

УДК 338.43:004

**Ф.Ф. Закирова**

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования  
Центросоюза Российской Федерации «Российский университет кооперации»  
(Российский университет кооперации), Мытищи, email: farida-96@yandex.ru

## **ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Ключевые слова:** умное сельское хозяйство, цифровая трансформация, Сельское хозяйство 4.0, интеграция цифровых решений, облачные вычисления, большие данные, искусственный интеллект, оптимизация ресурсов, устойчивое производство, управление данными, открытые программные решения.

Статья посвящена рассмотрению концепции «умного сельского хозяйства» как важного элемента цифровой трансформации аграрного сектора в рамках концепции «Сельское хозяйство 4.0». В статье освещаются проблемы выстраивания единой архитектуры и стандартов интеграции цифровых решений, как один из путей создания эффективной цифровизации. Выявлена проблема разнородности подходов к цифровой платформе и ее функциональности, затрудняющей согласование процессов цифровой трансформации. Акцентируется внимание на внедрении технологий точного земледелия, дистанционного зондирования и роботизации, на использовании облачных вычислений, больших данных и искусственного интеллекта для создания единой интеллектуальной экосистемы с учетом региональных особенностей организации деятельности субъектов аграрного бизнеса. Особое внимание уделено на оптимизацию ресурсов, устойчивое производство, эффективное использование технологий, управление данными в качестве основных элементов цифровизации с целью повышения информативности процессов принятия управленческих решений. Предлагаются подходы к формированию эффективной цифровой платформы созданием экосистемы на основе открытых программных решений, учитывающих региональные особенности и способствующих оптимизации управления аграрным производством и снижению рисков.

**F.F. Zakirova**

Autonomous non-profit educational organization of higher education of the Centrosoyuz of the Russian Federation “Russian University of Cooperation” (Russian University of Cooperation), Mytishchi, email: farida-96@yandex.ru

## **DIGITAL TECHNOLOGIES FOR IMPROVING THE EFFICIENCY OF AGRICULTURE**

**Keywords:** smart agriculture, digital transformation, Agriculture 4.0, integration of digital solutions, cloud computing, big data, artificial intelligence, resource optimization, sustainable production, data management, open source software solutions.

The article is devoted to the consideration of the concept of “smart agriculture” as an important element of digital transformation of the agricultural sector within the framework of the concept of “Agriculture 4.0”. The article highlights the problems of building a unified architecture and standards of integration of digital solutions as one of the ways to create effective digitalization. The problem of heterogeneity of approaches to the digital platform and its functionality, which makes it difficult to harmonize the processes of digital transformation, is revealed. It focuses on the introduction of precision farming technologies, remote sensing and robotization, on the use of cloud computing, big data and artificial intelligence to create a unified intellectual ecosystem, taking into account the regional peculiarities of the organization of activities of agrarian business entities. Special attention is paid to resource optimization, sustainable production, efficient use of technology, data management as the main elements of digitalization in order to increase the informativeness of management decision-making processes. Approaches to the formation of an effective digital platform by creating an ecosystem based on open software solutions that take into account regional specifics and contribute to the optimization of agrarian production management and risk reduction are proposed.

В современных условиях глобализации и стремительной цифровизации экономики в агропромышленном комплексе происходит трансформация, ключевым элементом которой становится

концепция «Сельское хозяйство 4.0». Данная концепция опирается на внедрение передовых цифровых технологий в производственные и технологические процессы и рассматривается как важный

шаг на пути к шестому технологическому укладу. Целью концепции «Сельского хозяйства 4.0» является предоставление субъектам аграрного бизнеса инновационных методов снижения себестоимости продукции, повышения эффективности и удовлетворения растущих потребностей рынка агропродовольственных товаров [1]. Несмотря на неоспоримые положительные эффекты, реализация концепции сталкивается с целым рядом проблем, вызванным отсутствием единой архитектуры и стандартов интеграции цифровых решений как основополагающее направление цифровизации аграрного сектора, основанное на достижениях программной инженерии, моделирования процессов и анализа функций, интегрируют в себе технологии точного земледелия, дистанционного зондирования, роботизации, облачных вычислений. Единое структурное построение интеграции направлено на создание интеллектуальной системы, автоматизирующей производственно-экономические процессы и обеспечивающей тесную связь между производителями и потребителями продукции. Разработка и освоение данных технологий происходит в рамках шестого технико-технологического уклада и позволяет сельскому хозяйству завоевывать конкурентные преимущества за счет повышения уровня применения современных информационных технологий [2]. Успех реализации концепции «Сельское хозяйство 4.0» зависит от результатов внедрения технологий шестого технологического уклада в агропромышленный комплекс, что способствует переходу от традиционного к более эффективному, устойчивому и цифровизированному сельскому хозяйству. Реализация «Сельского хозяйства 4.0» способствует повышению эффективности и адаптивности агропроизводства, соответствует современным требованиям внешних и внутренних вызовов, способствует устойчивому развитию аграрной экономики.

