

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОЛИВНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ С ДАТЧИКОВ И МЕТЕОСТАНЦИЙ

Туркменова Рухие Тохировна

Ассистент кафедры «Программный инжиниринг» Самаркандского филиала ТУИТ им.Мухаммад аль-Хорезмий.

Аннотация

Статья рассматривает роль современных технологий в оптимизации управления водными ресурсами в сельском хозяйстве. Основное внимание уделено использованию датчиков влажности, температуры и электропроводности почвы, а также метеостанций для мониторинга климатических условий. Представлены примеры успешного внедрения автоматизированных систем полива, которые позволили существенно повысить урожайность и снизить потребление воды. В статье также приведены расчеты эффективности использования этих технологий, подтверждающие их значительное влияние на устойчивое развитие сельского хозяйства.

Ключевые слова: автоматизация полива, датчики влажности, температура почвы, электропроводность почвы, метеостанции, управление водными ресурсами, урожайность, устойчивое сельское хозяйство

Сельское хозяйство играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности и устойчивого развития. В условиях глобальных климатических изменений и дефицита водных ресурсов оптимизация управления водопользованием становится критически важной. Одним из наиболее эффективных решений является автоматизация поливных систем с использованием данных, поступающих от датчиков и метеостанций. Эта статья рассматривает эффективное управление водными ресурсами с помощью автоматизированных систем полива и их влияние на урожайность и устойчивость сельского хозяйства.

Современное сельское хозяйство активно использует инновационные технологии для повышения эффективности и устойчивости производства. Одним из ключевых инструментов, обеспечивающих точное и своевременное управление агротехническими процессами, является мониторинг состояния почвы с помощью датчиков. Датчики позволяют собирать данные о влажности, температуре, уровне питательных веществ и других параметрах почвы, что обеспечивает оптимальные условия для роста растений и повышает урожайность. Основные типы датчиков включают:

- Датчики влажности почвы;

- Датчики температуры почвы;
- Датчики электропроводности почвы.

Датчики влажности почвы измеряют объемное содержание воды в почве. Эти датчики могут быть емкостными, резистивными или нейтронными, в зависимости от принципа действия. Емкостные датчики измеряют изменение диэлектрической проницаемости почвы, резистивные — электрическое сопротивление, а нейтронные — скорость нейтронов, отраженных от водных молекул. Данные датчики используются для точного управления поливом, предотвращения как переувлажнения, так и пересыхания почвы. Они позволяют экономить воду и энергию, обеспечивая оптимальные условия для роста растений. Например, на ферме в Калифорнии были установлены емкостные датчики влажности почвы для управления системой капельного орошения. В результате потребление воды сократилось на 30%, а урожайность томатов увеличилась на 20%.

Датчики температуры почвы измеряют тепловое состояние почвы на различных глубинах. Обычно они представляют собой термисторы или термопары, которые преобразуют изменение температуры в электрический сигнал. Температурные датчики используются для мониторинга условий, влияющих на прорастание семян, рост корневой системы и активность микроорганизмов. Они помогают определить оптимальные сроки посадки и полива. Подобные датчики для почвы были установлены в теплице в Нидерландах, которые управляли системой отопления. Это позволило поддерживать оптимальную температуру для выращивания огурцов и повысить урожайность на 15%.

Датчики электропроводности измеряют концентрацию растворенных солей в почве, что позволяет оценить уровень ее плодородия и засоленности. Принцип работы основан на измерении электрического сопротивления почвы. Эти датчики помогают в управлении внесением удобрений и предотвращении засоления почв, что важно для поддержания их плодородия и здоровья растений. На ферме в Израиле были установлены датчики электропроводности почвы для контроля уровня солей при использовании капельного орошения. В результате удалось избежать засоления почв и сохранить высокую продуктивность на протяжении нескольких сезонов.

Современные системы управления сельскохозяйственными процессами интегрируют данные, получаемые с датчиков, с помощью специализированного программного обеспечения. Это позволяет создавать комплексные решения для автоматизации различных процессов. Данные системы позволяют осуществлять сбор данных, датчики влажности, температуры и электропроводности почвы собирают данные в режиме реального времени и передают их на центральный

сервер через беспроводные сети (LPWAN, Wi-Fi, Bluetooth). Проводить **анализ данных, в котором** программное обеспечение анализирует собранные данные и сравнивает их с заданными параметрами для определения состояния почвы. Осуществлять **принятие решений** на основе анализа данных, при которых система принимает решения о необходимости полива, внесения удобрений или регулировки температуры почвы. И самое последнее, **автоматизация процессов** - система автоматически управляет поливными установками, дозаторами удобрений и системами отопления, обеспечивая оптимальные условия для роста растений, на основе всех данных, анализа и принятии решения.

