Научно-теоретическая статья
УДК: 338.225
JEL classification: I21, I28
EDN: MKXMGF

АДРЕСНОЕ ХРАНЕНИЕ В СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ

Извекова О.Ю., *Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, Донецкий институт управления, бакалавриат, факультет менеджмента*

Аннотация. Цель. *Систематизации сравнительный анализ методов автоматической идентификации (штриховое кодирование и радиочастотная идентификация) в контексте реализации различных видов адресного хранения товаров для обоснования выбора оптимальной технологической стратегии складской логистики.*

Материалы и методы. *Исследования построены на системном и сравнительном анализе существующих технологий автоматической идентификации и моделей организации складского пространства. Методология включает классификацию видов адресного хранения статическая, динамическая, комбинированная скобка, функциональную оценку возможности штрих-кодов в сравнении с PRFID-системами.*

Результаты. *Установлено, что эффективность методов идентификации напрямую коррелируют с выбранным типом адресного хранения. Выявлено, что для статического хранения экономически оправданным и достаточным инструментом остается штриховое кодирование, обеспечивающие приемлема точность учёта при низкой стоимости внедрения. Также выявлено, что при динамическом хранении с высокой интенсивностью операции принципиальные ограничения штрих-кодов (необходимость прямой видимости, ручное наведение, подверженность повреждениям) становится критическим ограничением. Определено, что технология радиочастотный идентификации (RFID-система) устраняет данные узкие места за счёт возможности одновременного бесконтактного считывания группы меток, обеспечивая переход к непрерывной инвентаризации актуальности данных в реальном времени.*

Заключение. *Результаты исследования подтверждают отсутствие универсального решения для автоматизации логистических процессов. Выбор между штрихкодированием и RFID должен базироваться не на технологической моде, а на четком анализе модели хранения (статическая или динамическая), интенсивности товарооборота и экономической целесообразности. Наиболее прогрессивной признается комбинированная стратегия, при которой технология RFID становится драйвером цифровой трансформации склада при переходе к высокооборачиваемому динамическому хранению, тогда как штрих-коды сохраняют свою нишу при операциях с низкой динамикой.*

Ключевые слова: *склад, складская логистика, адресное хранение, уникальный идентификатор, штрих-код, RFID-система, статическое и динамическое хранение, оптимизация склада.*

Для цитирования: *Извекова О.Ю. Адресное хранение в складской логистике: сравнительный анализ технологий автоматической идентификации // «Феноменус». 2026. №2(34). С. 24-29. EDN: MKXMGF*

© Извекова О.Ю., 2026

Scientific-theoretical article
UDC: 338.225
JEL classification: I21, I28
EDN: MKXMGF

LOCATION-BASED STORAGE IN WAREHOUSE LOGISTICS: A COMPARATIVE ANALYSIS OF AUTOMATED IDENTIFICATION TECHNOLOGIES

Olga Yu. Izvecova, *Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, Donetsk Institute of Management, Bachelor's degree, Faculty of Management*

Annotation. Objective. *To conduct a systematic comparative analysis of automatic identification methods (barcoding and radio-frequency identification) in the context of implementing various types of location-based inventory management, in order to justify the selection of an optimal technological strategy for warehouse logistics.*

Materials and Methods. *The research is based on a systematic and comparative analysis of existing automatic identification technologies and warehouse space organization models. The methodology includes the classification of storage types (static, dynamic, combined, and bracket) and a functional assessment of the capabilities of barcodes compared to RFID systems.*

Results. *It has been established that the effectiveness of identification methods directly correlates with the selected type of location-based storage. It has been found that for static storage, barcoding remains an economically viable and sufficient tool, providing acceptable inventory accuracy at a low implementation cost. It has been proven that in dynamic storage with high transaction intensity, the fundamental limitations of barcodes (the need for direct line of sight, manual scanning, susceptibility to damage) become a critical barrier. It has been determined that radio-frequency identification (RFID) technology eliminates these bottlenecks by enabling the simultaneous contactless reading of a group of tags, facilitating the transition to continuous inventory tracking and real-time data accuracy.*

