



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УМНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Сафонова Т.В., ¹Мокряк А.В., Муленко М.Д., Лескова Д.О., Осина Д.А.,
ФГБОУ ВО "РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ" Санкт-Петербург, Россия (192007, город Санкт-Петербург, Воронежская ул., д. 79)

¹ФГБОУ ВО "САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ МИНИСТЕРСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ ИМЕНИ ГЕРОЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ГЕНЕРАЛА АРМИИ Е.Н.ЗИНИЧЕВА", Санкт-Петербург, Россия (196105, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д.149), e-mail: mokryakanna@mail.ru

Тенденции развития умного сельского хозяйства включают в себя автоматизацию процессов, использование датчиков для мониторинга почвы и растений, внедрение технологий Интернета вещей для управления ресурсами, а также применение аналитики данных и искусственного интеллекта для оптимизации производства. Также важными являются развитие технологий дронов и робототехники для выполнения различных задач на поле. Эти тенденции направлены на увеличение эффективности, уменьшение затрат и повышение устойчивости сельского хозяйства. В данной статье изучается использование инновационных технологий интернета вещей в агропромышленном комплексе на основе приведенных примеров из разных стран. Рассматриваются передовые средства автоматизации исследуемой области. Технологии интернета вещей уже применяются фермерами в различных сферах, таких как профилактика заболеваний культур и животных, повышение урожайности и управление поливом.

Ключевые слова: Технология интернета вещей, сенсорные датчики, гидрометеорологические параметры

TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF SMART AGRICULTURE

Safonova T.V., ¹Mokryak A.V., Mulyenko M.D., Leskova D.O., Osina D.A.
RUSSIAN STATE HYDROMETEOROLOGICAL UNIVERSITY, St. Petersburg, Russia (192007, St. Petersburg, Voronezhskaya str., 79)

¹ST. PETERSBURG UNIVERSITY OF THE STATE FIRE SERVICE OF THE MINISTRY OF THE RUSSIAN FEDERATION FOR CIVIL DEFENSE, EMERGENCIES AND ELIMINATION OF CONSEQUENCES OF NATURAL DISASTERS NAMED AFTER THE HERO OF THE RUSSIAN FEDERATION, GENERAL OF THE ARMY E.N. ZINICHEV, St. Petersburg, Russia (196105, St. Petersburg, Moskovsky prospekt, 149), e-mail: ¹mokryakanna@mail.ru

Trends in smart agriculture include process automation, the use of sensors to monitor soil and plants, the introduction of IoT technologies for resource management, and the use of data analytics and artificial intelligence to optimise production. Also important are the development of drone technology and robotics to perform various tasks in the field. These trends aim to increase efficiency, reduce costs, and improve the sustainability of

agriculture. This paper explores the use of innovative Internet of Things technologies in agribusiness through case studies from different countries. The advanced automation tools of the study area are reviewed. IoT technologies are already being used by farmers in various areas such as crop and animal disease prevention, crop yield improvement and irrigation management.

Keywords: Internet of things technology, touch sensors, hydrometeorological parameters.

Введение

Агропромышленный комплекс играет ключевую роль в экономике страны, предоставляя продовольствие для населения и сырье для различных отраслей, тем самым поддерживая уровень продовольственной безопасности страны на высоком уровне. По всему миру более миллиарда специалистов заняты в данной отрасли. Начавшееся приблизительно 10 000 лет назад, сельское хозяйство стало одним из важнейших толчков для последующей эволюции цивилизации.

На сегодняшний день агропромышленный сектор является наиболее важной отраслью, так как обеспечивает продовольствием население всего мира. Стоит отметить, что через 30 лет потребуются на 70% больше объема продовольствия, чем в настоящее время [1]. Уменьшение плодородных земель, преобразование климатических показателей и высокие цены на энергоносители представляют серьезные препятствия для увеличения производительности и обеспечения населения сельскохозяйственной продукцией. Поэтому важными задачами являются повышение урожайности сельскохозяйственных культур и снижение издержек в современных условиях функционирования предприятий.

Для достижения данной цели требуется внедрить новый подход к сельскому хозяйству, который подразумевает использование интеллектуальных инструментов для развития аграрного сектора [2]. Эта концепция основана на использовании автоматизированных систем принятия решений, комплексной автоматизации и роботизации производственных процессов, а также использовании передовых технологий для моделирования экосистем.

В статье приведены примеры применения передовых технологий интеллектуального сельского хозяйства, которые демонстрируют возможность эффективной и экологически безопасной борьбы с вредителями, восстановления и сохранения плодородия почв и грунтовых вод, а также дистанционного контроля соблюдения сертификационных требований органического сельского хозяйства.

Предотвращение заболеваний

Сегодня информационные системы в сельском хозяйстве, применение которых казалось невозможным несколько поколений назад, активно применяются для управления растениеводством. Например, в области интеллектуального сельского хозяйства потенциал сенсорных датчиков открывают новые возможности для решения наболевших проблем.

Болезни и вредители негативно влияют на производство зерновых культур, причиняя значительный экономический ущерб. Традиционные методы лечения, к сожалению, требуют дополнительных затрат и часто оказываются неэффективными [3]. Однако использование сенсорных датчиков помогает улучшить сложившуюся ситуацию. Анализ данных, полученных с датчиков, позволяет расширить возможности систем прогнозирования заболеваний (Рисунок 1).

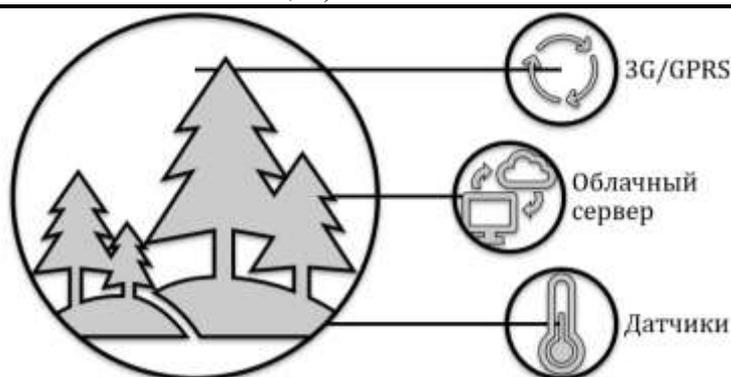


Рисунок 1 – Схема контроля параметров растительности для предотвращения заболеваний

Контроль параметров растительности позволяет эффективно бороться с вредителями и обеспечивать оптимальное орошение в нужное время, что способствует улучшению регулированием, росту качества аграрной продукции и уменьшению расходов. Путем мониторинга и анализа гидрометеорологических показателей, таких как температура, влажность воздуха, показатель эвапотранспирации и количество осадков, можно спрогнозировать появление опасных заболеваний [4, 5]. Также можно предложить своевременные целевые процедуры для поддержания здоровья сельскохозяйственных культур.

Специалисты и производители аграрного сектора могут адаптировать свои действия в соответствии с текущей обстановкой на местности благодаря системам контроля и анализа гидрометеорологических показателей. Эти системы генерируют уведомления с прогнозами фенологических событий, что позволяет производителям подготовиться к проведению инсектицидных мероприятий в нужное время. Использование таких инновационных платформ приносит ряд достоинств для фермеров, включая минимизацию времени, денег и ресурсов, а также снижение воздействия на окружающую среду за счет минимизации токсичных распылений [6]. Кроме того, они могут предупреждать фермеров о засухе на сельскохозяйственных территориях и других условиях, требующих внимания. Пользователи могут формировать отчетную документацию о техническом обслуживании оборудования и погоде, а также получать доступ к системе непосредственно с сельскохозяйственных полей.

Умная платформа по контролю сельскохозяйственных полей

Для таких систем часто используется инновационная платформа с сенсорными датчиками Wasmote Plug & Sense! от компании Libelium из Испании. Выбор данной платформы обусловлен ее доступностью по цене по сравнению с обычными метеостанциями, универсальностью программного кода и гибкостью в эксплуатации.

Платформа Wasmote Plug & Sense! предлагает клиентам решение для отслеживания погодных условий на конкретном участке сельскохозяйственного поля, что дает возможность в онлайн режиме отслеживать текущую ситуацию. Датчики собирают корректную информацию о таких ключевых показателях, как температура окружающей среды, влажность, количество осадков, атмосферное давление, направление и скорость ветра, влажность почвы и листьев.

