

УДК 338.43

DOI: 10.53315/2949-1177-2025-4-3-10-18

Самаева Е.В.,*кандидат экономических наук, доцент**Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,**г. Элиста, Российская Федерация,**E-mail: sataeva@mail.ru***Эвиева Б.Э.,***кандидат экономических наук, доцент**Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,**г. Элиста, Российская Федерация,**E-mail: evievaburgsta@yandex.ru***Эрдниева Э.В.,***кандидат экономических наук, доцент,**Калмыцкий государственный университет им. Б.Б. Городовикова,**г. Элиста, Российская Федерация,**E-mail: erdnieva.el@yandex.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В УСТОЙЧИВОМ СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ И ТОЧНОМ ЗЕМЛЕДЕЛИИ

Аннотация. Целью исследования, представленного в статье, является определение наиболее перспективных направлений применения информационных технологий и инноваций для повышения эффективности и устойчивости аграрного сектора России, а также разработка рекомендаций по их внедрению и масштабированию. Методы исследования включали анализ таких современных подходов к применению ИИ, как точное земледелие, дроны, датчики и алгоритмы машинного обучения, а также изучение влияния технологий на производительность, экологическую устойчивость и оптимизацию затрат. Основные результаты показывают, что ИИ открывает перспективы автоматизации сельскохозяйственных процессов, включая мониторинг состояния почвы, прогнозирование урожайности и управление ресурсами, способствуя снижению трудозатрат, увеличению урожайности и улучшению качества продукции. Однако авторы отмечают, что успешное внедрение технологий требует существенных инвестиций, подготовки специалистов и создания адаптированных решений для малых и средних хозяйств.

Ключевые слова: искусственный интеллект, сельское хозяйство, цифровизация, автоматизация, агротехнологии, точное земледелие, блокчейн, эффективность.

UDC 338.43

DOI: 10.53315/2949-1177-2025-4-3-10-18

Samaeva E.V.

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov,
Elista, Russian Federation,
E-mail: samaeva@mail.ru*

Evieva B.E.

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov,
Elista, Russian Federation,
E-mail: evievaburgsta@yandex.ru*

Erdnieva E.V.

*Candidate of Economic Sciences, Associate Professor
Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov,
Elista, Russian Federation,
E-mail: erdnieva.el@yandex.ru*

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN SUSTAINABLE AGRICULTURE AND PRECISE FARMING

Abstract. The purpose of the research presented in the article is to identify the most promising areas of application of information technologies and innovations to increase the efficiency and sustainability of the Russian agricultural sector, as well as to develop recommendations for their implementation and scaling. The research methods included an analysis of modern approaches to AI applications such as precision farming, drones, sensors, and machine learning algorithms, as well as studying the impact of technology on productivity, environmental sustainability, and cost optimization. The main results show that AI opens up prospects for automating agricultural processes, including soil monitoring, yield forecasting, and resource management, helping to reduce labor costs, increase yields, and improve product quality. However, the authors note that the successful implementation of technologies requires significant investments, training of specialists and creation of adapted solutions for small and medium-sized enterprises.

Keywords: artificial intelligence, agriculture, digitalization, automation, agro-technologies, precision farming, blockchain, efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство, одна из старейших и важнейших отраслей экономики, в настоящее время переживает период глубоких преобразований, обусловленных внедрением цифровых технологий. Одной из наиболее перспективных и быстро развивающихся областей является применение искусственного интеллекта (ИИ). ИИ обладает потенциалом для решения широкого спектра задач, стоящих перед современным АПК, от повышения урожайности и оптимизации использования ресурсов до улучшения качества продукции и снижения экологического воздействия.

Актуальность исследования обусловлена рядом факторов, связанных с необходимостью повышения эффективности и устойчивости аграрного сектора России в условиях современных вызовов и возможностей. Агропромышленный комплекс считается одним из самых консервативных в плане внедрения инноваций. Современное сельское хозяйство сталкивается с рядом серьезных вызовов, таких как рост населения планеты, изменение климата, дефицит водных ресурсов и необходимость повышения эффективности производства. Традиционные методы ведения сельского хозяйства часто оказываются неэффективными в условиях этих вызовов. Исследование позволит выявить наиболее перспективные направления применения информационных технологий и инноваций для повышения эффективности и устойчивости аграрного сектора России, а также разработать рекомендации по их внедрению и масштабированию.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для достижения поставленной цели в ходе проведенного исследования были использованы следующие материалы и методы, использованные при написании данной статьи: различные методы научного познания, включая диалектический метод, методы анализа и синтеза, логический метод, методы сравнительного анализа и исследования в области новых цифровых технологий. Также использовались материалы конференций и экспертных обсуждений, примеры внедрения ИИ в сельском хозяйстве (кейсы).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Мировой рынок агропромышленного искусственного интеллекта переживает экспоненциальный рост, а технологическая трансформация отрасли становится необратимой. По данным Grand View Research, объем мирового рынка агротехнологий на базе ИИ в 2024 году составил 18,6 млрд долларов. К 2030 году прогнозируется рост до 128,1 млрд.

