



Научная статья  
УДК 631.1:004.4  
doi: 10.55186/25876740\_2025\_68\_6\_767

## СМАРТ-ФЕРМЕРСТВО В РОССИИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ

О.И. Батистова

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

**Аннотация.** Статья посвящена комплексному анализу состояния, динамики развития и перспектив внедрения технологий смарт-фермерства в агропромышленном комплексе России. В работе детально рассматриваются ключевые технологические направления, которые определяют современную трансформацию сельского хозяйства, такие как точное и органическое земледелие, биотехнологии, интернет вещей, аналитика больших данных, применение беспилотных летательных аппаратов и роботизация производственных процессов. Целью исследования является не только оценка современного уровня проникновения этих технологий, но и выявление специфических для нашей страны стимулирующих (драйверов) и сдерживающих (барьеров) факторов. В статье проведен обзор существующих подходов к классификации технологий смарт-фермерства, а также предложена авторская классификация, основанная на степени их трансформационного воздействия на агроэкосистему и процессы принятия решений. Приведены конкретные примеры внедрения технологий смарт-фермерства в различных регионах России. Предложена упрощенная математическая модель для проведения сценарного анализа эффективности внедрения комплекса технологий и оценки их совокупного влияния на продуктивность фермерского хозяйства. Подчеркнута стратегическая значимость АПК для обеспечения продовольственной безопасности страны и наращивания ее экспортного потенциала, особенно в контексте глобальных климатических и демографических изменений, а также в рамках общемировой концепции «Сельское хозяйство 4.0/5.0».

**Ключевые слова:** смарт-фермерство, точное земледелие, цифровизация АПК, агроинновации, интернет вещей, большие данные, роботизация

Original article

## SMART FARMING IN RUSSIA: CURRENT STATE AND STRATEGIC CHALLENGES

O.I. Batistova

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

**Abstract.** The article is dedicated to a comprehensive analysis of the state, development dynamics, and prospects for implementing smart farming technologies in the agro-industrial complex of Russia. The paper details the key technological directions that define the modern transformation of agriculture, such as precision and organic farming, biotechnology, the Internet of Things, Big Data analytics, the use of unmanned aerial vehicles, and the robotization of production processes. The aim of the research is not only to assess the current level of penetration of these technologies but also to identify specific stimulating (drivers) and constraining (barriers) factors for our country. The article reviews existing approaches to the classification of smart farming technologies and also proposes an author's classification based on the degree of their transformational impact on the agroecosystem and decision-making processes. Specific examples of the implementation of smart farming technologies in various regions of Russia are provided. A simplified mathematical model is proposed for conducting a scenario analysis of the effectiveness of implementing a set of technologies and for assessing their cumulative impact on farm productivity. The strategic importance of the AIC is emphasized for ensuring the country's food security and increasing its export potential, especially in the context of global climatic and demographic changes, as well as within the framework of the global concept of «Agriculture 4.0/5.0».

**Keywords:** smart farming, precision agriculture, digitalization of agro-industrial complex (AIC), agro-innovations, internet of things, big data, robotization

**Введение.** Агропромышленный комплекс (АПК) имеет стратегическое значение для экономики России, обеспечивает ее продовольственную безопасность и имеет высокий экспортный потенциал. Глобальные климатические и демографические изменения, необходимость рационального использования ресурсов и усиление конкурентной борьбы на мировых рынках, ставят перед отечественным АПК задачу глубоких преобразований, основанных на инновационном развитии.

Численность населения неуклонно растет, и в ближайшие 30 лет спрос на продовольствие в мире увеличится в 1,7 раза по сравнению с нынешними объемами его производства. Согласно прогнозам ООН, к 2050 году на планете будет проживать 9,8 миллиарда человек. Для обеспечения их продовольственной безопасности потребуется нарастить производство продуктов питания на 70% [18]. Ведущие страны мира сегодня говорят о наступлении революции «Agriculture 4.0», способной создать условия для беспрецедентного роста урожайности и продуктивности [22, с.78]. Goldman Sachs констатирует завершение «аналогового периода» в сельском

хозяйстве и вступление отрасли в «цифровую эру» [18].

Согласно оценкам аналитического агентства MarketsandMarkets, к 2028 году мировой рынок цифровых технологий в сельском хозяйстве достигнет 25,4 млрд долл. США. В 2023 году его объем оценивался в 18,11 млрд долл. США. Лидирующие позиции занимает Северная Америка, где активно внедряются инновационные агротехнологии, включая искусственный интеллект (ИИ) и интернет вещей (IoT). Однако наиболее стремительный рост демонстрирует Азиатско-Тихоокеанский регион. Прогнозируется значительное увеличение мирового рынка ИИ-решений в аграрном секторе: с оценочных 1,7 млрд долл. США в 2023 году до 4,7 млрд долл. США к 2028 году [1]. Именно поэтому, одним из приоритетных векторов развития для нашей страны становится цифровизация отрасли, внедрение и применение технологий умного сельского хозяйства (Smart Farming).

Актуальность исследования особенностей развития смарт-фермерства в России продиктована двумя основными аспектами. С одной стороны, это соответствует стратегическому курсу

государства на цифровую трансформацию, который реализуется, в том числе, через федеральный проект «Искусственный интеллект» (входящий в национальный проект «Цифровая экономика») и охватывает АПК. С другой стороны, существуют объективные трудности и препятствия, тормозящие повсеместное внедрение таких технологий. Хотя вопросы цифровизации АПК активно дискутируются в научной среде [7, 11, 16], преобладающая часть работ либо концентрируется на конкретных технологиях (например, на точном земледелии или использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) [7], либо акцентирована на региональном и, реже, городском уровне [17], либо анализирует глобальные тенденции, не всегда принимая во внимание особенности российского контекста [14]. Комплексный анализ текущего состояния смарт-фермерства, ключевых стимулов и барьеров для внедрения смарт-технологий, а также оценка как уже достигнутых, так и потенциальных результатов их внедрения в агросекторе именно в российском контексте, учитывая масштаб страны, остается недостаточно проработанным.



Целью данной статьи является анализ современного состояния, тенденций внедрения технологий smart-фермерства в России и выявление ключевых факторов, способствующих и препятствующих этому процессу.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) рассмотрено понятие smart-фермерства и подходы к классификации технологий, составляющих его основу; 2) проанализированы наиболее значимые технологии smart-фермерства и примеры их внедрения в регионах России; 3) предложена простая математическая модель для проведения анализа сценариев внедрения технологий и оценки общей продуктивности фермерского хозяйства; 4) выявлены основные драйверы и барьеры цифровизации сельского хозяйства в специфических условиях нашей страны.

