

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ СКЛАДА НА ОСНОВЕ ИОТ и WMS

С.А. Евдокимова¹, А.И. Гончарова¹

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

Аннотация. В работе рассматриваются особенности автоматизации процессов на складе на основе интернета вещей, приводится разработанная модель деятельности склада с использованием IoT и WMS. Отмечено, что с помощью IoT выполняются такие процессы, как маркировка товаров RFID-метками, передача на хранение, сбор заказа.

Ключевые слова: автоматизация склада, интернет вещей, межмашинные взаимодействия, адресное хранение товаров, терминалы сбора данных.

PROCESS MODEL FOR WAREHOUSE AUTOMATION BASED ON IOT AND WMS

S.A. Evdokimova¹, A.I. Goncharova¹

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

Abstract. The paper discusses the features of automation of processes in a warehouse based on the Internet of things, and provides a developed model of warehouse activity using IoT and WMS. It is noted that with the help of IoT, processes such as tagging of goods with RFID tags, transfer to storage, and order collection are carried out.

Keywords: warehouse automation, Internet of things, machine-to-machine interactions, addressable storage of goods, data collection terminals.

Индустрия 4.0 представляет собой концепцию автоматизации производственных процессов с использованием современных интеллектуальных технологий – интеллектуальных межмашинных взаимодействий (Machine to Machine) и интернета вещей (IoT) [1, 2]. Для повышения эффективности логистических процессов транспортировка, хранение и перевозка различных объектов должны

быть организованы таким образом, чтобы заказчики и поставщики могли в реальном режиме времени отслеживать и контролировать нахождение и перемещение поставок товаров [3, 4]. Для этого все объекты снабжаются необходимыми датчиками, маркируются определенным образом, и вся информация от них передается в систему управления.

Автоматизация процессов на складе подразумевает использование информационных и интеллектуальных технологий, робототехнических систем и другого специализированного оборудования, обеспечивающих передачу данных между физическими объектами. Из-за растущего объема интернет-заказов и разнообразия заказов клиентов складские операции необходимо организовывать с учетом синхронизации уже сделанных заказов на поставку [5-8]. Для этой цели используются системы управления складами (WMS), обеспечивающие хранение всей информации о нахождении поступивших на склад товаров, заказах клиентов и статусах их выполнения, ожидаемых поставках и т.д. [4, 9].

Технология интернета вещей обеспечивает отслеживание нахождения товаров маркировкой с помощью RFID-меток, работа которых основана на радиочастотном электромагнитном излучении.

В [10] авторы рассмотрели практический пример организации хранилища товаров на базе IoT и отметили проблему, с которой столкнулись – интеграцию данных, поступающих из различных источников. Для поддержки процесса интеграции, разбитого на три составляющие – сбор, передача и обмен – выбрана технология RFID, являющаяся признанным продуктом интернета вещей. Реализация IoT включает проектирование сетевой и облачной инфраструктуры, шлюзов и средств сбора данных).

Исследование внедрения IoT на складе в [11] позволило выявить положительные тенденции в улучшении управлением складом, обеспечении контроля всех процессов на складе, улучшении видимости загруженности работников склада. Эффективность внедрения интернета вещей полностью определяется использованными техническими и программными средствами, их взаимодействием и обменом данными, так как они, как правило, используют различные протоколы связи и форматы хранения данных. Поэтому важно при проектировании системы автоматизации склада определить ее архитектуру.

Рассмотрим работу склада с большим ассортиментом товаров небольшого объема. В этом случае сильно возрастает роль обеспечения актуальной и согласованных данных о наличии продукции на складе и сделанных заказах на поставку.

Склад можно разделить на зоны приема и отгрузки заказов, в которых выполняются прием, проверка качества, маркировка товаров и передачу на хранение, комплектация и отгрузка, а также можно выделить внутреннюю зону, которая отвечает за формирование и изменение заказов на поставку. Внутренняя зона представлена WMS-системой и системой управления базами данных, в которой хранится информация не только об имеющихся товарах на складе, но и текущих заказах клиентов, заказов на поставку товаров, информация о зарезервированных и ожидаемых товарах.

На рисунке 1 представлена модель процессов при автоматизации склада на основе IoT. Такие процессы, как маркировка товаров RFID-метками, передача на хранение, сбор заказа выполняются с помощью технологии интернета вещей. WMS-система рассчитывает оптимальное расположение товаров на стеллажах с учетом спроса клиентов, их веса, условий хранения, чтобы обеспечить быстрый поиск и доступ к ним. Для этого используется адресное хранение товаров, и система определяет какой товар куда следует поставить.

Для упрощения процессов приема, перемещения и отбора товаров необходимы терминалы сбора данных (ТСД), которые путем сканирования штрихкодов на товарах передают данные в систему управления с помощью Wi-Fi, 3G/4G или других каналов связи.

WMS и IoT обеспечивают информатизацию складских операций, а для реализации операций перемещения товаров, компоновки заказов необходимо использовать робототехнические системы, которые собираются, как правило, индивидуально для каждого склада с учетом видов товаров.

