

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

DIGITAL TRANSFORMATION OF AGRICULTURE: FROM THEORY TO PRACTICE

Аннотация. Цифровое сельское хозяйство позволяет не только изменить принципы работы сельхозтоваропроизводителей, но также трансформировать каждый элемент производственной цепочки создания сырья и сельскохозяйственной продукции, оказывает влияние на движение капитала и воспроизводственные процессы в сельском хозяйстве. Кроме того, цифровая трансформация может существенно влиять на взаимоотношения сельскохозяйственных товаропроизводителей с поставщиками ресурсов, заготовительными, перерабатывающими и торговыми организациями, делая их более прозрачными и экономически обоснованными. Цифровые решения обеспечивают возможность контролировать весь цикл движения товара от поля до прилавка. Их практическое использование позволяет повышать эффективность управления ресурсами, техникой, оборудованием и технологическими процессами, принимать оптимальные управленческие решения на всех этапах технологического процесса производства продукции. Они в корне меняют привычные технологии и обеспечивают повышение экономической эффективности.

В статье проведено обобщение и систематизация экономических категорий «цифровизация», «цифровая трансформация», «цифровое сельское хозяйство», рассмотрен опыт практического применения цифровых технологий в сельском хозяйстве, выявлены отдельные факторы сдерживающие масштабную цифровую трансформацию российского аграрного сектора.

Annotation. Digital agriculture allows not only to change the principles of agricultural producers, but also to transform every element of the production chain of raw materials and agricultural products, has an impact on the movement of capital and reproduction processes in agriculture. In addition, digital transformation can significantly affect the relationships of agricultural producers with resource suppliers, procurement, processing and trading organizations, making them more transparent and economically sound. Digital solutions provide the ability to control the entire cycle of product movement from the field to the counter. Their practical use makes it possible to increase the efficiency of resource management, machinery, equipment and technological processes, and to make optimal management decisions at all stages of the technological process of product

production. They fundamentally change the usual technologies and provide increased economic efficiency.

The article summarizes and systematizes the economic categories "digitalization", "digital transformation", and "digital agriculture", examines the experience of practical application of digital technologies in agriculture, and identifies certain factors constraining the large-scale digital transformation of the Russian agricultural sector.

Ключевые слова: цифровизация, цифровая трансформация, сельское хозяйство, цифровые технологии, продовольственная безопасность, потенциал роста

Keywords: digitalization, digital transformation, agriculture, digital technologies, food security, growth potential

В Национальной программе «Цифровая экономика Российской Федерации», в рамках Указа Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Указе Президента РФ от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» и ведомственном проекте Министерства сельского хозяйства Российской Федерации (МСХ РФ) «Цифровое сельское хозяйство» отмечено, что масштабное внедрение цифровых технологий в сельское хозяйство является одной из основных задач по созданию в агропромышленном комплексе высокопроизводительного экспортно-ориентированного производства.

Ожидаемым результатом масштабной цифровизации сельского хозяйства является формирование субъектов предпринимательской деятельности характеризующихся более высокой эффективностью, производительностью, которые являются безопасными, прогнозируемыми и адаптированными к последствиям изменения экономических и климатических условий, в целях обеспечения продовольственной безопасности, конкурентоспособность и устойчивость аграрного производства. Хотя цифровые технологии предлагают множество преимуществ для сельского хозяйства, большинство производителей все еще не используют их в полной мере. В России лишь немногие сельскохозяйственные организации масштабно оцифровывали свой бизнес, по сравнению со странами-лидерами в области цифровизации сельского хозяйства. В связи с этим возникает необходимость в научно обоснованных предложениях, направленных на развитие

сельского хозяйства посредством цифровизации и стимулирования широкого внедрения цифровых решений и технологий среди сельхозпроизводителей.

Ряд исследователей разделяют понятия «цифровая трансформация» и «цифровизация». Так, цифровизацию принято рассматривать как социально-экономический процесс, который предшествует цифровой трансформации и формирует условия для ее успешного завершения. Суть этого процесса заключается в формировании и настройке каналов связи, используемых в цифровых технологиях (настройка цифрового взаимодействия). В свою очередь, цифровая трансформация представляет собой процесс масштабного изменения концепции и формы функционирования всех компонентов социально-экономических систем путем цифровизации, внедрения и формирования набора цифровых технологий и оцифровки аппарата управления [1].

