
**АВТОМАТИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ И
ПРОИЗВОДСТВАМИ/AUTOMATION AND CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND
PRODUCTION**

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.11.5>

EDN: JILZIT

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ
ВРЕМЕННЫМИ СТРОИТЕЛЬНЫМИ СКЛАДАМИ**

Обзор

Иванов Н.И.^{1,*}¹ Национальный исследовательский технологический университет МИСиС, Москва, Российская Федерация* Корреспондирующий автор ([www.tanker.ivan\[at\]yandex.ru](mailto:www.tanker.ivan[at]yandex.ru))

Предложена: 06.04.2026; Принята: 23.06.2026; Опубликовано: 14.07.2026

Аннотация

Статья представляет сравнительный анализ научных и прикладных подходов к автоматизации управления временными строительными складами. В центре анализа находятся распространенные на российском рынке решения «1C:WMS Логистика. Управление складом», AXELOT WMS X5, Solvo.WMS, InStock WMS и «МойСклад». На основе современных научных публикаций и официальных материалов разработчиков систем выделены критерии сравнения, значимые для строительной отрасли: поддержка распределенной структуры объектов, мобильная работа, устойчивость процессов при нестабильной связи, глубина интеграции, скорость внедрения и соответствие задачам временных строительных площадок. Выполнено сопоставление функциональных и архитектурных особенностей решений с требованиями проектируемой специализированной системы управления временными строительными складами. Научная новизна работы состоит в формировании системы критериев сравнения WMS-решений применительно к временным строительным объектам и в построении матрицы их соответствия потребностям строительной отрасли. Существующие тиражные WMS-системы эффективны для классических складских комплексов, однако лишь частично покрывают потребности временных строительных объектов, что обосновывает разработку специализированного проектного решения.

Ключевые слова: WMS, складская логистика, строительная компания, временные строительные склады, цифровизация склада, автоматизация учета запасов, сравнительный анализ, Construction 4.0, off-site construction supply chain.

**A COMPARATIVE ANALYSIS OF EXISTING SOLUTIONS FOR THE AUTOMATION OF TEMPORARY
CONSTRUCTION WAREHOUSE MANAGEMENT**

Review article

Ivanov N.I.^{1,*}¹ National University of Science and Technology, Moscow, Russian Federation* Corresponding author ([www.tanker.ivan\[at\]yandex.ru](mailto:www.tanker.ivan[at]yandex.ru))

Suggested: 06.04.2026; Accepted: 23.06.2026; Published: 14.07.2026

Abstract

The article presents a comparative analysis of scientific and applied approaches to the automation of temporary construction warehouses management. The analysis focuses on solutions commonly available on the Russian market: '1C:WMS Logistics. Warehouse Management', AXELOT WMS X5, