

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

© Пьянкова Светлана Григорьевна

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»,
г. Екатеринбург, Российская Федерация

© Ергунова Ольга Титовна

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

© Белова Мария Валерьевна

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра
Великого», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Аннотация. Одним из ключевых факторов эволюции к интеллектуальному сельскому хозяйству является искусственный интеллект, который меняет подходы к управлению аграрными процессами, обеспечивая устойчивое развитие, автоматизацию и повышение конкурентоспособности. Цифровая трансформация аграрного сектора России обусловлена активным внедрением искусственного интеллекта, формирующим новый технологический уклад в сельском хозяйстве. Использование искусственного интеллекта в точном земледелии, роботизации сельскохозяйственных процессов и мониторинге почвенно-климатических условий способствует существенному росту урожайности, снижению затрат и минимизации воздействия на окружающую среду. В рамках проведённого исследования применены методы сценарного моделирования и полиномиальной регрессии второй степени, на основании которых получены прогнозные оценки, указывающие на устойчивую тенденцию увеличения количества хозяйствующих субъектов агропромышленного комплекса, внедряющих технологии искусственного интеллекта. Анализ выявил ключевые факторы, стимулирующие цифровую трансформацию, а также барьеры, сдерживающие данный процесс. Результаты исследования обосновывают целесообразность реализации скоординированной стратегии, предполагающей меры государственной поддержки, развитие и совершенствование инфраструктуры и кадрового потенциала. Настоящее исследование раскрывает тенденции и прогнозирует масштабы применения технологий искусственного интеллекта в сельском хозяйстве России до 2035 года, отмечая, что к этому периоду цифровизация охватит до семидесяти процентов предприятий аграрного комплекса. Несмотря на значительный

Для цитирования: Пьянкова С., Ергунова О.Т., Белова М.В. Искусственный интеллект в цифровой трансформации агропромышленного комплекса // Уфимский гуманитарный научный форум. 2025. №.1. С.237-254. DOI 10.47309/2713-2358-2025-1-237-254

потенциал, цифровизация требует решения ряда задач, связанных с инвестициями, подготовкой кадров и модернизацией инфраструктуры. В представленной работе сформулирован комплекс мер, направленных на внедрение интеллектуальных технологий в агропромышленный комплекс, а также на повышение конкурентоспособности российской сельскохозяйственной продукции международной арене.

Ключевые слова: интеллектуальное сельское хозяйство, искусственный интеллект, цифровая активность, автоматизация, Интернет вещей, конкурентоспособность, экспортный потенциал.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE DIGITAL TRANSFORMATION OF THE AGROINDUSTRIAL COMPLEX

© **Pyankova Svetlana Grigorievna**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ural State Economic University», Ekaterinburg, Russian Federation

© **Ergunova Olga Titovna**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», St. Petersburg, Russian Federation

© **Belova Maria Valerievna**

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University», St. Petersburg, Russian Federation

Summary. One of the key factors in the evolution towards intelligent agriculture is artificial intelligence, which is changing approaches to the management of agricultural processes, ensuring sustainable development, automation and increased competitiveness. The digital transformation of Russia's agricultural sector is due to the active introduction of artificial intelligence, which is forming a new technological way of life in agriculture. The use of artificial intelligence in precision farming, robotisation of agricultural processes and monitoring of soil and climatic conditions contributes to a significant increase in yields, cost reduction and minimisation of environmental impact. Within the framework of the conducted research the methods of scenario modelling and second degree polynomial regression were applied, on the basis of which forecast estimates were obtained, indicating a steady tendency to increase the number of economic entities of the agro-industrial complex implementing artificial intelligence technologies. The analysis revealed the key factors that stimulate digital transformation, as well as the barriers that inhibit this process. The results of the study substantiate the feasibility of implementing a coordinated strategy involving state support measures, development and improvement of infrastructure and human resources. This study reveals trends and forecasts the scale of application of artificial intelligence technologies in Russian agriculture until 2035, noting that by this period digitalisation will cover up to seventy per cent of agricultural enterprises. Despite the significant potential, digitalisation requires solving a number of problems related to

investment, training and modernisation of infrastructure. The presented paper formulates a set of measures aimed at introducing intelligent technologies in the agro-industrial complex, as well as at improving the competitiveness of Russian agricultural products in the international arena.

Keywords: smart agriculture, artificial intelligence, digital activity, automation, Internet of Things, competitiveness, export potential.

Введение. В условиях глобальной конкуренции и растущего спроса на продовольственную безопасность внедрение ИИ-технологий позволяет агропромышленному сектору повысить эффективность производства, снизить издержки и минимизировать влияние человеческого фактора. Важную роль в этом процессе играют цифровые технологии обработки больших данных, машинное обучение, дроновые и роботизированные системы, которые формируют новую парадигму управления аграрными ресурсами. Однако, несмотря на значительный потенциал, массовое внедрение ИИ в сельское хозяйство сталкивается с рядом барьеров: высокие затраты на разработку и интеграцию технологий; недостаток квалифицированных специалистов в области агроцифровизации; ограниченный доступ к данным и несовершенство цифровой инфраструктуры; технологическая неоднородность агропромышленных предприятий, где многие хозяйства работают по устаревшим моделям. Вместе с тем, перспективы развития ИИ в сельскохозяйственной отрасли обусловлены ускоренной цифровизацией, государственными мерами поддержки и расширяющейся экосистемой технологических решений. По данным Министерства сельского хозяйства РФ, внедрение цифровых технологий в агропромышленный сектор входит в перечень стратегических национальных приоритетов, направленных на повышение продовольственной безопасности и экспортного потенциала страны.

