

Красовская Людмила Владимировна

канд. техн. наук, доцент, доцент

Пчелинцева Светлана Вячеславовна

канд. техн. наук, доцент

Долгова Виктория Александровна

студентка

Кружков Константин Сергеевич

студент

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

г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ИРРИГАЦИЕЙ

***Аннотация:** в статье рассматривается вопрос способов решения проблемы оскудения природных ресурсов, связанного с ростом населения. Авторы отмечают, что сельскохозяйственный сектор сталкивается с проблемой понижения устойчивости выращиваемой продукции и способности обеспечения ее рабочим необходимым уходом. Для повышения эффективности роста растений и сохранения участвующих в данном процессе ресурсов было найдено решение в виде искусственной системы ирригации.*

***Ключевые слова:** цифровое сельское хозяйство, искусственный интеллект, ирригация, природные ресурсы.*

В последние десятилетия стало очевидно, что человечество сталкивается с рядом глобальных вызовов. К ним можно отнести в том числе изменение климата, рост населения и риск возникновения продовольственного кризиса. Изменение климата приводит к тому, что эффективное управление водными ресурсами становится критически важным условием для осуществления любой хозяйственной деятельности, в особенности, в области сельского хозяйства.

С очень недавнего момента искусственный интеллект успел стать неотъемлемой частью многих отраслей деятельности человека. Сельское хозяйство и управление водными ресурсами не стало исключением. Внедрение ИИ позволяет автоматизировать процессы, оптимизировать управление водными процессами и минимизировать негативное воздействие на данную среду.

Искусственный интеллект способен обрабатывать большие массивы информации и рассматривать ситуацию с разных сторон. За счёт этой особенности нейронных сетей им доступна возможность создавать собственные закономерности и выводить собственные алгоритмы действия, в то время как более примитивным систем остаётся лишь следовать чёткому набору инструкций. Внедрение ИИ в сельское хозяйство является одной из важнейших задач программной инженерии сегодня. О недостатках старых подходов и о преимуществах использования искусственного интеллекта пойдёт речь дальше [1; 4].

В последние года стало очевидно, что традиционные подходы к орошению почвы переживают закат своей истории. Они сталкиваются с рядом фундаментальных проблем, которые делают их использование неэффективным и неустойчивым.

В первую очередь, стоит оговориться об эффективности как об основной проблеме традиционных методов полива. Отсутствие доступа к точным данным о состоянии почвы, потребностях растений и общем состоянии погоды приводят к ситуации, где полив может производиться с большим количеством ошибок. Полив может стать избыточным, что вызовет заболевание корней или заболачивание земли. Итогом частого избыточного полива может стать потеря урожая или же существенное снижение его качества. Однако существует и обратная проблема, а именно – недостаточный полив. Он также ведёт к проблемам. В случае недостаточного полива растения испытывают значительный стресс, что приведёт к риску полной потери урожая. Некачественное и неправильное орошение провоцирует целый ряд долгосрочных проблем. Может начаться эрозия почвы. Плодородные земли могут стать непригодными для сельскохозяйственной работы. А также велик риск вымывания дорогостоящих удобрений, которые не смогут себя окупить.

Однако неэффективность является не единственной проблемой традиционных методов орошения почвы. Ручное управление системами ирригации делает обязательным непрерывное присутствие на фермерском хозяйстве работника, обладающего значительным уровнем опыта, компетенции и, что немало важно, интуиции. Фермер должен решать, когда ему стоит заниматься увлажнением земли, а когда нет. Таким образом человеческий фактор допускает риск возникновения ошибки, которая была подробно описана выше [6].

Участие человека в орошении делает данный процесс очень трудоёмким и не позволяет масштабировать предприятие.

Также не стоит забывать о сложности принятия решения о поливе. Для того, чтобы добиться высокого уровня эффективности, необходимо держать в уме огромное количество динамических переменных, которые могут изменяться каждый день. К таким переменным можно отнести влажность воздуха, влажность почвы, наличие внесённых минеральных удобрений, погодные условия в данный момент, прогнозируемые погодные условия в ближайшем будущем и фаза развития культуры. Также необходимо иметь представление о составе почвы, ведь данный фактор, хоть и является стабильным, добавляет сложности в вопрос о поливе.

Все описанные выше минусы дают нам понять, что для продолжения развития сельского хозяйства необходимо работать в сторону автоматизации процессов орошения почвы. И современные решения на базе искусственного интеллекта призваны помочь с решением этой задачи.

Разработка умной системы для ирригации является сложной задачей для специалистов по программной инженерии и дизайну систем. Подобная система будет представлять из себя технологическое решение, основанное на интернете вещей и искусственном интеллекте [5; 6].

Первым делом следует описать архитектуру интеллектуальной ирригационной системы.

Система состоит из нескольких ключевых слоёв, работа которых взаимосвязана.

