

**КОНСТРУИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ
КООРДИНИРОВАННОГО ИНИЦИАТИВНОГО ОБРАТНОГО ЗВУКА
ПО СБОРУ ДАЛЬНЕКОНЕЧНЫХ ДАННЫХ
В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ НА ОСНОВЕ АИОТ**

У Лунлун¹, Е.А. Аникеев¹, Н.В. Акамсина¹

¹ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной статье разработана и реализована система удаленного сбора информации и активной обратной связи для сельского хозяйства на основе АИОТ. Система использует технологии интернета вещей для мониторинга сельскохозяйственной среды в реальном времени, а также алгоритмы искусственного интеллекта для анализа данных и обратной связи, что способствует повышению интеллектуализации и эффективности сельскохозяйственного производства. Модульная архитектура системы включает сенсорные узлы, главный управляющий узел, облачную платформу и визуальный интерфейс, что позволяет отслеживать температуру, влажность, концентрацию CO₂, вредные газы и предупреждения о пожарах. Данные хранятся, анализируются и управляются удаленно через платформу Alibaba Cloud.

Ключевые слова: интернет вещей; умное сельское хозяйство; интеллектуальные терминалы; АИОТ; обработка облачных данных; активная обратная связь; облачная платформа.

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AN AGRICULTURAL REMOTE
INFORMATION COLLECTION, COLLABORATIVE AND ACTIVE
FEEDBACK SYSTEM BASED ON AIOT**

Longlong Wu¹, E.A. Anikeev¹, N.V. Akamsina¹

¹Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov

Abstract: This paper designs and implements an AIoT-based agricultural remote information collection system with collaborative active feedback. The system utilizes IoT technology to monitor the agricultural production environment in real time and combines AI algorithms for data analysis and feedback to enhance the intelligence and efficiency of agricultural production. It features a mod-

ular design,including sensor nodes,a main control node,a cloud platform,and a visualization interface.It can monitor information such as temperature and humidity,CO₂ concentration,harmful gases,and fire warnings,and it realizes data storage,analysis,and remote control through the Alibaba Cloud platform.

Keywords: Integrated Circuit Design; Modeling Information System; Automated Design; Modern Electronic Components; Hardware Implementation; Software Implementation.

I. Введение

Сельское хозяйство, как опора национальной экономики Китая, активно ускоряет модернизацию, используя технологические инновации для развития умного сельского хозяйства. Применение технологий интернета вещей (IoT), облачных вычислений и больших данных [1] значительно повысило эффективность производства и уровень интеллектуализации аграрного сектора. На основе технологии AIoT в данном проекте разработана система удаленного сбора информации и активной обратной связи, которая способствует глубокой интеграции технологий с традиционным сельским хозяйством и поддерживает устойчивое развитие.

Система, построенная на облачной платформе интернета вещей Alibaba Cloud, имеет модульную архитектуру:Уровень мониторинга устройств: Многофункциональные датчики в реальном времени собирают данные о температуре, влажности, биологическом движении, CO₂ и дыме, передавая их через LoRa/WiFi в облако.Уровень взаимодействия с клиентом: Визуальный интерфейс обеспечивает мониторинг данных в реальном времени и удаленное управление устройствами.Облачный уровень обработки: Интеграция хранения данных, аналитического прогнозирования и API-интерфейсов для динамического управления и поддержки принятия решений.Система реализует функции сигнализации о вторжении, предупреждения об изменении среды, умного орошения и другие, предоставляя технологическую основу для точного управления и модернизации сельского хозяйства.

II Моделирование и теоретический анализ

2.1 Интеллектуальная сельскохозяйственная система

Система умного сельского хозяйства на основе AIoT включает следующие аспекты: слой сенсора (слой восприятия), слой связи, слой обработки данных, слой приложений, слой управления, слой управления. С помощью системы умного сельского хозяйства на основе AIoT сельскохозяйственная продукция мо-

жет стать автоматизированной, умной и точной, что позволяет повысить эффективность использования сельскохозяйственных ресурсов, оптимизировать качество и урожайность сельскохозяйственных продуктов, способствовать развитию сельскохозяйственного производства, избежать зависимости от традиционного сельского хозяйства и имеет более широкие перспективы развития. Структурная система представлена на рисунке 1 ниже.