Проанализированные параметры имеют большое значение для определения климатических особенностей региона и контроля текущего состояния окружающей среды.

Платформы с сенсорными датчиками размещаются в точках, где гидрометеорологическая информация недоступна из-за отсутствия метеостанций. В комплект платформы входит солнечная панель, обеспечивающая более длительное автономное питание метео-устройств [7].

Платформы Waspote Plug & Sense! могут быть подключены к шлюзам Meshlium, которые получают данные от всех беспроводных устройств и отправляют их в облачную систему, или напрямую к облачным сервисам с использованием 4G или LoRaWAN. В облачной среде информация обрабатывается, и на основе предоставленных данных формируются управленческие решения по реализации сельскохозяйственных работ.

Удобное развёртывание узлов с датчиками способствует снижению стоимости интеллектуального решения, подходящего для маленьких хозяйств и масштабного производства [8]. Данная система окажется полезной для специалистов, борющихся с вредителями и болезнями и стремящихся оптимизировать график опрыскивания сельскохозяйственных культур. В отдельных случаях экономия на опрыскивании может достигать 20–30%.

Рост урожайности сельскохозяйственной продукции

Растения в теплице чрезвычайно восприимчивы к двум главным параметрам: температура воздуха (от посева до сбора урожая) и объема воды для полива (это особенно значимо в первые месяцы после посадки и перед сбором урожая). Оба фактора должны быть в оптимальных пределах, чтобы предотвратить потерю урожая, которая может достигать до 80% из-за появления деформированных, повреждённых растений и небольших плодов. Специалистам требуется знать, как меняются температура в теплице и уровень влажности почвы в течение суток, чтобы регулировать температуру и обеспечивать достаточное количество воды.

Решение этой задачи упрощается благодаря платформе Libelium Waspote, в особенности стоит отметить модуль Waspote Plug & Sense! Smart Agriculture. Используя специализированные датчики измерения температуры и влажности почвенного покрова, которые располагаются рядом с растениями, можно непрерывно отслеживать урожайность сельскохозяйственных культур. Фермер может быстро проверить текущее состояние растений через смартфон и принимать оповещения при достижении критических значений [9, 10]. Несмотря на то, что система окупается в течение нескольких лет, фермеры сразу получают ряд преимуществ:

- экономия времени: им не требуется ежедневно (или даже еженедельно) посещать поле для мониторинга состояния урожайности культур.
- уверенность в результатах: решения основаны на актуальных данных, которые извлекаются и предоставляются в режиме реального времени.
- экономия средств: минимизация ежедневного предоставления воды на 30% после посадки и на 15% во время сбора урожая зерновых культур и т.д.
- уменьшение потерь сельскохозяйственной продукции: предотвращение деформации, повреждений растений и т.д.

- высокие стандарты качества: рост лояльности потребителей и возможность продажи продукции по одной цене на протяжении всего периода уборки.

Анализ гидрометеорологических параметров имеет главное значение для сельскохозяйственных культур, выращиваемых на открытых пространствах. Избыточная влажность почвы, дефицит кислорода в земле, повышенная влажность воздуха, отрицательные температуры и недостаточное освещение негативно влияют на развитие и увеличивает риск заболеваний и атак вредителей [11]. В зимний период опасность возникновения болезней возрастает, поэтому необходимо применять подходящие минеральные удобрения и внимательно следить за этим процессом. Благодаря современным технологиям можно точнее определять моменты, когда действительно требуется применение минеральных удобрений.

Один из вариантов решения – это отслеживание состояния деревьев и растений с помощью специализированных датчиков, подсоединенных к Waspnote Plug & Sense! Smart Environment (Рисунок 1).