Мировой опыт внедрения искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленный комплекс становится все более значимым ориентиром для оценки потенциала и барьеров этой технологии в России. Зарубежные кейсы демонстрируют не только впечатляющие экономические результаты, но и четко обозначают факторы успеха – от зрелости цифровой инфраструктуры до стратегий технологических альянсов.

По оценкам аналитиков, применение аналитического и генеративного ИИ в растениеводстве и животноводстве способно приносить мировой экономике 70–100 млрд долларов США ежегодно. Основной вклад дают технологии, повышающие урожайность и продуктивность: около половины эффекта формируется за счет роста объемов продукции, а не только сокращения затрат.

Компании, производящие технику, удобрения, средства защиты растений и оказывающие услуги для АПК, также выигрывают от внедрения ИИ. Здесь потенциал оценивается

в 100–150 млрд долларов США в год. Ключевые эффекты достигаются за счет оптимизации бизнес-моделей, повышения производительности труда и роста продаж без полной перестройки структуры компании. При этом аналитический ИИ сегодня обеспечивает около 70% экономического эффекта. Генеративный ИИ пока дает 30%, но обладает значительным потенциалом ускоренного роста – особенно в комбинации с аналитическими системами.

Сельское хозяйство не входит в десятку отраслей-лидеров по внедрению генеративного ИИ ни в мире, ни в России. Главная причина – недостаток собственных массивов данных и экспертизы у агропредприятий.

Одним из ключевых достоинств применения искусственного интеллекта в технологических процессах служит его потенциал в оптимизации рабочих операций. Он раскрывает новые перспективы для решения сложных вопросов, позволяя автоматизировать рутинные действия, более рационально использовать ресурсы и принимать решения, подкрепленные объективными данными (см. рис.).

Ожидаемый прирост численности населения:	По оценкам ООН, к середине столетия население Земли достигнет отметки в 9,7 миллиардов человек. Для обеспечения продовольствием такого количества людей потребуются существенный рост объемов сельскохозяйственного производства.
Влияние климатических изменений:	Глобальное изменение климата влечет за собой увеличение частоты и разрушительной силы аномальных погодных явлений, таких как засухи, наводнения и штормы, что крайне негативно сказывается на урожайности сельскохозяйственных культур.
Дефицит водных ресурсов:	Многие регионы мира испытывают дефицит водных ресурсов, что ограничивает возможности развития сельского хозяйства.
Необходимость повышения эффективности производства:	Для обеспечения продовольственной безопасности необходимо повысить эффективность использования ресурсов, таких как земля, вода, удобрения и пестициды.
Проблемы, связанные с изменением климата:	В условиях все более непредсказуемой погоды и экстремальных явлений, ИИ предоставляет точные прогнозы и адаптивные стратегии, ориентированные на конкретные регионы. Предупреждая о засухах, наводнениях или вспышках вредителей, ИИ способствует своевременному принятию мер для защиты урожая и обеспечения продовольственной безопасности.

Рис. 1. Перспективы применения искусственного интеллекта в технологических процессах.

Искусственный интеллект активно проникает в привычную нам жизнь, становясь неотъемлемой частью во многих сферах, в том числе в бизнесе и сельском хозяйстве. На Конференции «Применение ИИ и робототехники в сельском хозяйстве» были озвучены следующие данные: к 2030 г. уровень цифровой зрелости в сельском хозяйстве может достичь почти 100%.

В настоящее время охват ИИ в сельском хозяйстве относительно небольшой – порядка 12%. Он будет расти и по рациональным причинам, и поскольку на правительственном уровне планируется стимулировать внедрение ИИ-технологий. А опытные руководители понимают, что игнорирование прогресса ведет к стагнации.

Кроме того, искусственный интеллект содействует устойчивому развитию за счёт оптимизации использования удобрений и пестицидов. Точное применение химикатов, управляемое ИИ, снижает их расход, уменьшает экологический след и предотвращает загрязнение почвы и воды, что способствует глобальным усилиям по экологически ответственному фермерству и сокращению углеродного следа сельского хозяйства. Фермеры по всему миру внедряют решения на базе ИИ, часто сочетая их с робототехникой, дронами и блокчейн-технологиями:

- роботы автоматизируют повторяющиеся задачи, такие как посев и сбор урожая;
- дроны обеспечивают подробные воздушные съёмки, обогащая данные для ИИ;
- блокчейн повышает прослеживаемость и прозрачность в цепочках поставок продуктов, помогая потребителям принимать обоснованные решения.