ИИ находит применение в различных сферах агропромышленного комплекса, включая точное земледелие – использование нейросетей и аналитики для оптимизации агротехнологий, мониторинг посевов и управление урожайностью – анализ спутниковых и дроновых данных для предупреждения потерь, оптимизация хранения и логистики – применение алгоритмов прогнозирования для снижения потерь на всех этапах цепочки поставок, автоматизация сельскохозяйственных процессов – внедрение роботов и автономных систем, заменяющих ручной труд. Эти технологии обеспечивают рост урожайности, сокращение затрат и повышение качества продукции, что критически важно в условиях нестабильного климата и дефицита сельскохозяйственных земель.

Цель работы – всестороннее изучение эффектов от внедрения искусственного интеллекта; определение, какие он создает конкурентные преимущества для отечественной продукции аграрного комплекса России, выявление сфер, в которых он применяется, а также разработка комплекса

рекомендаций по ускорению цифровой трансформации.

Задачами исследования являются: систематизация приоритетных направлений внедрения искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс с последующей оценкой их воздействия на показатели операционной эффективности и устойчивость развития отрасли, диагностика уровня технологической оснащенности сельскохозяйственных предприятий России с идентификацией ключевых детерминант, определяющих конкурентоспособность производимой аграрной продукции на внутреннем и внешнем рынках, разработка прогнозного сценария развития интеллектуальных технологий в агропромышленном производстве на период до 2035 года с учетом влияния глобальных технологических трендов, формулирование рекомендаций по ускорению цифровой трансформации отрасли, включая предложения по совершенствованию государственной поддержки и интеграции интеллектуальных систем в управленческие и производственные процессы агробизнеса.

Исследование посвящено изучению перспектив внедрения искусственного интеллекта в агропромышленный комплекс с акцентом на выявление ключевых направлений их практического применения, в чем и заключается научная значимость. В работе рассматриваются существующие барьеры и потенциальные пути их преодоления, что позволяет сформировать понимание процесса цифровизации сельского хозяйства. Полученные результаты направлены на разработку эффективных механизмов модернизации агропромышленного производства. Особое значение имеет выявление факторов, способствующих повышению конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции на международных рынках за счет использования передовых технологий.

Материал и методы. Сельское хозяйство переходит на использование искусственного интеллекта, Интернета вещей [1] и других цифровых технологий, где автономные системы становятся ключевым элементом модернизации и развития. Современные ИИ-решения в АПК обеспечивают не только автоматизацию процессов, но и создают основу для устойчивого развития отрасли. Трансформация открывает новые возможности для повышения конкурентоспособности агропродукции, одновременно решая задачу продовольственной безопасности. В научной литературе ИИ в сельском хозяйстве рассматривается с различных позиций:

1. Автоматизация агропроизводства: применение роботов [2], дронов и автономных систем для выполнения рутинных операций [3].
2. Точное земледелие: использование машинного обучения [4] и IoT [5] для управления урожаем [6, 7].
3. Мониторинг почвы и посевов: анализ данных с метеостанций, спутников и беспилотных летательных аппаратов [8].
4. Оптимизация логистики и цепочек поставок: применение AI-аналитики для сокращения издержек и снижения продовольственных потерь [9].

Исследования Ринаса Н.А., Косникова М.С. [10] показывают, что алгоритмы машинного обучения активно применяются для мониторинга состояния почвы и оценки качества зерновых культур, что значительно повышает урожайность и снижает затраты на агрохимикаты.

В свою очередь, М. Н. Осовин [11] рассматривает внедрение ИИ в российских агропредприятиях и выделяет основные барьеры цифровизации, включая недостаток подготовки кадров и высокие затраты на технологическую адаптацию.

Анализ работы В. В. Чистова, И. В. Захарченко, В. М. Павленко [12] подтверждает, что использование ИИ в точном земледелии позволяет не только минимизировать риски, связанные с изменением климата, но и рационализировать применение удобрений и пестицидов, что способствует экологически устойчивому сельскому хозяйству.

Одним из наиболее перспективных направлений является автоматизация борьбы с вредителями и заболеваниями сельскохозяйственных культур. В отчете Евразийской экономической комиссии отмечается, что ИИ-решения позволяют снизить использование химических средств защиты за счет точечного выявления пораженных участков, что делает производство более экологичным и рентабельным.

Aali Mana и другие [13] рассматривают важность сельского хозяйства как основного источника продовольствия и его уязвимость перед изменениями климата и экологическими проблемами, особенно в менее развитых странах. Авторы [14] подчеркивают, что использование искусственного интеллекта в сельском хозяйстве поможет преодолеть эти вызовы, способствуя устойчивому развитию и точному земледелию. В статье представлен обзор новейших и перспективных технологий ИИ в агропромышленном секторе, а также анализируется его роль в переходе к «умному» сельскому хозяйству и достижении глобальных целей устойчивого развития.

Эффективное управление сельскохозяйственными ресурсами невозможно без оптимизации технологий и внедрения цифровых инструментов. А.У. Sun, В.Р. Scanlon, [15] отмечают, что ИИ в агрологистике позволяет минимизировать транспортные издержки, прогнозировать спрос и сокращать потери при хранении сельхозпродукции. Исследования [16, 17] рассматривают ИИ как ключевой инструмент обеспечения продовольственной безопасности.

Современные исследования подтверждают значимость цифровых технологий на каждом этапе сельскохозяйственного производства. Анализ 110 научных работ демонстрирует, что интеллектуальные системы стали неотъемлемой частью всего производственного цикла - от выращивания растений и содержания скота до переработки и утилизации отходов.

Важными аспектами использования ИИ в продовольственной системе является мониторинг сельскохозяйственных культур – использование компьютерного зрения для диагностики заболеваний растений, по мнению М.С.