Научная новизна исследования заключается в: 1) комплексном анализе современного состояния и тенденций внедрения технологий smart-фермерства именно в национальном контексте, а также выявлении специфических для России драйверов и барьеров, что дополняет имеющиеся исследования, которые часто концентрируют внимание на глобальных трендах или отдельных технологиях; 2) систематизации существующих подходов к классификации технологий smart-фермерства в рамках единого аналитического формата (табличной структуры), что обеспечивает более целостное представление об их многообразии и предложении авторской классификации технологий по степени их трансформационного воздействия на агропроцессы и процессы принятия решений; 3) предложении упрощенной линейной математической модели для анализа сценариев внедрения технологий и оценки совокупной продуктивности фермерского хозяйства, которая учитывает уровень внедрения технологий, их потенциальный вклад, имеющиеся ресурсы и существующие барьеры.

**Методы и материалы исследования.** Исследование носит преимущественно аналитический характер и основывается на применении таких общенаучных методов познания как: анализ, синтез, сравнение, обобщение. Также применяются методы статистического анализа и экспертных оценок. Информационной базой исследования служат научные публикации отечественных и зарубежных авторов по проблемам цифровизации АПК, точного и органического земледелия, интернета вещей, больших данных и роботизации в агросекторе; данные и отчеты Министерства сельского хозяйства РФ; нормативно-правовые акты и стратегические документы РФ в области развития АПК и цифровой экономики; обзоры и аналитические отчеты консалтинговых компаний, исследовательских центров и международных организаций, компаний-разработчиков ИИ (MarketsandMarkets, Statista, Mordor Intelligence, Cognitive Pilot и др.); заявления представителей крупных агрохолдингов и госструктур.

**Результаты и обсуждение.** В настоящее время отсутствует единое, общепризнанное определение «smart-фермерства». Различные исследователи и практики предлагают собственные трактовки, основанные на их опыте и специфике деятельности. Под умным сельским хозяйством понимают высокотехнологичный комплекс решений, предоставляющий возможность максимально автоматизировать аграрную отрасль, улучшить как качественные, так

и количественные ее показатели, ключевые показатели эффективности (KPI) и повысить рентабельность производства [14].

Другое определение smart-фермерства подчеркивает его как практику ведения сельского хозяйства, основанную на устойчивых методах. Эти методы нацелены на удовлетворение возрастающих потребностей в продовольствии и, в то же время, на снижение негативного экологического воздействия. Такая стратегия находит поддержку и внедряется мировым сообществом [23, с. 22]. Smart-фермерство также определяется как точное сельское хозяйство, реализуемое при помощи современных ИКТ [24, с. 164].

При всем разнообразии определений, их объединяет понимание smart-фермерства в качестве концепции управления агропроизводством, основанной на интеграции современных ИКТ в сельское хозяйство для сбора, обработки, анализа данных и автоматизации производственных процессов с целью повышения его эффективности, устойчивости и продуктивности. К таким технологиям относятся роботизация, большие данные (Big Data), искусственный интеллект (ИИ), интернет вещей (IoT), беспилотные летательные аппараты (БПЛА), системы спутниковой навигации (ГЛОНАСС/GPS), и другие цифровые решения [25].

Для формирования целостного представления о многообразии подходов к типологизации технологий smart-фермерства, мы объединили в единую табличную структуру различные классификации, ранее описанные в отдельных публикациях (статьях, отраслевых отчетах, веб-сайтах компаний, СМИ). Категории и примеры технологий, перечисленные в таблице 1 являются общепринятыми и широко обсуждаемыми. Насколько нам известно, комплексный обзор, интегрирующий эти подходы в рамках единого аналитического формата, до сих пор не был представлен.

На наш взгляд, технологии smart-фермерства можно также классифицировать по степени трансформации агропроцессов, сместив внимание с типа технологии на ее функциональную роль, то есть степень воздействия на агроэкосистему и процессы принятия решений. Это менее технологически-центрированный и более системный подход. В соответствии с указанными критериями можно выделить следующие типы технологий.

1. *Цифровые советники* (Digital Advisors). Данные технологии расширяют человеческий потенциал, повышая продуктивность, точность и информированность, но не подменяют собой решающую функцию человека в выполнении задач и принятии решений. Они ориентированы на рост эффективности ручных или полуавтоматизированных операций. Примерами таких технологий могут быть датчики, фиксирующие состояние почвы, погоду и отображающие информацию на смартфоне фермера; GPS-технологии, облегчающие ручное управление техникой (подруливающие устройства); дроны для получения визуальной информации о состоянии полей, где анализ изображений выполняется непосредственно фермером.

2. *Цифровые Работники* (Digital Workers). Эти технологии автоматизируют и роботизируют задачи, заменяют ручной труд, что повышает точность операций и снижает влияние человеческого фактора. Принятие решений в основном происходит на основании ранее заданных параметров или простых алгоритмов. Это могут

быть роботы для выполнения механических задач (прополки полей, доения животных и уборки урожая); автопилоты для тракторов, которые ведут технику по ранее заданному маршруту; системы автоматического управления поливом и внесения удобрений, которые активируются либо по сигналам сенсоров, либо по расписанию и т.п.

3. *Технологии-стратегисты* (Strategist Technologies). Данные технологии выходят за рамки простого усовершенствования или замещения существующих методов ведения сельского хозяйства. Их суть заключается не только и не столько в выполнении отдельных функций или оказании помощи, сколько в коренном изменении парадигмы сельскохозяйственного производства. Функционирование таких технологий основывается на применении продвинутых алгоритмов, включая использование ИИ, сбор и анализ Big Data. За счет возможностей предиктивной аналитики и управления, всесторонней оптимизации производственных процессов, высокой адаптивности, а также создания новых производственных моделей, эти технологии позволяют управлять агроэкосистемой как целостным организмом, обеспечивая одновременную оптимизацию множества параметров и гибкое реагирование на динамичные изменения окружающей среды. Примером таких технологий являются ИИ-платформы, анализирующие комплексную информацию (погода, почва, данные со спутников, рыночную конъюнктуру) для формирования гибких рекомендаций по стратегии чередования культур, их выбору, срокам посева и уборки; полностью автономные системы управления микроклиматом в теплицах/вертикальных фермах, которые динамически регулируют освещенность, подачу питательных веществ и концентрацию CO<sub>2</sub> в соответствии с потребностями каждой конкретной партии на основе машинного зрения и ИИ и др.

Особенность предлагаемого подхода заключается в акцентировании внимания на трансформационных возможностях технологий, внедряемых в аграрные процессы, и изменении роли человека в управлении ими. Это отличается от традиционных классификаций, которые опираются преимущественно на тип устройств или сферу их применения, а не на сущностное воздействие технологий. Такая классификация делает акцент на системном характере и значимости передовых решений (например, технологий Big Data, ИИ, IoT), которые лежат в основе актуальных концепций «Цифрового сельского хозяйства 4.0/5.0».

К наиболее востребованным технологиям в современном АПК относятся: точное земледелие, биотехнологии, органическое земледелие, автоматизация и роботизация, применение IoT, Big Data и ИИ.

*Точное земледелие (Precision Farming).* Разнообразие типов земель показало, что обрабатывать их единообразно, используя стандартные гектары и условные поля, неэффективно. Чтобы добиться высокого качества урожая, требуется индивидуальный подход к каждому участку [4], учитывающий параметры температуры и влажности, состав почвы и содержание питательных веществ в ней. Такой дифференцированный подход стал возможен благодаря технологиям точного земледелия, которые базируются на GPS-навигации, данных метеостанций, датчиков и сенсоров, установленных на беспилотниках



Таблица 1. Классификация технологий смарт-фермерства  
Table 1. Classification of Smart Farming Technologies

Признак классификации	Примеры технологий	Примеры использования
По типу используемых технологий	Датчики и сенсоры (для мониторинга состояния почвы, животных, растений, атмосферные)	Датчики влажности, температуры, RFID-метки для мониторинга здоровья скота и др.
	Автоматизация и робототехника	Полевые и доильные роботы, роботы для сбора урожая и обработки полей, роботы-кормораздатчики, системы автоматического полива, тракторы с функцией автопилотирования и GPS-контролем
	Аналитические платформы	ПО для анализа данных и поддержки принятия решений на базе собранной информации; системы управления фермерским хозяйством (FMIS) для планирования бюджетов и севооборота, учета запасов и затрат, мониторинга потребления ресурсов и хода выполнения работ, расчета себестоимости, генерации отчетности и т.п.)
	Дроны	Для мониторинга состояния полей; для аэрофотосъемки растений с целью выявления заболеваний и нехватки влаги; точечного опрыскивания, внесения средств защиты растений и удобрений; подсчета поголовья скота и др.
По уровню интеграции	Локальные системы	Локальные метеостанции и сенсоры для отслеживания состояния растений, системы контроля полива и т.п.
	Региональные системы	Платформы, осуществляющие консолидацию данных, поступающих от различных фермеров одного региона с целью их последующей аналитической обработки. Могут использоваться для анализа тенденций, прогнозирования урожайности и обмена лучшими практиками. Например, Agdatahub предоставляет платформу API-Agro во Франции и Европе, которая поддерживает более 8000 пользователей и обеспечивает безопасный обмен данными между фермерами, агропредприятиями, государственными и исследовательскими организациями
	Глобальные системы	Международные платформы (спутниковые снимки, метеоданные и т.п.), основанные на обработке Big Data для анализа глобальных тенденций в сельском хозяйстве и помощи в принятии решений на уровне стран или континентов. Например, Copernicus Global Agriculture Project (Европейский Союз) предоставляет высококачественные климатические и спутниковые данные для анализа сельскохозяйственного производства; CGIAR Platform for Big Data in Agriculture — международная организация, которая объединяет исследовательские центры, работающие над решением проблем продовольственной безопасности
По направлению применения	Управление ресурсами	Оптимизация использования воды (капельное орошение), удобрений и иных ресурсов
	Мониторинг здоровья животных и растений	Системы, позволяющие мониторить состояние здоровья растений (например, спектрометры) и животных (например, носимые устройства для отслеживания активности и здоровья)
	Управление цепочками поставок	Инструменты, которые способствуют рационализации логистики и механизмов распределения продукции. Например, платформы для отслеживания продукции от поля до прилавка; управление запасами. Платформа Farm to Plate предоставляет полную прослеживаемость продуктов питания, начиная с фермера и заканчивая потребителем. Crop Analytica предлагает модульное ПО для прослеживаемости продукции, которое обеспечивает полную видимость цепочки поставок
По степени автоматизации	Полностью автоматизированные системы	Технологии, которые требуют минимального вмешательства человека. Например, автоматизированные теплицы с системами полива и контролем климата
	Полуавтоматизированные системы	Системы, которые требуют некоторого участия человека. Например, фермеры могут получать уведомления о необходимости вмешательства на основе данных от сенсоров
	Ручные системы с поддержкой технологии	Традиционные методы ведения хозяйства с использованием технологий для улучшения процессов. Например, фермер может использовать мобильное приложение для наблюдения за состоянием полей и получения экспертных советов и рекомендаций
По источнику данных	Собственные данные фермеров	Информация, собранная непосредственно с полей или от животных. Например, данные о состоянии почвы, об урожайности, здоровье животных
	Данные из открытых источников	Использование данных о погоде, состоянии почвы и других факторов из общедоступных ресурсов. Например, фермеры могут использовать данные метеостанции для планирования полевых работ
	Данные от сторонних поставщиков	Информация, предоставляемая специализированными компаниями и платформами. Это может включать в себя доступ к аналитическим инструментам или данным о рынке

Источник: составлено автором

и другой агротехнике. Сбор и анализ множества данных обеспечивают возможность фиксировать все агротехнические операции и оптимально распределять ресурсы (удобрения, семена, воду и др.).

В Краснодарском крае фермерское хозяйство «Новые технологии» внедрило системы точного земледелия с использованием специализированного комплексного ПО для отслеживания погодных условий, состояния почвы и растений. Это помогло снизить потери урожая на 30%. В Воронежской области на 20% увеличилась урожайность, уменьшился расход материалов и выросла точность обработки земельных участков при помощи использования дронов с целью защиты растений и оптимального распределения удобрений (Компания «Агро-Дрон Инновации») [7, с. 134].