Сельское хозяйство стоит на пороге новой эры, где высокие технологии становятся не просто помощниками, а ключевыми игроками. От животноводческих комплексов, где человек уже почти не нужен, до полей, обрабатываемых дронами, - аграрный сектор переживает настоящую цифровую революцию. Автоматизированный мониторинг посевов позволяет обследовать каждый гектар несколько раз в неделю без ручного осмотра. Дроны поддерживают прямое высевание и локальное внесение агрохимикатов точными дозами.

Интеграция с искусственным интеллектом обеспечивает обработку данных в полете для получения практических выводов - например, идентификации и картирования дефицита питательных веществ в реальном времени.

Будущее сельского хозяйства значительно выиграет от развития ИИ, с упором на создание более сложных моделей, более тесную интеграцию и удобные для фермеров инструменты.

В таблице показаны примеры применения ИИ в различных областях сельского хозяйства.

Таблица

Примеры применения ИИ в различных областях сельского хозяйства

Область применения	Задача	Технологии ИИ	Примеры компаний
Точное земледелие	Оптимизация внесения удобрений	Машинное обучение, компьютерное зрение	Blue River Technology (John Deere), Prospera Technologies (Valmont Industries)
Мониторинг посевов	Выявление заболеваний и вредителей	Компьютерное зрение, машинное обучение, гиперспектральная съемка	Gamaya, CropX
Автоматизированное управление	Управление тракторами и комбайнами в автоматическом режиме	Машинное обучение, компьютерное зрение, сенсорные системы, GPS	John Deere, CNH Industrial

Управление животноводством	Мониторинг здоровья животных	Машинное обучение, сенсорные системы, анализ данных	Connecterra, CattleEye
Прогнозирование урожайности	Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур	Машинное обучение, анализ данных о погоде, почве и растениях	Climate Corporation (Bayer), Descartes Labs

Составлено авторами на основе исследования

Представленная таблица иллюстрирует степень интеграции технологий искусственного интеллекта (ИИ) в агропромышленный комплекс, охватывая широкий спектр задач, от оптимизации использования ресурсов до предиктивной аналитики состояния сельскохозяйственных животных. Анализ представленных данных позволяет выявить ключевые тенденции, применяемые технологические решения и идентифицировать ведущих участников рынка.

1. Точное земледелие: Данное направление, занимающее приоритетное положение, ориентировано на оптимизацию распределения ресурсов, в частности удобрений, с целью максимизации урожайности и минимизации экономических издержек. Применение алгоритмов машинного обучения (МО) и компьютерного зрения (КЗ) обусловлено необходимостью анализа массивов данных, включающих информацию о физико-химических свойствах почвы, метеорологических условиях и исторических показателях урожайности, а также интерпретации визуальной информации, получаемой посредством камер и сенсоров. Это позволяет разрабатывать предиктивные модели и принимать решения в режиме реального времени, основанные на эмпирических данных. Участие таких компаний, как «Blue River Technology (John Deere)» и «Prospera Technologies (Valmont Industries)», свидетельствует об активном инвестировании крупных агропромышленных корпораций в разработку и внедрение технологий точного земледелия, осуществляемого посредством приобретения инновационных стартапов или развития собственных научно-исследовательских подразделений.

2. Мониторинг посевов: Непрерывный мониторинг состояния посевов имеет решающее значение для своевременной идентификации патогенов, вредителей и других факторов, оказывающих негативное воздействие на продуктивность сельскохозяйственных культур. Помимо использования КЗ и МО, в данной области активно применяется гиперспектральная съемка, обеспечивающая получение более детальной информации о физиологическом состоянии растений по сравнению с традиционными методами визуализации. Данные, получаемые посредством гиперспектральной съемки, позволяют выявлять отклонения от нормы на ранних стадиях, что способствует принятию оперативных мер по предотвращению потерь урожая. Компании «Gama» и «CropX» специализируются на разработке систем мониторинга посевов, основанных на передовых технологиях дистанционного зондирования и комплексном анализе данных (Кенжегалиев Е.М., 2020).