Слой сбора данных – это «входные ворота» всей системы. При помощи слоя сбора данных, информация поступает в систему через набор различных источников. Полевые датчики отвечают за сбор такой базовой информации как влажность и температура почвы. Эта важная информация, без которой остальные данные не представляют ценности. Дальнейшее исследование происходит из более глобальных источников. Например, метеостанции собирают общую информацию о погоде, предоставляя данные о температуре и влажности воздуха, скорость ветра, количество и состав осадков. Далее идут спутниковые снимки и данные с дронов. Собираются мультиспектральные изображения для оценки вегетационного индекса растений. Также при помощи данных с воздуха получается общая информация о здоровье растений, что позволяет оценить степень созревания или какие-то более глобальные проблемы с растениями. Ещё одним важным источником данных является общее представление о климатических условиях данного региона. Обширная история наблюдения за климатом нашей планеты позволяет делать прогноз о динамике изменения погодных условий с течением года. И последним источником данных является информация о посевах, которую мы получаем из самого сорта растений. Мы знаем дату посадки, знаем, как ведёт себя та или иная культура по мере своего роста и развития. Сбор таких больших объёмов данных требует очень сложной обработки, которая в случае умной системы и поручается искусственному интеллекту [3; 4].

Передача данных между датчиками и следующими слоями используются протоколы интернета вещей – LoRaWAN. Он позволяет передавать данные на большие расстояния с низким энергопотреблением. Также можно использовать стандарт NB-IoT, позволяющий передавать данные через сети сотовой связи. Для получения данных со спутников и для обработки таких данных можно использовать таких провайдеров как Google Earth Engine или Azure Orbital.

Следующий слой – слой обработки и хранения данных. Он отвечает за прием, хранение, объединение и очистку данных.

Для структурирования данных и предотвращения возможных ошибок с датчиком используется потоковая обработка данных, действующая в реальном времени и работающая на основе Apache Kafka, RabbitMQ, Apache Spark и Apache Flink.

Все структурированные данные хранятся в базах данных. Информация с датчиков в MondoDB, Cassandra, а изображения и большие файлы в Amazon S3 и Google Cloud Storage. Модуль ИИ и принятие решений – это «мозг» системы, где происходит анализ данных и генерация рекомендаций.

Чтобы правильно рассчитать объем необходимой для полива воды, как уже было выяснено, необходимо провести множественную обработку полученных данных со всех точек сбора информации. Для этого используются системы прогнозирования потребностей в воде, на базе регрессионных моделей (например, Random Forest Regressor, Gradient Boosting Machines), и распознавания образов при помощи генетических алгоритмов и динамического программирования [2].

Далее идёт модуль ИИ. Этот слой принимает решения от ИИ-модуля и преобразует их в команды для физического оборудования.

Управление ирригационными системами организовано через программируемые логические контроллеры, которые получают команды через сеть и управляют всем оборудованием.

Чтобы все слои системы были понятны не только ИИ, необходима также реализация пользовательского интерфейса. UI позволяет сделать систему доступной для обычных пользователей, которые не должны обладать компетенциями IT-специалистов.

Умная система полива повышает урожайность, устраняет риск ошибок и экономит ресурсы, снижая нагрузку на фермеров.

Высокая цена компонентов, проблемы подключения к интернету и необходимость специалистов – главные минусы умной ирригации. Адаптация ИИ к нестандартным ситуациям пока ограничена. Однако технология быстро распространяется в мире, включая Россию, благодаря экономии воды и субсидиям. Со

временем она станет доступнее. Таким образом можно сделать вывод, что системы ирригации на базе искусственного интеллекта являются будущим промышленного земледелия. Единственным сдерживающим фактором данной системы является только её высокая стоимость, однако с течением прогресса влияние этого недостатка будет уменьшаться.

Список литературы

1. Внедрение технологий искусственного интеллекта в цифровую среду сельхозпредприятий / С.В. Пчелинцева, Л.В. Красовская, В.В. Кукарцев, А.В. Кашников // Современное образование: инновации, вызовы и решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Киселевск, 29 октября 2025 г.). – Чебоксары: Среда, 2025. – С. 257–261. EDN AYUXVC

2. Голов Д.В. Нейронные сети и распознавание рукописных цифр на основе искусственных нейронных сетей / Д.В. Голов, Л.В. Красовская // Исследования технических наук. – 2014. – №4(14). – С. 18–20. EDN TИILZD

3. Использование беспилотных летательных аппаратов в сельском хозяйстве при опрыскивании полей / М.С. Никаноров, А.Н. Лосев, Л.В. Красовская, С.В. Пчелинцева // 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

4. Красовская Л.В. Использование сверточных нейронных сетей в деятельности сельхозпредприятий / Л.В. Красовская, С.В. Пчелинцева, М.В. Ковшова // Техника и оборудование для села. – 2024. – №7(325). – С. 7–11. DOI 10.33267/2072-9642-2024-7-7-9. EDN POWODH

5. Внедрение искусственного интеллекта в гидромелиоративных работах / Г. Мырадов, Г. Бабамырадова, Л. Гылыджова, А. Халлыева // Символ науки. – 2024. – №11-2-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vnedrenie-iskusstvennogo-intellekta-v-gidromeliorativnyh-rabotah> (дата обращения: 08.09.2025).

6. Революционизация ирригации – Системы автоматизации прокладывают путь для более разумных сельскохозяйственных транспортных решений. – URL: <https://www.marketresearchintellect.com/ru/blog/the-smart-way-to-water-how-irrigation-automation-systems-are-shaping-transportation-trends/> (дата обращения: 02.09.2025).