#### **Цель исследования**

Цель исследования заключается в изучении современного состояния и анализе применения цифровых технологий, выявлении основных цифровых инструментов и решений для повышения эффективности сельского хозяйства.

#### **Материал и методы исследования**

Для проведения исследования были использованы как универсальные методы познания, так и специализированные инструменты для анализа экономических явлений: абстрактно-логический (в процессе выделения главных аспектов и построения логической последовательности сложных процессов); монографический (для углубленного изучения отдельных теоретико-методологических положений или явлений); структурный анализ (при изучении экономических процессов разложением на составные части и установлении взаимосвязей между ними); сравнительный анализ (для сопоставления свойств разных объектов, выявления общих черт и различий); системный подход (при формировании рекомендаций по согласованию системы взаимосвязанных элементов).

#### **Результаты исследования и их обсуждение**

Одним из направлений инновационного развития агропромышленного комплекса в современных условиях глобализации выступает цифровизация, которая предусматривает внедрение цифровых технологий в производственный и технологический процессы в рамках перехода сельского хозяйства на более высокие ступени технико-технологических укладов. Сегодня речь идет о развитии агропромышленного комплекса в рамках AGRICULTURE 4.0 (Сельское хозяйство 4.0) и шестого технико-технологического уклада. Сельское хозяйство 4.0 в современных условиях рассматривается как концепция развития технологий в аграрной сфере, охватывающая перестройку и переход к более высокому уровню производственно-технологических, экономически-организационных механизмов повышения эффективности сельского хозяйства за счет внедрения передовых цифровых технологий. Это, по сути, цифровая трансформация сельскохозяйственного производства. Шестой технико-технологический уклад представляет собой долгосрочный цикл экономического развития (примерно 2020-2090 гг.), основанный на перспективных технологиях и инновационных разработках. Основной характерной чертой технико-технологических уклад

дов выступает наличие соответствующего к уровню цивилизации общества комплекса взаимосвязанных и взаимодополняющих передовых технологий, определяющих производственные процессы, ресурсы и инфраструктуру [3,4].

Концепция «Сельское хозяйство 4.0» была разработана, чтобы предоставить сельскохозяйственным товаропроизводителям передовые технологии в условиях цифровой экономики для удовлетворения потребностей рынка агропродовольственных товаров и успешного решения производственных проблем, следовательно, для достижения более доступных цен в условиях открытого рынка и обеспечения минимальной себестоимости для представителей малого и среднего агробизнеса. В ближайшие годы ожидается, что Концепция «Сельское хозяйство 4.0» должна помочь решить проблемы развития отрасли за счет укрепления финансовой устойчивости субъектов агробизнеса в агропродовольственной цепи поставок, а также тяжести воздействия таких специфических внешних факторов, как природно-климатические условия, изменение рыночной конъюнктуры, внешняя экономическая политика [5,6]. В результате у представителей агробизнеса в условиях цифровой экономики появится реальная возможность своевременного реагирования и адаптации на рынке сельскохозяйственной продукции с учетом визуализации текущих тенденций в потребностях рынка продовольственных товаров. По сути, реализация Концепции «Сельское хозяйство 4.0» – это переход отрасли на новый технико-технологический уклад за счет успешного претворения в жизнь основных мероприятий по достижению целевых индикаторов развития аграрной сферы. Перечень основных мероприятий, предусматривающих проводить в процессе реализации концепции приведен на рисунке 1.

Реализация концепции «Сельское хозяйство 4.0» опирается на технологическую базу шестого технологического уклада, является прямым следствием развития и распространения технологий, разработанных и рекомендованных к производству в рамках характерных особенностей этого уклада, осуществляя процесс практического примене-

ния технологий шестого технологического уклада в сельском хозяйстве [7]. Таким образом, происходит переход от традиционного сельского хозяйства к более эффективному, устойчивому и цифровизированному. Эти две концепции тесно взаимосвязаны и взаимно усиливают друга: уклад предоставляет технологическую основу для сельского хозяйства 4.0, а аграрная сфера, в свою очередь, представляет производственную площадку для разработки и внедрения инновационных технологий.

Основными характерными особенностями взаимодействия и прямого влияния шестого технологического уклада на развитие сельского хозяйства являются следующие направления (рис. 2).