3. Автоматизированное управление сельскохозяйственной техникой:

Автоматизация управления сельскохозяйственной техникой направлена на повышение операционной эффективности, сокращение трудозатрат и оптимизацию использования ресурсов. В дополнение к МО и КЗ, применяются сенсорные системы и глобальные системы позиционирования (GPS), позволяющие технике ориентироваться в пространстве, собирать данные о характеристиках почвы и состоянии растений, а также принимать решения об управлении движением и выполнении технологических операций в автоматическом режиме. Компании «John Deere» и «CNH Industrial», являющиеся ведущими производителями сельскохозяйственной техники, активно интегрируют техноло-

гии автоматизации в свою продукцию, предлагая решения для автономного управления тракторами и комбайнами (Шутов В. М., 2025).

Отсюда можно сделать выводы:

- Ключевая роль машинного обучения: Машинное обучение является наиболее востребованной технологией ИИ, что обусловлено ее универсальностью и применимостью для решения широкого спектра задач в сельском хозяйстве.

- Значение визуальных данных: Компьютерное зрение играет важную роль, особенно в мониторинге посевов и автоматизированном управлении, что указывает на растущую значимость визуальной информации для принятия управленческих решений.

- Концентрация компетенций: Интеграция искусственного интеллекта в аграрный сектор происходит как посредством крупных агрохолдингов, так и через нишевые стартап-компании, что указывает на создание активно развивающейся инновационной экосистемы.

- Ориентация на эффективность и устойчивость: Приоритет продуктивности и стабильности: Использование ИИ-инструментов ориентировано на оптимизацию расходов, минимизацию затрат, совершенствование характеристик продукции и увеличение сопротивляемости агропроизводства к климатическим колебаниям и прочим потенциальным угрозам.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итоги, можно утверждать, что анализ демонстрирует возрастающую значимость применения искусственного интеллекта в эволюции современного агропромышленного комплекса, обеспечивая решения для ощутимого улучшения продуктивности, экологичности и прибыльности аграрного сектора. Вместе с роботизированными системами, дронами и технологией блокчейн, ИИ оптимизирует процессы, улучшает точность информации и повышает прозрачность каналов поставок. В свете усугубляющихся экологических проблем и задачи гарантирования всемирной продовольственной безопасности, отмечается устойчивая тенденция к увеличению доступности ИИ-технологий для сельхозпроизводителей. Непрерывные инициативы ориентированы на популяризацию использования искусственного интеллекта среди фермерских хозяйств разных размеров, что считается решающим фактором в поддержке стабильного производства продовольствия.

Литература

Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: инновации и перспективы. <https://bizonagro.com/blog/iskusstvennyy-intellekt-v-selskom-khozyaystve-tsifrovoye-budushchee-ferm/> (дата обращения 05.09.2025).

ИИ в мировом агросекторе: куда движется рынок и где возможности для России. https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/09/02/ii-v-mirovom-agrosetore-kuda-dvizhetsyarinok-i-gde-vozmozhnosti-dlya-rossii (дата обращения 05.09.2025).

Искусственный интеллект (ИИ) в тенденциях сельского хозяйства. https://1solution.ru/events/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-selskom-khozyaystve-tendentsii-vozmozhnosti-ai-dlya-otrasli/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (дата обращения 05.09.2025).

Искусственный интеллект: новый виток оптимизации технических процессов. <https://x-park.tech/?p=933> (дата обращения 05.09.2025).

Кенжегалиев Е.М. Система спутникового мониторинга состояния посевов сельскохозяйственных культур по данным дистанционного зондирования земли. // Вестник науки №4 (25) том 4. С. 5 - 11. 2020 г.

Косенчук О. В. Успехи и вызовы внедрения автоматизированных систем управления в молочном животноводстве / О. В. Косенчук // Экономика, предпринимательство и право. – 2025. – Т. 15, № 10.

Каким будет агропромышленный комплекс через 30 лет. <https://oleoscope.com/analytics/kakim-budet-agropromyshlennyy-kompleks/> (дата обращения 05.09.2025).

Точное земледелие 2025: как дроны, ГИС и калийные удобрения меняют сельское хозяйство. <https://ailynx.ru/news/machine-learning/tochnoe-zemledelie-2025-drony-gis-kaliy/>. (дата обращения 05.09.2025).

Умные фермеры: как искусственный интеллект меняет сельское хозяйство. https://www.rbc.ru/technology_and_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7 (дата обращения 05.09.2025).

Умные фермы и новые бизнес-модели: каково будущее агросектора с ИИ. <https://companies.rbc.ru/news/7VpL9GBYTG/umnyie-fermyi-i-novyie-biznes-modeli-kakovo-budushee-agrosektora-s-ii/> (дата обращения 05.09.2025).