Selvaraj [18] - предиктивная аналитика в прогнозировании урожая, машинное обучение для расчета индекса дефицита почвенной влаги, по мнению некоторых [19] ИИ важны цифровые двойники в послеуборочной обработке продукции, нейросети применяются для оптимизации хранения

Современные исследования подтверждают, что переход к интеллектуальному сельскому хозяйству в рамках Индустрии 5.0 и 6.0 требует активного внедрения ИИ-технологий. Тем не менее, процесс технологической трансформации сельского хозяйства сопряжен с существенными трудностями [20]. Среди ключевых проблемных аспектов можно выделить дефицит квалифицированных кадров, способных работать с современными цифровыми решениями, а также значительные финансовые вложения, требуемые для внедрения инновационных систем. Дополнительным сдерживающим фактором выступает отсутствие адаптации законодательных механизмов.

Данное исследование посвящено анализу влияния искусственного интеллекта (ИИ) на развитие сельского хозяйства в России, прогнозированию его эволюции до 2035 года, а также оценке эффективности внедрения ИИ-технологий для оптимизации агропромышленных процессов, повышения урожайности и укрепления экспортных позиций страны. В рамках работы используются как количественные, так и качественные методы анализа, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Описание используемых методов исследования

Метод	Описание	Цель применения	Ожидаемые результаты
Статистический анализ	Анализ официальных данных (Росстат, Минсельхоз РФ), сравнительный анализ уровня цифровизации агропромышленного комплекса (АПК) в регионах России.	Определение текущего состояния внедрения ИИ в сельское хозяйство, выявление различий по регионам.	Определение уровней цифровизации АПК, выявление ключевых факторов, влияющих на внедрение ИИ.
Сценарное прогнозирование	Оценка возможных сценариев развития ИИ в сельском хозяйстве с учетом глобальных трендов и государственной политики.	Прогнозирование развития ИИ-технологий в АПК России до 2035 года.	Формирование сценариев роста ИИ в сельском хозяйстве, учет различных факторов влияния.
Метод экстраполяции	Прогнозирование на основе текущих трендов цифровизации, данных международных аналитических агентств	Оценка темпов развития ИИ в сельском хозяйстве, определение ключевых направлений роста.	Прогноз внедрения ИИ в различных сферах АПК, динамика изменения показателей цифровизации.

Метод	Описание	Цель применения	Ожидаемые результаты
	(<i>MarketsandMarkets, UNCTAD</i>).		
Эконометрическое моделирование	Построение моделей, оценивающих влияние ИИ на аграрные процессы (оптимизация удобрений, прогнозирование вредителей, автоматизация).	Выявление количественного эффекта внедрения ИИ на экономику агросектора.	Оценка влияния цифровых технологий на урожайность, снижение затрат, повышение эффективности производства.
Регрессионный анализ	Выявление зависимости между уровнем цифровизации и производственными показателями сельского хозяйства.	Определение взаимосвязи между цифровыми технологиями и результатами агропроизводства.	Количественная оценка влияния ИИ на урожайность, затраты, ресурсоэффективность.

Данный комплекс методов позволяет провести всесторонний анализ внедрения ИИ в сельское хозяйство России, выявить его влияние на производительность, устойчивое развитие и экспортный потенциал агропромышленного комплекса.

На первом этапе будет проведена оценка текущего уровня цифровизации агропромышленного комплекса России, с особым вниманием к применению технологий искусственного интеллекта. Для этого применяются методы статистического анализа, включая сравнительное исследование цифровизации сельского хозяйства в различных регионах страны. В качестве источников данных рассматриваются официальные отчёты Росстата, Министерства сельского хозяйства РФ и профильных аналитических центров.

На следующем этапе будет построен прогноз развития ИИ в агропромышленном секторе России до 2035 года. Для этого применяется метод сценарного прогнозирования, учитывающий глобальные технологические тренды и стратегические приоритеты государственной политики в области цифровизации сельского хозяйства. Методика экстраполяции, основанная на анализе текущих тенденций и данных международных исследовательских организаций (например, "AI in Agriculture Market Report" от MarketsandMarkets, "Digital Economy Report" UNCTAD), позволит смоделировать предполагаемую динамику развития технологий. При прогнозировании будут учтены такие факторы, как доступность ИИ-решений для аграрного сектора, подготовка специалистов в области агроцифровизации и степень поддержки государством внедрения интеллектуальных систем в сельском хозяйстве.

Дополнительно, для оценки изменений в распределении ресурсов и трансформации методов ведения сельского хозяйства будет использовано эконометрическое моделирование. Этот подход позволит оценить влияние

внедрения ИИ на ключевые аспекты агропроизводства. Методы регрессионного анализа помогут установить взаимосвязь между уровнем цифровизации и производственными показателями сельского хозяйства. Так, используемый комплекс методов позволит провести всесторонний анализ внедрения ИИ в сельское хозяйство России, оценить его влияние на продуктивность агросектора, устойчивое развитие отрасли.

Результаты и их обсуждение. Проведем анализ структуры сельскохозяйственных единиц РФ за 2000-2024 годы.

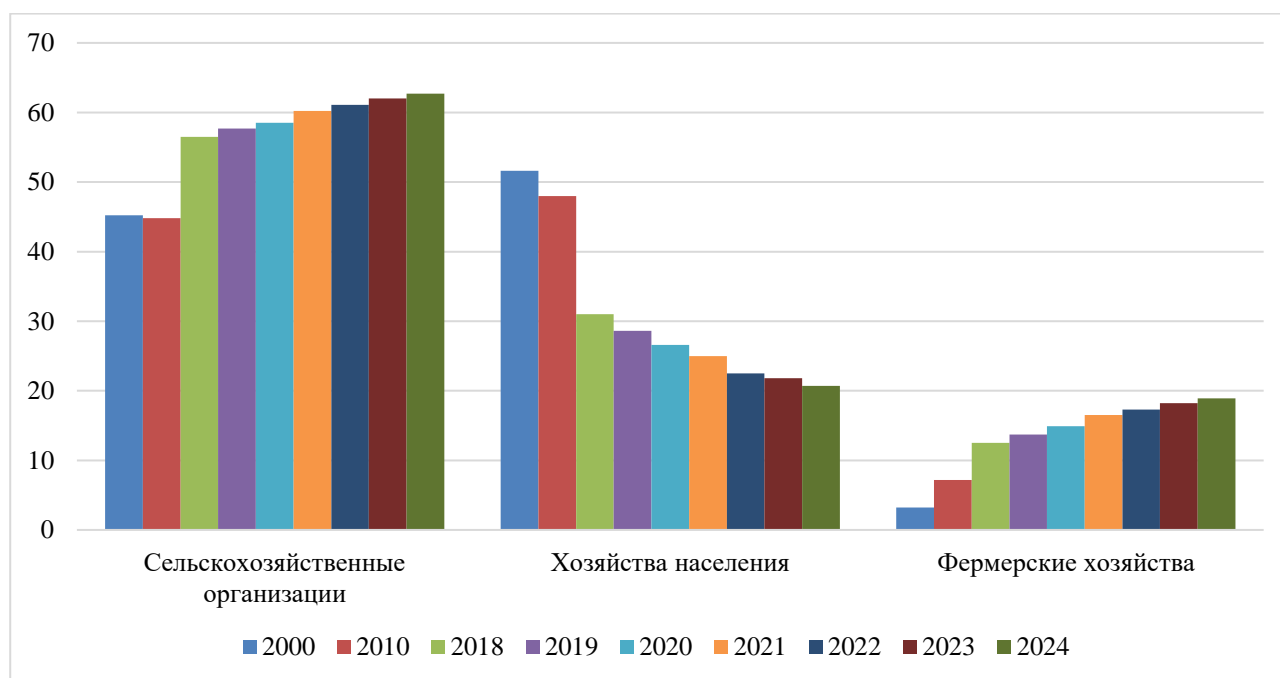


Рисунок 1 – Структура сельскохозяйственных единиц Российской Федерации по категориям, 2000-2024 гг.

На рисунке 1 представлена структура сельскохозяйственных субъектов в Российской Федерации, классифицированная с 2000 по 2024 год. Преобразование агропромышленных практик и динамика структуры комплекса показывает потенциал внедрения цифровых технологий, в частности искусственного интеллекта.

На протяжении последних двух десятилетий в российском сельском хозяйстве наблюдается прогресс и рост, однако интенсивность развития заметно отличается в зависимости от типа сельскохозяйственных единиц. Перестройка отрасли произошла в 1990-е годы, когда происходил переход от планово-распределительной системы к рыночным механизмам регулирования. Эти изменения сопровождалось преобразованием колхозной системы (распад коллективных хозяйств) в создание диверсифицированной структуры аграрного производства. С 2010-х годов крупные сельскохозяйственные организации преобладают над хозяйствами населения и фермерскими хозяйствами, их доля растет с каждым годом. Развитие аграрного сектора во многом связано с

активным применением современных технологических решений, включая автоматизированные системы управления и точное земледелие. Наиболее крупные агропромышленные предприятия активно внедряют интеллектуальные системы управления, робототехнику, технологии Интернета вещей и искусственного интеллекта, что позволяет им оптимизировать затраты и существенно наращивать объемы выпускаемой продукции, укрепляя таким образом свои рыночные позиции. Параллельно отмечается сокращение численности личных подсобных хозяйств, что объясняется совокупностью таких факторов, как отток сельского населения в городские районы, увеличение себестоимости производства и усилившейся конкурентной борьбой.

Фермерские предприятия продемонстрировали значительное расширение, особенно с 2000 по 2020 год, со значительными темпами роста — 649,15% к 2010 году и 445,36% к 2020 году. Хотя этот рост замедлился к 2024 году, эта категория остается динамичной со значительным потенциалом для дальнейшей интеграции цифровых технологий. Таблица 2 ниже суммирует эти структурные преобразования.

Таблица 2 – Структурные изменения в сельском хозяйстве РФ

Категория сельскохозяйственных предприятий	2000 г.	2010 г.	2020 г.	2024 г.	Тенденция (тренд)
Крупные агропредприятия	Доминируют	Рост	Доминируют	Доминируют	Существенный рост за счет цифровизации
Личные подсобные хозяйства	Высокая	Снижение	Сокращение	Низкая	Снижение из-за миграции и роста издержек
Фермерские хозяйства	Зарождение	+649,15%	+445,36%	Умеренный рост	Быстрый рост, стабилизировавшийся к 2024 г.

Проведем анализ цифровой активности предприятий агропромышленного комплекса. Рисунок 2 иллюстрирует уровень цифровой активности в российских сельскохозяйственных организациях с 2016 по 2024 год.

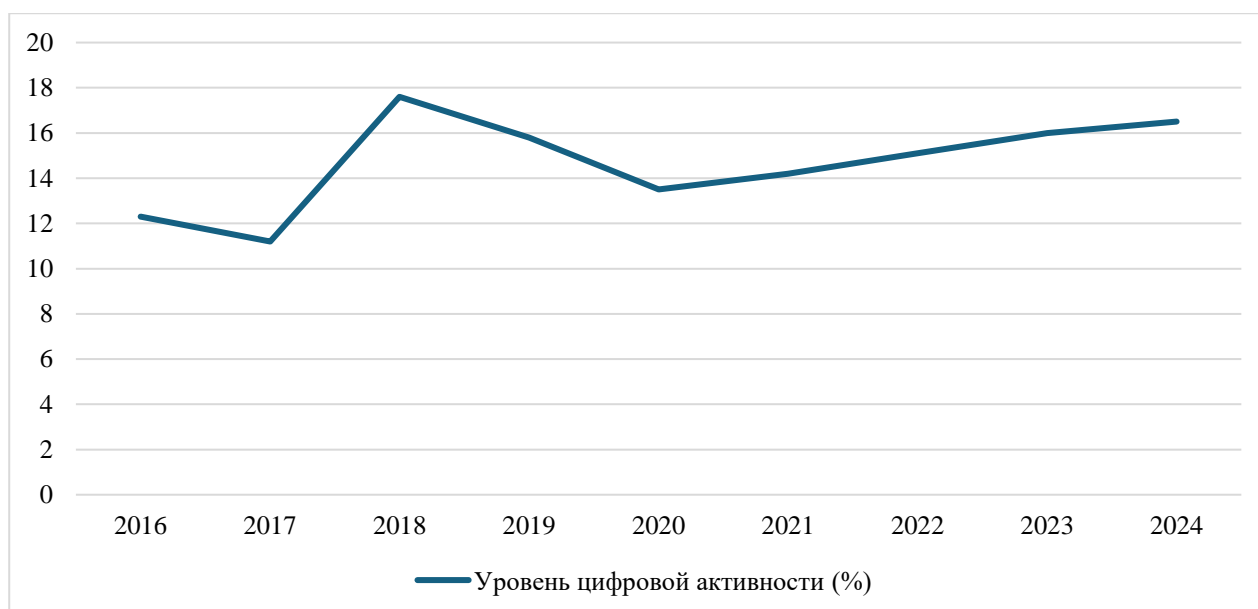


Рисунок 2 – Уровень цифровой активности российских организаций в сельском хозяйстве, 2016-2024 гг.

Динамика технологической модернизации в аграрном секторе демонстрирует неоднородную картину. После достижения максимального показателя в 17,6% в 2018 году процесс цифровизации временно замедлился в связи с экономическими сложностями, однако с 2020 года вновь набрал обороты благодаря активному применению аналитических систем и интеллектуальных технологий.

Исходя из таблицы 3, крупные агропредприятия имеют высокий уровень внедрения цифровых технологий, наблюдается комплексное использование интеллектуальных систем и автоматизированных решений, активное внедрение роботизированных комплексов и сетевых технологий. Фермерские хозяйства находятся на среднем уровне, барьером выступают значительные вложения в цифровизацию. Личные хозяйства имеют низкие показатели, обусловленные различиями в финансовых возможностях, масштабами производства и доступностью технологических решений.

Таблица 3 – Уровень внедрения цифровых технологий по категориям хозяйств (2024 г.)

Категория сельхозпредприятий	ИИ и робототехника	IoT (интернет вещей)	Большие данные и аналитика	Точное земледелие
Крупные агропредприятия	Высокий	Высокий	Высокий	Высокий
Фермерские хозяйства	Средний	Средний	Средний	Средний
Личные подсобные хозяйства	Низкий	Низкий	Низкий	Низкий

В целом анализ указывает на четкую тенденцию к цифровизации, особенно в крупных организациях, обусловленную интеграцией ИИ и передовых

цифровых технологий. Прогнозы показывают, что эта тенденция будет продолжать ускоряться, значительно повышая производительность, снижая эксплуатационные расходы и увеличивая экспортный потенциал сельскохозяйственной продукции России к 2030 году.

Перспективы технологической трансформации аграрного сектора России анализировались с применением комбинации сценарного моделирования и полиномиального регрессионного анализа, что позволило выявить устойчивую положительную динамику распространения интеллектуальных систем в сельскохозяйственном производстве на период до 2035 года. Полиномиальная регрессия второго порядка, использующая исторические данные, дает прогнозное представление о темпах внедрения путем моделирования технологического прогресса на основе существующих тенденций. Для прогнозирования темпов внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в сельском хозяйстве России до 2035 года использован метод сценарного прогнозирования с применением полиномиальной регрессии 2-го порядка представленным на формуле 1.

$$y = ax^2 + bx + c, \quad (1)$$

где:

y — прогнозируемая доля хозяйств, использующих ИИ (%);

x — год (от 2020 до 2035);

a, b, c — коэффициенты регрессии, рассчитанные методом наименьших квадратов по имеющимся данным.

Таблица 4 – Прогноз внедрения ИИ в сельском хозяйстве России (2020–2035 гг.)

Год	Доля хозяйств, использующих ИИ (%)	Основные драйверы роста	Основные ограничения
2020	4,91	Пилотные проекты, первые внедрения	Высокая стоимость технологий, нехватка специалистов
2022	11,45	Государственная поддержка, субсидии	Ограниченная инфраструктура, слабая цифровизация регионов
2024	18,67	Рост фермерских хозяйств с ИИ	Адаптация кадров, недостаток финансирования
2026	26,57	Расширение IoT, автоматизация систем управления	Конкуренция, зависимость от импортных технологий
2028	35,14	Активное использование дронов и предиктивной аналитики	Сопrotивление традиционных хозяйств, дороговизна оборудования
2030	44,40	Снижение стоимости и доступность технологий	Изменение бизнес-моделей, потребность в инвестициях
2032	54,35	ИИ-управление ресурсами, развитие агроплатформ	Климатические риски, устойчивость технологий
2035	70,00	Широкая цифровая трансформация	Завершение технологического перехода, адаптация к рынку

На начальных этапах (2020 г.) были отмечены пилотные проекты и их ограниченное развертывание, при этом только 5% ферм внедрили ИИ из-за высоких затрат на технологии и нехватки квалифицированного персонала. К 2022 г., благодаря государственным инициативам и субсидиям, внедрение увеличилось до 11,45%, несмотря на сохраняющиеся проблемы, такие как ограниченная инфраструктура и низкая цифровизация в регионах. В 2024 г. прогнозируется рост до 18,67%, подкрепленный увеличением государственной поддержки и растущим числом проектов. Дальнейший рост, ожидаемый до 2030 г., обусловлен более широким внедрением дронов, датчиков Интернета вещей и предиктивной аналитики, он достигнет уровня внедрения 44,4%. Ожидается, что снижение затрат и повышение доступности этих технологий будут играть решающую роль, хотя предприятия должны адаптировать свои модели и искать инвестиции. К 2035 году внедрение ИИ может достичь 70%, что ознаменует собой всеобъемлющую цифровую трансформацию.

Таблица 5 – Эконометрический прогноз влияния ИИ на сельское хозяйство России (2020–2035 гг.)

Год	Повышение урожайности, (%)	Снижение затрат (%)	Сокращение потребления воды и удобрений (%)	Основные эффекты внедрения ИИ
2020	5,00	3,00	2,00	Начальная цифровизация, минимальное влияние
2022	9,29	6,14	4,57	Рост точности прогнозирования, снижение потерь
2024	13,57	9,29	7,14	Автоматизация процессов, снижение затрат
2026	17,86	12,43	9,71	Внедрение ИИ в прогнозирование и управление ресурсами
2028	22,14	15,57	12,29	Массовое использование дронов и сенсоров IoT
2030	26,43	18,71	14,86	Роботизация агропроцессов, ИИ-фермы
2032	30,71	21,86	17,43	Полная цифровизация, точное земледелие
2035	35,00	25,00	20,00	Системный контроль, максимальная эффективность

Полученные прогнозные значения подтверждают устойчивый рост внедрения ИИ, значительный экономический, экологический эффект, включающий повышение урожайности, снижение затрат и оптимизацию ресурсов. Ожидается, что с экономической точки зрения интеграция ИИ значительно повысит производительность сельского хозяйства, прогнозируется рост урожайности на 35,%и снижение эксплуатационных расходов на 25% к 2035 году. Кроме того, оптимизация ресурсов приведет к заметному сокращению

использования воды и удобрений, за этот период оно сократится примерно на 20%. Широкое использование предиктивной аналитики, беспилотников и датчиков Интернета вещей в сочетании с методами управления сельским хозяйством на основе ИИ станут ключевыми факторами в достижении этих результатов. Несмотря на эти достижения, сохраняются значительные барьеры, это прежде всего сопротивление традиционных сельскохозяйственных операций, высокие первоначальные затраты на оборудование и необходимость инвестиций в новые бизнес-модели. Тем не менее, при постоянной государственной поддержке, инвестициях в разработку отечественных технологий и целенаправленной подготовке специалистов по ИИ в сельском хозяйстве эти проблемы можно разрешить. Следовательно, цифровизация сельского хозяйства в России с использованием искусственного интеллекта открывает широкие возможности для экономического роста, обеспечение экологической устойчивости и повышение глобальной конкурентоспособности к 2035 году.

Выводы. Интеграция искусственного интеллекта в сельское хозяйство открывает существенные возможности для оптимизации орошения, управления ресурсами и повышения урожайности культур. Алгоритмы орошения на основе ИИ могут учитывать множество переменных, таких как погодные условия, типы почв и конкретные потребности в культурах, повышая эффективность управления водными ресурсами. Хотя переход к сельскому хозяйству на основе ИИ требует значительных изменений в традиционных методах ведения сельского хозяйства, преимущества значительно перевешивают существующие барьеры. Дальнейшее развитие ИИ еще больше расширит возможности точного земледелия, радикально повысив урожайность и улучшив качество продукции.

Разработка надежной инфраструктуры ИИ, включая киберфизические системы следующего поколения, позволяет собирать и анализировать данные в режиме реального времени, облегчая принятие обоснованных решений для фермеров. Эта инфраструктура дает фермерам доступ к передовым инструментам для прогнозирования погоды и мониторинга урожая, позволяя им принимать более обоснованные решения. Такие технологические достижения могут помочь преодолеть существующие проблемы в сельском хозяйстве, повышая производительность.

В перспективе ИИ будет способствовать существенным инновациям и росту в сельском хозяйстве. Рост цифровизации сделает ИИ незаменимым, давая толчок для роста экспортного потенциала. Автоматизация, основанная на технологиях ИИ, произведет революцию в трудоемких процессах, сократив зависимость от ручного труда. Ожидается, что к 2035 году ИИ станет неотъемлемой частью управления сельским хозяйством, и примерно 70% ферм перейдут на эти технологии. Инвестиции в цифровую инфраструктуру, поддерживающую политику и образование ускорят цифровую трансформацию, позиционируя российское сельское хозяйство как конкурентоспособное и устойчивое на мировом рынке.