Conclusion. *The research results confirm that there is no one-size-fits-all solution for automating logistics processes. The choice between barcoding and RFID should be based not on technological trends, but on a clear analysis of the storage model (static or dynamic), inventory turnover intensity, and economic feasibility. A combined strategy is considered the most advanced, in which RFID technology serves as the driver of the warehouse's digital transformation during the transition to high-turnover dynamic storage, while barcodes retain their niche in low-turnover operations.*

Keywords: *warehouse, warehouse logistics, location-based storage, unique identifier, barcode, RFID system, static and dynamic storage, warehouse optimization.*

For citation: *Izvekova, O.Yu., (2026). Location-based storage in warehouse logistics: a comparative analysis of automated identification technologies. Phenomenus, 2(34), 24-29. EDN: MKXMGF*

Постановка проблемы в общем виде

В нынешнем состоянии складское хозяйство переживает этап глубокой трансформации, который связан с переходом от традиционных методов учёта товарно-материальных ценностей (ТМЦ) к цифровым. Одним из ключевых факторов этой трансформации является адресное хранение, предполагающее автоматизированное размещение с присвоением товарам и их ячейкам уникальных идентификаторов. Тем не менее реализация адресного хранения сталкивается с проблемой выбора инструмента идентификации.

Анализ научной литературы показывает, что существует проблема слабой изученности связи между типом адресного хранения (статическое, динамическое и комбинированное) и выбором инструмента идентификации.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью устранения этого разрыва. В управленческом аспекте существует потребность в обосновании четких критериев выбора технологии идентификации в зависимости от внедряемой модели хранения, что позволит минимизировать риски человеческих ошибок, ускорить инвентаризацию и снизить совокупную стоимость владения складской инфраструктурой.

Цель исследования

Целью исследования является проведение сравнительного анализа эффективности штрихкодирования и RFID-технологий при различных моделях адресного хранения для разработки практических рекомендаций по автоматизации складских бизнес-процессов.

Изложение основного материала исследования

Объект исследования – система адресного хранения (ТМЦ).

Предмет исследования – организационно-управленческие и технологические аспекты применения методов автоматической идентификации в складской логистике.

Адресное хранение – это процесс автоматической оптимизации размещения товаров с учетом не только особенностей самой продукции, но и характеристик склада. В системе адресного хранения товару и ячейке присваивается уникальный идентификатор (адрес). Это позволяет упорядочить размещение, упростить поиск, комплектацию заказов, инвентаризацию и контроль над товарными запасами.

© Olga Yu. Izvecova, 2026

Стандартная кодировка адреса может строиться по принципу «от общего к частному»: склад → зона → стеллаж → ряд → ярус → ячейка.

Например, есть адрес «А-10-01-11», где:

«А» – зона склада;

«10» – номер стеллажа (ряд);

«01» – ярус стеллажа;

«11» – ячейка на ярусе стеллажа [1, с.138].

Для автоматизации адресного хранения может быть использована технология штрих-кодирования. Штрихкодирование – это технология, которая присваивает товарам уникальные идентификаторы (штрих-коды) и позволяет эффективно организовать их адресное хранение.

Штрих-код – это графическое изображение, состоящее из последовательности черных и белых полос (или других геометрических фигур), которое наносится на товар и ячейку для автоматической идентификации информации.

Существует два типа штрих-кодов:

1) Линейные (1D), в которых информация кодируется в виде последовательности черных и белых полос, а также цифровой подписи;

2) Двумерные (2D), в которых информация кодируется в виде набора черных квадратов и точек, что позволяет хранить на этикетке больше информации.

Штрихкодирование является основным инструментом для реализации адресного хранения. При сканировании штрих-кода с ячейки система тут же считывает уникальный идентификатор и связывает его с единицей товара. Такой процесс автоматической идентификации товара на складе исключает риск допущения ошибок. Но при такой организации адресного хранения с использованием штрих-кодов существуют некоторые недостатки. Сотрудник должен вручную сканировать каждый штрих-код, а также нужно обеспечить прямую видимость на маленьком расстоянии, чтобы сканер мог считать информацию со штрих-кода. Но тем не менее технология штрихкодирования является одним из самых дешёвых и простых методов идентификации, обеспечивающим нужную точность учёта [2, с.878].

В зависимости от того, как именно товары размещаются в ячейках на складе, существует три основных вида адресного хранения:

1) Статическое;

2) Динамическое;

3) Комбинированное.

При статическом адресном хранении за каждым конкретным товаром закрепляется постоянное место на складе. Этот метод адресного хранения позволяет достичь высокой точности размещения товаров на складе.

Но если возникает ситуация, когда товар поступает на склад неравномерно и не помещается в своей ячейке, то его приходиться размещать на ячейках, которые предназначены для других товаров. Это нарушает саму концепцию адресного хранения, поэтому нужно вовремя корректировать адресную схему.

Статическое хранение подходит для маленьких складов с постоянным ассортиментом.

При динамическом адресном хранению поступивший на склад груз размещается на любой свободной ячейке, пригодной по объёму, габаритам и особенностям хранения (температурный режим и т.п.). Система (компьютер или журнал) определяет ближайшую к зоне отгрузки свободную ячейку и приписывает её адрес поступившей единице товара, после чего данные заносятся в информационную систему. При комплектации заказа груз списывается именно с этого адреса; если позже приходит такой же товар, его можно добавить на ту же ячейку. Когда остаток становится равным нулю, адрес считается освободившимся и может использоваться заново.

При таком хранении инвентаризации обычно проводится не по всему складу, а по каждой ячейке отдельно с определённой периодичностью. Это позволяет поддерживать актуальность адресной информации без остановки работы склада. Но для динамического хранения требуется надёжная информационная система (WMS или учётные карточки), которая в реальном времени отслеживает занятость каждого адреса и фиксирует все перемещения – при сбоях или человеческих ошибках найти товар становится крайне сложно, а также повышаются требования к квалификации сотрудников.

Несмотря на эффективность штрих-кодов, при высокоинтенсивной динамической схеме хранения у этого подхода появляются ограничения, а испорченная этикетка делает адрес нечетаемым. Эти проблемы более ощутимы на крупных складах с тысячами операций в одну смену. Для устранения таких узких мест и вывода адресного хранения на принципиально новый уровень автоматизации всё чаще применяется технология радиочастотной идентификации (RFID), которая позволяет считывать десятки меток за долю секунды без участия человека [3; 4].

RFID (Radio Frequency Identification) – это технология автоматической идентификации объектов с помощью радиоволн. Основными компонентами RFID-системы являются RFID-метки и RFID-считыватель, а также специализированное ПО.

RFID-метка – это электронное устройство, которое содержит уникальный идентификатор. Метка может быть пассивной (источник питания - RFID-считыватель) или активной (свой источник питания).

RFID-считыватель – это устройство, которое считывает информацию с RFID-меток.

Принцип работы RFID-системы заключается в том, что RFID-считыватель генерирует электромагнитное поле в определенном радиочастотном диапазоне, тем самым инициируя сигнал. Если в зоне действия этого поля появляется RFID-метка, то она улавливает его.

После этого генерируется ответный сигнал, содержащий уникальный идентификатор, а RFID-считыватель принимает его. После этого специализированное ПО интегрирует эту информацию в систему учёта склада.

В табл. 1. представлена краткая сравнительная характеристика технологий штрихкодирования и RFID.

