

## ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ОСНОВЕ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

*Шахноза Рахимджановна Убайдуллаева,  
кандидат технических наук, доцент кафедры  
«Автоматизация и управление технологическими процессами»,  
Национальный исследовательский университет «ТИИИМСХ»,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Аннотация.** В статье представлен обзор современных интеллектуальных систем мониторинга и управления в сельском хозяйстве, основанных на технологиях Интернета вещей (Internet of Things, IoT). Рассмотрены принципы построения IoT-систем, особенности использования интеллектуальных датчиков, средств беспроводной передачи данных и программных платформ для сбора и обработки информации о состоянии сельскохозяйственных объектов. Проведен анализ научных публикаций, посвященных применению технологий Интернета вещей в системах мониторинга параметров почвы, управления орошением, контроля микроклимата теплиц и отслеживания состояния сельскохозяйственной техники. Показано, что использование IoT-технологий способствует повышению эффективности управления агротехнологическими процессами, рациональному использованию водных и энергетических ресурсов, а также повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Особое внимание уделено перспективам развития концепций Smart Farming и Precision Agriculture, предусматривающих внедрение интеллектуальных цифровых технологий в аграрное производство. На основе проведенного анализа определены основные преимущества, ограничения и перспективы дальнейшего развития систем мониторинга и управления в сельском хозяйстве на основе Интернета вещей.

**Ключевые слова:** Интернет вещей, IoT, интеллектуальные системы управления, сельское хозяйство, Smart Farming, Precision Agriculture, мониторинг сельскохозяйственных процессов, автоматизированное орошение, интеллектуальные датчики, цифровое сельское хозяйство.

**Введение.** Современное сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики, обеспечивающей продовольственную безопасность и устойчивое развитие общества. В условиях роста численности населения, изменения климатических условий и ограниченности природных ресурсов особую актуальность приобретают вопросы повышения эффективности

сельскохозяйственного производства и рационального использования земельных, водных и энергетических ресурсов.

Одним из перспективных направлений развития аграрного сектора является внедрение цифровых технологий, позволяющих автоматизировать процессы мониторинга и управления сельскохозяйственными объектами. В последние годы широкое распространение получили интеллектуальные системы, основанные на использовании технологий Интернета вещей (Internet of Things, IoT), которые обеспечивают сбор, передачу и обработку данных в режиме реального времени.

Технологии Интернета вещей позволяют объединять различные устройства, датчики и исполнительные механизмы в единую информационную сеть. Благодаря этому становится возможным непрерывный контроль параметров окружающей среды, состояния сельскохозяйственных культур, почвы, систем орошения и сельскохозяйственной техники. Полученные данные используются для принятия обоснованных управленческих решений и повышения эффективности агротехнологических процессов.

Особое значение IoT-технологии приобретают в системах точного земледелия (Precision Agriculture), где управление производственными процессами осуществляется на основе анализа большого объема информации, поступающей от интеллектуальных датчиков. Использование таких систем позволяет оптимизировать расход воды, удобрений и других ресурсов, снизить производственные затраты и повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Важным преимуществом интеллектуальных систем мониторинга является возможность удаленного наблюдения за состоянием сельскохозяйственных объектов и оперативного реагирования на возникающие изменения. Современные IoT-платформы обеспечивают автоматическую передачу данных на серверы обработки информации, где осуществляется их анализ и формирование рекомендаций для принятия решений. Это способствует повышению эффективности управления сельскохозяйственным производством и снижению влияния человеческого фактора.

Развитие концепций Smart Farming и Agriculture 4.0 способствует активному внедрению технологий Интернета вещей в аграрный сектор. Интеллектуальные системы мониторинга и управления становятся важным элементом цифровой трансформации сельского хозяйства, обеспечивая повышение производительности труда, улучшение качества продукции и устойчивое развитие агропромышленного комплекса.

Целью данной статьи является анализ современных подходов к построению интеллектуальных систем мониторинга и управления в сельском

хозяйстве на основе технологий Интернета вещей, а также рассмотрение преимуществ, существующих проблем и перспектив дальнейшего развития данного направления.

**Обзор литературы.** Развитие технологий Интернета вещей связано с активным внедрением цифровых решений в различные сферы экономики, включая промышленность, транспорт, здравоохранение и сельское хозяйство. Концепция Интернета вещей предполагает создание сети взаимосвязанных устройств, способных осуществлять сбор, передачу и обработку информации без непосредственного участия человека. Теоретические основы данного направления были сформированы в работах, посвященных развитию беспроводных сетей связи, распределенных вычислительных систем и интеллектуальных устройств.

Современные исследования демонстрируют значительный рост интереса к использованию технологий Интернета вещей в аграрном секторе. В научных публикациях рассматриваются вопросы создания интеллектуальных систем мониторинга состояния почвы, контроля параметров микроклимата, автоматизированного управления орошением и повышения эффективности использования сельскохозяйственной техники.

Особое внимание исследователей уделяется концепциям Smart Farming и Precision Agriculture, предполагающим применение цифровых технологий для принятия управленческих решений на основе данных, получаемых в режиме реального времени. Использование интеллектуальных датчиков и облачных платформ позволяет обеспечивать постоянный контроль состояния сельскохозяйственных объектов и оперативно реагировать на изменения внешних условий.

Отдельное направление исследований связано с разработкой систем прогнозирования урожайности, мониторинга состояния растений и автоматического управления агротехнологическими процессами. Результаты опубликованных работ свидетельствуют о высокой эффективности применения IoT-технологий для повышения производительности сельскохозяйственного производства и рационального использования ресурсов.

