

Ревин Данила Александрович

студент кафедры прикладной информатики,

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,

Россия, г. Самара

Научный руководитель - Доктор технических наук по научной специальности 08.00.28 «Организация производства», профессор Краснов Сергей Викторович

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ RFID-МЕТОК

***Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы разработки алгоритмов автоматизации ключевых логистических процессов (приёмка, инвентаризация, отгрузка, адресное хранение) с использованием технологии радиочастотной идентификации (RFID). Проанализированы архитектура RFID-систем, основные типы меток и считывателей. Предложена структура алгоритмов обработки данных с RFID-меток, включая антиколлизийные механизмы и интеграцию с системами управления складом (WMS). Показаны преимущества по сравнению с традиционными штрихкодowymi технологиями: многократное ускорение операций, снижение ошибок, возможность одновременного считывания сотен меток.*

***Ключевые слова:** RFID-технологии, автоматизация логистики, алгоритмы обработки данных, складской учёт, WMS, антиколлизийные алгоритмы, радиочастотная идентификация, IoT.*

***Abstract.** The article examines the development of algorithms for automating key logistics processes (receiving, inventory, shipment, address storage) using radio frequency identification (RFID) technology. The architecture of RFID systems, main types of tags and readers are analyzed. A structure of data processing algorithms for RFID tags is proposed, including anti-collision mechanisms and integration with warehouse management systems (WMS). Advantages over traditional barcode technologies are demonstrated: multiple acceleration of operations, error reduction, and the ability to read hundreds of tags simultaneously.*

Keywords: *RFID technologies, logistics automation, data processing algorithms, warehouse accounting, WMS, anti-collision algorithms, radio frequency identification, IoT.*

Введение

Современная логистика сталкивается с растущими требованиями к скорости, точности и прозрачности процессов. Традиционные методы учёта на основе штрих-кодов имеют существенные ограничения: необходимость прямой видимости, последовательное считывание и высокую вероятность человеческой ошибки [1, с. 20].

Технология RFID (Radio Frequency Identification) позволяет осуществлять бесконтактное автоматическое считывание данных с большого количества объектов одновременно, что открывает широкие возможности для автоматизации складских и транспортных операций.

Цель исследования - разработать и описать базовые алгоритмы автоматизации логистических процессов на основе RFID-меток.

Задачи:

- проанализировать архитектуру и компоненты RFID-систем;
- предложить алгоритмы обработки данных для ключевых процессов;
- оценить эффективность и выявить ограничения технологии;
- определить перспективы дальнейшего развития.

Архитектура RFID-систем в логистике

RFID-система состоит из трёх основных компонентов:

- **RFID-метки** (пассивные, активные, полуактивные);
- **Считыватели (ридеры)** с антеннами;
- **Программное обеспечение** (middleware и WMS/ERP-системы).

Пассивные метки наиболее распространены в логистике благодаря низкой стоимости и отсутствию источника питания [2, с. 15]. Частотные диапазоны UHF (860–960 МГц) обеспечивают дальность считывания до 10–12 метров и высокую скорость работы.

Разработка алгоритмов автоматизации

Алгоритм 1. Автоматическая приёмка товара

- Считывание массива меток на паллете/контейнере.
- Анतिकоллизионная обработка (алгоритм ALOHA или Tree-based).
- Сравнение полученных данных с заказом в WMS.
- Автоматическое оприходование и уведомление о расхождениях.

Алгоритм 2. Адресное хранение и инвентаризация

- Постоянный мониторинг перемещения меток через стационарные порталные считыватели.
 - Алгоритм определения местоположения по сигналу RSSI (Received Signal Strength Indicator).
 - Периодическая «волновая» инвентаризация без остановки работы склада.

Алгоритм 3. Автоматическая отгрузка

- Проверка комплектности по меткам в зоне отгрузки.
- Автоматическая генерация документов и обновление статуса в системе.

Все алгоритмы реализуются на языке программирования (Python, C# или встроенных средствах WMS) с использованием библиотек для работы с RFID-ридерами [3, с. 22].

Преимущества и эффективность

- Скорость: инвентаризация склада в десятки раз быстрее по сравнению со штрих-кодами.
 - Точность: снижение ошибок до 0,01 %.
 - Одновременная обработка сотен объектов.
 - Реальное время отслеживания (real-time visibility).

По данным исследований, внедрение RFID позволяет сократить трудозатраты на 30–50 % и ускорить оборот склада [4, с. 18].

Вызовы внедрения и пути решения

- Высокая начальная стоимость оборудования.
- Влияние металлических поверхностей и жидкостей на радиосигнал.
- Проблема коллизий при большой плотности меток.
- Необходимость интеграции с существующими информационными системами.

Решения: использование специальных меток на металле, современных анти коллизионных алгоритмов и поэтапное внедрение.

Заключение

Разработанные алгоритмы автоматизации логистических процессов на основе RFID-меток позволяют существенно повысить эффективность складских комплексов. Технология обеспечивает переход от ручного труда к интеллектуальной автоматизации и является важным шагом к созданию «умных» логистических систем (Logistics 4.0).

Перспективным направлением дальнейших исследований является интеграция RFID с технологиями Интернета вещей (IoT), машинного зрения и искусственного интеллекта для создания полностью автономных складов.

Литература

1. Гречко Н.М. Применение технологии RFID для автоматизации хозяйственной деятельности складского комплекса // CyberLeninka, 2025.
2. Афанасьева Д.В. и др. Использование RFID в складской логистике // Вестник науки и образования, 2024.
3. Уфимцева А.К. Роль технологии RFID в оптимизации международных перевозок, 2024.
4. Семерикова Е. Автоматизация складских процессов с помощью RFID // IT Security, 2025.