Одним из ключевых направлений цифровизации аграрного сектора экономики следует справедливо считать «умное сельское хозяйство», смысл которого заключается в комплексном внедрении современных инновационных решений, направленных на автоматизацию производственно-сбытовой деятельности и повышение экономической эффективности в сельском хозяйстве [8]. В концепции Научно-технологического развития цифрового сельского хозяйства «Цифровое сельское хозяйство» [9], в рамках данного проекта выделяют также и такие направления, как «Умная ферма», «Умное землепользование», «Умная теплица» и др. Однако, как отмечает В.И. Меденников, важной проблемой является «...отсутствие единой архитектуры и общих принципов интеграции их моделей, что в конечном итоге будет снижать эффективность их использования и устойчивость развития сельского хозяйства» [10]. Такой же позиции придерживаются М.А. Жукова и А.В. Улезько. По их мнению, «...в качестве конечной цели должна быть, возможность создания комплексной системы информационного обеспечения цифрового сельского хозяйства» [11]. При этом достижение этой конечной цели позволит использовать новые инструменты в управлении сельскохозяйственным производством.

Сдерживающим фактором решения обозначенной проблемы являются существенные различия в подходах к определению направлений деятельно-

сти цифровой платформы и ее функциональности, что вызвано отсутствием согласованности в определении границ процессов цифровой трансформации сельского хозяйства. Элементы системы масштабной цифровизации могут быть введены и интегрированы на региональном уровне с учетом их специфических особенностей для реализации Концепции «Сельское хозяйство 4.0», тем более в настоящее время в субъектах РФ при выделении целевого финансирования сельскохозяйственным товаропроизводителям основное внимание уделяется повышению технической оснащенности и роботизации аграрного сектора экономики. Цифровые технологии по их потенциальному вкладу в преобразование действующих методов регулирования производственных процессов отражают связь с современными тенденциями и инновационными технологиями в отрасли, прежде всего, в области сглаживания рисков управления аграрным сектором с учетом региональных особенностей. В связи с этим, идея формирования цифровой платформы возникла как интеграция разнородных, в основном, открытых программных решений для построения экосистемы. В РФ продвигается концепция создания цифровых платформ для нескольких направлений применения в сельскохозяйственном производстве. Концепция цифровой платформы охватывает несколько аспектов, таких как программная инженерия, моделирование процессов и их разработка, анализ функций, производительность ресурсов, алгоритмы тестирования, контроль производительности в отраслевом и региональном разрезе. В Российской Федерации особенно активно внедряются достижения в области точного земледелия, дистанционного зондирования, роботизации производственных процессов, аккумуляции и обработки больших массивов информации для эффективного управления в сфере растениеводства и животноводства [12]. Последние разработки, такие как облачные вычисления, Интернет вещей, система больших данных, Интернет блокчейн, робототехника и искусственный интеллект позволяют осуществлять интеграцию пока еще изолированных направлений раз-

работки в интеллектуальные, связанные блоки систем. Эти технологии позволят отечественному сельскому хозяйству развиваться в интеллектуальном, гибком и управляемом диапазоне путем формирования автономной, взаимосвязанной, блочной системы. Операции каждого вида сельскохозяйственного процесса будут автоматически интегрированы в производственную цепочку с помощью семантически активных технологий до конечного потребителя.

На основе реализации данных мероприятий и внедрения достижений в области цифровизации в рамках шестого технологического уклада сельское хозяйство получает конкурентные преимущества по уровню освоения современных информационных технологий. Основные характеристики аграрной сферы экономики, приобретаемые в результате применения достижений шестого уклада, приведены на рисунке 3.

Умное сельское хозяйство становится основной движущей силой цифровой трансформации аграрной сферы. За счет интеграции новых технологий стимулы, продвигаемые в Концепции «Сельское хозяйство 4.0», предусматривают консолидацию и эффективное управление данными, их анализ и использование для принятия управленческих решений по ключевым направлениям, как экономия природных и материально-технических ресурсов, сохранение и приумножение плодородия почвы, ограничение парниковых газов и выбросов углерода, повышение производительности за счет выполнения большего объема работ с меньшими затратами. Новый сельскохозяйственный век направлен на гармонизацию и взаимодействие с передовыми представителями отрасли для масштабирования инновационных методов ведения сельского хозяйства. Умное сельское хозяйство предлагает сельскохозяйственным товаропроизводителям возможность, технологии и услуги провайдеров, органов управления и других заинтересованных сторон, чтобы поделиться своим опытом и работами по оптимизации использования ресурсов в цепочке поставок в сельском хозяйстве с акцентированием особого внимания на устойчивости производства.