Таким образом, цифровая трансформация - это процесс перехода социально-экономических систем от внедрения цифровых технологий, оцифровки к «цифровой экосистеме».

«Цифровая экосистема сельского хозяйства» в свою очередь представляет собой технологическую среду, направленную на разработку и поддержание инновационных методов, используемых в деятельности агробизнеса, этот вектор поддерживается в научном, образовательном и экономическом секторах.

По мнению Мурашовой Н. В. [1], цифровая трансформация сельского хозяйства должна осуществляться в два этапа: сначала внедрение цифровых технологий и платформенных решений; а затем цифровизация управления сельскохозяйственными предприятиями.

При этом наблюдаются большие разночтения в трактовке цифровых технологий, применяемых в сельском хозяйстве. Представления о сущности цифровых технологий сельского хозяйства обобщены нами в таблице 1.

Таблица 1 – Обобщение дефиниции «цифровые технологии» в современном сельском хозяйстве

Автор	Определение
Кузьмина Е. С. [41]	Под цифровыми технологиями следует понимать такие технологии, которые используют компьютерную технику, облачные решения, собирающие и получающие, обрабатывающие, сохраняющие и выдающие данные в машиночитаемом виде.
Рада А.О. [2]	Цифровые технологии в сельском хозяйстве представляют собой систему взаимодействующих средств производства, которые должны быть увязаны с формированием соответствующих организационно-экономических отношений и позволяют

	повысить экономическую и экологическую эффективность и устойчивое развитие отрасли
Коротченя В.М. [3], Осипов В.С. [4], Боговиз А.В. [4]	Цифровые технологии следует рассматривать как современный этап технологического развития АПК и сельского хозяйства, соответствующего концепции 4.0 Их сущность едина вне зависимости от вида деятельности
Манжосова И.Б. [5]	Цифровые технологии представляют собой высокотехнологичные подходы, применяемые в различных отраслях сельского хозяйства
Меденников В.И. [6]	Цифровая экономика в АПК предполагает интеграцию информационных ресурсов, информационных систем в единую информационно-управляющую систему, которая интегрирует все технологические решения (ГИС, точные технологии)
Семенов С.А. [7]	Технологии цифрового земледелия включают в себя технологии дистанционного зондирования земли, Интернета вещей, ГИС, технологии автопилотирования, искусственного интеллекта
А. Уолтер / A. Walter [8]	Цифровые технологии следует рассматривать как совокупность технологических усовершенствований, делающих сельское хозяйство «умным», по преимуществу в сфере ИКТ
У. Дейчман /U. Deichmann [9]	Новые информационные и коммуникационные технологии, способствующие включению сельского хозяйства в глобальную экономику, повышению эффективности, сокращению транзакционных издержек, выравниванию условий конкуренции для мелких фермеров

Источник: Составлено автором

Таким образом, обобщая авторские определения в отношении исследуемой дефиниции «цифровые технологии», мы пришли к выводу, что цифровые технологии в сельском хозяйстве следует рассматривать как технологии, использующие компьютерные решения и Интернет вещей, которые собирают, получают и обрабатывают данные и используют облачные вычисления для хранения и экспорта аккумулированных данных, с целью формирования высокоэффективной производственной системы «от посева до сбора урожая», которая обеспечивает высокий уровень эффективности производства при оптимальных затратах и используемых ресурсах.

В контексте сельского хозяйства цифровые технологии играют особую роль. Они позволяют создать комплексную систему управления производством, которая будет учитывать различные факторы (экономические, экологические, технологические) и способствовать устойчивому развитию отрасли. Благодаря цифровым технологиям сельское хозяйство становится более «умным» и эффективным, а также более интегрированным в мировую экономику [10].

В своих исследования Манжосова И.Б. рассматривает цифровизацию сельского хозяйства как модернизацию организаций, состоящую из двух этапов: модернизация переходного периода / транзитивная модернизация; модернизация в условиях цифровой экономики / цифровая модернизация – единство непрерывных динамических системных производственно-хозяйственных и экономических преобразований на основе применения перспективных технологий, снижающих участие человека в операционных бизнес-процессах [11].

