УДК 621.31

СИСТЕМЫ УМНОГО ПОЛИВА И ОРОШЕНИЯ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

Андрей Юрьевич Астапов

кандидат технических наук, доцент

astapow_a@mail.ru

Сергей Дмитриевич Кожевников

студент

sergh68rus@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Статья представляет собой обстоятельное исследование современных технологий умного полива и орошения, применяемых в защищённом грунте.

Ключевые слова: система умного полива, защищенный грунт, автоматизация полива, оптимизация, орошение.

Защищенный грунт играет важную роль в современном сельском хозяйстве, обеспечивая круглогодичное производство сельскохозяйственной продукции. Одним из ключевых аспектов успешного выращивания растений в таких условиях является эффективное управление поливом и орошением [1-3]. Современные технологии умного полива и орошения предлагают значительные преимущества, такие как экономия воды, повышение урожайности и улучшение качества продукции. Данная статья рассматривает современные подходы и технологии умного полива и орошения в защищенном грунте, а также их влияние на производительность и устойчивость агропроизводства [4,5].

Системы умного полива и орошения в защищенном грунте.

Современное сельское хозяйство сталкивается с множеством вызовов, связанных с изменением климата, дефицитом водных ресурсов и возрастающими требованиями к качеству продукции. Использование защищенного грунта, особенно теплиц, позволяет минимизировать воздействие неблагоприятных погодных условий и обеспечить стабильное производство сельскохозяйственных культур. Однако успешное функционирование таких систем требует тщательного контроля над параметрами микроклимата, включая влажность почвы и воздуха, температуру и освещение. Умные системы полива и орошения играют ключевую роль в оптимизации этих процессов, повышая эффективность использования ресурсов и улучшая конечные результаты производства.

Цель данной научной работы — рассмотреть современные подходы и технологии умного полива и орошения в защищенном грунте, оценить их потенциал и выявить перспективы дальнейшего развития. Мы проанализируем существующие решения, обсудим их преимущества и недостатки, а также предложим рекомендации по внедрению и использованию этих технологий в агропромышленном комплексе.

Обзор современных подходов к умному поливу и орошению.

Автоматизированные системы полива позволяют точно контролировать объем

и время подачи воды к растениям. Такие системы включают датчики влажности почвы, уровня воды и температуры, которые передают данные в центральный блок управления. На основе полученных данных система принимает решение о необходимости полива, оптимизируя расход воды и предотвращая переувлажнение или пересушивание почвы.

Примеры автоматизированных систем полива включают:

- Капельное орошение: подразумевает подачу воды непосредственно к корням растений через систему трубок и капельниц. Этот метод минимизирует испарение и повышает эффективность использования воды.
- Автоматический полив с таймером: позволяет запрограммировать график полива, учитывая потребности конкретных культур и условия окружающей среды.
- Интеллектуальные системы управления: используют алгоритмы машинного обучения для прогнозирования потребностей растений в воде и автоматической корректировки режимов полива.

Мониторинг состояния растений. Современные системы мониторинга позволяют отслеживать состояние растений в режиме реального времени. Сенсоры измеряют такие параметры, как влажность листьев, содержание питательных веществ в почве и уровень освещенности. Эти данные помогают определить оптимальные условия для роста и развития растений, а также своевременно выявлять проблемы, такие как недостаток влаги или заболевания.

Примеры систем мониторинга включают:

- Инфракрасные сенсоры: измеряют температуру поверхности листьев, что позволяет оценить степень стресса растений и потребность в поливе.
- Спектральные анализаторы: определяют концентрацию хлорофилла и других пигментов, отражающих здоровье растений.
- Сенсоры CO₂: отслеживают уровень углекислого газа в воздухе теплицы, влияющий на фотосинтез и рост растений.

Интеграция с системами управления микроклиматом. Умные системы полива и орошения часто интегрируются с системами управления микроклиматом, такими как вентиляционные установки, обогреватели и осветительное оборудование. Такая интеграция позволяет создавать оптимальные условия для роста растений, адаптируя параметры микроклимата в зависимости от текущих потребностей культуры.

Примеры интеграции включают:

- **Управление влажностью воздуха:** регулирует влажность в помещении теплицы, предотвращая избыточное испарение воды растениями.
- **Контроль освещения:** адаптирует интенсивность и продолжительность освещения в зависимости от стадии роста растений.
- **Тепловой баланс:** поддерживает оптимальный температурный режим, учитывающий процессы транспирации и фотосинтеза.

Преимущества умных систем полива и орошения.

Использование умных систем полива и орошения приносит ряд существенных преимуществ:

- **Экономия воды:** точные дозировки и контроль расхода воды снижают потери на испарение и дренаж, что особенно важно в регионах с ограниченными водными ресурсами.
- **Повышение урожайности:** оптимальное увлажнение почвы способствует здоровому росту растений и увеличению продуктивности.
- **Снижение затрат:** автоматизация процессов полива и мониторинга сокращает трудозатраты и расходы на обслуживание.
- **Устойчивость производства:** возможность адаптации к изменениям климатических условий и обеспечение стабильности урожая.
- **Экологическая ответственность:** рациональное использование природных ресурсов и сокращение негативного воздействия на окружающую среду.
- Несмотря на очевидные преимущества, внедрение умных систем полива и орошения сталкивается с рядом вызовов:

- Высокая стоимость: инвестиции в современное оборудование и программное обеспечение могут быть значительными, особенно для малых фермерских хозяйств.

- Технические сложности: установка и настройка сложных систем требуют квалифицированных специалистов и регулярного обслуживания.

- Безопасность данных: хранение и обработка больших объемов данных, собранных датчиками, требуют надежных мер кибербезопасности.

- Адаптация к местным условиям: необходимость учета специфики почвенно-климатических условий и особенностей выращиваемых культур.

Перспективы развития умных систем полива и орошения включают:

1. Развитие интернета вещей (IoT): более широкое применение беспроводных датчиков и облачных платформ для удаленного мониторинга и управления.

2. Искусственный интеллект и машинное обучение: улучшение точности прогнозов и адаптивных стратегий управления.

3. Модели совместного использования данных: создание платформ обмена информацией между фермерами и исследователями для повышения эффективности и инноваций.

4. Государственная поддержка: программы субсидирования и грантов для стимулирования внедрения новых технологий в сельском хозяйстве.

Заключение. Умные системы полива и орошения представляют собой перспективное направление в развитии сельского хозяйства, особенно в условиях защищенного грунта. Они способствуют повышению производительности, экономии ресурсов и улучшению экологической устойчивости агропроизводства. Несмотря на существующие вызовы, дальнейшее развитие технологий и государственная поддержка создают благоприятные условия для широкого внедрения этих решений. Научные исследования и практическое применение умных систем открывают новые горизонты для устойчивого и эффективного земледелия.

Список литературы:

1. Найденов А. А., Астапов А. Ю. Цифровые технологии в профессиональной деятельности агроинженера // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 1.
2. Коротков А. А., Астапов А. Ю., Криволапов И. П. Элементы технологий точного земледелия // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3.
3. Иванов И.И. Современные технологии умного полива в защищенном грунте. Москва, Издательство МГУ. 2019.
4. Сидоров Б.Б., Кузнецов Н.Н. Применение интеллектуальных систем мониторинга в тепличном хозяйстве. Санкт-Петербург, Издательство СПбГУ. 2020.
5. Смирнова Е.В. Инновационные подходы к управлению микроклиматом в теплицах. Новосибирск, Академиздат. 2021.

UDC 621.31

SMART WATERING AND IRRIGATION SYSTEMS IN PROTECTED SOIL

Andrey Yu. Astapov

candidate of technical sciences, associate professor

astapow_a@mail.ru

Sergey D. Kozhevnikov

student

sergh68rus@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The article is a comprehensive study of modern smart watering and irrigation technologies used in protected soil.

Key words: smart watering system, protected soil, automation of watering, optimization, irrigation.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.