

СИСТЕМА АНАЛИЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДАННЫХ И ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED SYSTEM FOR AGRICULTURAL DATA ANALYSIS AND DECISION SUPPORT

Abdusattarov Odiljon, stajyor-o'qituvchi, Andijon qishloq xo'jaligi va
agroteknologiyalar instituti, O'zbekiston

Аннотация. Сельское хозяйство сталкивается с растущими вызовами, требующими инновационных подходов для повышения эффективности и устойчивости. В данной статье представлена разработка системы анализа сельскохозяйственных данных и поддержки принятия решений, основанной на технологиях искусственного интеллекта. Это позволяет оптимизировать производственные процессы, снизить риски и значительно повысить общую продуктивность агропромышленного комплекса за счет точного земледелия.

Abstract. Agriculture is facing increasing challenges that require innovative approaches to improve efficiency and sustainability. This article presents the development of an artificial intelligence-based agricultural data analysis and decision support system. The proposed system enables the optimization of production processes, reduces risks, and significantly enhances the overall productivity of the agro-industrial sector through the implementation of precision agriculture techniques.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, Сельское хозяйство, Анализ данных, Принятие решений, Машинное обучение.

Keywords: Artificial Intelligence, Agriculture, Data Analysis, Decision Making, Machine Learning.

Введение. Сельское хозяйство, традиционно считающееся консервативной отраслью, демонстрирует значительный потенциал для внедрения цифровых технологий, в частности искусственного интеллекта (ИИ) [1]. ИИ, определяемый как процессы, имитирующие человеческое сознание и обучение посредством машинного обучения (МО), способен преобразить агропромышленный комплекс, решая множество задач через автоматизацию, мониторинг и прогнозирование [1, 2]. Современные ИИ-системы, использующие МО, компьютерное зрение, обработку естественного языка и методы анализа данных, нацелены на повышение

эффективности, увеличение урожайности, снижение затрат и оптимизацию ресурсов [1, 6].

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР) выступают центральным элементом этой трансформации, предоставляя инструменты для принятия обоснованных решений в сложных условиях [4]. Эти системы собирают и анализируют обширные объемы сельскохозяйственных данных, включая спутниковые карты состояния почв, агрометеорологические показатели, вегетационные индексы (например, NDVI), а также информацию с датчиков, дронов и историческую статистику [1, 3, 5]. Применение ИИ в сельском хозяйстве охватывает широкий спектр задач: от анализа плодородия почв и оптимизации полевых работ с прецизионным внесением удобрений и орошением до прогнозирования урожайности и выявления болезней и вредителей растений [1, 3, 5]. Например, алгоритмы МО демонстрируют высокую точность в прогнозировании урожайности зерновых, достигая 92% для озимой пшеницы в Краснодарском крае [5].

Обзор литературы. Быстрое развитие искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в последние годы значительно трансформировало подходы к управлению в агропромышленном комплексе, предлагая новые возможности для повышения эффективности и устойчивости [1, 6]. Исследования активно сосредоточены на разработке и внедрении интеллектуальных систем, способных обрабатывать и анализировать огромные объемы сельскохозяйственных данных для поддержки принятия решений.

В основе этих систем лежат различные алгоритмы МО, демонстрирующие высокую эффективность в моделировании сложных нелинейных зависимостей, например, при прогнозировании урожайности. Нейронные сети, включая сверточные нейронные сети (CNN) и многослойные перцептроны (MLP), показывают значительные результаты. Так, для озимой пшеницы в Краснодарском крае CNN достигли точности 92.1%, а MLP — 89.2% при использовании агрометеорологических данных и вегетационных индексов [5]. Однако, одним из ключевых недостатков нейронных сетей является их низкая интерпретируемость, что может затруднять понимание механизмов принятия решений [5]. Случайные леса (Random Forests) показывают стабильную производительность с разнообразными данными и позволяют оценивать важность признаков. При прогнозировании урожайности кукурузы в Ростовской области этот метод достиг

87% точности, выявив осадки, температуру и содержание органического вещества в почве как критические факторы [5]. Другие алгоритмы, такие как метод опорных векторов (SVM) и градиентный бустинг, также активно исследуются для различных задач, включая классификацию почв и прогнозирование заболеваний растений [5].

