

УДК 338.431.7

Е. В. Стовба

Бирский филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Бирск,
e-mail: stovba2005@rambler.ru

Р. Б. Габдулхаков

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа,
e-mail: ramzill@rambler.ru

А. В. Стовба

Бирский филиал ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», Бирск,
e-mail: stovbaav2006@rambler.ru

А. Г. Шарафутдинов

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», Уфа,
e-mail: aidar1641@yandex.ru

С. С. Низамов

ФГКОУ ВО «Уфимский юридический институт МВД России», Уфа,
e-mail: sadyk765@mail.ru

Н. Г. Мешкова

ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», Уфа,
e-mail: a.n.gel@mail.ru

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ДРАЙВЕР РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Ключевые слова: цифровизация, цифровые технологии, инновации, блокчейн, сельская местность, аграрное производство, сельское хозяйство.

В статье актуализируется роль и результирующее значение осуществления цифровизации и внедрения цифровых технологий в аграрной сфере. Показано, что активное внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве способствует успешной реализации стратегии инновационного развития и повышения уровня экономической эффективности агропроизводства. Подробно рассматриваются цифровые технологии, эффективно применяемые зарубежными фермерами в сельском хозяйстве. Представлены основные преимущества применения цифровых технологий в трех концептуальных аспектах: в рамках технологического потенциала, экономической эффективности и экологической устойчивости. Авторами исследуются ключевые проблемы и перспективы использования технологии блокчейна в сельском хозяйстве. Резюмируется, что переход к цифровому и инновационному сельскому хозяйству обуславливает применение комплексного (системного) подхода, который должен включать мероприятия по технологическому обновлению, внедрению образовательных инициатив и развитию цифровой инфраструктуры. Активное внедрение цифровых технологий будет способствовать достижению стратегических целей в области продовольственного обеспечения населения, экологического равновесия окружающей среды и социального развития сельских территориальных образований.

Е. В. Stovba

Birsk Branch of Ufa University of Science and Technology, Birsk,
e-mail: stovba2005@rambler.ru

R. B. Gabdulkhakov

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa,
e-mail: ramzill@rambler.ru

A. V. Stovba

Birsk Branch of Ufa University of Science and Technology, Birsk,
e-mail: stovbaav2006@rambler.ru

A. G. Sharafutdinov

Bashkir State Agrarian University, Ufa, e-mail: aidar1641@yandex.ru

S. S. Nizamov

Ufa Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia, Ufa,
e-mail: sadyk765@mail.ru

N. G. Meshkova

Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, e-mail: a.n.gel@mail.ru

DIGITAL TECHNOLOGIES AS AN INNOVATIVE DRIVER FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT

Keywords: digitalization, digital technologies, innovation, blockchain, rural areas, agricultural production, agriculture.

The article updates the role and resulting significance of digitalization and the introduction of digital technologies in the agricultural sector. It is shown that the active introduction of digital technologies in agriculture contributes to the successful implementation of the strategy of innovative development and increasing the level of economic efficiency of agricultural production. Digital technologies effectively used by foreign farmers in agriculture are examined in detail. The main advantages of using digital technologies are presented in three conceptual aspects: within the framework of technological potential, economic efficiency and environmental sustainability. The authors explore the key problems and prospects for using blockchain technology in agriculture. It is summarized that the transition to digital and innovative agriculture requires the use of an integrated (systemic) approach, which should include measures for technological updating, the introduction of educational initiatives and the development of digital infrastructure. The active implementation of digital technologies will contribute to the achievement of strategic goals in the field of food supply for the population, ecological balance of the environment and social development of rural territorial entities.

Введение

В современных условиях наблюдаемых глобальных вызовов и трендов, таких как достижение устойчивого развития, изменение климатической обстановки и необходимость обеспечения продовольственной безопасности, внедрение цифровых и инновационных технологий в сельском хозяйстве определяет актуальность и значимость данной проблематики. Безусловно, в эпоху цифровизации экономических процессов и углубления интеграционных связей применение инновационных технологий в сельском хозяйстве является стратегически важным направлением экономических исследований [2; 7].

Необходимо констатировать, что сегодня динамика развития аграрной экономики характеризуется активным внедрением цифровых и инновационных технологий, которые обуславливают выработку принципиально новых механизмов развития агропроизводства. Данные процессы открывают новые возможности для повышения эффективности, снижения экологического воздействия сельскохозяйственного производства и оптимизации управленческих решений в аграрном секторе.