**Биотехнологии.** Применение ГМО и других биотехнологических решений способствует росту урожайности сельскохозяйственных культур, их устойчивости к вредителям и заболеваниям. По международным оценкам, в 2023 году глобальный рынок биотехнологий достиг объема в 1,38 трлн долл. США. Прогнозируется, что в течение следующего десятилетия он как минимум утроится, достигнув уровня 4,25 трлн долл. США [10]. Агробiotехнологии охватывают широкий спектр направлений, в том числе растениеводство, животноводство и переработку сельхозпродукции.

В растениеводстве биотехнологии используются для повышения устойчивости растений к вредителям и улучшения плодородия почвы. В животноводстве инновационные методы находят применение в молекулярной селекции, производстве кормовых добавок и белков, в технологиях клонирования [21]. В настоящее время разработано более тридцати микробиологических средств, предназначенных для защиты растений. Эти препараты избирательно воздействуют на конкретные виды насекомых, птиц и животных, оставаясь при этом безопасными для человека и не нанося вреда окружающей среде. В области животноводства генная инженерия сосредоточена на изменении генетических характеристик животных с целью ускорения их роста, повышения удоев и улучшения качества продукции [21].

В 2026 году начнёт функционировать завод по глубокой переработке зерна компании «Дон-Биотек» в Ростове. Завод будет производить лизин сульфат — аминокислоту для сельскохозяйственных животных, которая помогает улучшить их продуктивность [9].

**Органическое земледелие.** Органическое земледелие представляет собой систему агротехнических практик, ориентированных на производство сельхозпродукции без применения ГМО, синтетических минеральных удобрений и химических пестицидов [12]. Органические методы ведения сельского хозяйства улучшают качество почвы и содействуют регенерации экосистем. По мнению властей, к 2030 году производство экологически чистых продуктов в нашей стране должно увеличиться в 12 раз, а потребление — в 6 раз [13]. Стратегия развития органического производства в России была одобрена и утверждена в 2023 году. Согласно документу, площадь земель, на которых используется технология органического земледелия, должна увеличиться с 655,5 тыс. га в 2021 году до 4,2 млн га. Объем потребления органической продукции в России к 2030 году составит







149,8 млрд руб., что значительно больше по сравнению с 24,4 млрд руб. в 2021 году [13].

Примером производства органических удобрений является завод «БГК-ВН». Он выпускает гранулированные удобрения из органических отходов круглый год. Агрохолдинг «СТЕПЬ» значительно расширил посевные площади, которые обрабатываются при помощи технологии No-till, и разработал собственную сеялку для прямого посева. [6].

**Автоматизация и роботизация, интернет вещей (IoT), большие данные (Big Data) и искусственный интеллект (ИИ).** Применение роботизированных решений в процессе посева, сбора урожая и ухода за животными значительно снижает зависимость от ручного труда. Такие системы способны функционировать круглосуточно и в любых погодных условиях, что делает их особенно востребованными в крупных агрохозяйствах. Доильные роботы, полевые роботы, роботы кормораздатчики и другая автономная техника постепенно вытесняют традиционный ручной труд и увеличивают производительность.

К примеру, в Ленинградской области (Лужский район) на племзаводе «Рапти» в июле 2024 года начала работу роботизированная молочная ферма. Стоимость проекта составила 400 млн. руб., а ожидаемый годовой объем производства молока должен вырасти до 18 тыс. тонн. В перспективе, к 2027 году предприятие планирует нарастить общее поголовье коров до 1,5 тыс., при этом ожидаемый уровень продуктивности составит 12 тыс. кг на корову [3].

ИИ, Big Data и IoT применяются на селе для прогнозирования урожайности и совершенствования агротехнических процессов. В растениеводстве интеграция ИИ, Big Data и IoT позволяет проводить детальный анализ состояния почвы и сельскохозяйственных культур, управлять процессами сбора урожая и планирования посевов. В животноводстве подобные решения используются для мониторинга состояния здоровья животных, подбора оптимального рациона, анализа их активности, движений и поведения. Датчики на технике применяются для мониторинга ее местоположения, оценки расхода топлива, режимов работы и т.п. [15].

Российская компания Cognitive Pilot разработала интеллектуальную систему для автономного управления сельхозтехникой. Решение под названием Cognitive Agro Pilot применяет технологии ИИ и использует видеокамеры для анализа окружающей обстановки. Система с помощью нейросетей глубокого обучения определяет объекты на пути техники, оценивает их положение и тип, после чего рассчитывает оптимальную траекторию движения и передает команды для её выполнения [15].

Использование IoT в российской аграрной сфере пока не получило широкого распространения и носит скорее исключительный характер. Примером зарубежной компании, работающей в данном направлении, является Fitbit. Она разрабатывает системы для отслеживания состояния здоровья животных, используя датчики для сбора информации о сердечном ритме и других физиологических показателях [5].

На основе известных функций продуктивности предлагается линейная математическая модель, которая может служить в качестве упрощенного инструмента анализа сценариев внедрения технологий и оценки совокупной продуктивности сельскохозяйственного предприятия.

По своей природе, эта модель представляет собой особую разновидность производственной функции, широко применяемой в экономике ( $\text{Выпуск} = f(\text{затраты})$ ), примерами которой служат функция Кобба-Дугласа или стандартные линейные регрессии. Однако данная модель отличается от них своей специфической структурой, а именно ролью показателей R и B.

Модель можно представить в виде следующей функции:

$$P = f(T_1, T_2, T_3, T_i, R, B) = (E_1 \cdot T_1 + E_2 \cdot T_2 + E_3 \cdot T_3 + E_i \cdot T_i) \cdot R - B,$$

где:

- $f$  — функция продуктивности фермерского хозяйства, которая показывает зависимость продуктивности от уровня внедрения технологий, имеющихся ресурсов и барьеров.
- $P$  — общая продуктивность фермерского хозяйства (в тоннах/гектар).
- $T_i$  — уровень внедрения технологии «i» (например, IoT, дроны, и т.п.). Уровень внедрения технологии ( $T_i$ ) может быть оценен по шкале от 0 до 1, где 0 — отсутствие технологии, а 1 — полное ее внедрение. Оценка уровня внедрения технологии может осуществляться на основе опросов, экспертных оценок, данных хозяйства.
- $E_i$  — потенциальный вклад технологии «i» в урожайность (в тоннах/гектар). Самый сложный параметр для оценки. Требуется проведение полевых экспериментов, анализа данных хозяйств, литературы, экспертных оценок.
- $R$  — уровень ресурсов, которые доступны для внедрения технологий (финансовые, рабочая сила и т.п.). Может быть измерен в денежных единицах или в условных единицах рабочего времени, или на основе оценки достаточности финансирования, качества техники, квалификации персонала и т.д. по шкале (например, 0-1).
- $B$  — барьеры внедрения технологий (прямые потери продуктивности в тоннах/гектар). Функция барьеров ( $B$ ) может быть линейной или нелинейной в зависимости от сложности внедрения технологий и может быть оценена на основе опросов фермеров и экспертов. Объяснение компонентов:  
1)  $(E_1 \cdot T_1 + E_2 \cdot T_2 + E_3 \cdot T_3 + E_i \cdot T_i)$  — это сумма вкладов всех технологий в продуктивность. Производство этих двух значений показывает влияние каждой технологии на общую продуктивность хозяйства;  
2)  $R$  — уровень ресурсов, который умножается на сумму вкладов технологий. Это означает, что даже если технологии внедрены, их эффект будет зависеть от доступных ресурсов;  
3)  $B$  — это барьеры внедрения технологий, которые снижают общую продуктивность. Чем выше барьеры, тем меньше продуктивность.

Данная модель дает возможность оценивать, как изменение уровня внедрения каждой технологии влияет на общую продуктивность; проводить сценарный анализ, изменяя значения  $T_i$ ,  $R$  и  $B$ , чтобы понять, какие комбинации технологий и ресурсов обеспечивают максимальную продуктивность; разрабатывать рекомендации для оптимального распределения ресурсов и достижения наилучших результатов; выявлять ключевые барьеры, которые могут значительно уменьшать продуктивность.

Однако предложенная математическая модель функции продуктивности имеет смысл и может быть полезна лишь в определенных

контекстах, а её корректность и применимость зависят от ряда факторов:

1) линейная комбинация технологий (модель предполагает, что вклад каждой технологии в общую продуктивность можно сложить линейно. Это может быть верно в определенных случаях, но не всегда. Например, в реальных условиях технологии могут взаимодействовать между собой (синергия или антагонизм), а это не учитывается в линейной модели;

2) коэффициенты эффективности ( $E_i$ ) должны быть определены на основе эмпирических данных или исследований, чтобы отражать реальное влияние технологий. Если эти коэффициенты не точные, то и вся модель будет неточной;

3) модель предполагает, что ресурсы ( $R$ ) прямо пропорциональны продуктивности. Это может быть верным для некоторых случаев, но не обязательно для всех. Например, эффективность использования ресурсов может зависеть и от других факторов (менеджмента и условий окружающей среды);

4) барьеры внедрения технологий являются важной составляющей, но они могут быть многогранными и их не всегда легко количественно оценить. Также их влияние может быть нелинейным.

Таким образом, предложенная модель предоставляет исходную базу для анализа сценариев внедрения технологий и оценки совокупной продуктивности фермерского хозяйства. Но для обеспечения более точного и реалистичного моделирования необходимо учитывать дополнительные факторы и применять более сложные методики, исходя из особенностей конкретной задачи и объема доступной информации.

Рассмотрим ключевые драйверы и барьеры цифровизации агросектора в специфических условиях России. Развитию smart-фермерства в нашей стране способствует ряд взаимосвязанных факторов.

**1) Государственная поддержка.** В рамках Указа Президента РФ от 7.05. 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года», определяющего цели и стратегические задачи развития страны до 2024 года, была разработана национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [2]. В контексте этой национальной инициативы Минсельхоз инициировал ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство» на период 2019-2024 годов [2]. Несмотря на ограниченное прямое финансирование, данный проект стимулирует активность регионов и бизнеса. В августе 2024 года правительство выделило свыше 3 млрд руб. на цифровую трансформацию АПК. Средства пойдут на развитие современных технологий в сельском и рыбном хозяйствах [19].

Сегодня, согласно экспертным оценкам, уровень цифровизации в российских сельхозпредприятиях достигает порядка 30%. Несмотря на то, что данный показатель является существенным, отмечается отставание от среднемировых тенденций. По прогнозам к 2026 году уровень цифровизации в отрасли должен составить 50%, к 2027 году — 75%, а к 2028 году — достигнуть 100%. В конце прошлого года Правительство актуализировало стратегическое направление в сфере цифровой трансформации агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов на период до 2030 года [16].

Свыше 60% крупных аграрных холдингов и средних по размеру фермерских предприятий



уже внедрили подобные технологии, что обеспечивает прирост урожайности в диапазоне 15-20%. Процессы цифровой трансформации охватили и другие сферы аграрного бизнеса — управление логистическими цепочками и реализацию готовой продукции. Около 55% сельскохозяйственных производителей прибегают к использованию цифровых платформ для сбыта своей продукции, тогда как 47% задействуют их для оптимизации логистических операций, что сокращает сопутствующие издержки на 8-12% [19]. Господдержка предусматривает различные механизмы: программы льготного кредитования и лизинга, направленные на приобретение современной техники, оснащенной цифровыми системами; предоставляются субсидии и гранты на разработку отечественных решений; на базе высших учебных заведений создаются научно-исследовательские центры, утверждаются магистерские образовательные программы [11, с. 221].

2) *Экономическая обоснованность, конкурентная среда и активность крупных агрохолдингов.* Увеличение стоимости ресурсов, нехватка рабочей силы на селе, необходимость повышения конкурентоспособности как на внутреннем, так и на мировом рынках, побуждают фермеров искать новые методы снижения затрат и роста эффективности. В последние годы крупные сельхозпредприятия значительно увеличили вложения в цифровые технологии и инновационные разработки. Эксперты НИУ ВШЭ прогнозируют, что к 2030 году объем спроса на инструменты ИИ в российском сельском хозяйстве может достигнуть 86 млрд руб., что в 20 раз выше, чем в 2020 году [11].

3) *Рост доступности базовых технологий и глобальные тренды.* Развитие национального рынка агротехнологий играет немаловажную роль в распространении цифровых решений. Данный процесс дополнительно стимулируется господдержкой ИТ-отрасли. Одновременно снижается стоимость базовых компонентов (сенсоров и GPS/ГЛОНАСС модулей), активно развиваются облачные сервисы, растет покрытие сельских территорий интернетом. Одним из стимулов для интереса к аграрным инновациям также является изучение актуальных глобальных трендов и обмен опытом.