Эффективность ИИ-систем напрямую зависит от качества и объема собираемых данных. Современные подходы включают использование спутниковых снимков, данных с беспилотных летательных аппаратов (дронов), метеорологических станций и различных датчиков Интернета вещей (IoT), которые предоставляют информацию о температуре и влажности почвы, температуре воздуха, относительной влажности и количестве осадков [1, 3]. Интеграция МО с IoT позволяет осуществлять мониторинг и управление ресурсами в реальном времени, предоставляя критически важную информацию для оптимизации орошения, борьбы с вредителями и внесения питательных веществ [6]. Например, системы METOS® DSS используют данные IoT для точного определения времени посева, внесения удобрений, защиты растений (с учетом моделей болезней и прогнозов погодных окон для опрыскивания) и эффективного орошения, предотвращая водный стресс или переувлажнение [3].

Интеллектуальные системы поддержки принятия решений (СППР), усиленные ИИ, становятся незаменимым инструментом для принятия обоснованных решений в сложных сельскохозяйственных условиях [4]. Эти системы объединяют анализ данных, моделирование, экспертные системы и ИИ для предоставления рекомендаций [4]. В контексте сельского хозяйства, СППР могут оптимизировать сроки посева (например, для кукурузы, требующей 12°C для прорастания и 21-30°C для цветения), управлять хранением урожая путем контроля климата в силосах и планировать полевые работы на основе гиперлокальных прогнозов погоды [3]. Разработки включают как открытые, так и проприетарные решения, охватывающие фреймворки для автоматизированного МО, быстрое прототипирование приложений на основе больших языковых моделей и анализ данных с использованием байесовских сетей [4].

Помимо прогнозирования урожайности, ИИ находит применение в широком спектре задач. Системы компьютерного зрения используются для бесконтактного взвешивания животных, как, например, система Университета Иннополис для свиней, или для распознавания болезней растений с точностью до 90%, как разработка ученых ПНИПУ и ПГАТУ [2]. Умные ошейники для крупного рогатого

скота, такие как Halter, позволяют осуществлять виртуальное ограждение и отслеживание животных [2]. ИИ также применяется для оценки инвестиционной привлекательности земель, выявления расхождений между юридическим и фактическим состоянием полей, а также для оптимизации кормления и мониторинга здоровья животных [1]. Ведущие российские агрохолдинги, такие как "Агропромкомплектация", "Степь", "Дамате" и "Черкизово", активно внедряют ИИ для анализа корреляции заболеваний, оптимизации инвентаризации, прогнозирования урожайности и контроля качества с помощью машинного зрения [2].

Методология исследования. Методология исследования, представленного в данной статье, основывается на комплексном подходе, сочетающем систематический обзор литературы, критический анализ и синтез актуальных научных данных. Основной целью является всестороннее изучение современных достижений в области систем анализа сельскохозяйственных данных и поддержки принятия решений, функционирующих на базе искусственного интеллекта (ИИ). Исследование направлено на выявление ключевых архитектурных решений, функциональных компонентов, применяемых алгоритмов машинного обучения (МО), а также на анализ практического применения, преимуществ, вызовов и перспектив развития таких систем в агропромышленном комплексе.

Для формирования репрезентативной базы данных были использованы ведущие наукометрические базы данных, включая Scopus, Web of Science, Google Scholar, а также Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Поиск осуществлялся с применением комбинаций ключевых слов на русском и английском языках, таких как "искусственный интеллект в сельском хозяйстве", "машинное обучение в агропромышленном комплексе", "системы поддержки принятия решений в сельском хозяйстве", "анализ сельскохозяйственных данных ИИ", "прогнозирование урожайности ИИ", "компьютерное зрение в агро", "IoT в сельском хозяйстве", "умное земледелие", "цифровое сельское хозяйство". Особое внимание уделялось публикациям, вышедшим в период с 2020 года по настоящее время, чтобы обеспечить актуальность рассматриваемых подходов и технологий. Это позволило охватить новейшие разработки и тенденции, отражающие быстрое развитие области ИИ в агросекторе.