В настоящее время цифровизация сельского хозяйства определяет использование

целого спектра технологий: от геоинформационных систем и спутникового мониторинга полей до применения робототехники, дронов, автоматизированных систем управления и искусственного интеллекта. Эти инновационные инструменты позволяют осуществлять точное земледелие на основе цифровизации данных о состоянии почвы, влажности, наличии питательных веществ и других ключевых агроклиматических параметров.

Важно подчеркнуть, что современные цифровые технологии, такие как искусственный интеллект, Big-data, блокчейн и интернет вещей открывают новые горизонты для повышения эффективности аграрного производства, минимизации воздействия на окружающую среду и улучшения качества агропродукции. Применение этих инновационных технологий позволяет осуществлять управление имеющимися ресурсами, прогнозировать урожайность культур, оптимизировать логистические цепочки. В то же время трансформация аграрного сектора экономики под влиянием цифровых инноваций связана с проблемными ситуациями, а именно с доступностью и адаптацией цифровых технологий для сельхозтоваропроизводителей, достижением условий кибербезопасности [6; 8].

Сегодня активное внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве способствует успешной реализации стратегии инновационного развития и повышения уровня экономической эффективности агропроизводства. При этом цифровые технологии могут быть представлены одним из ключевых инновационных драйверов функционирования аграрного сектора экономики, который модернизирует традиционные подходы к управлению агропроизводством, определяют достижение национальной и региональной продовольственной безопасности, устойчивого и гармоничного развития сельских территориальных образований и будут способствовать повышению конкурентоспособности российских сельхозтоваропроизводителей [1; 5]. Другими словами, развитие цифровизации является своеобразным катализатором формирования новой модели оптимизации земельных, производственных, трудовых ресурсов сельской местности.

Материал и методы исследования

В методологическом отношении настоящее исследование ориентировано на определение возможностей и преимуществ цифровизации сельского хозяйства, проблем практического использования реальных цифровых и инновационных технологий, активно применяемых сельхозтоваропроизводителями. Проведенное исследование базируется на использовании комплексного подхода, применение которого включает контент-анализ современных научных публикаций и статей, посвященных проблематике внедрения цифровых технологий в аграрном секторе экономики и определение ключевых тенденций, стратегических приоритетов развития цифровой экономики в сельской местности. Использование данного подхода помогает осуществить содержательную оценку влияния и воздействия цифровых технологий на позитивное развитие отечественных агроорганизаций и сельского хозяйства в целом.

Дальнейший этап исследования определял осуществление эмпирического анализа, который включал обработку актуальных информационных данных из баз данных, статистических источников, сборников и материалов различных ведомств и министерств, а также проведение экспертной оценки. Также применение современных методов научных исследований позволило выделить пре-

имущества использования цифровых технологий в сельском хозяйстве, а также определить проблемы и перспективы внедрения технологии блокчейн в аграрной сфере.

Результаты исследования и их обсуждение

В контексте глобальных экологических вызовов и достижения продовольственной безопасности, цифровизация сельского хозяйства может рассматриваться как технологическое новшество и объективно необходимое условие при переходе к рациональному использованию природных ресурсов, минимизации отходов в агропроизводстве, а также для обеспечения прозрачности поставок агропродукции на всех этапах жизненного производственного цикла. В долгосрочной перспективе цифровые и инновационные технологии будут способствовать формированию более гибких и адаптивных систем агропромышленного производства, которые могут эффективно реагировать на изменения климата и другие внешние вызовы.

В экономически развитых странах наблюдается активизация процессов внедрения цифровых технологий в агропроизводстве. Нами выделены цифровые технологии, используемые в сельском хозяйстве Австралии, Бразилии, Германии, Китая, Нидерландов, США и Японии (таблица).

Можно согласиться с мнением китайских исследователей, что появление цифровых технологий создало новые потенциальные возможности в области повышения уровня экономической устойчивости сельского хозяйства и развития агропроизводства [10]. В свою очередь, повышение уровня экономической устойчивости сельского хозяйства возможно на основе эффективного использования таких драйверов, как отраслевая трансформация, технологический прогресс и масштабная эксплуатация имеющихся ресурсов. При этом следует отметить явные различия в развитии цифровизации в сельской местности Китая по региональным, технологическим признакам, и наблюдается явная территориальная поляризация по степени внедрения цифровых технологий в аграрной сфере рассматриваемой страны.

Бразильские ученые подчеркивают сложность самого перехода от традиционного к цифровому сельскому хозяйству, и данный процесс зависит от многих взаимосвязанных факторов, барьеров и ограничений [9].