Рисунок 2 – Размещение сенсорных датчиков по сбору гидрометеорологических данных

Набор Waspnote Plug & Sense! Smart Environment представляет возможность контролировать такие параметры как (Рисунок 3):

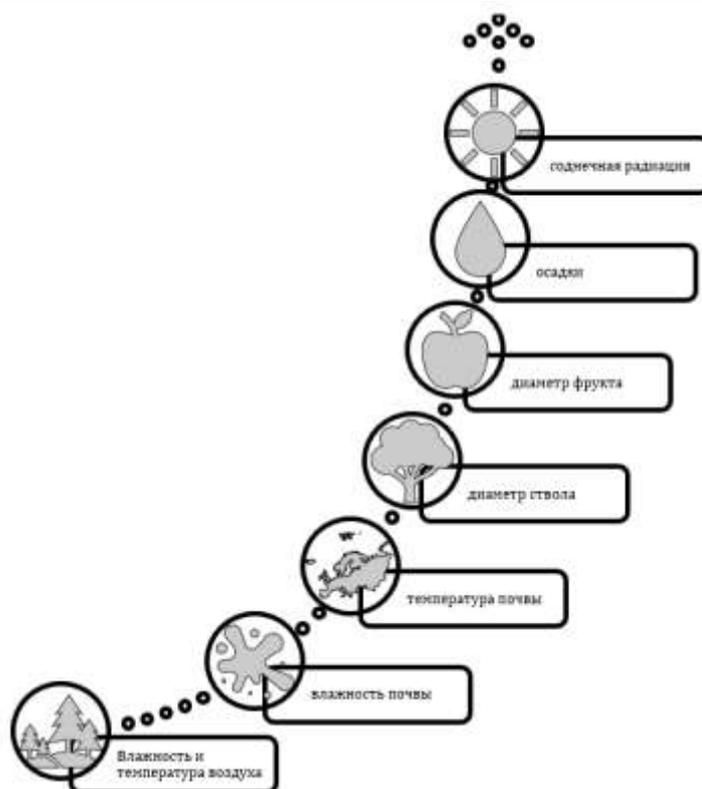


Рисунок 3 – Гидрометеорологические параметры, отслеживаемые системой Waspote Plug & Sense! Smart Agriculture

Стоит отметить, что комплект Waspote Plug & Sense! Smart Environment дает возможность контролировать уровень аммиака.

Отслеживание данных гидрометеорологических показателей позволяет удаленно контролировать окружающую среду и агрономические изменения. Это также помогает прогнозировать урожай, рационально расходовать водные ресурсы, предотвращать заболевания, сокращать количество применяемых удобрений и классифицировать типы почв в зависимости от климатических условий и выращиваемых культур [10, 11].

Ниже представлены достоинства, которые могут быть получены от внедрения исследуемой системы, а именно:

- повышение экологической и сельскохозяйственной устойчивости;
- поддержка стабильности урожайности сельскохозяйственных культур;
- контроль органических отходов;
- отслеживание сельскохозяйственных культур;
- обеспечение безопасности продукции.

Выводы

Современные технологии всё глубже проникают в агропромышленный сектор. Благодаря применению интеллектуальных сенсоров, беспроводных коммуникационных технологий и облачных сервисов улучшается качество мониторинга основных параметров, анализа данных и предоставления рекомендаций для снижения потерь и увеличения урожайности.

Новые технологии характеризуются относительно низкой стоимостью, небольшими затратами на установку и развертывание оборудования, легкостью внедрения и возможностью масштабирования проектов.

Контроль текущего состояния зерновых культур посредством использования сенсорных датчиков необходим для своевременного выявления проблем и принятия управленческих решений для их устранения. Это помогает повысить урожайность культур, снизить затраты на удобрения и средства защиты растений, что повысит качество зерна.