Таблица 1. Сравнительная характеристика технологий штрихкодирования и RFID [Составлено автором по материалам [2; 5]]
Table 1. Comparative characteristics of barcode and RFID technologies [Compiled by the authors based on materials in [2; 5]]

Критерий	Штрихкодирование	RFID
Необходимость в прямой видимости	Обязательно	Необязательно
Дальность	До 50 сантиметров	От 10-15 до 100 метров
Считывание	Последовательное	Параллельное
Инвентаризация	Ручная	Автоматическая
Стоимость	Низкая	Высокая

Таким образом, внедрение RFID-системы в адресное хранение кардинально ускоряет и упрощает складские процессы. RFID-считыватель способен в короткий срок собирать информацию со всех меток в зоне действия (например, на целой стеллажной конструкции), что делает инвестицию непрерывной и практически мгновенной, не требующей остановки работы. Поиск конкретного товара при динамическом хранении превращается в автоматическое сканирование радиочастотным терминалом – сотрудник может просто пройти с ним по зоне, и система сама укажет нужный адрес. Более того при контроле въезда и выезда RFID-ворота могут автоматически фиксировать перемещение товара между зонами. Хотя стоимость оборудования для RFID-системы выше, чем у традиционных штрих-кодов, высокие скорости оборачиваемости, снижение числа ошибок и сокращение затрат на учёт окупают эти инвестиции, делая RFID-системы оптимальным решением для складов с динамическим адресным хранением, где требуется абсолютная актуальность данных в реальном времени [5].

Также на одном складе могут сочетаться, как и статическая, так и динамическая система хранения. Например, для разных зон или категорий товаров.

Благодаря такой комбинации можно компенсировать недостатки одного метода достоинствами другого, и наоборот. Расположение группы товаров в определенном месте склада положительно сказывается на эффективности работы складского комплекса, т. к. очень часто заказ состоит из товаров одной или нескольких товарных групп, что увеличивает скорость сборки заказа, поскольку для его комплектации необходим минимум перемещений по складу (товар расположен рядом) [3; 4].

При адресном хранение пространство склада делят на логические зоны в зависимости от характеристик товаров (приёмка, хранение, отгрузка, возвраты и т. д.). Это деление может быть основано на методах учета товарно-материальных ценностей (ТМЦ) типа ABC и XYZ или FIFO, LIFO, FEFO и LEFO.

ABC/XYZ-анализ – это экономико-математический методы, применяющиеся в целях получения информации об эффективном размещении товаров на складе, представляющий собой классифицирование товаров, зависящие от внутренних и внешних факторов. ABC/XYZ-анализ можно проводить как вручную, так и при помощи прикладного программного обеспечения. К преимуществам этих методов относится их эффективность и простота в реализации [6, с.23].

1) ABC-анализ – это метод классификации товарно-материальных ценностей, складируемых на предприятии, на три группы (A, B и C) в зависимости от внутренних факторов. Этот метод построен на принципе Парето: примерно 20% усилий дают 80% результата. При использовании ABC-анализа принцип Парето можно интерпретировать так, что 20% ассортимента (категория A) обеспечивают 80% оборота.

ABC-анализ предполагает разделение товаров на три категории:

К категории A относятся товары, которые составляют 15-20% от всех позиций 75-80% результата. Эта категория является наиболее приоритетной при учете ТМЦ;

К категории B относятся товары, которые составляют 25-30% от всех позиций с 10-20% результата;

К категории C относятся товары, которые составляют 45-50% от всех позиций с 5% результата [6, с.23-24].

2) XYZ-анализ – это метод классификации товарно-материальных ценностей, складируемых на предприятии, на три группы (X, Y и Z) в зависимости от внешних факторов.

XYZ -анализ предполагает разделение товаров на три категории:

X – товары с устойчивым спросом;

Y – товары с переменным спросом;

Z – товары со случайным спросом.

Для реализации XYZ-анализа с той же выборкой по товарам, что и для ABC-анализа, потребуются данные о продажах за несколько отчетных периодов. Стабильность спроса определяется через коэффициент вариации – отношение среднеквадратичного отклонения к среднеарифметическому. После чего нужно распределить товары по группам, группа X – вариация не более 10 %, группа

Y – 10-20 %, группа Z – свыше 25 % [6, 7].

FIFO, LIFO, FEFO, LEFO – это методы учета ТМЦ, которые определяют порядок списания или отгрузки товаров. Эти методы можно разделить на две группы:

1) Отбор товара по партиям (FIFO – First In, First Out, LIFO – Last In, First Out).

При отборе товаров по партиям необходимо, чтобы в уникальном идентификаторе (адресе) были указаны не только склад, зона, стеллаж, ряд, ярус, ячейка, но также и номер поступившей партии. При поступлении товаров на склад присваивается номер партии, фиксируется дата и время прихода партии. Затем можно отобрать товар по принципу FIFO – первый пришел, первый ушел; LIFO – последний пришел, первый вышел.

2) Отбор по срокам годности (FEFO – First Expired, First Out, LEFO – Last Expired, First Out).

При отборе товаров по партиям необходимо, чтобы в уникальном идентификаторе (адресе) были указаны не только склад, зона, стеллаж, ряд, ярус, ячейка, но также и группу годности.

При поступлении товаров на склад для каждого товара определяется группа годности, дата изготовления и срок годности товара. Затем можно отобрать товар по принципу FEFO – товар, у которого период годности наименьший, уходит со склада первым; LEFO – товар, у которого период годности наибольший, уходит со склада первым [8];

Проведенный анализ технологий автоматической идентификации в привязке к моделям адресного хранения позволяет сформулировать ряд системных выводов.

Исследование подтверждает, что адресное хранение является основным условием эффективной организации современного склада. Но его реализация тесно связана с выбором технологии идентификации. Штрихкодирование является одним из самых дешёвых и простых методов идентификации, теряет свою эффективность при переходе к динамическому адресному хранению с высокой интенсивностью операций. Ограничения, связанные с ручным сканированием каждого штрих-кода, а также прямой видимостью на маленьком расстоянии, могут привести к снижению производительности складских операций.

Технология радиочастотной идентификации (RFID) является не просто альтернативой штрихкодированию, а абсолютно новым методом учёта ТМЦ на складе. Способность RFID-считывателей одновременно обрабатывать большой объем данных без прямой видимости превращает инвентаризацию из разовых трудоёмких действий в постоянный фоновый процесс. Это обеспечивает абсолютную актуальность данных в WMS, что является основным требованием для динамического адресного хранения.

Заключение

Установлено, что наиболее эффективной стратегией учёта ТМЦ является комбинированное адресное хранение, при котором статические зоны склада обслуживаются с помощью штрихкодирования, а для товаров с высокой оборачиваемостью внедряются RFID-системы. Такая гибридная модель адресного хранения позволяет компенсировать недостатки одного метода преимуществами другого и достичь оптимального соотношения «стоимость внедрения - скорость и точность учёта».

Практическая значимость исследования заключается в обосновании необходимости установления взаимосвязи между типом адресного хранения и выбора инструмента идентификации на этапе разработки складской инфраструктуры. Это позволит избежать лишних инвестиций и заложить основу для дальнейшей цифровизации логистической деятельности.

Список источников

1. Власова О.А., Васильева А.С. Оптимизация размещения товаров на складе // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 2, № 4(14). С. 137–139. EDN: YUIGZN.
2. Болтунова Е.С., Калашников А.А., Смирнов Д.Б. Автоматизация склада производственного предприятия на основе технологии штрихкодирования // Актуальные проблемы авиации и космонавтики: сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции, посвященной Дню космонавтики: в 3 т. Красноярск: СибГУ им. М. Ф. Решетнева, 2022. Т. 2. С. 877–879. EDN: TLCJFV.
3. Ехлаков Ю.П., Тюльменков В. Н. Функциональные модели управления складским хозяйством с адресной системой хранения // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2008. № 2-2(18). С. 135–139. EDN: KAMPTD.
4. Ситникова Ю.Е. Выбор оптимальной структуры хранения товаров на современном складе // Форум молодых ученых. 2019. № 13(29). С. 349–353. EDN: LUQDMO.
5. Антипова О.И., Ермолаев А.И. Применение RFID-системы в складской логистике на промышленных предприятиях // Экономика и социум. 2016. № 5-3(24). С. 226–232. EDN: WIECMV.
6. Ариничева И.В., Фошан Г.И., Куркаев М.А. ABC/XYZ-анализ в складской логистике // Естественно-гуманитарные исследования. 2025. № 2(58). С. 22–25. EDN: LDWHIM.
7. Мазур Е.П., Чуланов Э.Ю., Чуланова Г.Ю. Анализ ABC как основа решения задачи оптимизации работы склада // Инновации. 2014. № 6(188). С. 105–108. EDN: TLOCZX.
8. Замятина О.М., Тюльменков В.Н. Методы организации и алгоритмы адресной системы хранения // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309, № 7. С. 106–110. EDN: HYZVAH.