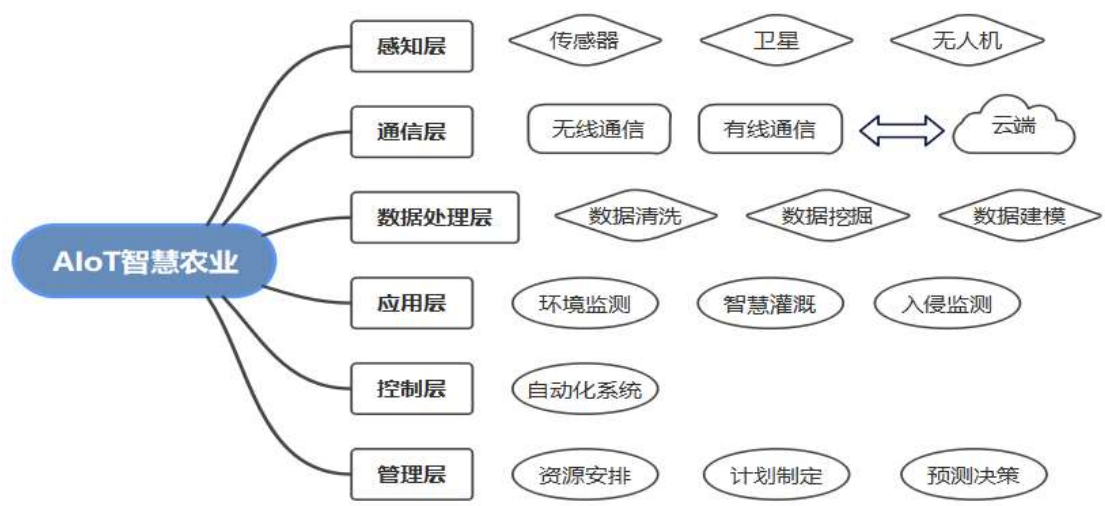


Рисунок 1 – Архитектура интеллектуального сельского хозяйства AIoT

2.2 Беспроводная передача

У каждой точки беспроводной сенсорной сети (WSN) есть уникальные вычислительные и коммуникационные возможности, которые дают прочную основу для эффективной работы системы. Каждая сенсорная точка может собирать, обрабатывать, хранить и передавать информацию о окружающей среде, обеспечивая реальное время мониторинг окружающей среды и сбор данных [2].

Беспроводная сенсорная сеть обычно состоит из следующих компонентов, как показано на рис. 2 – структурная схема основной сенсорной сети Интернета вещей [3]

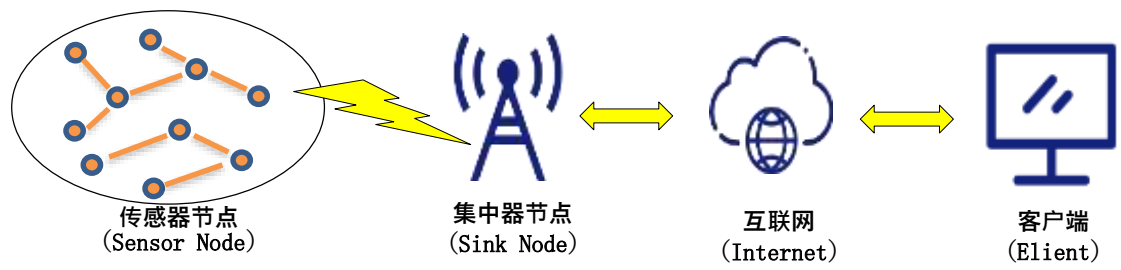


Рисунок 2 – Базовая сенсорная сеть IoT

Модуль беспроводной связи ESP8266 представляет собой полное решение Wi-Fi, способное работать независимо без поддержки микроконтроллера. Он может быть запрограммирован независимо, имеет встроенный высокоскоростной кэш, что повышает производительность системы и уменьшает потребность в памяти. Максимальная тактовая частота составляет 160 МГц, а программа загружается через последовательный порт UART0. Это позволяет легко обрабатывать различные вычислительные задачи[4].