Крупные роботизированные системы для склада выполняют транспортировку товаров к месту хранения и располагают их на полках, при этом их движение осуществляется по выданной системой управления траектории. Они представлены автоматическими управляемыми транспортными средствами (AGV), ленточными конвейерами и роботами-манипуляторами. Также данные системы осуществляют сортировку и автоматическую упаковку товаров, размеры которой подбираются индивидуально для каждого заказа.

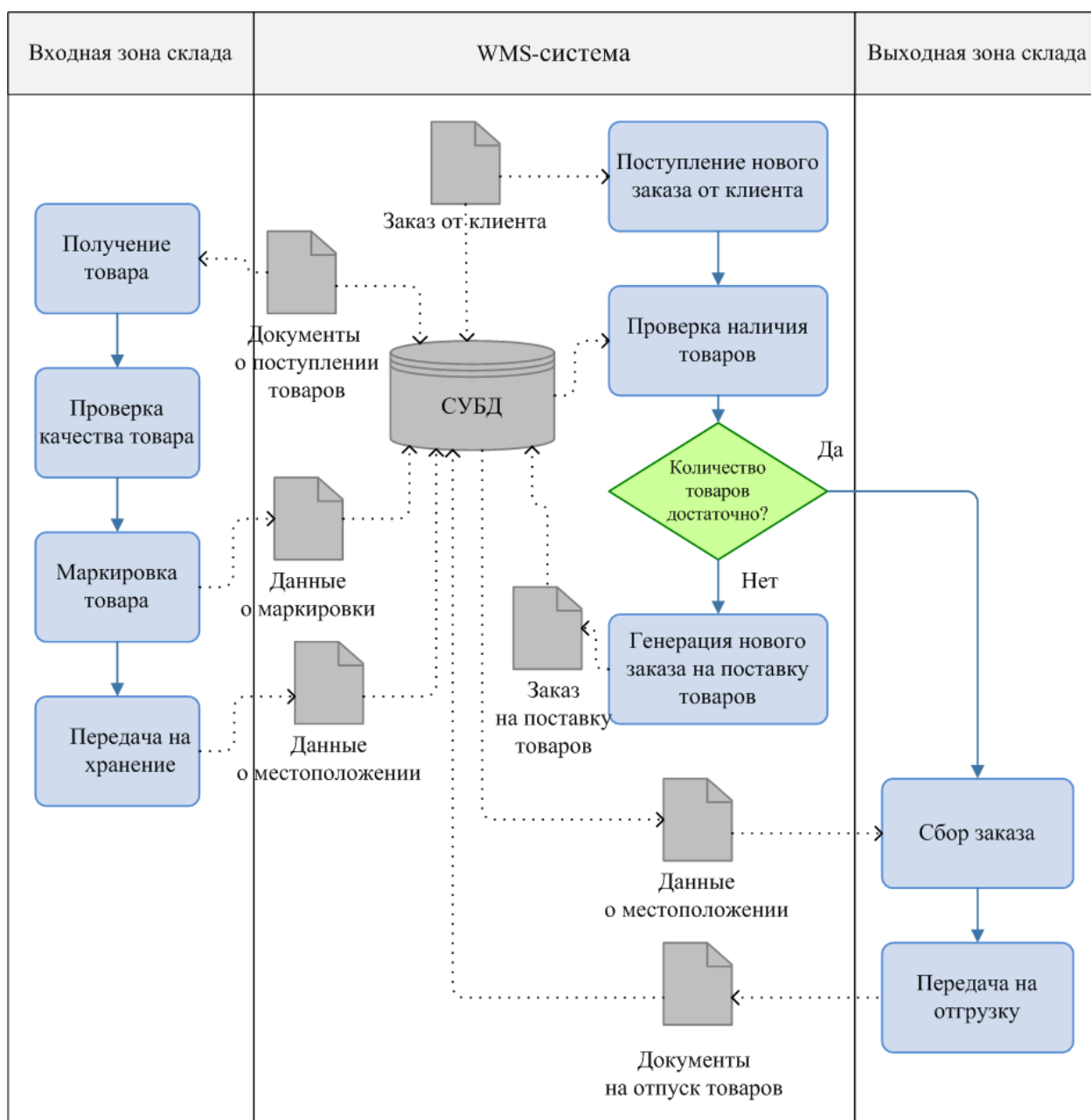


Рисунок 1 – Модель процессов при автоматизации склада на основе IoT и WMS

Главной функцией малых роботизированных систем является перемещение грузов по складу, а также доставка товаров сотруднику для сборки заказов, т.е. человеку не нужно самостоятельно искать нужные товары. При этом перемещение роботов и сотрудников склада организуется таким образом, что выбираются минимальные пути перемещения и исключаются пересечения.

Таким образом, для автоматизации складских операций с использованием интернета вещей необходимо выбрать WMS-систему и определить состав робототехнических устройств для выполнения операций перемещения и упаковки товаров.

