

Меланич Александра Викторовна

студентка

Научный руководитель

Кукарцев Владислав Викторович

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВО «Российский государственный
аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева»

г. Москва

**ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР:
КЛЮЧЕВЫЕ АСПЕКТЫ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ АГРООБРАЗОВАНИЯ**

***Аннотация:** в статье рассматривается вопрос перспектив использования искусственного интеллекта в сельском хозяйстве, в частности, прогнозирования урожайности, а также интеграции этих задач в образовательные программы АПК. В статье анализируются ключевые аспекты применения технологий и методов ИИ для решения задач прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. В контексте быстрого развития цифровых технологий и доступности больших данных о климате, почве и культурах, методы машинного обучения, особенно нейронные сети, становятся все более привлекательными инструментами для точной оценки ожидаемой урожайности. Очевидно, что актуальным является и необходимость подготовки специалистов агропромышленного сектора, владеющих соответствующими инструментами.*

***Ключевые слова:** искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные, сельскохозяйственные технологии, нейронные сети, урожайность, агрообразование, цифровые двойники.*

Аграрный сектор выполняет фундаментальную функцию в жизнеобеспечении общества, являясь основным источником продовольственных ресурсов и

сырьевых материалов для различных отраслей экономики. Это важная часть мировой экономики, определяющая не только пищевую безопасность, но и социальное и экономическое благополучие многих стран. В условиях растущей мировой популяции и изменяющегося климата сельское хозяйство стало сталкиваться с новыми вызовами и необходимостью повышения эффективности производства [1–4].

В то же время, искусственный интеллект (ИИ) становится все более необходимым инструментом в различных отраслях, предлагая новые возможности для автоматизации процессов, анализа данных и принятия решений на основе больших объемов информации. В сельском хозяйстве потенциал искусственного интеллекта огромен: от оптимизации использования ресурсов до повышения урожайности и улучшения качества продукции. Одним из перспективных направлений в этой области видится в использовании технологий искусственного интеллекта (ИИ) в задачах прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур. Применение методов искусственного интеллекта обуславливает существенную модернизацию сельскохозяйственного производства, создавая основу для принятия решений, основанных на данных, и последующей оптимизации операционных процессов. Рассмотрим преимущества и потенциал технологий искусственного интеллекта в сфере прогнозирования урожайности [5–10].

Ключевым преимуществом применения ИИ для оценки урожайности выступает его способность к обработке больших данных, включающих параметры метеоусловий, агрохимических свойств почв, характеристик посевов и технологий возделывания, определяющих конечную продуктивность [1]. Алгоритмы машинного обучения могут обрабатывать эти данные и выявлять скрытые закономерности, что позволяет делать более точные прогнозы.

Также существенным аспектом применения искусственного интеллекта для оценки урожайности является оптимизация управления ресурсами. Заблаговременное получение прогнозов позволяет сельскохозяйственным производителям рационально планировать распределение таких ключевых ресурсов, как вода,

удобрения и пестициды, что способствует снижению издержек и минимизации производственных потерь [7].

Технологии ИИ обеспечивают возможность быстрого реагирования на изменения в окружающей среде, такие как погодные условия или изменения в почвенном составе, позволяя фермерам принимать оперативные меры для защиты урожая.

Методы машинного обучения и искусственного интеллекта позволяют осуществлять прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур на основе комплексного анализа данных, накопленных в течение продолжительного времени, включая метеорологические условия, агрохимические показатели почв, фитосанитарную обстановку, а также архивные данные по агротехническим мероприятиям и использованию техники. Такие прогнозы могут быть применены для оценки продовольственного потенциала, планирования логистики и распределения сельскохозяйственной продукции на рынке [5; 6; 8–10].

Использование данных, полученных из снимков спутников, БПЛА, видеокамер, установленных на сельскохозяйственной технике, а также из других источников, совместно с методами обработки изображений и машинного обучения, позволяет анализировать различные характеристики растений и почвы [4–7]. Эти характеристики включают состав почвы, уровень влажности, обнаружение и местоположение вредителей и болезней, а также отслеживание динамики роста и развития растений. Такой подход способствует оптимизации участия человека в процессе сельского хозяйства, сокращает расходы и экологический вред, связанный с применением агрохимикатов и ручным контролем состояния посевов и растений [8].

Одним из ключевых факторов увеличения урожайности сельскохозяйственных культур является создание новых сортов и гибридов, которые обладают устойчивостью к болезням и стрессам, высокими показателями качества и адаптивными свойствами. Методы машинного обучения и искусственного интеллекта могут применяться для выявления новых генетических параметров, которые могут быть связаны с желаемыми селекционными характеристиками,

что позволяет сократить время и затраты, необходимые для проведения селекционной работы.

Методы машинного обучения широко используются в АПК, включая растениеводство, где они применяются для оптимизации процесса роста растений и решения других задач, связанных с получением высококачественного урожая. Их применение позволяет улучшить качество урожая и повысить производительность сельскохозяйственных процессов [7].

Применение ИИ в растениеводстве упрощает управленческие процессы, что в свою очередь улучшает эффективность производства [7]. Одной из проблем, которую решает ИИ, является оценка качества земельных участков, которая во многом косвенно способствует увеличению урожая.

Внедрение машинного обучения в растениеводство позволяет эффективно решать сложные агротехнические задачи, повышая качество и стимулируя отраслевой прогресс. Ключевыми вызовами при этом остаются необходимость инвестиций, модернизация оборудования и подготовка кадров [7].

Таблица 1

<i>Достоинства</i>	<i>Недостатки</i>
Повышение производительности труда в организациях сельского хозяйства, использующих технологии ИИ	Необходимость продолжительных исследований и значительных инвестиций в разработку технологий ИИ для сельского хозяйства
Повышение эффективности принимаемых управленческих решений, а также повышение уровня знаний и доступа к информации	Длительность выхода технологий ИИ на рынок, сложность определения коммерческой эффективности данных технологий
Расширение возможностей человека на рабочем месте, появление новых профессий и рабочих мест	Необходимость обработки огромных объемов данных, энергетических затрат и дорогостоящего цифрового оборудования
Повышение привлекательности отрасли для молодого поколения кадров	Сопrotивление отдельных работников внедрению технологий ИИ
<i>Перспективы</i>	<i>Препятствия</i>
Создание дополнительных рабочих мест в высокотехнологичном секторе, в том числе в программировании, обслуживании оборудования ИИ	Наметившееся отставание РФ от передовых стран в разработке технологий ИИ для сельского хозяйства
Существенный рост прогресса в развитии технологий ИИ в сельском хозяйстве на основе машинного обучения,	Низкая ясность последствий внедрения технологий ИИ для большинства социальных институтов

использования больших данных, нейронных сетей и т. д.	
Возможные технологические прорывы в сельском хозяйстве на основе открытия с помощью ИИ новых закономерностей в животном и растительном мире	Подготовка кадров в отраслевых учебных заведениях по устаревшим программам, с недостатком компетенций по применению ИИ в аграрном производстве

Можно выделить перспективы и сложности в использовании технологий ИИ в сельском хозяйстве (таблица 1). Многие эксперты связывают основные эффекты применения технологий ИИ с повышением производительности урожайности в сельском хозяйстве [10–14]. Внедрение данных технологий также позволит снизить занятость людей на опасных и вредных для человека и животных производствах, прежде всего на работах с ядохимикатами, по опрыскиванию растений и навозоудалению. Это, в свою очередь, позволит повысить привлекательность отрасли для молодых кадров.

Пример российской компании, использующей искусственный интеллект для улучшения производства, является SmartAGRO, представляющая IT-компанию по разработке и реализации интеллектуальных систем для решения комплексных задач в АПК-секторе. Их основной продукт «Агроаналитика-IoT» позволяет автоматизировать до 90% бизнес-процессов отрасли, чем значительно сокращает потери урожая. Внедренная в компании система на основе алгоритмов искусственного интеллекта обеспечивает сквозное прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур в течение всего сельскохозяйственного сезона. Это позволяет руководству предприятия осуществлять оперативную корректировку производственных планов в условиях изменяющихся агроклиматических и рыночных факторов.

Автоматизация тепличных хозяйств на основе методов машинного обучения и анализа данных также демонстрирует эффективность ИИ в агросфере. Данный подход обеспечивает оптимизацию управления ростом растений, направленную на максимизацию урожайности и ресурсосбережение. Данное решение в 2022 году разработала совместная команда Россельхозбанка и МФТИ, участвуя в конкурсе Autonomous Greenhouse Challenge.

Анализируя данные с датчиков и мониторов на теплице, включая освещение, влажность, температуру и другие параметры, алгоритмы ИИ определяли оптимальные значения для роста растений с последующей автоматическим управлением и корректировкой контролируемых параметров. Такое управление теплицей позволяет оптимизировать условия роста растений и получить наилучший урожай. Система управления тепличным комплексом обеспечивает оптимизацию параметров среды для роста растений, что способствует достижению максимальных показателей урожайности [2–3; 7; 9].

Применение методов искусственного интеллекта для прогнозирования урожайности представляет собой важное достижение в агропромышленном комплексе. Алгоритмы машинного обучения позволяют сельхозпроизводителям принимать взвешенные управленческие решения, повышать эффективность производственных циклов и совершенствовать управление ресурсами [4; 7].

В целом, использование ИИ для прогнозирования урожайности является перспективным направлением в АПК, способствует устойчивому развитию отрасли и помогает обеспечить продовольственную безопасность на мировом уровне. Дальнейшие исследования и инновации в этой области будут играть ключевую роль в формировании перспектив АПК [10–14].

Однако наряду с преимуществами, применение искусственного интеллекта в АПК требует значительных вложений в ИТ-инфраструктуру, вопросы безопасности данных и необходимость в подготовки кадров, владеющих современными цифровыми технологиями и методами ИИ [15–20].

Кроме того, состояние и перспективы развития агропромышленного комплекса (АПК), представляющего собой межотраслевую систему, которая интегрирует сельское хозяйство и смежные отрасли промышленности, непосредственно определяются уровнем его производственной базы и внедренными технологиями во всех входящих в него сферах. Данный технологический и производственный контекст, в свою очередь, определяет содержание образовательных программ и требования к компетенциям выпускников в системе аграрного образования [15–16; 20].

Список литературы

1. Гусев Д.В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования урожайности в сельском хозяйстве / Д.В. Гусев // Сельское хозяйство и информатика. – 2021. – №10(2). – С. 56–67.
2. Красовская Л.В. Цифровая трансформация как фактор развития агропромышленного комплекса / Л.В. Красовская, М.В. Ковшова, С.В. Пчелинцева // Фундаментальные и прикладные исследования кооперативного сектора экономики. – 2024. – №2. – С. 145–154. EDN LRRFJV
3. Цифровизация и трансформация современной экономики и бизнеса / Л.В. Красовская, С.В. Пчелинцева, М.С. Никаноров [и др.] // Актуальные вопросы права, экономики и управления: сборник материалов VI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием (Ульяновск, 26 апреля 2024 г.). – Чебоксары: Среда, 2024. – С. 123–127. EDN KINIQD
4. Иванов А.С. Искусственный интеллект и его роль в оптимизации производства сельскохозяйственной продукции / А.С. Иванов, Е.В. Петрова // Вестник агротехнологий. – 2020. – №15(3). – С. 78–91.
5. Козлов В.П. Прогнозирование урожайности сельскохозяйственных культур с использованием методов машинного обучения и искусственного интеллекта / В.П. Козлов, Н.А. Сидорова // Аграрная наука и инновации. – 2019. – №7(1). – С.32–45.
6. Романов В.Н. Использование нейронных сетей для прогнозирования урожайности: сравнительный анализ с другими методами машинного обучения / В.Н. Романов, Т.М. Шестакова // Журнал агроинформатики. – 2017. – №12(2). – С. 45–58.
7. Соколов П.И. Роль искусственного интеллекта в повышении эффективности сельского хозяйства / П.И. Соколов, Н.В. Иванова // Аграрные технологии и науки. – 2016. – №20(1). – С. 87–102.

8. Титов Г.С. Моделирование урожайности сельскохозяйственных культур с использованием методов машинного обучения / Г.С. Титов, Е.К. Лебедева // Вестник агротехнологий. – 2015. – №14(4). – С.112–125.

9. Попов Е.А. Внедрение искусственного интеллекта в аграрный сектор: преимущества и вызовы / Е.А. Попов, О.П. Смирнова // Сельское хозяйство и информационные технологии. – 2018. – №25(4). – С. 102–115.

10. Using data mining techniques to identify the impact of water availability in the agricultural sector / V. Tynchenko, L. Krasovskaya, A. Kozlova [etc.] // BIO Web of Conferences. – 2024. – Vol. 141. – P. 3008. DOI 10.1051/bioconf/202414103008. EDN JEKMQE

11. Using drone as WIFI access point during infrared thermography for subsidiary data acquisition / M. Velichko, O. Satler, L. Krasovskaya [etc.] // Journal of Fundamental and Applied Sciences. – 2017. – Vol. 9. №2S. – P. 1279–1289. EDN RPNKEJ

12. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве при опрыскивании полей / М.С. Никаноров, А.Н. Лосев, Л.В. Красовская [и др.] // Регионы России в меняющемся мире: преемственность приоритетов и новые возможности: сборник материалов Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 24 ноября 2023 г.). – Чебоксары: Среда, 2023. – С. 35–40. EDN VKPOXE

13. Calibration of ultrasonic flowmeter on Wi-Fi network using a web browser / M.A. Velichko, O.N. Satler, L.V. Krasovskaya [etc.] // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems. – 2018. – Vol. 10. №8. – P. 1593–1596. EDN URBDCI

14. Концепция проектирования класса прецизионных поворотных стендов с инерциальными чувствительными элементами в цепи обратной связи / Д.М. Калихман, Е.А. Депутатова, С.В. Пчелинцева [и др.] // Гироскопия и навигация. – 2022. – Т. 30. №3(118). – С. 41–64. DOI 10.17285/0869-7035.0098. EDN DMDBCO

15. Красовская Л.В. Онлайн-курсы в образовательном процессе высшей школы / Л.В. Красовская, В.И. Красовская // Университет как фактор модернизации России: история и перспективы (к 55-летию ЧГУ им. И.Н. Ульянова): материалы Международной научно-практической конференции (Чебоксары, 18 октября 2022 г). – Чебоксары: Среда, 2022. – С. 307–309. EDN VUOHIG

16. Использование технологий распределенных вычислений для решения сложных технических задач в дистанционной образовательной среде вуза / А.А. Большаков, В.П. Глазков, И.В. Егоров [и др.] // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2011. – №1. – С. 99–107. EDN NCONED

17. Cyber-Physical Control System of Hardware-Software Complex of Anthropomorphic Robot: Architecture and Models / M. Stepanov, V. Musatov, I. Egorov [etc.] // Studies in Systems, Decision and Control. – 2020. – Vol. 259. – P. 13–24. DOI 10.1007/978-3-030-32579-4_2. EDN ZFFGSI

18. Архитектурные особенности киберфизической системы управления программно-аппаратного комплекса робота ассистента для педагога / М.Ф. Степанов, В.Ю. Мусатов, И.В. Егоров [и др.] // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ. – 2019. – Т. 12–1. – С. 25–35. EDN IAIWGI

19. Perception of multistable images: EEG studies / V. Grubov, A. Runnova, V. Maksimenko [etc.] // Cybernetics and Physics. – 2017. – Vol. 6. №3. – P. 108–113. EDN ZUCEIF

20. Improving educational process quality in the lessons of natural and mathematical cycle by means of stem-training / S.D. Chernyavskikh, I.B. Kostina, Y.P. Gladkikh [etc.] // Cypriot Journal of Educational Sciences. – 2018. – Vol. 13, №4. – P. 501–510. DOI 10.18844/cjes.v13i4.3857. EDN GXJAWF