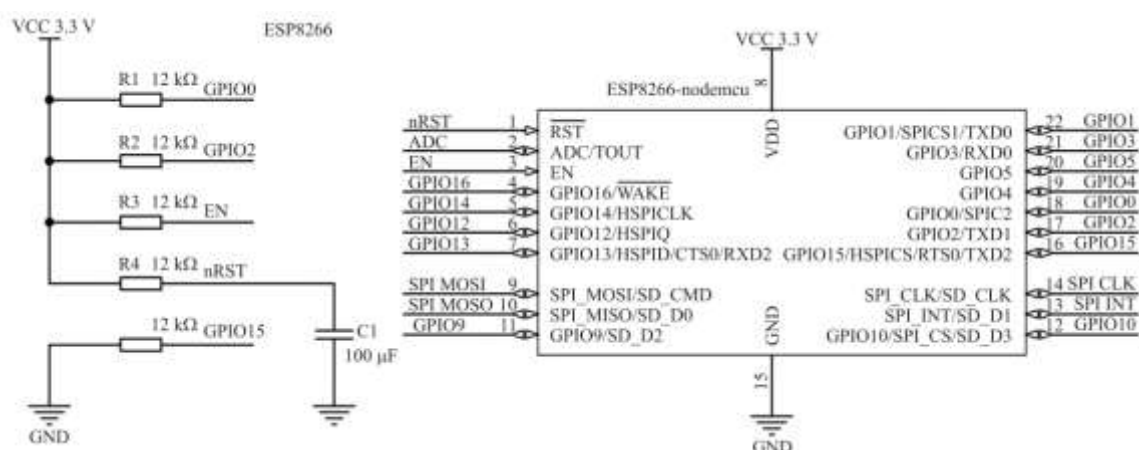


Рисунок-3 – Принципиальная схема ESP8266

Узел сбора информации использует связь LoRa, которая обеспечивает дальнюю связь за счет использования радиоспектра. После сравнения распространенных протоколов маршрутизации в существующих беспроводных локальных сетях был предложен адаптивный протокол множественного доступа на основе кластерной структуры. Этот протокол использует технологию линейной частотной модуляции с расширенным спектром (CSS), что обеспечивает низкое энергопотребление и высокую дальность связи, а также применяет узкополосную модуляцию (NB-IoT). По сравнению с традиционной технологией модуляции FSK в беспроводных сетях, LoRa обеспечивает большую дальность связи, меньшее энергопотребление и повышенную устойчивость к помехам [5].

2.3 Проектирование системы

Проект «Система удаленного сбора информации и совместной активной обратной связи в сельском хозяйстве на основе AIoT» включает в себя следующие основные функциональные блоки: мониторинг вторжений, мониторинг по-

жаров, мониторинг температуры, влажности и воздуха, а также способы обратной связи при вторжении, предупреждение о пожарах, активное пожаротушение и передача информации о температуре, влажности и индексе воздуха. Одновременно с этим, через связь LoRa, ESP8266, ESP-01S и сеть 2.4 ГГц, процесс создания визуальной интерактивной платформы представлен на рисунке 4.

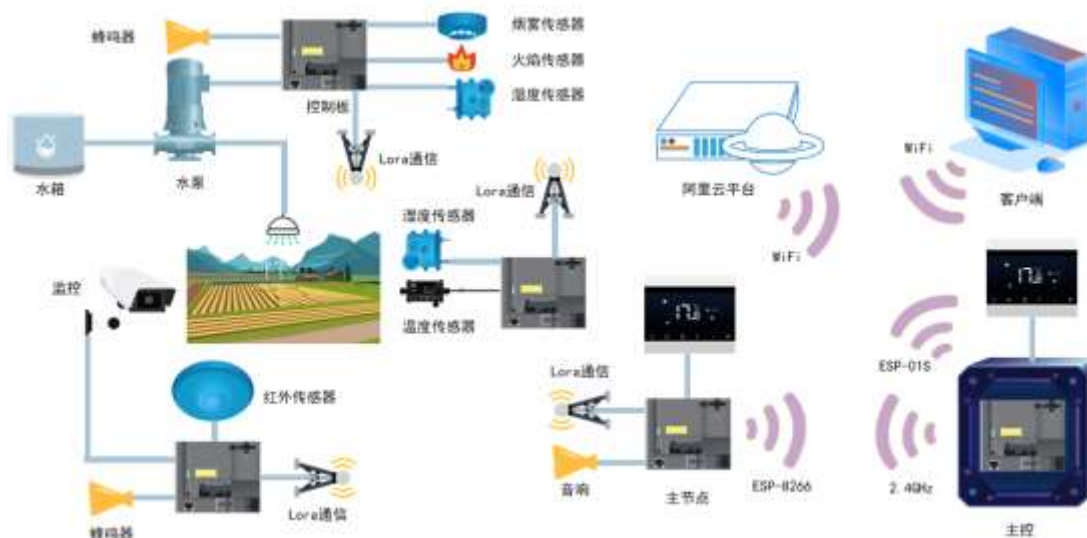


Рисунок 4 – Система удаленного сбора информации в сельском хозяйстве с энергетической обратной связью на основе AIoT