Для оценки эффективности использования датчиков для мониторинга почвы можно рассмотреть следующие показатели:

1. **Экономия воды:**

$$W = \frac{C-T}{C} * 100\% ,$$

где W – Экономия воды, C – Исходное потребление воды (м³/га), T – Текущее потребление воды (м³/га)

2. **Увеличение урожайности:**

$$Y = \frac{A}{B} ,$$

где Y – увеличение урожайности, B – урожайность до внедрения (кг/га), A – урожайность после внедрения (кг/га)

Пример расчета: На ферме до внедрения датчиков влажности почвы потребление воды составляло 6000 м³/га, а урожайность — 7000 кг/га. После внедрения системы мониторинга потребление воды снизилось до 4000 м³/га, а урожайность увеличилась до 8500 кг/га.

- Экономия воды: $\frac{6000-4000}{6000} * 100\% = 33.33\%$
- Увеличение урожайности: $Y = \frac{8500}{7000} = 1.21$ (21% увеличение)

Сельское хозяйство во многом зависит от климатических условий, и их точное прогнозирование и мониторинг играют ключевую роль в успешном управлении аграрными процессами. Метеостанции, оснащенные современными сенсорами, предоставляют фермерам ценные данные о погодных условиях, что позволяет оптимизировать производство, снижать риски и повышать урожайность. Эта статья рассматривает использование метеостанций в сельском хозяйстве, их роль в мониторинге погодных условий и примеры успешного применения.

Метеостанции оснащены различными датчиками, которые собирают данные о ключевых климатических параметрах:

1. **Температура воздуха:** Измеряется с помощью термометров и термисторов. Температура воздуха влияет на рост растений, скорость испарения и уровень влаги в почве.
2. **Влажность воздуха:** Измеряется с помощью гигрометров. Влажность воздуха важна для оценки уровня транспирации растений и риска заболеваний.
3. **Осадки:** Количество осадков измеряется с помощью дождемеров. Эти данные позволяют планировать полив и определять потребность растений в дополнительной влаге.
4. **Скорость и направление ветра:** Измеряются с помощью анемометров и флюгеров. Ветер влияет на испарение влаги, распространение пестицидов и опыление.
5. **Солнечная радиация:** Измеряется с помощью пирометров и солнечных датчиков. Солнечная радиация важна для фотосинтеза и общего роста растений.

Метеостанции предоставляют данные, которые помогают фермерам точно определять потребности растений в воде. Интеграция данных о температуре, влажности и осадках позволяет оптимизировать режим полива, избегая как переувлажнения, так и засухи. На ферме в Калифорнии была установлена метеостанция, собирающая данные о температуре и влажности воздуха, а также количестве осадков. Эти данные интегрировались в систему автоматизированного полива, что позволило сократить потребление воды на 25% и увеличить урожайность винограда на 15%.

Данные с метеостанций используются для прогнозирования погодных условий и управления рисками, связанными с экстремальными климатическими явлениями, такими как заморозки, засухи и сильные ветра. В одной из ферм в Канаде метеостанция предоставляла данные о вероятности заморозков. На основе этих данных фермеры приняли меры по защите своих культур, что позволило сохранить урожай и избежать значительных потерь.

Метеостанции помогают в прогнозировании заболеваний растений, таких как грибковые инфекции, которые зависят от условий влажности и температуры. На ферме в Италии данные с метеостанции использовались для прогнозирования появления фитофтороза на картофельных полях. Система предупреждала фермеров о благоприятных для развития болезни условиях, что позволило своевременно применять профилактические меры и сократить использование фунгицидов на 30%.

Современные системы управления сельским хозяйством интегрируют данные с метеостанций для создания комплексных решений, которые

автоматизируют различные процессы и повышают эффективность управления.

