journal of Agronomy. 2023;46. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126809>
9. *Трубляк Е.В.* Основные элементы системы точного земледелия. Краснодар: КубГАУ; 2016. 39 с.
10. *Шайтура С.В., Князева М.Д., Бело А.П., Султаева Н.А., Феоктистова В.М.* Некоторые аспекты точного земледелия. Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2021;8:21–34.
11. *Насфетдинова З.Т., Хазиева А.М., Насфетдинова А.Р.* Проблемы и перспективы развития отрасли животноводства в условиях цифровизации агропромышленного комплекса региона (на материалах Республики Башкортостан Российской Федерации). Вестник университета. 2024;10:50–61. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2024-10-50-61>
12. *O'Grady M.J., O'Hare G.M.P.* Modelling the smart farm. Inf. Process. Agric. 2017;4:179–187.
13. *Quy V.K., Hau N.V., Anh D.V., Quy N.M., Ban N.T., Lanza S., Randazzo G., Mizrahiuti A.* IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. Applied Science. 2022;12.
14. *Shepherd M., Turner J.A., Small B., Wheeler D.* Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the «digital agriculture» revolution. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2018;14(100):5083–5092. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>
15. *Коробейников Д.А.* Модель цифровой экосистемы агропромышленного комплекса. Вестник университета. 2023;1(1):83–91. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-1-83-91>
16. *Абашкин В.А., Абдрахманова Г.И., Вишневский К.О., Гохберг А.М. и др.* Индикаторы цифровой экономики: 2024. М.: ИСИЭЗ ВШЭ; 2024. 276 с.
17. *Оборин М.С.* Цифровые инновационные технологии в сельском хозяйстве. Аграрный вестник Урала. 2022;5(220):82–92. <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-220-05-82-92>
18. *Александрова Н.Р., Субаева А.К., Чутчева Ю.В.* Цифровизация сельского хозяйства: тенденции и перспективы развития. Естественно-гуманитарные исследования. 2024;2(52):25–30.

References

1. Rosinformagrotech. Departmental project “Digital agriculture”. Moscow: «Rosinformagrotech»; 2019. 48 p. (In Russian).
2. Plastunov D.A. Development of digital economy and digital agriculture. Herald of Science. 2024;6(75):185–190. (In Russian).
3. Petukhova M.S., Agafonova O.V. Theoretical and methodological foundation of the digital transformation of agriculture in Russia: basic concepts and stages. Agrarian Bulletin of the Urals. 2023;4(233):79–89. (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2023-233-04-79-89>
4. Walter A., Finger R., Huber R., Buchmann N. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2017;114(114):6148–6150. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707462114>
5. Zambon I., Cecchini M., Egidi G., Saporito M.G., Colantoni A. Revolution 4.0: Industry vs. agriculture in a future development for SMEs. Processes. 2019;1(7).
6. Dhanaraju M., Chenniappan P., Ramalingam K., Pazhanivelan S., Kaliaperumal R. Smart Farming: Internet of Things (IoT)-Based Sustainable Agriculture. Agriculture. 2022;12. <https://doi.org/10.3390/agriculture12101745>
7. Mancini E., Frontoni P. Challenges of multi/hyper spectral images in precision agriculture applications. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/275/1/012001>
8. Cesco S., Sambo P., Borin M., Basso B., Orzes G., Mazzetto F. Smart agriculture and digital twins: Applications and challenges in a vision of sustainability. European Journal of Agronomy. 2023;46. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126809>
9. Truflyak E.V. Basic elements of precision farming system. Krasnodar: KubSAU; 2016. 39 p. (In Russian).
10. Shaytura S.V., Knyazeva M.D., Belu L.P., Sultaeva N.L., Feoktistora V.M. Some aspects of precision farming. Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy. 2021;8:21–34. (In Russian).
11. Nasretdinova Z.T., Khasanova A.M., Nasretdinova A.R. Problems and prospects for livestock industry development in the context of digitalization of the agro-industrial complex in the region (based on the materials of the Republic of Bashkortostan of the Russian Federation). Vestnik Universiteta. 2024;10:50–61. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2024-10-50-61>
12. O’Grady M.J., O’Hare G.M.P. Modelling the smart farm. Inf. Process. Agric. 2017;4:179–187.
13. Quy V.K., Han N.V., Anh D.V., Quy N.M., Ban N.T., Lanza S., Randazzo G., Muzirafuti A. IoT-Enabled Smart Agriculture: Architecture, Applications, and Challenges. Applied Science. 2022;12.
14. Shepherd M., Turner J.A., Small B., Wheeler D. Priorities for science to overcome hurdles thwarting the full promise of the «digital agriculture» revolution. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2018;14(100):5083–5092. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9346>
15. Korobeinikov D.A. Digital ecosystem model of the agro-industrial complex. Vestnik universiteta. 2023;1(1):83–91. (In Russian). <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2023-1-83-91>
16. Abashkin V.L., Abdurakhmanova G.I., Vishnevsky K.O., Gokhberg L.M. et al. Digital Economy Indicators: 2024. Moscow: Higher School of Economics; 2024. 276 p. (In Russian).
17. Oborin M.S. Digital innovative technologies in agriculture. Agrarian Bulletin of the Urals. 2022;5(220):82–92. (In Russian). <https://doi.org/10.32417/1997-4868-2022-220-05-82-92>
18. Alexandrova N.R., Subaeva A.K., Chutcheva Yu.V. Digitalization of agriculture: trends and prospects of development. Natural-Humanitarian Studies. 2024;2(52):25–30. (In Russian).