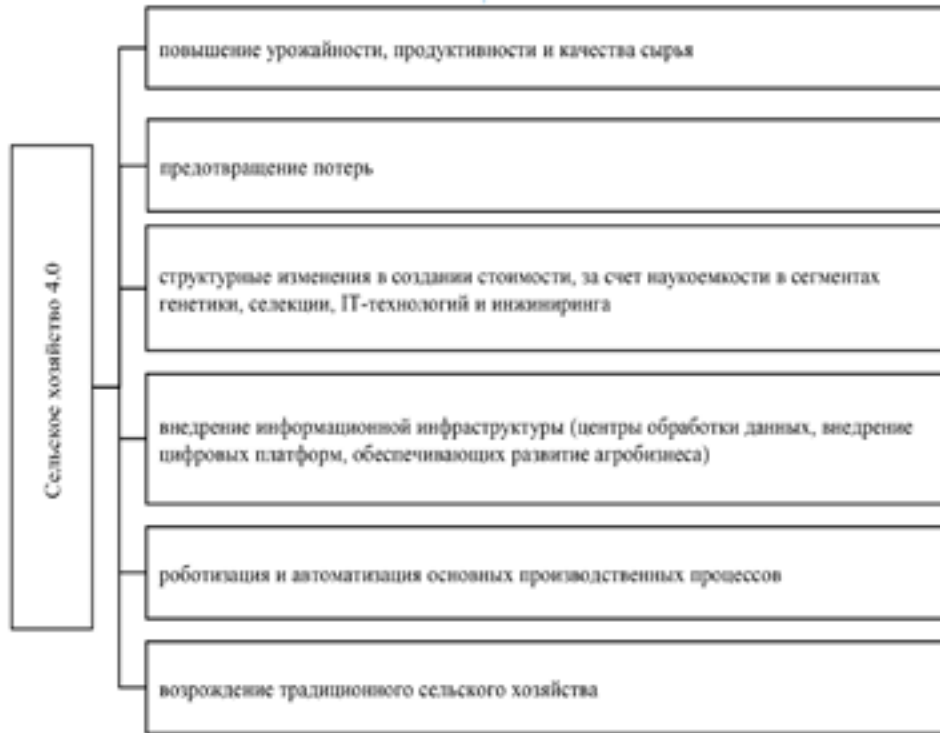


Рис. 1. Перечень основных мероприятий в рамках «Сельское хозяйство 4.0»

Источник: составлено автором.



Рис. 2. Элементы шестого технико-технологического уклада, влияющие на реализацию Концепции «Сельское хозяйство 4.0»

Источник: составлено автором.



Рис. 3. Характеристики «сельское хозяйство 4.0», основанные на принципах шестого технологического уклада

Источник: составлено автором.

В рамках проектов Концепции «Сельское хозяйство 4.0» планируется повторное использование имеющихся технологий точного земледелия для повышения качества выполнения целевых программ сельского хозяйства. Интеграция роботов в сельское хозяйство хорошо продумана и уже предложена в Концепции «Сельское хозяйство 4.0» заинтересованным сторонам. Благодаря инструментам точного земледелия будет обеспечена технологическая поддержка рыночной устойчивости пострадавших сельскохозяйственных регионов России в результате неблагоприятных природно-климатических условий.

Сельскохозяйственные роботы также исследуются в системе точного земледелия. Современные исследования в этой области охватывают адаптируемость конструкции роботов к особенностям сельскохозяйственного сектора экономики в региональном срезе, улучшение

условий навигации с помощью дополнительных датчиков и возможностей определения местоположения, а также обработку изображений в режиме реального времени и обнаружение камеры для максимального увеличения эксплуатационных возможностей, и поведения роботов и коллаборативных роботов (коботов). Роботы могут помогать людям в решении важных производственных задач или заменять их. Резервы снижения себестоимости продемонстрировали интенсивные исследования в области уменьшения ошибок в принятии управленческих решений, повышения точности расчетов путем моделирования и оптимального определения маршрута работы сельскохозяйственной техники. При этом новые проекты Концепции «Сельское хозяйство 4.0» предполагают финансирование интеграции сельского хозяйства на базе частно-государственного партнерства.