Вопреки наличию драйверов, массовому внедрению технологий «смарт-фермерства» в России препятствуют существенные барьеры и вызовы.

1) *Значительные начальные инвестиции в технологии и их интеграцию, недостаточное развитие ИТ-инфраструктуры.* Недостаток финансовых ресурсов, высокий уровень затрат на закупку инновационного оборудования и ПО, дефицит квалифицированных кадров являются серьезными препятствиями для большинства аграрных предприятий [18]. Данные исследования Continental указывают на то, что меньшие по размеру фермы, как правило, менее цифровизированы. Около 20% ферм, имеющих площадь более 50 гектаров, вообще не используют цифровые технологии, в то время как для ферм размером 100 — 200 гектаров этот показатель равен 12%, а для ферм более 200 гектаров — 10%. В России наблюдается схожая тенденция. При этом следует учитывать, что стоимость внедрения цифровых решений в АПК часто составляет миллионы рублей, что делает их практически недоступными для малых и средних хозяйств [16]. Несмотря на это, государство предпринимает

активные шаги по усилению поддержки соответствующих инициатив с целью сокращения цифрового неравенства между малыми предприятиями и крупными агрохолдингами.

Согласно данным Минсельхоза РФ, на третий квартал 2024 года доля малых и средних сельхозпредприятий, внедривших цифровые технологии, составляла лишь 25-30%. Основным препятствием для более широкого распространения цифровизации в этом сегменте наряду с финансированием является незрелость ИТ-инфраструктуры и проблемы с доступом в интернет. Напротив, по оценкам Россельхозбанка, уровень проникновения цифровых инструментов на крупных предприятиях агросектора уже достиг 90% [20].

2) *Нехватка в сельских районах компетентных специалистов, способных работать с цифровыми технологиями и недостаточный уровень общей ИТ-грамотности населения* (согласно экспертным оценкам, текущая потребность российского агросектора в ИТ-специалистах составляет около 90 тысяч человек). Система аграрного образования и переподготовки кадров пока не в полной мере соответствует этим запросам [8].

3) *Вопросы кибербезопасности*, а именно повышение вероятности кибератак при использовании комплексных ИТ-систем в агросекторе диктует необходимость ревизии и усиления мер по обеспечению кибербезопасности.

4) *Несовершенство законодательной и нормативно-правовой базы*, регламентирующей внедрение и использование информационных технологий в АПК, включая регулирование применения БПЛА [8].

Эффективное преодоление данных барьеров может быть достигнуто только через синергетическое взаимодействие и системные усилия со стороны государства, бизнес-сектора и научного сообщества.

**Выводы.** Таким образом, внедрение агроинноваций и технологий «смарт-фермерства» являются ключевыми стратегическими направлениями для развития АПК России. Это обусловлено необходимостью обеспечения продовольственной безопасности, повышения эффективности производства в аграрном секторе, рационального использования ресурсов и роста конкурентоспособности на мировых рынках в условиях глобальных климатических и демографических изменений, а также концепции «Сельское хозяйство 4.0». В России происходит активное освоение и внедрение современных технологий в аграрный сектор. Этот процесс сопряжен с активной поддержкой государства, активностью крупных агрохолдингов и растущей доступностью базовых технологий. Основными драйверами развития «смарт-фермерства» в нашей стране выступают: экономическая обоснованность, стремление к повышению эффективности и конкурентоспособности, господдержка, активная позиция крупных агрохолдингов, развитие отечественного рынка агротехнологий и следование глобальным трендам. Главными барьерами на пути массового внедрения агроинноваций остаются: высокие первоначальные инвестиции, в особенности для малых и средних фермерских хозяйств; дефицит квалифицированных кадров и недостаточный уровень ИТ-грамотности в сельской местности; недостаточная развитость цифровой инфраструктуры (связь, интернет) в отдельных регионах; вопросы несовершенства законодательной и нормативно-правовой базы, кибербезопасности и т.п.

Проанализированные и предложенные в статье классификации технологий «смарт-фермерства» (включая авторскую по степени трансформации агропроцессов) и математическая модель оценки продуктивности могут служить эффективными аналитическими инструментами. Результаты исследования имеют практическую значимость для широкого круга лиц: госорганов (для формирования эффективной политики поддержки); сельскохозяйственных организаций (для разработки стратегий развития и принятия решений об инвестировании); образовательных и научно-исследовательских учреждений (для определения направлений исследований и подготовки кадров и др.). Преодоление существующих барьеров требует комплексного взаимодействия государства, бизнеса и научного сообщества.

#### Список источников

1. Агротехнологии в России: что стимулирует цифровизацию сельского хозяйства (2024). РБК Отрасли. <http://www.rbc.ru/industries/news/65a66ff09a79478212b6b4437ysclid=m6e7mhssn0107778156>, дата обращения: 15.04.2025.
2. Ведомственный проект «Цифровое сельское хозяйство»: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. 48 с.
3. Запуск роботизированной фермы за 400 млн рублей (2024). <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%A0%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B8>, дата обращения: 15.05.2025.
4. Инструменты цифровизации сельского хозяйства. Обзор и исследование (2021). Мэйк: <http://makeagency.ru/blog/instrumenty-tsifrovizatsii-selskogo-hozyaystva-obzor-i-issledovanie>, дата обращения: 03.04.2025.
5. Интернет вещей в сельском хозяйстве (2024). Интернет вещей в сельском хозяйстве (IoTAg), дата обращения: 5.04.2025).
6. Исследование отрасли регенеративного сельского хозяйства и экологических подходов к земледелию (2024). PCXB, Сколково, Dsight. [http://rshbdigital.ru/img/issledovanie\\_otrasli\\_regenerativnogo\\_selskogo\\_khozyajstva\\_i\\_ekologichnykh.pdf](http://rshbdigital.ru/img/issledovanie_otrasli_regenerativnogo_selskogo_khozyajstva_i_ekologichnykh.pdf), дата обращения: 15.03.2025.
7. Коптева Л.А., Игишев А.В. Влияние применения инновационных разработок и моделей на развитие агропромышленного комплекса российской федерации // ЭТАП: экономическая теория, анализ, практика. 2024. № 6. С. 125-142.
8. «Круглый стол» на тему «Цифровизация сельского хозяйства» (2025). Совет Федерации Федерального Собрания РФ. <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/164714>, дата обращения: 17.03.2025.
9. Кто и зачем развивает биотехнологии в России (2024). СберПро. <http://sber.pro/publication/zhivoi-organizm-kto-i-zachem-razvivaet-biotekhnologii-v-rossii/>, дата обращения: 20.03.2025.
10. Кто и зачем развивает биотехнологии в России (2024). Skolkovo Resident. Группа компаний DV Consulting. <http://skolkovo-resident.ru/biotekhnologii-v-rossii/>, дата обращения: 20.04.2025.
11. Мальсагова Р.Г. Проблемы и перспективы применения искусственного интеллекта, больших данных и блокчейн-технологий в сельском хозяйстве России // Международный сельскохозяйственный журнал. 2025. Т. 68, № 2. С. 220-224.
12. Органическое земледелие: основные принципы и особенности внедрения в сельхозпроизводство (2022). ASM-AGRO. <http://asm-agro.ru/articles/organicheskoe-zemledelie-osnovnye-principyi-i-osobennosti-vnedreniya-v-selhozproizvodstvo>, дата обращения: 2.03.2025.