Субаева А.К. в своих исследованиях определяет цифровизацию сельского хозяйства как способ автоматизации производства с использованием цифровых данных, цель которого состоит в разработке наиболее эффективных цифровых решений [12]

В работах Шин С. приводится мнение, что цифровое сельское хозяйство является применением концепции «цифровой земли», предложенной в 1990-х годах и представляет собой расширение концепции «точного земледелия» [13].

С нашей точки зрения, цифровизацию сельского хозяйства следует рассматривать как модернизацию агропромышленного комплекса, в основе которой применение цифровых данных и цифровых технологий с целью эффективного управления ресурсами и процессами в аграрном производстве, повышения эффективности производства и снижения издержек.

Цифровые технологии способны значительно повысить эффективность и устойчивость сектора, вне зависимости от его масштаба. Как крупные, так и малые сельхозтоваропроизводители могут применять цифровые технологии однако исходя из своих нужд, масштабов и имеющихся ресурсов, соответствующими размерам организации и потребностям.

Использование цифровых технологий в организациях в зависимости от их размера в 2022 году, в процентах от общего числа организаций с соответствующим числом работников, представлено в таблице 2.

Таблице 2 - Использование цифровых технологий в организациях России по размеру,% от общего числа организаций

	Организации с численностью работников, чел.			
	501 и более	251–500	101–250	100 и менее
Технологии сбора, обработки и анализа больших данных	60	48,9	44,2	26,7
Облачные сервисы	43,1	40,8	40,1	26,5

Цифровые платформы	35,6	26,8	22,3	12,7
Геоинформационные системы	32,5	23,9	20	10,9
Интернет вещей	26,5	21	18,1	7,8
RFID-технологии	35,1	25,6	18,9	6,7
Технологии искусственного интеллекта	14,2	9,6	8,6	5,9
Промышленные роботы / автоматизированные линии	13,6	9,9	6,9	1,3
Аддитивные технологии	8,3	4,2	2,7	0,7
«Цифровой двойник»	5,5	3,2	2,2	0,9

Источник: составлено на основе данных [14]

Данные представленные в таблице 2 свидетельствуют о том, что с одной стороны, масштабы бизнеса влияют на возможности применения цифровых технологий, с другой же стороны, даже крупномасштабные и финансово устойчивые организации находятся в стадии цифровой трансформации своего бизнеса. Цифровая трансформация требует комплексных и значительных изменений бизнес-процессов и является весьма капиталоемкой.

Облачные сервисы и цифровые платформы наиболее популярны среди всех категорий организаций.

Применение цифровых технологий имеет различные аспекты. Субъекты малого и среднего предпринимательства могут использовать технологии для мониторинга почвы, растений и животных, автоматизации полива и управления стадом. В то время как крупные агрохолдинги могут внедрять цифровые решения для управления всеми бизнес-процессами, от закупки сельхозтехники и логистики до мониторинга рынков и прогнозирования урожайности.

Таблица 3– Применение цифровых технологий в крупномасштабного бизнеса, субъектов малого и среднего предпринимательства в аграрном секторе

Цифровые технологии	Применение в крупных сельскохозяйственных организациях	Применение в малых и средних сельскохозяйственных организациях
Автоматизация и робототехника	Использование автономных тракторов, дронов и роботов для обработки полей, сбора данных и даже управления стадом в животноводстве.	Малые автономные роботы для выполнения задач по уходу за почвой и растениями.
Аналитика	Использование больших данных	Анализ данных для

данных	для прогнозирования урожаев, оптимизации производства и управления цепочкой поставок.	оптимизации расходов, планирования посевов и принятия эффективных управленческих решений в отношении технических и агротехнологических процессов.
Использование дронов	Дроны для мониторинга больших участков земли, обнаружения болезней и мониторинга за состоянием растений, распыление пестицидов.	Доступные дроны для быстрого и удобного мониторинга состояния урожая и почвы.
Интернет вещей (IoT)	Системы мониторинга и управления для отслеживания состояния оборудования, уровня урожая, влажности почвы и других параметров.	Компактные датчики и устройства для мониторинга условий почвы, климата и животных.
Облачные технологии	Облачные платформы для централизованного хранения данных, управления и анализа.	Облачные приложения для учета урожая, планирования и управления ресурсами.
Блокчейн в сельском хозяйстве	Блокчейн для прозрачности в цепочке поставок, отслеживания происхождения продукции и управления данными.	Использование блокчейна для выстраивания производственных связей и отслеживания происхождения сырья, материалов и комплектующих.
Машинное обучение и искусственный интеллект	Прогнозирование погоды, управление роботами и оптимизация производственных процессов с использованием алгоритмов машинного обучения.	Анализ данных и предоставление рекомендаций по управлению урожаем. Автоматизация отдельных бизнес-процессов, например, управление поливом.