Список литературы:

1. Kumar V., Sharma K. V., Kedam N., Patel A., Kate Tanmay R.K. Rathnayake U. (2024). A Comprehensive Review on Smart and Sustainable Agriculture Using IoT Technologies // Smart Agricultural Technology. 10.1016/j.atech.2024.100487.
2. Wakchaure M., Patle, B.K., Mahindrakar A.K. (2023). Application of AI Techniques and Robotics in Agriculture: A Review // Artificial Intelligence in the Life Sciences. Vol. 3. 100057. 10.1016/j.aillsci.2023.100057.
3. Хаджиева М. И., Шалова С. Х., Канокова М. А. Теоретические аспекты внедрения роботизации и автоматизации в агропромышленный комплекс региона // Известия КБНЦ РАН. 2019. № 6 (92). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-vnedreniya-robotizatsii-i-avtomatizatsii-v-agropromyshlennyy-kompleks-regiona>
4. Benos L., Tagarakis A.C., Dolias G., Berruto R., Kateris D., Bochtis D. (2021). Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review // Sensors. Vol. 21. Issue 11. 10.3390/s21113758.
5. Navarro E., Costa N., Pereira A, (2020). A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming // Sensors. Vol. 20. Issue 15. 4231. 10.3390/s20154231.
6. Блохина С. Ю., Блохин Ю. И. Интеллектуальное земледелие на основе интернета вещей // Земледелие. 2020. № 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnoe-zemledelie-na-osnove-interneta-veschey>
7. Ahmed E. M. E., Abdalla K. H. B., Eltahir I. K. (2018). Farm automation based on IoT // In the International conference on computer, control, electrical, and Electronics engineering (ICCCEEE). P. 1-4. 10.1109/IcccEEE.2018.8515853.
8. Рублюк М. В., Иванов Д. А., Пак Л. Н. Мониторинг плодородия дерново-подзолистой почвы при возделывании многолетних трав в осушаемом агроландшафте // Плодородие. 2024. № 4 (139). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-plodorodiya-derново-podzolistoy-pochvy-pri-vozdelyvanii-mnogoletnih-trav-v-osushaemom-agrolandshafte>
9. Jawad H.M., Nordin R., Gharghan S.K., Jawad A.M., Ismail M. (2017). Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review. // Sensors. Vol. 17. Issue. 8. 1781. 10.3390/s17081781.
10. Ринас Н. А., Косников М. С. Анализ интеллектуальных систем мониторинга состояния почвы с использованием беспилотных летательных аппаратов // Региональная и отраслевая экономика. 2025. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-intellektualnyh-sistem-monitoringa-sostoyaniya-pochvy-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov>
11. Осовин М. Н. Внедрение технологий искусственного интеллекта на предприятиях агропродовольственного комплекса России: проблемы и направления их решения // Продовольственная политика и безопасность. 2024. Т. 11, № 3. С. 553-568. DOI 10.18334/ppib.11.3.121322.

12. Использование математического аппарата клеточных автоматов для решения задачи мониторинга объектов критической инфраструктуры беспилотными летательными аппаратами / В. В. Чистов, И. В. Захарченко, В. М. Павленко [и др.] // Проблемы региональной энергетики. 2022. № 3(55). С. 156-167.
13. Mana A., Allouhi A., Hamrani A., Rahman S, el Jamaoui I. Jayachandran K. (2024). Sustainable AI-Based Production Agriculture: Exploring AI Applications and Implications in Agricultural Practices // Smart Agricultural Technology. Vol. 7. 10.1016/j.atech.2024.100416.
14. Pattnaik G., Shrivastava V. K., Parvathi K. (2020). Transfer learning-based framework for classification of pest in tomato plants // Applied Artificial Intelligence. Vol. 34. Issue. 2. Pp. 981–993. 10.1080/08839514.2020.1792034.
15. Sun A.Y., Scanlon B.R. (2019). How can Big Data and machine learning benefit environment and water management: A survey of methods, applications, and future directions. Environmental Research Letters. Vol. 14. Issue 7. 10.1088/1748-9326/ab1b7d.
16. Artificial Intelligence in Agriculture Market Size, Share & Industry Growth Analysis Report by Technology (Machine Learning, Computer Vision, and Predictive Analytics), Offering (Software, AI-as-a-Service), Application (Drone Analytics, Precision Farming) and Region - Global Forecast to 2028. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ai-in-agriculture-market-159957009.html>.
17. Artificial Intelligence in Agriculture Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032. URL: <https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-in-agriculture-marke>.
18. Selvaraj M.G., Vargara A., Ruiz H., Safari N., Elayabalan S., Ocimati W., Blomme G. (2019). AI-powered banana diseases and pest detection // Plant Methods. 15. 92.
19. Huang H., Deng J., Lan Y., Yang A., Deng X., Zhang L. (2018). A fully convolutional network for weed mapping of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery // PLoS One. 13 (4). 0196302.
20. Ryan M., Isakhanyan G, Tekinerdogan B. (2023). An interdisciplinary approach to artificial intelligence in agriculture // NJAS: wageningen journal of life sciences. Vol. 25. Issue 1. Pp. 1-31. 10.1080/27685241.2023.2168568.

References:

1. Kumar V., Sharma K. V., Kedam N., Patel A., Kate Tanmay R.K. Rathnayake U. (2024). A Comprehensive Review on Smart and Sustainable Agriculture Using IoT Technologies // Smart Agricultural Technology. 10.1016/j.atech.2024.100487.
2. Wakchaure M., Patle, B.K., Mahindrakar A.K. (2023). Application of AI Techniques and Robotics in Agriculture: A Review // Artificial Intelligence in the Life Sciences. Vol. 3. 100057. 10.1016/j.aillsi.2023.100057.