13. Правительство России занялось органическим земледелием (2024). Независимая. [http://www.ng.ru/economics/2024-02-05/4\\_8940\\_agriculture.html](http://www.ng.ru/economics/2024-02-05/4_8940_agriculture.html), дата обращения: 02.03.2025.

14. Умное сельское хозяйство. Intelvision. <https://intelvision.ru.turbopages.org/intelvision.ru/s/blog/smartfarmblog>, дата обращения: 16.01.2025.

15. «Умные» фермы: как искусственный интеллект меняет сельское хозяйство (2023). РБК. [http://rbc.ru.turbopages.org/rbc.ru/s/technology\\_and\\_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7](http://rbc.ru.turbopages.org/rbc.ru/s/technology_and_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7), дата обращения: 18.12.2024.

16. Фомченков Т. Все больше сегментов агропрома работает под надзором цифровых помощников (2024). RG RU. <http://rg.ru/2024/10/24/ii-pravit-bal.html>, дата обращения: 15.12.2024.

17. Цыплакова, Е.Г., Афанасьев К.С., Меркулова И.Ф. Сити-фермерство как фактор развития городских сообществ и диверсификации региональной продовольственной политики (2021). XXV юбилейные Царско-сельские чтения: Материалы международной научной конференции. СПб: Издательство ЛГУ им. А.С. Пушкина, Том III. С. 230-233.

18. Цифровизация в агропромышленном комплексе России (2025). Цифровизация в агропромышленном комплексе России, дата обращения: 01.05.2025.

19. Цифровизация охватывает до 30% предприятий АПК в России. На нее потратят миллиарды рублей (2024). Цифровизация в агропромышленном комплексе России, дата обращения: 20.03.2025.

20. Цифровой животновод: как информационные технологии меняют агропром (2024). РБК Отрасли. <http://www.rbc.ru/industries/news/675c3af29a79471b3e2a5de1>, дата обращения: 19.12.2024.

21. Шарапова Н.С., Верева Т.В. Развитие биотехнологий в современном сельском хозяйстве. Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022). (2022). Сборник трудов VI Всероссийской научно-практической конференции с зарубежным участием. СПб. Издательство: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. С. 433-436.

22. Шуганов В.М. Основные направления развития цифровизации сельского хозяйства // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. 2021. № 2. С. 77-85.

23. Ali, A.; Hussain, T.; Tantashutikun, N.; Hussain, N.; Cocetta, G. Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production // Agriculture (2023). № 13, 397. P. 1-22.

24. Santhosh Mithra, Anandhu Raj, Seena jolith, Bhagya and Bineesh. Smart Farming for Smart Future of Agriculture // Journal of Rice Research (2023). Volume 15. P. 164-169.

25. Smart farming. Tech Target Network. <http://www.techtarget.com/iotagenda/definition/smart-farming>, дата обращения: 05.12.2024.

## References

1. Agrotekhnologii v Rossii: chto stimuliruet tsifrovizatsiyu sel'skogo khozyaistva [Agrotechnologies in Russia: What Drives the Digitalization of Agriculture] (2024). RBK Otraski. Available at: <http://www.rbc.ru/industries/news/65a66ff09a79478212b6b443?ysclid=m6e7mhssn0107778156> (accessed 15 of April 2025).

2. Vedomstvennyi projekt «Tsifrovoe sel'skoe khozyaistvo»: ofitsial'noe izdanie [Ministerial Project «Digital Agriculture»: Official Publication] (2019). Moscow, FGBNU «Rosinformagrotekh».

3. Zapusk robotizirovannoi fermi za 400 mln rublei [Launch of a Robotic Farm Worth 400 Million Rubles] (2024). Tadviser. Available at: <http://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F%D0%A0%D0%B0%D0%BF%D1%82%D0%B8> (accessed 15 of May 2025).

4. Instrumenty tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva. Obzor i issledovanie [Digitalization Tools in Agriculture: Review and Study] (2021). Mehik. Available at: <http://makeagency.ru/blog/instrumenty-tsifrovizatsii-selskogo-hozyaystva-obzor-i-issledovanie> (accessed 3 of April 2025).

5. Internet veshchei v sel'skom khozyaistve [IoT in Agriculture] (2024). Tadviser. Available at: Интернет вещей в сельском хозяйстве (IoTAg) (accessed 5 of April 2025).

6. Issledovanie otrasli regenerativnogo sel'skogo khozyaistva i ehkologichnykh podkhodov k zemledeliyu [A Study of the Regenerative Agriculture Sector and Sustainable Farming Practices] (2024). RSKHB, Skolkovo, Dsight. Available at: [http://rshbdigital.ru/img/issledovanie\\_otrasli\\_regenerativnogo\\_selskogo\\_khozyaystva\\_i\\_ekologichnykh.pdf](http://rshbdigital.ru/img/issledovanie_otrasli_regenerativnogo_selskogo_khozyaystva_i_ekologichnykh.pdf) (accessed 15 of March 2025).

7. Kopteva, L.A. & Igishev, A.V. (2024). Vliyaniye primeneniya innovatsionnykh razrabotok i modelei na razvitiye agropromyshlennogo kompleksa rossiiskoi federatsii [The Impact of Innovative Technologies and Models on the Development of the Agro-Industrial Complex of the Russian Federation]. ETAP: economic theory, Analysis, Practice, no. 6, pp. 125-142.