Примеры применения цифровых технологий в крупных, малых и средних сельскохозяйственных организациях позволили выявить различия в подходах и инструментах в зависимости от масштаба бизнеса.

Классификация цифровых технологий по размеру сельскохозяйственных организаций дает возможность более точно адаптировать инновации к конкретным потребностям и целям сельхозтоваропроизводителей, с учетом их масштаба и специализации. Это позволяет эффективнее использовать цифровые решения для оптимизации бизнес-процессов и повышения эффективности и устойчивости в сельском хозяйстве.

Ускорение процессов цифровой трансформации требует реализации комплекса мер:

- стабилизации экономической ситуации в стране, снижение темпов инфляции, а также снижение ключевой ставки, обеспечивающих возможности для повышения инвестиционной привлекательности, кредитования сельхозтоваропроизводителей;

- формирование паритетных условий по использованию цифровых решений в бизнесе для всех субъектов предпринимательства, независимо от масштабов бизнеса;
- развитие цифровых компетенций сотрудников по работе с цифровыми решениями, их адаптация к изменяющимся условиям работы;
- импортозамещение в сфере производства цифровых решений для аграрного бизнеса;
- развитие системы дилерских центров по работе и обслуживанию цифровых решений для аграрного бизнеса.

Литература

1. Мурашова Н. В. Формирование механизма цифровой трансформации сельского хозяйства/ Н. В. Мурашова // Вестник НГИЭИ.- 2021. -№ 9 (124).- С. 129-138.
2. Кузьмина Е. С. Повышение эффективности производства зерна на основе внедрения цифровых технологий (на материалах Новосибирской области): диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук/ Е. С. Кузьмина.- Новосибирск, 2022.- 183с.
3. Коротченя В. М. Россия и сельское хозяйство 4.0 / В.М. Коротченя // Экономика сельского хозяйства России. – 2018. – №6. – С. 98– 103.
4. Осипов В.С. Переход к цифровому сельскому хозяйству: предпосылки, дорожная карта и возможные следствия/ В.С. Осипов, А.В. Боговиз // Экономика сельского хозяйства России. – 2017. -№10. – С. 11-15.
5. Манжосова И.Б. Модернизация сельского хозяйства в условиях цифровой экономики: анализ проблем и поиск решений – Ставрополь: Секвойя, 2018. – 156 с.
6. Меденников В.И. Цифровая платформа для сельского хозяйства/ В.И. Меденников, Л.Г. Муратова, С.Г.

Сальников // Вестник сельского хозяйства и социальной политики. – 2017. – №3. – С. 111-113

7. Семенов С.А. Особенности реализации и перспективы применения технологий цифрового земледелия в АПК/ С.А. Семенов, С.А. Васильев, И.И. Максимов // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №1. – С. 69-75.

8. Walter A. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture/ A. Walter, R. Finger, R. Huber, N. Buchmann// Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2017. – Vol. 114. – N24. – P. 6148-6150.

9. Deichmann U. Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries? / U. Deichmann, A. Goyal, D. Mishra // Agricultural Economics.- 2016.- 47(S1).- P. 21-33.

10. Экономика устойчивого развития и ESG-трансформация аграрного бизнеса / Д. А. Антонова, Т. И. Ашмарина, Т. В. Бирюкова [и др.]. – Москва: ООО «Сам полиграфист», 2024. – 175 с.

11. Манжосова И.Б. Формирование стратегии модернизации сельского хозяйства в условиях цифровой экономики: автореф. дис. д-ра экон.наук. – Орел, 2019. – С. 17.

12. Субаева А.К. Развитие техники как основа цифровой трансформации экономики / А. К. Субаева, В. Т. Водяников, Ю. В. Чутчева, А. В. Эдер // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 18, № 1(69). – С. 162-168.