(1) Главный микроконтроллер

В данном проекте используется микроконтроллер STC8A8K64S4A12 в качестве основного управляющего устройства, который контролирует работу подчиненных датчиков и передает данные мониторинга. Для оптимизации размера схемы, стоимости и сложности пайки выбран корпус LQFP44, который компактнее корпуса DIP и позволяет разместить больше компонентов на той же площади печатной платы, повышая плотность компоновки [6]. Подключение к облаку Alibaba Cloud осуществляется через ESP-01S, что обеспечивает чтение и запись данных. Схема и фотография основной системы управления представлены на рисунке 5.

(2) Дизайн главного и подчиненных устройств управления состоянием

Система управления состоянием состоит из одного главного узла и трех подчиненных узлов. Главный узел отвечает за передачу сигналов, а подчиненные узлы включают: мониторинг качества воздуха, температуры и влажности; мониторинг вредных газов и пожаротушения; мониторинг биологического движения

и сигнализации. Каждый узел использует ESP8266 в качестве управляющего контроллера STC, а связь с главным узлом осуществляется через модуль LoRa. Главный узел подключен к модулю связи 2.4G и основному управляющему устройству через ESP8266, а для беспроводной связи используется модуль NRF24L01-2.4 ГГц, поддерживающий передачу данных на большие расстояния, различные форматы данных и режимы передачи, что упрощает интеграцию в плату. Принципиальная схема и фотография устройства показаны на рисунке 7.



Рисунок 5 – Общая схема основной системы (слева) и реальный объект(справа)



Рисунок 7 – Схема функционального сетевого подключения системы и реальный объект главного узла

(3) Узел мониторинга вторжений

Модуль мониторинга вторжений использует ESP8266 в качестве основного контроллера STC. Для обнаружения движущихся объектов применяется инфракрасный датчик. Когда движущийся объект проходит через инфракрасный датчик, сенсор выдает логическое значение (bool). В модуле мониторинга вторжений, если инфракрасный датчик обнаруживает движущийся объект, основной контроллер, выполняя соответствующие логические операции, выдает сигнал тревоги для оповещения. Функциональная схема (слева) и фотография устройства (справа) показаны на рисунке 8 ниже.



Рисунок 8 – Модуль и реальный объект для мониторинга вторжений

(4) Узел мониторинга пожара и воздуха

Подчиненное устройство мониторинга пожара и воздуха использует ESP8266 в качестве основного контроллера STC. Датчик газа MQ обнаруживает горючие газы и мелкие частицы в окружающей среде, а датчик пламени выявляет открытый огонь. В случае обнаружения возгорания устройство активирует насос через реле для тушения пожара, одновременно отправляя сигнал тревоги и включая звуковое оповещение. Функциональная схема (слева) и фотография устройства (справа) показаны на рисунке 9 ниже.

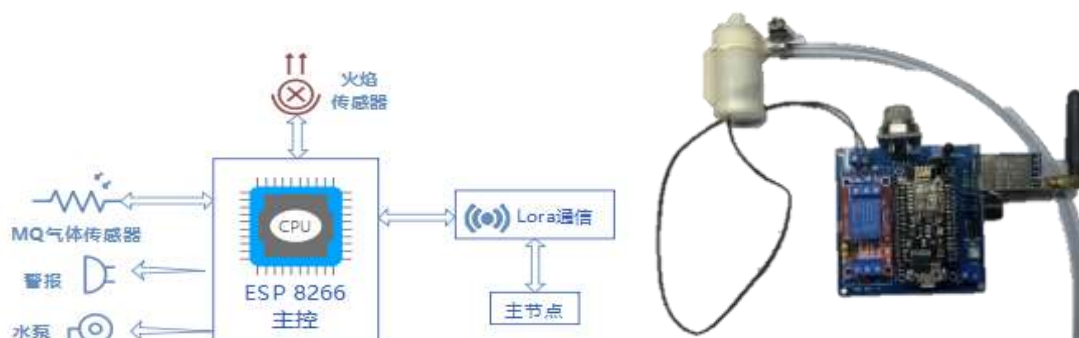


Рисунок 9 – Модуль и реальный объект для мониторинга пожаров

(5) Узел мониторинга температуры, влажности и газа CO₂

Подчиненное устройство мониторинга температуры, влажности и CO₂ использует ESP8266 в качестве основного контроллера STC и оснащено датчиком газа VOC и датчиком температуры и влажности DHT11. При достижении установленных пороговых значений система отправляет сигнал тревоги. Функциональная схема (слева) и фотография устройства (справа) показаны на рисунке 10 ниже.