Список литературы

1. Precision Agriculture: Predicting Vineyard Conditions, Preventing Disease [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Дата обращения: 15.04.2024)
2. Smart Strawberries Crop Increases the Quality and Reduces the Time from Farm to Market [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://www.libelium.com/smart-strawberries-crop-increases-the-quality-and-reduces-the-time-from-farm...>
<http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Дата обращения: 15.04.2024)
3. Precision Farming to control irrigation and improve fertilization strategies on corn crops [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.libelium.com/precision-farming-to-control-irrigation-and-improve-fertilization-strategies....> <http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Дата обращения: 16.04.2024)
4. Smart Agriculture project for Organic Farms in UK [Электронный ресурс] // Режим доступа : <http://www.libelium.com/smart-agriculture-project-for-organic-farms-in-uk/> (Дата обращения: 16.04.2024)
5. Reading Beehives: Smart Sensor Technology Monitors Bee Health and Global Pollination [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.libelium.com/temperature-humidity-and-gases-monitoring-in-beehives/>.<http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Дата обращения: 17.04.2024)
6. Сафонова Т.В. Взаимодействие глобальной многофункциональной инфокоммуникационной спутниковой системы связи с объектами IoT в сельскохозяйственном производстве. Международный научно-исследовательский журнал/ Истомин Е.П., Яготинцева Н.В., Колбина О.Н., Мокряк А.В. 2023. №11 (137)
7. Сафонова Т.В., Яготинцева Н.В., Колбина О.Н., Мокряк А.В. Концепция развития интернета вещей информационные технологии: управление, экономика Транспортное право. 2022. №2 (42). С.4
8. Сафонова Т.В., Колбина О.Н., Яготинцева Н.В., Мокряк А.В. Контроль и мониторинг экологической безопасности окружающей среды Международный научно-исследовательский журнал 54-1 (119). 2022. С. 115-119.
9. Вершинин А.К., Сафонова Т.В., Русскин В.Д., Логинов И.С., Ясников А.И. Интернет вещей в сельском хозяйстве Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 1 (45). С. 28-34.
10. Тикки Д.А., Никольский В.Е., Авакян Е.В., Самошкин Н.С., Сафонова Т.В. Обзор

применения сенсорных датчиков в промышленности Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2023. № 2 (46). С. 29-36.

11. Тикки Д.А., Сафонова Т.В., Русскин В.Д. Цифровые двойники в сельском хозяйстве Информационные технологии и системы: управление, экономика, транспорт, право. 2022. № 4 (44). С. 49-53.

References

1. Precision Agriculture: Predicting Vineyard Conditions, Preventing Disease [Electronic resource] // Access mode : <http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Date of request: 04/15/2024)
 2. Smart Strawberries Crop Increases the Quality and Reduces the Time from Farm to Market [Electronic resource] // Access mode : <http://www.libelium.com/smart-strawberries-crop-increases-the-quality-and-reduces-the-time-from-farm...> <http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Date of request: 04/15/2024)
 3. Precision Farming to control irrigation and improve fertilization strategies on corn crops [Electronic resource] // Access mode: <http://www.libelium.com/precision-farming-to-control-irrigation-and-improve-fertilization-strategies...> . <http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Date of access: 04/16/2024)
 4. Smart Agriculture project for Organic Farms in UK [Electronic resource] // Access mode : <http://www.libelium.com/smart-agriculture-project-for-organic-farms-in-uk/> (Date of access: 04/16/2024)
 5. Reading Beehives: Smart Sensor Technology Monitors Bee Health and Global Pollination [Electronic resource] // Access mode: <http://www.libelium.com/temperature-humidity-and-gases-monitoring-in-beehives/> .<http://www.libelium.com/precision-agriculture-predicting-vineyard-conditions-preventing-disease/> (Date of access: 04/17/2024)
 6. Safonova T.V. Interaction of the global multifunctional infocommunication satellite communication system with IoT objects in agricultural production. International Scientific Research Journal/ Istomin E.P., Yagotintseva N.V., Kolbina O.N., Mokryak A.V. 2023. No.11 (137)
 7. Safonova T.V., Yagotintseva N.V., Kolbina O.N., Mokryak A.V. The concept of the development of the Internet of Things information technology: management, economics Transport law. 2022. No.2 (42). p.4
 8. Safonova T.V., Kolbina O.N., Yagotintseva N.V., Mokryak A.V. Control and monitoring of environmental safety International Scientific Research Journal 54-1 (119). 2022. pp. 115-119.
 9. Vershinin A.K., Safonova T.V., Russkin V.D., Loginov I.S., Yasnikov A.I. Internet of Things in agriculture Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 1 (45). pp. 28-34.
 10. Tikki D.A., Nikolsky V.E., Avakian E.V., Samoshkin N.S., Safonova T.V. Overview of the application of touch sensors in industry Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2023. No. 2 (46). pp. 29-36.
 11. Tikki D.A., Safonova T.V., Ruskin V.D. Digital twins in agriculture Information technologies and systems: management, economics, transport, law. 2022. No. 4 (44). pp. 49-53.
-