13. Shen S. Structure of a Digital Agriculture System and Agricultural Risks Due to Climate Changes / S. Shen, A. Basist, A. Howard // Agric. Agric. Sci. Proced.- 2010.- 1.- P. 42-51.-

14. Индикаторы цифровой экономики: 2024 : статистический сборник / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, К.О. Вишневский [и др.] // Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: ИСИЭЗ ВШЭ, 2024. – 276 с.

15. Чутчева, Ю. В. Цифровые трансформации в сельском хозяйстве / Ю. В. Чутчева, Ю. С. Коротких, А. А. Кирица // Агроинженерия. – 2021. – № 5(105). – С. 53-58.

16. Чутчева, Ю. В. Управление процессом воспроизводства средств производства в АПК / Ю. В. Чутчева. – Москва : Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина, 2011. – 120 с.

1. Murashova N. V. Formation of the mechanism of digital transformation of agriculture/ N. V. Murashova // Bulletin of the NGIEI.- 2021. -№ 9 (124).- Pp. 129-138.

2. Kuzmina E. S. Improving the efficiency of grain production based on the introduction of digital technologies (based on materials from the Novosibirsk region): Dissertation for the degree of Candidate of Economic Sciences / E. S. Kuzmina. Novosibirsk, 2022. 183 p.

3. Korotchenya V. M. Russia and agriculture 4.0 / V.M. Korotchenya // The economics of agriculture in Russia. – 2018. – No. 6. – pp. 98-103.

4. Osipov V.S. Transition to digital agriculture: prerequisites, roadmap and possible consequences. Osipov, A.V. Bogoviz // The economics of agriculture in Russia. - 2017. –No. 10. – pp. 11-15.

5. Manzhosova I.B. Modernization of agriculture in the digital economy: analysis of problems and search for solutions – Stavropol: Sequoia, 2018. – 156 p .

6. Medennikov V.I. Digital platform for agriculture/ V.I. Medennikov, L.G. Muratova, S.G. Salnikov // Bulletin of Agriculture and Social Policy. – 2017. – No. 3. – pp. 111-113

7. Semenov S.A. Features of the implementation and prospects of the use of digital farming technologies in agriculture/ S.A. Semenov, S.A. Vasiliev, I.I. Maksimov // Bulletin of the Chuvash State Agricultural Academy. – 2018. – No. 1. – pp. 69-75.

8. Walter A. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture/ A. Walter, R. Finger, R. Huber, N. Buchmann// Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. – 2017. – Vol. 114. – N24. – P. 6148–6150.

9. Deichmann U. Will Digital Technologies Transform Agriculture in Developing Countries? / U. Deichmann, A. Goyal, D. Mishra // Agricultural Economics.- 2016.- 47(S1).- P. 21-33.

10. Economics of sustainable development and ESG-transformation of agricultural business / D. A. Antonova, T. I. Ashmarina, T. V. Biryukova [et al.]. – Moscow: OOO "Sam polygraphist", 2024. 175 p.

11. Manzhosova I.B. Formation of a strategy for agricultural modernization in the digital economy: abstract of the dissertation of Doctor of Economics. – Orel, 2019. – S. 17.

12. Subaeva A.K. Development of technology as the basis of digital transformation of the economy / A. K. Subaeva, V. T. Vodyannikov, Yu. V. Chutcheva, A.V. Eder // Bulletin of Kazan State Agrarian University. - 2023. – Vol. 18, No. 1(69). – pp. 162-168.

13. Shen S. Structure of a Digital Agriculture System and Agricultural Risks Due to Climate Changes / S. Shen, A. Basist, A. Howard // Agric. Agric. Sci. Proced.- 2010.- 1.- P. 42-51.-

14. Indicators of the digital economy: 2024 : a statistical collection / V.L. Abashkin, G.I. Abdrakhmanova, K.O. Vishnevsky [et al.] // National research. University of Higher School of Economics, Moscow: ISIEZ HSE, 2024. 276 p .

15. Chutcheva, Yu.V. Digital transformations in agriculture / Yu.V. Chutcheva, Yu.S. Korotkov, A. A. Kiritsa // Agroengineering. – 2021. – № 5(105). – Pp. 53-58.

16. Chutcheva, Yu. V. Management of the process of reproduction of means of production in agriculture / Yu. V. Chutcheva. Moscow : Goryachkin Moscow State Agroengineering University, 2011. 120 p.