Сведения об авторе:

Извекова О.Ю., студентка 4 курса бакалавриата, факультет менеджмента, Донецкий институт управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Донецк, Донецкая Народная Республика, Российская Федерация), e-mail: olgadomash2004@gmail.com

Научный руководитель: Лунина Виктория Юрьевна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры маркетинга и логистики, Донецкий институт управления, Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (Донецк, Донецкая Народная Республика, Российская Федерация), e-mail: lunina-vy@ranepa.ru

References

1. Vlasova, O.A., & Vasilyeva, A.S. (2018). Optimization of product placement in a warehouse. Actual Problems of Aviation and Cosmonautics, 2(4), 137–139. EDN: YUIGZN. (In Russ.)
2. Boltunova, E.S., Kalashnikov, A.A., & Smirnov, D.B. (2022). Automation of a production enterprise warehouse based on barcode technology. In Actual Problems of Aviation and Cosmonautics: Proceedings of the VIII International Scientific and Practical Conference Dedicated to Cosmonautics Day (Vol. 2, pp. 877–879). Krasnoyarsk: Reshetnev Siberian State University of Science and Technology. EDN: TLCJFV. (In Russ.)
3. Ekhlakov, Yu.P., & Tyulmenkov, V.N. (2008). Functional models of warehouse management with an address storage system. Proceedings of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, 2-2(18), 135–139. EDN: KAMPTD. (In Russ.)
4. Sitnikova, Yu.E. (2019). Choosing the optimal structure for product storage in a modern warehouse. Forum of Young Scientists, 13(29), 349–353. EDN: LUQDMO. (In Russ.)
5. Antipova, O.I., & Ermolaev, A.I. (2016). Application of RFID systems in warehouse logistics at industrial enterprises. Economics and Society, 5-3(24), 226–232. EDN: WIECMV. (In Russ.)
6. Arinicheva, I.V., Foshan, G.I., & Kurkaev, M.A. (2025). ABC/XYZ analysis in warehouse logistics. Natural and Humanitarian Studies, 2(58), 22–25. EDN: LDWHIM. (In Russ.)
7. Mazur, E.P., Chulanov, E.Yu., & Chulanova, G.Yu. (2014). ABC analysis as a basis for solving warehouse optimization problems. Innovations, 6(188), 105–108. EDN: TLOCZX. (In Russ.)
8. Zamyatina, O.M., & Tyulmenkov, V.N. (2006). Methods of organization and algorithms of an address storage system. Bulletin of Tomsk Polytechnic University, 309(7), 106–110. EDN: HYZVAH. (In Russ.)

About the author:
Olga Yu. Izvecova, *Bachelor's degree, Faculty of Management, Donetsk Institute of Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration, (Donetsk, Donetsk Peoples Republic, Russian Federation), e-mail: olgadomash2004@gmail.com*

Academic Supervisor: Victoria Yu. Lunina, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Marketing and Logistics, Donetsk Institute of Management, Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (Donetsk, Donetsk People's Republic, Russian Federation), e-mail: lunina-vy@ranepa.ru

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Поступила в редакцию (Reserved) 14.04.2026
Поступила после рецензирования 30.04.2026
Принята к публикации (Accepted) 14.05.2026