Например:

1. **Сбор данных:** Метеостанция собирает данные о температуре, влажности, осадках, скорости ветра и солнечной радиации и передает их на центральный сервер через беспроводные сети (LPWAN, Wi-Fi).
2. **Анализ данных:** Специальное программное обеспечение анализирует собранные данные и создает прогнозы погоды и состояния растений.
3. **Принятие решений:** На основе анализа данных система рекомендует или автоматически принимает решения о поливе, внесении удобрений и применении пестицидов.
4. **Автоматизация процессов:** Система управляет поливными установками, дозаторами удобрений и другими агротехническими устройствами, обеспечивая оптимальные условия для роста растений.

Для оценки эффективности использования метеостанций можно рассмотреть следующие показатели:

1. **Снижение затрат на водопользование:**

$$S = \frac{R}{E} * 100\% ,$$

где S – снижение затрат на водопользование, R - исходные затраты на водопользование (сум), E - текущие затраты на водопользование (сум)

2. **Увеличение урожайности:**

$$X = \frac{V}{N},$$

где X – увеличение урожайности, V – урожайность после внедрения метеостанций (кг/га), N – урожайность до внедрения метеостанций (кг/га)

Пример расчета: На ферме до внедрения метеостанции затраты на водопользование составляли 50000 руб, а урожайность — 6000 кг/га. После установки метеостанции и интеграции данных в систему управления затраты снизились до 35000 руб, а урожайность увеличилась до 7500 кг/га.

- Снижение затрат на водопользование: $S = \frac{50000}{35000} * 100\% = 142.86\%$
- Увеличение урожайности: $\frac{7500}{6000} = 1.25$ (25% увеличение)

На основе данных с датчиков и метеостанций автоматизированная система полива работает следующим образом:

1. Датчики влажности почвы собирают данные о текущем уровне влажности.
2. Метеостанция передает данные о текущих погодных условиях и прогнозе.
3. Контроллер анализирует полученные данные и определяет необходимость полива.
4. В случае необходимости система запускает поливные устройства (спринклеры, капельные системы и т.д.).

5. Полив прекращается, когда датчики фиксируют достижение оптимального уровня влажности почвы.

Автоматизация поливных систем позволяет поддерживать оптимальные условия для роста растений, что напрямую влияет на урожайность. Примеры использования таких систем показывают значительное увеличение урожая:

1. **Проект "Smart Irrigation" в Испании:** В винодельческом регионе Риоха внедрили автоматизированную систему полива на основе данных с датчиков влажности и метеостанций. В результате урожай винограда увеличился на 20%, а качество продукции значительно улучшилось.
2. **Ферма в Калифорнии, США:** На ферме, выращивающей томаты, установили автоматизированную систему полива, использующую датчики влажности почвы и метеостанции. Урожайность томатов возросла на 25%, а потребление воды снизилось на 30%.

Автоматизированные системы полива позволяют значительно сократить потребление воды за счет точного дозирования и учета климатических условий. Примеры успешных внедрений показывают значительную экономию водных ресурсов:

1. **Проект в Израиле:** В одном из сельскохозяйственных регионов Израиля внедрили систему капельного орошения, управляемую данными с датчиков влажности почвы. Потребление воды сократилось на 40%, при этом урожайность увеличилась на 15%.
2. **Ферма в Австралии:** На ферме, занимающейся выращиванием пшеницы, установили систему автоматизированного полива, использующую данные с метеостанций. Расход воды сократился на 35%, а урожайность возросла на 20%.

Автоматизация поливных систем на основе данных с датчиков и метеостанций представляет собой эффективный способ управления водными ресурсами в сельском хозяйстве. Использование таких систем позволяет значительно повысить урожайность, сократить расход воды и улучшить устойчивость сельского хозяйства. Примеры успешных внедрений и расчеты эффективности подтверждают, что автоматизация полива является важным шагом на пути к более устойчивому и продуктивному аграрному сектору.

Список используемой литературы

1. Bauer, P., & Aschenbruck, N. (2018). **Agricultural Internet of Things: A Comprehensive Survey of Enabling Technologies, Practices, and Challenges.** Computers and Electronics in Agriculture, 147, 217-234.
2. Nawandar, N. K., & Satpute, V. R. (2019). **IoT-based Low-Cost Agriculture Monitoring System Using Web-based Technology.** Computers and Electronics in Agriculture, 162, 1003-1011.

3. **Patel, K., & Shah, Y. (2016). Role of Wireless Sensor Networks in Precision Agriculture: A Survey.** IEEE Access, 4, 17622-17644.
4. **Smart Agriculture Using IoT. (2020).** Journal of the Science of Food and Agriculture, 100(9), 3758-3767.