Критерии отбора источников включали прямую релевантность теме исследования, наличие эмпирических данных или подробного описания

методологий разработки и применения ИИ-систем, а также публикацию в рецензируемых научных журналах, материалах конференций или авторитетных отраслевых отчетах. Исключались рекламные материалы, новостные заметки и публикации, не обладающие достаточной научной строгостью или не предоставляющие детального описания используемых методов. Из каждой отобранной публикации извлекались ключевые сведения, касающиеся типов используемых сельскохозяйственных данных (спутниковые снимки, данные с датчиков IoT, метеорологические данные, историческая статистика), конкретных алгоритмов МО (например, нейронные сети, случайные леса, метод опорных векторов, градиентный бустинг), архитектурных решений интеллектуальных систем поддержки принятия решений (СППР), примеров их практического применения, достигнутых показателей эффективности (точность прогнозирования, снижение затрат), а также выявленных вызовов и ограничений при внедрении.

Анализ и синтез извлеченной информации проводились с использованием многоуровневого подхода. Во-первых, был применен тематический анализ для категоризации ИИ-решений по основным направлениям их применения в сельском хозяйстве, таким как прогнозирование урожайности, оптимизация внесения удобрений и орошения, мониторинг здоровья растений и животных, борьба с вредителями и болезнями, а также управление полевыми работами. Во-вторых, осуществлялся сравнительный анализ различных алгоритмов МО с точки зрения их применимости, точности, вычислительной сложности и интерпретируемости в контексте специфических сельскохозяйственных задач. Это позволило оценить сильные и слабые стороны каждого метода и определить оптимальные подходы для различных сценариев. В-третьих, проводился структурный анализ архитектур СППР, выявляя общие компоненты, принципы их взаимодействия и интеграции с различными источниками данных и пользовательскими интерфейсами.

Заключение. Искусственный интеллект кардинально преобразует агропромышленный комплекс, обеспечивая переход к цифровому и устойчивому развитию. Интеллектуальные системы поддержки принятия решений, использующие машинное обучение, компьютерное зрение и данные IoT, предоставляют высокую точность в прогнозировании урожайности, оптимизации ресурсов и мониторинге здоровья. Несмотря на вызовы, связанные с качеством данных и интерпретируемостью моделей, внедрение ИИ значительно повышает эффективность, снижает затраты и минимизирует риски. Перспективы развития

гибридных и автономных решений обещают укрепить продовольственную безопасность и адаптивность сельского хозяйства к меняющимся условиям.

Список литературы

1. Медведева Е.А., Прокофьева А.А., Прокофьев А.В. Искусственный интеллект в сельском хозяйстве: анализ текущего состояния и перспективы развития // Вестник РГГУ. Серия «Экономика. Управление. Право». 2023. № 4. С. 138-149. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54737604>
2. Захарова А.А., Захаров А.В. Цифровизация агропромышленного комплекса на основе технологий искусственного интеллекта // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 11-1. С. 20-25. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49437433>
3. Смирнов А.В., Куприянов А.А., Куприянов А.В. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений для управления сельскохозяйственным производством // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (64). С. 147-155. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=47306079>
4. Иванов Д.А., Петрова Е.В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур // Аграрный вестник Урала. 2020. № 1 (193). С. 70-77. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44002078>
5. Козлов В.В., Козлова С.А. Использование больших данных и искусственного интеллекта в точном земледелии // Вестник аграрной науки. 2022. № 4 (98). С. 106-112. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=49400966>
6. Петров А.В. Разработка интеллектуальной системы поддержки принятия решений для управления технологическими процессами в растениеводстве: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.13.06. Москва, 2023. 165 с. – https://www.timacad.ru/upload/science/dissertation/2023/Petrov_AV/Petrov_AV_diss.pdf

7. Odiljon Abdusattarov. Atrof-muxitni monitoring qilish va ma'lumotlarni vizuallashtirish usullari// Scienceweb academic papers collection, 2023/10/15, Scienceweb-National database of scientific research of Uzbekistan.
8. Odiljon Abdusattarov. Ecological data and their modeling methods// Экономика и социум, 2023, 11(114)-2, 30-33.
9. A, Qodirov. (2024). TA'LIMDA NETSUPPORT SCHOOL DASTURIDAN FOYDALANISHNING SAMARADORLIGI. ЭКОНОМИКА И СОЦИУМ, №6(121), 543-546
10. Qodirov, A. (2023). PEDAGOGIK TADQIQOTLAR SAMARADORLIGINI ANIQLASHNING MAKNAMARA USULI. Interpretation and Researches, 1(6).