**Методология исследования.** Методология исследования основана на анализе отечественных и зарубежных научных публикаций, посвященных применению технологий Интернета вещей в сельском хозяйстве. В качестве информационной базы использовались научные статьи, материалы международных конференций, монографии и аналитические обзоры в области цифрового сельского хозяйства, автоматизации технологических процессов и интеллектуальных систем управления.

В процессе исследования были использованы методы анализа и обобщения научной информации, сравнительного анализа существующих технологических решений и систематизации основных направлений применения Интернета вещей в аграрном секторе. Особое внимание уделялось исследованиям, посвященным интеллектуальным системам мониторинга, автоматизированному управлению орошением, контролю микроклимата и цифровизации сельскохозяйственного производства.

Проведенный анализ позволил определить современные тенденции развития технологий Интернета вещей, выявить их основные преимущества и ограничения, а также оценить перспективы дальнейшего внедрения интеллектуальных систем управления в сельском хозяйстве.

### **Основная часть. Теоретические основы технологий Интернета вещей.**

Интернет вещей представляет собой концепцию взаимодействия физических объектов посредством информационно-коммуникационных технологий. Основу IoT-систем составляют интеллектуальные датчики, контроллеры, исполнительные устройства и средства передачи данных, объединенные в единую сеть для обмена информацией и управления технологическими процессами.

Функционирование IoT-систем основано на непрерывном сборе данных о состоянии объекта, их передаче на серверы обработки информации и последующем принятии управленческих решений. Благодаря этому обеспечивается возможность автоматического контроля и управления различными процессами без постоянного участия оператора.

**Интеллектуальные системы мониторинга в сельском хозяйстве.** В современных сельскохозяйственных предприятиях технологии Интернета вещей активно используются для мониторинга состояния почвы, температуры воздуха, влажности, освещенности и других параметров окружающей среды. Информация, поступающая от датчиков, позволяет своевременно выявлять изменения условий выращивания сельскохозяйственных культур и принимать необходимые меры по их корректировке.

Особое значение имеют системы дистанционного мониторинга, обеспечивающие контроль больших сельскохозяйственных территорий в режиме реального времени. Использование таких систем способствует повышению эффективности управления агротехнологическими процессами и снижению затрат на обслуживание сельскохозяйственных объектов.

**Применение IoT в системах управления орошением.** Одним из наиболее распространенных направлений применения Интернета вещей является автоматизация систем орошения. Интеллектуальные датчики влажности почвы

позволяют определять фактическую потребность растений в воде и автоматически регулировать работу оросительного оборудования.

Использование автоматизированных систем управления орошением способствует рациональному использованию водных ресурсов, снижению энергозатрат и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Особенно актуальны такие решения для регионов с ограниченными водными ресурсами.

**Мониторинг сельскохозяйственной техники.** Технологии Интернета вещей также широко применяются для контроля технического состояния сельскохозяйственной техники. Современные датчики позволяют отслеживать параметры работы двигателей, расход топлива, техническое состояние узлов и агрегатов.

Полученные данные используются для проведения профилактического обслуживания оборудования, предотвращения аварийных ситуаций и повышения эффективности эксплуатации машинно-тракторного парка.

Преимущества и ограничения технологий Интернета вещей

К основным преимуществам IoT-технологий относятся возможность непрерывного мониторинга объектов, повышение эффективности использования ресурсов, снижение производственных затрат и автоматизация процессов принятия решений.

Среди существующих ограничений можно выделить необходимость создания надежной инфраструктуры передачи данных, обеспечение информационной безопасности, а также дополнительные затраты на внедрение и обслуживание цифровых систем.

**Заключение.** Проведенный обзор показывает, что технологии Интернета вещей играют важную роль в развитии современных интеллектуальных систем мониторинга и управления в сельском хозяйстве. Использование IoT-решений позволяет обеспечить эффективный контроль агротехнологических процессов, повысить точность управления производственными ресурсами и создать условия для устойчивого развития сельскохозяйственного производства.

Современные тенденции цифровизации аграрного сектора свидетельствуют о возрастающей роли технологий Интернета вещей в построении интеллектуальных сельскохозяйственных систем. Наиболее перспективными направлениями дальнейшего развития являются интеграция IoT-платформ с технологиями искусственного интеллекта, машинного обучения и анализа больших данных. Реализация подобных решений позволит повысить эффективность управления сельскохозяйственными процессами, обеспечить рациональное использование природных ресурсов и увеличить конкурентоспособность агропромышленного комплекса.

**Литература**

1. Vermesan O., Friess P. Internet of Things: Converging Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems. – Aalborg: River Publishers, 2013. – 336 p.
2. Madakam S., Ramaswamy R., Tripathi S. Internet of Things (IoT): A Literature Review // Journal of Computer and Communications. – 2015. – Vol. 3. – No. 5. – P. 164–173.
3. Wolfert S., Ge L., Verdouw C., Bogaardt M.J. Big Data in Smart Farming: A Review // Agricultural Systems. – 2017. – Vol. 153. – P. 69–80.
4. Kamilaris A., Prenafeta-Boldú F.X. Deep Learning in Agriculture: A Survey // Computers and Electronics in Agriculture. – 2018. – Vol. 147. – P. 70–90.
5. Ray P.P. Internet of Things for Smart Agriculture: Technologies, Practices and Future Direction // Journal of Ambient Intelligence and Smart Environments. – 2017. – Vol. 9. – No. 4. – P. 395–420.