8. «Kruglyi stol» na temu «Tsifrovizatsiya sel'skogo khozyaistva» [Round Table on «Digitalization of Agriculture»] (2025). The Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation. Available at: <http://council.gov.ru/activity/activities/roundtables/164714/> (accessed 17 of March 2025).

9. Kto i zchem razvivaet biotekhnologii v Rossii [Who Develops Biotechnologies in Russia and Why] (2024). SberPro. Available at: <http://sber.pro/publication/zhivoi-organizm-cto-i-zchem-razvivaet-biotekhnologii-v-rossii/> (accessed 20 of March 2025).

10. Kto i zchem razvivaet biotekhnologii v Rossii [Who Develops Biotechnology in Russia and Why?] (2024). Skolkovo Resident. Gruppy kompanii DV Consulting. Available at: <http://skolkovo-resident.ru/biotekhnologii-v-rossii/> (accessed 20 of April 2025).

11. Mal'sagova, R.G. (2025). Problemy i perspektivy primeneniya iskusstvennogo intellekta, bol'shikh dannykh i blokchein-tehnologii v sel'skom khozyaistve Rossii [Problems and Prospects of using Artificial Intelligence, Big Data and Blockchain Technologies in Russian Agriculture]. International Agricultural Journal, vol. 68, no. 2, pp. 220-224.

12. Organicheskoe zemledelie: osnovnye printsipy i osobennosti vnedreniya v sel'khozproduktstvo [Organic Farming: Fundamental Principles and Implementation Features in Agricultural Production] (2022). ASM-AGRO. Available at: <http://asm-agro.ru/articles/organicheskoe-zemledelie-osnovnye-principiy-i-osobennosti-vnedreniya-v-selkhozproduktstvo/> (accessed 2 of March 2025).

13. Pravil'stvo Rossii zanyalos' organicheskim zemledeliem [The Russian government has turned its attention to organic farming] (2024). Nezavisimaya. Available at: [http://www.ng.ru/economics/2024-02-05/4\\_8940\\_agriculture.html](http://www.ng.ru/economics/2024-02-05/4_8940_agriculture.html) (accessed 2 of March 2025).

14. Umnnoe sel'skoe khozyaistvo [Smart Farming]. Intelvision. Available at: <http://intelvision.ru.turbopages.org/intelvision.ru/s/blog/smartfarmblog> (accessed 16 of January 2025).

15. «Umnnye» fermi: kak iskusstvennyi intellekt menyaet sel'skoe khozyaistvo [«Smart» Farms: How Artificial Intelligence Is Transforming Agriculture] (2023). RBK. Available at: [http://rbc.ru.turbopages.org/rbc.ru/s/technology\\_and\\_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7](http://rbc.ru.turbopages.org/rbc.ru/s/technology_and_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7) (accessed 18 of December 2024).

16. Fomchenkov T. (2024). Vse bol'she segmentov agroproma rabotaet pod nadzorom tsifrovyykh pomoshchnikov [An increasing number of agro-industrial sectors are operating under the supervision of digital assistants]. RG RU. Available at: <http://rg.ru/2024/10/24/ii-pravit-bal.html> (accessed 15 of December 2024).

17. Tsyplakova, E.G., Afanas'ev, K.S. & Merkulova, I.F. (2021). Siti-fermerstvo kak faktor razvitiya gorodskikh soobshchestv i diversifikatsii regional'noi prodovol'stvennoy politiki [Urban Farming as a Driver of Community Development and Regional Food Policy Diversification]. XXV yubileinye Tsarskoselskie chteniya: Proceedings of the International Scientific Conference (St Petersburg, Russia, April 20-21, 2021), SPB: LGU im. A.S. Pushkina, vol. III, pp. 230-233.

18. Tsifrovizatsiya v agropromyshlennom komplekse Rossii [Digitalization in the Agro-Industrial Complex of Russia] (2025). Tadviser. Available at: Цифровизация в агропромышленном комплексе России (accessed 1 of March 2025).

19. Tsifrovizatsiya okhvatyvaet do 30% predpriyatii APK v Rossii. Na nee potratyat milliardy rublei [Digitalization covers up to 30% of agricultural enterprises in Russia, with billions of rubles to be invested in its development] (2024). Tadviser. Available at: Цифровизация в агропромышленном комплексе России (accessed 20 of March 2025).

20. Tsifrovoy zhivotnovod: kak informatsionnye tekhnologii menyayut agroprom [The Digital Livestock Farmer: How Information Technologies Are Transforming Agribusiness] (2024). RBK Otraski. Available at: <http://www.rbc.ru/industries/news/675c3af29a79471b3e2a5de1> (accessed 19 of December 2024).

21. Sharapova, N.S. & Vereva, T.V. (2022). Development of Biotechnologies in Modern Agriculture. Digital Transformation of Economic Systems: Challenges and Prospects (ECO-PROM-2022). Proceedings of the 6th All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation (St Petersburg, Russia, November 11-12, 2022), SPB, Politekh-press, pp. 433-436.

22. Shuganov V.M. (2021). Osnovnye napravleniya razvitiya tsifrovizatsii sel'skogo khozyaistva [Main Directions of Development of Digitalization of Agriculture]. News of the Kabardino-Balkarian Scientific Center of RAS, no. 2, pp. 77-85.

23. Ali, A.; Hussain, T. & Tantashutikun, N. & Hussain, N. & Cocetta, G. (2023). Application of Smart Techniques, Internet of Things and Data Mining for Resource Use Efficient and Sustainable Crop Production. Agriculture, vol. 13 (2), 397, pp. 1-22.

24. Santhosh, Mithra, Anandhu, Raj & Seena jolith & Bhagya & Bineesh. (2023). Smart Farming for Smart Future of Agriculture. Journal of Rice Research, vol. 15, pp. 164-169.

25. Smart farming. Tech Target Network. Available at: <https://www.techtarget.com/iotagenda/definition/smart-farming> (accessed 5 of December 2024).

## Информация об авторах:

**Батистова Оксана Игоревна**, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры экономической теории и истории экономической мысли, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8805-4334>, SPIN-код: 8333-0320, o.batistova07@gmail.com

## Information about the author:

**Oksana I. Batistova**, candidate of economic sciences, senior lecturer, department of economic theory and history of economic thought, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8805-4334>, SPIN-код: 8333-0320, o.batistova07@gmail.com