3. Khadzhieva M. I., Shalova S. Kh., Kanokova M. A. Theoretical aspects of the introduction of robotics and automation in the agro-industrial complex of the region // Bulletin of the KBSC RAS. 2019. No. 6 (92). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-aspekty-vnedreniya-robotizatsii-i-avtomatizatsii-v-agropromyshlennyy-kompleks-regiona>
4. Benos L., Tagarakis A.C., Dolias G., Berruto R., Kateris D., Bochtis D. (2021). Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review // Sensors. Vol. 21. Issue 11. 10.3390/s21113758.
5. Navarro E., Costa N., Pereira A, (2020). A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming // Sensors. Vol. 20. Issue 15. 4231. 10.3390/s20154231.
6. Blokhina S. Yu., Blokhin Yu. I. Intelligent farming based on the Internet of Things // Agriculture. 2020. No. 7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/intellektualnoe-zemledelie-na-osnove-interneta-veschey>
7. Ahmed E. M. E., Abdalla K. H. B., Eltahir I. K. (2018). Farm automation based on IoT // In the International conference on computer, control, electrical, and Electronics engineering (ICCCEEE). P. 1-4. 10.1109/IcccEE.2018.8515853.
8. Rublyuk M. V., Ivanov D. A., Pak L. N. Monitoring the fertility of sod-podzolic soil during the cultivation of perennial grasses in a drained agricultural landscape // Plodorodie. 2024. No. 4 (139). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/monitoring-plodorodiya-dernovo-podzolistoy-pochvy-pri-vozdelyvanii-mnogoletnih-trav-v-osushaemom-agrolandshafte>
9. Jawad H. M., Nordin R., Gharghan S. K., Jawad A. M., Ismail M. (2017). Energy-efficient wireless sensor networks for precision agriculture: A review. // Sensors. Vol. 17. Issue. 8. 1781. 10.3390/s17081781.
10. Rinas N. A., Kosnikov M. S. Analysis of intelligent systems for monitoring soil conditions using unmanned aerial vehicles // Regional and industry economics. 2025. No. 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-intellektualnyh-sistem-monitoringa-sostoyaniya-pochvy-s-ispolzovaniem-bespilotnyh-letatelnyh-apparatov>
11. Osovin M. N. Implementation of artificial intelligence technologies at enterprises of the agro-food complex of Russia: problems and directions for their solution // Food policy and security. 2024. Vol. 11, No. 3. P. 553-568. DOI 10.18334/ppib.11.3.121322.
12. Using the mathematical apparatus of cellular automata to solve the problem of monitoring critical infrastructure facilities by unmanned aerial vehicles / V. V. Chistov, I. V. Zakharchenko, V. M. Pavlenko [et al.] // Problems of regional energy. 2022. No. 3 (55). P. 156-167.
13. Mana A., Allouhi A., Hamrani A., Rahman S, el Jamaoui I. Jayachandran K. (2024). Sustainable AI-Based Production Agriculture: Exploring AI Applications and Implications in Agricultural Practices // Smart Agricultural Technology. Vol. 7. 10.1016/j.atech.2024.100416.
14. Pattnaik G., Shrivastava V. K., Parvathi K. (2020). Transfer learning-based

- framework for classification of pests in tomato plants // Applied Artificial Intelligence. Vol. 34. Issue. 2. Pp. 981–993. 10.1080/08839514.2020.1792034.
15. Sun A.Y., Scanlon B.R. (2019). How can Big Data and machine learning benefit environment and water management: A survey of methods, applications, and future directions. Environmental Research Letters. Vol. 14. Issue 7. 10.1088/1748-9326/ab1b7d.
 16. Artificial Intelligence in Agriculture Market Size, Share & Industry Growth Analysis Report by Technology (Machine Learning, Computer Vision, and Predictive Analytics), Offering (Software, AI-as-a-Service), Application (Drone Analytics, Precision Farming) and Region - Global Forecast to 2028. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/ai-in-agriculture-market-159957009.html>.
 17. Artificial Intelligence in Agriculture Market - Global Industry Analysis, Size, Share, Growth, Trends, Regional Outlook, and Forecast 2023-2032. URL: <https://www.precedenceresearch.com/artificial-intelligence-in-agriculture-marke>.
 18. Selvaraj M. G., Vargara A., Ruiz H., Safari N., Elayabalan S., Ocimati W., Blomme G. (2019). AI-powered banana diseases and pest detection // Plant Methods. 15.92.
 19. Huang H., Deng J., Lan Y., Yang A., Deng X., Zhang L. (2018). A fully convolutional network for weed mapping of unmanned aerial vehicle (UAV) imagery // PLoS One. 13(4). 0196302.
 20. Ryan M., Isakhanyan G., Tekinerdogan B. (2023). An interdisciplinary approach to artificial intelligence in agriculture // NJAS: wagening journal of life sciences. Vol. 25. Issue 1. Pp. 1-31. 10.1080/27685241.2023.2168568.

Сведения об авторах

Пьянкова Светлана Григорьевна, доктор экономических наук, доцент, профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления, ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», 620000, Свердловская область, город Екатеринбург, 8 Марта/Народной Воли, д.62/45, silen_06@list.ru. ORCID ID: 0000-0002-7072-9871.

Ергунова Ольга Титовна, кандидат экономических наук, доцент, доцент Высшей школы производственного менеджмента, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, город Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29, ergunova-olga@yandex.ru. ORCID ID: 0000-0002-1714-7784

Белова Мария Валерьевна, студент 3733802/10101 группы, курс 4, ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, город Санкт-Петербург, Политехническая ул., д. 29, belova.mv@edu.spbstu.ru. ORCID ID: 0009-0001-2423-8799.

Author's personal details

Pyankova Svetlana Grigorievna, Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Regional, Municipal Economics and Management, Ural State Economic University, scientific adviser Yusupova D.A., 620000, Sverdlovsk Region, Yekaterinburg, March 8/Narodnaya Volya, d. 62/45, silen_06@list.ru. ORCID ID: 0000-0002-7072-9871.

Ergunova Olga Titovna, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Higher School of Production Management, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 195251, St. Petersburg, Politekhnicheskaya st., 29, ergunova-olga@yandex.ru . ORCID ID: 0000-0002-1714-7784

Belova Maria Valerievna, student 3733802/10101 group, course 4, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 195251, St. Petersburg, Politekhnicheskaya st., 29, belova.mv@edu.spbstu.ru. ORCID ID: 0009-0001-2423-8799.

© Пьянкова С.Г., Ергунова О.Т., Белова М.В.