Рисунок-10 – Модуль мониторинга температуры и влажности

III. Результаты и обсуждение

Разработанная в данном исследовании система удаленного сбора информации и активной обратной связи для сельского хозяйства на основе AIoT, с использованием веб- и мобильных приложений, созданных через IoT Studio, способна отображать в реальном времени температуру, влажность, концентрацию CO₂ и дыма. Система автоматически обнаруживает вторжения и пожары, выдавая сигналы тревоги через изменение цвета (с зеленого на красный). Интерактивная платформа поддерживает удаленное управление оросительными и противопожарными системами, а также обеспечивает визуальный мониторинг четырех сценариев в реальном времени. Интерфейсы для настольных и мобильных устройств показаны на рисунке

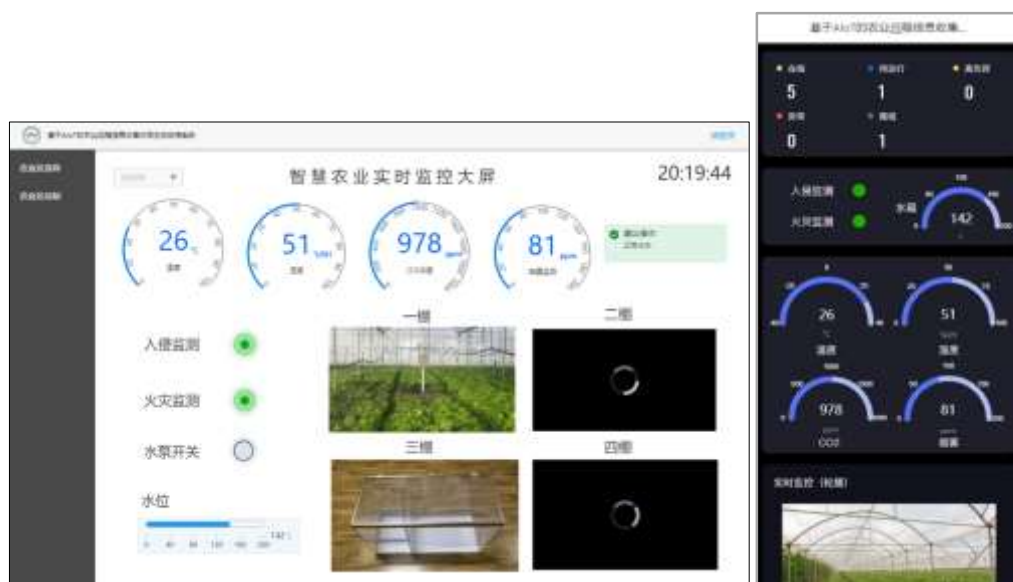


Рисунок-11 – Визуальный интерфейс клиентской стороны

Данные загружаются на платформу IoT Alibaba Cloud через модуль LoRa с использованием протокола MQTT для передачи, что поддерживает последую-

щую обработку и анализ данных. Процесс передачи данных представлен на рисунке 12 (слева). Основная цель данного исследования заключается в сборе и загрузке в облако удаленной информации об agriculture, а также в обработке и обратной связи данных с использованием облачного сервера и базы данных для реализации реального времени мониторинга и автоматических операций на клиентской и мобильной сторонах. Физическая сборка системы представлена на рисунке 12 (справа).