Фермеры будущего: как изменятся аграрии в эпоху цифрового сельского хозяйства. <https://gubernia74.ru/articles/society/1135802/> (дата обращения 05.09.2025).

Что посеешь, то и... оцифруешь! <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/chto-poseesh-to-i-ocifruesh> (дата обращения 05.09.2025).

Шутов В. М. Основы интеллектуальных систем управления сельскохозяйственной техникой / В. М. Шутов. - Текст : непосредственный // Исследования молодых ученых : материалы CVII Междунар. науч. конф. (г. Казань, сентябрь 2025 г.). - Казань : Молодой ученый, 2025.

References

Iskusstvennyj intellekt v sel'skom hozyajstve: innovacii i perspektivy [Artificial intelligence in agriculture: innovations and prospects]. <https://bizonagro.com/blog/iskusstvennyy-intellekt-v-selskom-khozyaystve-tsifrovoe-budushchee-ferm/> (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

II v mirovom agrosektore: kuda dvizhetsya rynek i gde vozmozhnosti dlya Rossii [AI in the global agricultural sector: where is the market moving and where are the opportunities for Russia]. https://www.vedomosti.ru/press_releases/2025/09/02/ii-v-mirovom-agrosektore-kuda-dvizhetsya-rinok-i-gde-vozmozhnosti-dlya-rossii (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Iskusstvennyj intellekt (II) v tendenciyah sel'skogo hozyajstva [Artificial intelligence (AI) in agricultural trends]. https://lsolution.ru/events/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-selskom-khozyaystve-tendentsii-vozmozhnosti-ai-dlya-otrasli/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Iskusstvennyj intellekt: novyj vitok optimizacii tekhnicheskikh processov [Artificial intelligence: a new round of optimization of technical processes]. <https://x-park.tech/?p=933> (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Kenzhegaliev E.M. Sistema sputnikovogo monitoringa sostoyaniya posevov sel'skohozyajstvennykh kul'tur po dannym distancionnogo zondirovaniya zemli [The system of satellite monitoring of the state of agricultural crops according to remote sensing of the earth]. // Vestnik nauki №4 (25) tom 4. S. 5 - 11. 2020 g. [in Russian].

Kosenchuk O. V. Uspekhi i vyzovy vnedreniya avtomatizirovannykh sistem upravleniya v molochnom zhivotnovodstve [Successes and challenges of implementing automated control systems in dairy farming] / O. V. Kosenchuk // Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. – 2025. – Т. 15, № 10. [in Russian].

Kakim budet agropromyshlennyj kompleks cherez 30 let [What will the agro-industrial complex look like in 30 years?]. <https://oleoscope.com/analytics/kakim-budet-agropromyshlennyj-kompleks/> (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Tochnoe zemledelie 2025: kak drony, GIS i kalijnye udobreniya menyayut sel'skoe hozyajstvo [Precision Farming 2025: How drones, GIS and potash fertilizers are changing agriculture]. <https://ailynx.ru/news/machine-learning/tochnoe-zemledelie-2025-drony-gis-kaliy/>. (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Umnye fermery: kak iskusstvennyj intellekt menyaet sel'skoe hozyajstvo [Smart Farmers: how artificial intelligence is changing agriculture]. https://www.rbc.ru/technology_and_media/14/06/2023/64802aae9a7947c6121756b7 (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Umnye fermy i novye biznes-modeli: kakovo budushchee agropektora s II [Smart farms and new business models: what is the future of the agricultural sector with AI]. <https://companies.rbc.ru/news/7VpL9GBYTG/umnyie-fermyi-i-novyie-biznes-modeli-kakovo-budushee-agropektora-s-ii/> (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

Fermery budushchego: kak izmenyatsya agrarii v epohu cifrovogo sel'skogo hozyajstva [Farmers of the future: how farmers will change in the era of digital agriculture]. <https://gubernia74.ru/articles/society/1135802/> (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

CHto poseesh', to i... ocifruesh'! [What you sow, you... digitize!]. <https://wciom.ru/analytical-reviews/analiticheskii-obzor/chto-poseesh-to-i-ocifruesh> (data obrashcheniya 05.09.2025). [in Russian].

SHutov V. M. Osnovy intellektual'nyh sistem upravleniya sel'skohozyajstvennoj tekhnikoj [Fundamentals of intelligent control systems for agricultural machinery]. / V. M. SHutov. - Tekst : neposredstvennyj // Issledovaniya molodyh uchenykh : materialy CVII Mezhdunar. nauch. konf. (g. Kazan', sentyabr' 2025 g.). - Kazan' : Molodoj uchenyj, 2025. [in Russian].