Цифровые технологии, используемые в сельском хозяйстве зарубежных стран

Страна	Цифровые технологии, используемые в сельском хозяйстве
Австралия	- технологии мониторинга состояния поголовья и процессов оптимизации кормления сельскохозяйственных животных (системы RFID и GPS-ошейники); - спутниковые технологии, дроны при картографии земель, мониторинге сельхозугодий, пастбищ и посевов сельхозкультур; - «умные» фермы, сенсорные технологии и технологии Интернета вещей (IoT) при оценке и мониторинге состояния почвы и сельхозкультур, оптимизации работы ирригационных систем и процессов водоснабжения; - технологии искусственного интеллекта и машинного обучения для планирования и оптимизации агротехнических операций и мероприятий.
Бразилия	- блокчейн-технологии для управления фермерами цепочками транспортных поставок и обеспечения логистики агропродукции; - дроны для оптимизации агротехнических операций и мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур; - технологии прецизионного земледелия (системы сенсорного и спутникового мониторинга состояния сельхозугодий и сельхозкультур) для управления агротехническими операциями; - комплексные цифровые платформы (Solinftec, Agrosmart) для эффективного управления фермерами различных процессов агробизнеса.
Германия	- автономные тракторы и дроны, сельскохозяйственные машины и автономные транспортные средства с системами автоматического управления, используемые при проведении агротехнических операций и мероприятий; - комплексные цифровые платформы для осуществления анализа и планирования фермерами различных агротехнических работ и мероприятий; - роботизированные системы с элементами искусственного интеллекта и алгоритмами машинного обучения для автоматизации рутинных агротехнических операций, при посеве и сборе урожая сельхозкультур.
Китай	- смарт-контракты при осуществлении контроля за сделками между поставщиками, продавцами и покупателями агропродукции; - сельскохозяйственные дроны (дроны Agras MG-1 компании DJI) при внесении в почву оптимальных доз минеральных удобрений, химикатов и пестицидов; - блокчейн-технологии (VeChain) и цифровые платформы для эффективного управления логистикой, цепочками транспортных поставок.
Нидерланды	- высокотехнологичные «умные» и «вертикальные» фермы, интеллектуальные теплицы (тепличные комплексы), которые управляются с использованием и искусственного интеллекта для выращивания различных сельхозкультур; - сенсорные технологии, методы машинного обучения, искусственного интеллекта при анализе и мониторинге состояния сельхозугодий, а также отдельных параметров, отражающих рост сельхозкультур.
США	- системы автоматического управления тракторами и комбайнами, технологии оптимального дифференцированного полива сельхозкультур и переменного внесения удобрений (Variable Rate Technology, VRT); - спутниковые технологии, дроны, технологии прецизионного земледелия (географические информационные системы GIS, глобальные навигационные спутниковые системы GNSS и GPS, геопространственные данные) при анализе и мониторинге земельных ресурсов, посевов сельхозкультур; - сенсорные технологии, технологии Интернета вещей (IoT) и искусственного интеллекта при проведении агротехнических операций и мероприятий, мониторинге состояния почвы, оптимизации ирригационных систем.
Япония	- беспилотные летательные аппараты для контроля и мониторинга состояния сельскохозяйственных земель; - автономные тракторы и роботизированные системы при реализации агротехнических работ, операций и мероприятий, при посеве и сборе урожая сельхозкультур.

Так, например, одними из ключевых барьеров и ограничений цифровизации в аграрной сфере являются: недостаточное развитие инфраструктуры сельской местности и отсутствие необходимых цифровых образовательных компетенций, технологических знаний у фермеров в области цифро-

вой экономики. В то же время позитивные факторы, активно влияющие на внедрение цифровых технологий в агропроизводстве, непосредственно связаны с самой готовностью фермеров к инновациям и их умениям рисковать, внедряя «цифру» на своих агропредприятиях.

С научной точки зрения интересным представляются разработки китайских ученых, которые проанализировали 344 статьи из базы данных Web of Science и выделили четыре основных направления (кластера) в области проблематики будущих исследований развития цифровой сельской экономики, а именно: «умное» сельское хозяйство и сохранение биоразнообразия окружающей среды; цифровизация и устойчивое развитие сельского хозяйства; цифровые технологии и управление сельским хозяйством; наличие «цифрового» интеллекта и принятие оптимальных управленческих решений фермерами [11]. В данном концептуальном аспекте стратегическое значение для развития сельского хозяйства имеют грамотное использование «цифровой» информации сельхозтоваропроизводителями, поддержка и стимулирование госорганами управления инноваций в аграрной сфере, осуществление геопространственного анализа развития цифровизации и внедрения цифровых технологий при проведении экологических исследований.