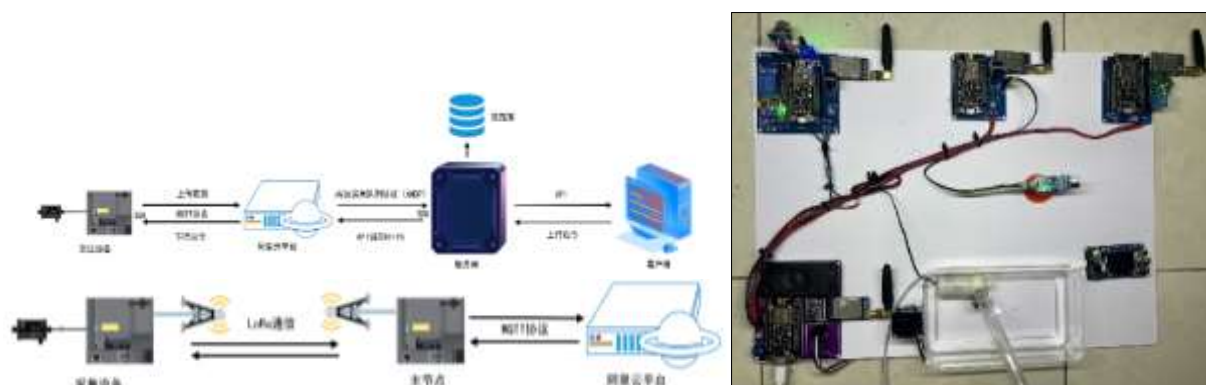


Рисунок 12 – Модель загрузки данных в обе стороны на платформе Alibaba Cloud и модель сборки физической системы.

Данная система интегрирует технологии искусственного интеллекта, интернета вещей и удаленной связи, обладая следующими характеристиками: Реальный мониторинг данных об окружающей среде и оборудовании с прогнозированием состояния устройств и изменений среды. Интеллектуальное управление оборудованием и окружающей средой на основе результатов анализа данных. Поддержка удаленного мониторинга и обслуживания устройств. Применение алгоритмов машинного обучения для оптимизации стратегий управления и повышения производительности системы. Данный подход предлагает новое решение для проектирования интеллектуальных сельскохозяйственных систем с активной обратной связью на основе AIoT.

Список литературы

1. Су Хан, Ма Сяолэй. Развитие и уроки умного сельского хозяйства в Японии [J]. Исследования японских проблем, 2020, 34(03) : 29-36.
2. Сюэ Чэн. Исследование и разработка системы мониторинга умного дома на основе беспроводной сети ZigBee [J]. Компьютерные знания и технологии, 2023, 19(06) : 79-81.

3. Лю Вэнькунь, Бу Жэньцзе, Ван Миньюэ. Система управления и отслеживания умного сельского хозяйства на основе интернета вещей и облачных услуг [J]. Технологии интернета вещей, 2023, 13(04) : 150-152.

4. Чжан Хэнцян, Ань Тин, Ван Ихан и др. Исследование применения технологий интернета вещей на основе ESP8266 [J]. Технологии приборов, 2022, 389(03) : 26-29.

5. Hamdi R, Qaraqe M, Althunibat S. Динамическое назначение коэффициента расширения в беспроводных сетях LoRa [C] // ICC 2020 – Международная конференция IEEE по коммуникациям (ICC), Дублин, Ирландия, 2020: 1-5, doi: 10.1109/ICC40277.2020.9149243.

6. Мещерякова, А. А. Разработка автоматизированной системы управления мобильным роботом / А. А. Мещерякова // Моделирование систем и процессов. – 2024. – Т. 17, № 1. – С. 73-84. – DOI 10.12737/2219-0767-2024-17-1-73-84. – EDN GCHUTB.

References

1. Su Hang, Ma Xiaolei. The Development of Smart Agriculture in Japan and Its Implications [J]. Japanese Studies, 2020, 34(03) : 29-36.

2. Xue Cheng. Research on the Design of a Smart Home Monitoring System Based on ZigBee Wireless Sensor Network [J]. Computer Knowledge and Technology, 2023, 19(06) : 79-81.

3. Liu Wenkun, Bu Renjie, Wang Mingyue. Smart Agriculture Management and Traceability System Based on IoT and Cloud Services [J]. Internet of Things Technologies, 2023, 13(04) : 150-152.

4. Zhang Hengqiang, An Ting, Wang Yiham, et al. Research on the Application of IoT Technology Based on ESP8266 [J]. Instrumentation Technology, 2022, 389(03) : 26-29.

5. Hamdi R, Qaraqe M, Althunibat S. Dynamic Spreading Factor Assignment in LoRa Wireless Networks[C]// ICC 2020 – 2020 IEEE International Conference on Communications (ICC), Dublin, Ireland, 2020 1-5, doi: 10.1109/ICC40277.2020.9149243.

6. Meshcheryakova, A. A. Development of an Automated Control System for a Mobile Robot [J]. Modeling of Systems and Processes, 2024, 17(1) : 73-84. DOI: 10.12737/2219-0767-2024-17-1-73-84. EDN: GCHUTB.