Управление данными и их рациональное использование является центральным звеном между цифровыми технологиями, возможностями трансформации и оптимального решения проблем отечественного сельского хозяйства. Основные вопросы исследования касаются консолидации репозитория данных с открытыми данными (природно-климатические условия, компактность размещения и т. д.), данными управления (особенности экономической политики страны и регионов, налоговые правила и т. д.) и данными о конкретных доменах от конечных пользователей. Типология данных весьма разнообразна (размеры землепользования, местоположение, энергия, климат, влияние на климат и т. д.), а объем данных постоянно увеличивается за счет интеграции датчиков и платформ. Данные инженерные усилия охватывают определение паттернов, алгоритмы классификации, корреляционно-регрессионный анализ и т. д. Все эти технологии предоставляют инженерно-технические возможности для формирования и оценки данных о динамике и эффективности сельскохозяйственного производства. Внедрение этих методов позволит обрабатывать данные о фермерах, интегрировать новые репозитории данных от внешних поставщиков, преобразовывать данные в знания и давать обоснование системы поддержки принятия решений. Средство обеспечения прозрачности данных с необходимыми проектами совместного использования ускорит процессы приема и извлечения данных.

### Выводы

Одним из основных направлений повышения эффективности агропромышленного

комплекса в современных условиях является создание и внедрение цифровых платформ в сельском хозяйстве, которые выступают не только в качестве технологического новшества, но и стратегической необходимостью. Комплексная цифровизация, интегрируя разрозненные технологии и процессы, играет важную роль в повышении производительности, снижении затрат и повышении качества продукции. Создание единой интеллектуальной системы на основе интеграции современных технологий предполагает внедрение технологий точного земледелия, дистанционного зондирования, роботизации, облачных вычислений и Интернета вещей, способствующих автоматизации процессов и улучшение взаимодействия между участниками единой цепочки создания конечного продукта и потребителями. Реализация концепции «Сельское хозяйство 4.0», внедрение роботизированных систем, автоматизированных процессов, направленных на оптимизацию использования природных, материально-технических, трудовых ресурсов, открывают новые возможности для повышения точности выполнения операций, увеличения объемов производства, сокращения материально-денежных и трудовых затрат, значительного снижения себестоимости единицы продукции и, в конечном счете, способствует повышению общей эффективности сельского хозяйства. Активная работа по освоению принципов шестого технологического уклада на основе масштабного внедрения цифровых технологий в современных условиях становится необходимым условием для обеспечения конкурентоспособности отечественного сельского хозяйства на мировом рынке.

### *Библиографический список*

1. Ситдикова Л.Ф. Развитие аграрного сектора экономики в условиях влияния внешних факторов // Экономика сельского хозяйства России. 2025. № 2. С. 56-65.
2. Авхадиев Ф.Н., Валиев А.Р., Михайлова Л.В. и др. Проблемные направления ресурсного обеспечения устойчивого развития агроэкономических систем // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023. Т. 18, № 1 (69). С. 155-161.
3. Субаева А.К., Мухаметгалиев Ф.Н., Мухаметшин И.С. и др. Теоретические основы технической модернизации сельского хозяйства в условиях цифровой трансформации // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2022. Т. 17, № 2 (66). С. 168-173.
4. Ситдикова Л.Ф., Файзрахманов Д.И., Мухаметгалиев Ф.Н. Стратегические задачи развития сельского хозяйства Республики Татарстан // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10, № 1 (35). С. 45-50.

5. Генералов И.Г., Солдатов А.А. Модернизация сельского хозяйства региона в контексте формирования «Индустрии 4.0» // Агропродовольственная политика России. 2024. № 2-3 (110). С. 2-9.
6. Ерлыгина Е.Г., Васильева А.Д. Цифровая трансформация сельского хозяйства // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 12. С. 281-285.
7. Ситдикова Л.Ф. Приоритеты и критерии устойчивого развития региональных агроэкономических систем // Финансовый менеджмент. 2023. № 4-2. С. 159-166.
8. Билалова Л.Р. Стратегическое управление предприятием АПК // Вектор экономики. 2018. № 4 (22). С. 67.
9. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р. «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». [Электронный ресурс]. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_221756/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_221756/f62ee45faefd8e2a11d6d88941ac66824f848bc2/) (дата обращения: 09.03.2025).
10. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
11. Меденников В.И. Цифровые технологии для национальной платформы «цифровое сельское хозяйство» // Хроноэкономика. 2020. № 5 (26). С. 12-17.
12. Жукова М.А., Улезько А.В. Перспективы цифровой трансформации сельского хозяйства: монография. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2021. 179 с.
13. Хабибуллина Л.А., Каримова Г.И., Михеева А.А. и др. Развитие отрасли животноводства в условиях цифровой экономики в Республике Татарстан // Бизнес. Образование. Право. 2023. № 1 (62). С. 41-46.

Дата поступления статьи в редакцию: 09.03.2025

Дата принятия статьи в печать: 03.04.2025