В рамках проведенного исследования нами выделены преимущества использо-

вания цифровых технологий в сельском хозяйстве. Данные преимущества применения цифровых технологий более подробно рассматриваются в трех ключевых аспектах, а именно: в рамках технологического потенциала, экономической эффективности и экологической устойчивости (рис. 1).

Следует подчеркнуть, что внедрение инновационных технологий позволит обеспечить рост экономической эффективности за счет оптимизации производственных процессов, улучшения управления ресурсами и повышения качества агропродукции. Применение «цифры» определяет результирующе воздействие в обеспечении экологической устойчивости агропроизводства, при этом способствуют рациональному использованию природных ресурсов и снижению негативного экологического воздействия на окружающую среду [3; 4]. Также можно констатировать, что цифровизация имеет не только позитивное, положительное воздействие на отрасли сельского хозяйства, но и оказывает определенный негативный эффект на сельский рынок труда, доходы населения сельских территорий.



Рис. 1. Преимущества использования цифровых технологий в сельском хозяйстве



Рис. 2. Проблемы и перспективы использования технологии блокчейн в сельском хозяйстве

Рассмотрим более подробно один из наиболее значимых инновационных инструментов цифровой экономики XX века – технологию блокчейна, использование которой наглядно раскрывает потенциал трансформации традиционных подходов и методов менеджмента и управления агропромышленного комплекса. Безусловно, сегодня технология блокчейна в цифровом сельском хозяйстве представляет собой не только технологическую инновацию, но и может рассматриваться в качестве новой парадигмы менеджмента, управления и организации агропроизводства, которая обуславливает применение комплексного (интегрального) подхода.

В концептуальном отношении блокчейн представляет распределенные базы данных, которые хранят массивы информации в формате последовательных блоков, защищенных криптографическими технологиями. Особенность блокчейна заключается в способности обеспечить, прозрачность используемых цифровых данных на основе управления цепочками создания стоимости агропродукции, внедрения «умных» (или смарт) контрактов при обеспечении автоматизации

и оптимизации процессов сельскохозяйственного производства.

Следует подчеркнуть, что технология блокчейна формирует уникальные возможности для отслеживания места производства, качества и сертификации агропродовольственной продукции, оптимизации логистических операций в аграрной сфере. В данном аспекте применение блокчейна, безусловно, повышает уровень доверия потребителей агропродовольственной продукции и способствует укреплению национальной (региональной продовольственной) безопасности.

На наш взгляд, внедрение блокчейна в цифровое сельское хозяйство позволяет расширить возможности автоматизации производственных процессов, значительно снизить транзакционные издержки, минимизировать риски неисполнения обязательств и на данной основе повысить эффективность производства агропродовольственной продукции. Также ключевым направлением современных исследований является разработка практических предложений по обеспечению кибербезопасности

сти и защиты данных в блокчейн-системах с учетом их открытого и децентрализованного характера использования.

Ключевым преимуществом применения блокчейна является создание цифровых платформ для торговли сельскохозяйственной продукцией, повышение возможностей использования цифровых сервисов, механизмов кредитования и страхования для крестьянских (фермерских) хозяйств и субъектов малого агробизнеса. В то же время при всех очевидных преимуществах использования блокчейна в сельском хозяйстве следует выделить основные проблемы и перспективы его использования (рис. 2).

Безусловно, проблемы внедрения блокчейна непосредственно связаны с наличием необходимых объемов инвестирования в техническую инфраструктуру, госрегулированием нормативно-правовым отношений и стандартизацией данных. При этом существует объективная необходимость обучения и подготовки специалистов, которые будут способны эффективно работать с блокчейн-технологиями.

Для эффективной реализации блокчейн-технологий в цифровом сельском хозяйстве объективно необходим системный подход, который должен включать разработку и адаптацию соответствующих технологических и нормативно-правовых решений, существенное инвестирование и обновление цифровой инфраструктуры, а также развитие систем обучения и повышение квалификации специалистов в области цифровизации.

На современном этапе важное значение имеет развитие международного сотрудничества в области применения блокчейна, проведение научных конференций и семинаров, обмен опытом в области цифровизации сельского хозяйства. Адаптация блокчейн технологий в сельском хозяйстве будет способствовать дальнейшему развитию отечественных агроформирований. Повышение цифровой грамотности сотрудников и работников агроформирований является условием эффективного применения блокчейн технологий на всех уровнях сельскохозяйственного производства.

Интеграция блокчейн технологии в цифровое сельское хозяйство непосредственно определяет перспективы достижения устойчивого развития сельского хозяйства. Данные условия должны основываться на повышении уровня эффективности агропроизводства, снижении экологического отрица-

тельного воздействия, развитию «зеленой» экономики, а также укрепления национальной и региональной продовольственной безопасности в контексте повышения качества жизни населения сельских территориальных образований.