Список литературы

1. Малышев, Е.А. Использование технологии интернет вещей и «умный склад» в складской логистике и ее перспективы развития / Е.А. Малышев, Е.О. Шевель // Актуальные проблемы экономики и управления. – 2023. – № 1 (12). – С. 304-309.
2. Использование цифровых технологий в логистике / В.В. Негреева [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Экономика и экологический менеджмент. – 2020. – № 2. – С. 94-102.
3. Новикова, Т.П. Информационная система управления логистическим центром / Т.П. Новикова, С.А. Евдокимова, В.И. Куницын // Перспективные аспекты моделирования систем и процессов : сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж, 2023. – С. 341-347.
4. Гаваев, А.С. Эффект от внедрения WMS-системы / А.С. Гаваев, А.А. Усанов // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6, № 1. – С. 266-270.
5. Новикова Т.П., Евдокимова С.А., Новиков А.И. Исследование применимости PERT метода к процессу управления проектами дизайн-центра микроэлектроники // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 77-85.
6. Тертерян А.С., Бровко А.В. Методы оптимизации в многокритериальных задачах с использованием локальной качественной важности критериев // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 107-114.
7. Евдокимова, С.А. Применение алгоритмов кластеризации для анализа клиентской базы магазина / С.А. Евдокимова, А.В. Журавлев, Т.П. Новикова // Моделирование систем и процессов. – 2021. – Т. 14, № 2. – С. 4-12.
8. Евдокимова, С.А. Анализ товарного ассортимента запасных частей дилерского предприятия автомобильного сервиса с помощью алгоритма FP-Growth / С.А. Евдокимова, К.В. Фролов, А.И. Новиков // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 3. – С. 24-33.
9. Zhen, L. A literature review of smart warehouse operations management / L. Zhen, H. Li // Frontiers of Engineering Management. – 2022. – Vol. 9. – Pp. 31-55.
10. Sahara, C.R. Real-time data integration of an internet-of-things-based smart warehouse: a case study / C.R. Sahara, A.M. Aamer // International Journal of Pervasive Computing and Communications. – 2022. – Vol. 18, № 5. – Pp. 622-644.
11. Nirmal, S. To design a smart framework with integration of IoT for warehouse / S. Nirmal, V. Somani, S. Kumar // Webology. – 2021. – Vol. 18(1). – Pp. 1774-1784.

12. Полуэктов А.В., Макаренко Ф.В., Ягодкин А.С. Использование сторонних библиотек при написании программ для обработки статистических данных // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 33-41.

References

1. Malyshev, E.A. The use of Internet of Things technology and “smart warehouse” in warehouse logistics and its development prospects / E.A. Malyshev, E.O. Shevel // Current problems of economics and management. – 2023. – No. 1 (12). – Pp. 304-309.

2. Use of digital technologies in logistics / V.V. Negreeva [i dr.] // Scientific journal of NRU ITMO. Series: Economics and environmental management. – 2020. – No. 2. – P. 94-102.

3. Novikova, T.P. Logistics center management information system / T.P. Novikova, S.A. Evdokimova, V.I. Kunitsyn // Perspective aspects of modeling systems and processes: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference. – Voronezh, 2023. – P. 341-347.

4. Gavaev, A.S. Effect of implementing a WMS system / A.S. Gavaev, A.A. Usanov // Russian Economic Bulletin. – 2023. – Т. 6, No. 1. – P. 266-270.

5. Novikova T.P., Evdokimova S.A., Novikov A.I. Study of the applicability of the PERT method to the project management process of a microelectronics design center // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 1. – P. 77-85.

6. Terteryan A.S., Brovko A.V. Optimization methods in multicriteria problems using local qualitative importance of criteria // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 1. – P. 107-114.

7. Evdokimova, S.A. Application of clustering algorithms to analyze the store’s customer base / S.A. Evdokimova, A.V. Zhuravlev, T.P. Novikova // Modeling of systems and processes. – 2021. – Т. 14, No. 2. – P. 4-12.

8. Evdokimova, S.A. Analysis of the product range of spare parts of an automobile service dealership using the FP-Growth algorithm / S.A. Evdokimova, K.V. Frolov, A.I. Novikov // Modeling of systems and processes. – 2022. – Т. 15, No. 3. – P. 24-33.

9. Zhen, L. A literature review of smart warehouse operations management / L. Zhen, H. Li // Frontiers of Engineering Management. – 2022. – Vol. 9. – Pp. 31-55.

10. Sahara, C.R. Real-time data integration of an internet-of-things-based smart warehouse: a case study / C.R. Sahara, A.M. Aamer // International Journal of Pervasive Computing and Communications. – 2022. – Vol. 18, No. 5. – Pp. 622-644.

11. Nirmal, S. To design a smart framework with integration of IoT for warehouse / S. Nirmal, V. Somani, S. Kumar // Webology. – 2021. – Vol. 18(1). – Pp. 1774-1784.

12. Poluektov A.V., Makarenko F.V., Yagodkin A.S. The use of third-party libraries when writing programs for processing statistical data // Modeling of systems and processes. - 2022. – Vol. 15, No. 2. – pp. 33-41.