Выводы

Таким образом, внедрение цифровых и инновационных технологий в сельском хозяйстве открывает новые возможности и перспективы для повышения уровня производительности и устойчивости развития агропромышленного комплекса. При этом для реализации этого стратегического потенциала объективно необходима разработка и внедрение эффективных механизмов государственной поддержки и стимулирования цифровых инноваций в сельском хозяйстве.

Следует учитывать, что практическое внедрение и интеграция цифровых технологий в сельском хозяйстве зависит от готовности общества и отдельных хозяйствующих субъектов к трансформации традиционных подходов ведения сельского хозяйства, а также от готовности действующей системы образования подготовить квалифицированных специалистов, которые могут применять инновационные технологии. В данном ракурсе необходимо выделить роль сотрудничества и взаимодействия между государством, научными институтами, образовательными учреждениями и частным сектором (инвесторами). Это сотрудничество может способствовать не только обмену знаниями и опытом в области цифровых инноваций, но и позволит совершенствовать стандарты оценки эффективности цифровых технологий в сельском хозяйстве, а также при подготовке специалистов, обладающих необходимыми компетенциями в области цифровой экономики.

Можно резюмировать, что переход к цифровому и инновационному сельскому хозяйству обуславливает применение комплексного (системного) подхода, который должен включать мероприятия по технологическому обновлению, внедрению образовательных инициатив и развитию цифровой инфраструктуры и, соответственно, будет способствовать достижению стратегических целей в области продовольственного обеспечения населения, экологического равновесия окружающей среды и социального развития сельских территориальных образований. Данный подход поможет не только

подробно исследовать технические, управленческие и функциональные аспекты внедрения цифровых инноваций в аграрном секторе экономики, но и позволит оценить их результирующее воздействие на развитие процессов агропроизводства в наблюдаемых условиях глобализации и изменения климатической обстановки.

Также следует выделить роль и значение технологии блокчейн, который является

одним из драйверов цифровой трансформации сельского хозяйства. В долгосрочной перспективе блокчейн может быть представлен как один из ключевых элементов цифровой сельской экосистемы и его активное использование будет способствовать устойчивому развитию аграрной сферы, повышению конкурентоспособности агроформирований и улучшению условий жизни сельских жителей.

Библиографический список

1. Галиев Р.Р., Ковшов В.А., Гусманов Р.У. Проект маркетплейса агроландшерингового кооператива // Вестник НГИЭИ. 2021. № 2 (117). С. 101-112.
2. Галиев Р.Р., Аренс Х.Д. Трансформированное сельское хозяйство Восточной Германии и Республики Башкортостан: реалии и перспективы // Российский электронный научный журнал. 2017. № 2 (24). С. 17-33.
3. Гусманов У.Г., Низомов С.С. Применение методов моделирования для повышения эффективности сельскохозяйственного производства // Никоновские чтения. 2016. № 21. С. 290-292.
4. Низомов С.С. Применение методов корреляционно-регрессионного и кластерного анализа при прогнозировании урожайности зерновых культур // Гуманитарные и социальные науки. 2014. № 2. С. 768-772.
5. Стомба А.В. Социально-философский смысл категории инновации // В мире научных открытий. 2012. № 7 (31). С. 153-163.
6. Стомба А.В., Соколов В.М. Проблемы инновационного развития российского общества // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-1. С. 731.
7. Шарапова Н.В., Шарапова В.М., Шарапов Ю.В. Применение информационных технологий в сельском хозяйстве // Международный сельскохозяйственный журнал. 2021. № 5 (383). С. 32-35.
8. Шарапова Н.В., Ялунина Е.Н., Шарапова В.М. Финансирование сельского хозяйства для внедрения цифровых технологий // Фундаментальные исследования. 2023. № 8. С. 50-56.
9. Dibbern T., Romani L.A., Massruha S.M. Main drivers and barriers to the adoption of Digital Agriculture technologies // Smart Agricultural Technology. 2024. Vol. 8. P. 100459.
10. Quan T., Zhang H., Quan T., Yu Y. Unveiling the impact and mechanism of digital technology on agricultural economic resilience // Chinese Journal of Population, Resources and Environment. 2024. Vol. 22, Is. 2. P. 136-145.
11. Xu J., Li Y., Zhang M., Zhang S. Sustainable agriculture in the digital era: Past, present, and future trends by bibliometric analysis // Heliyon. 2024. Vol. 10, Is. 14. P. e34612.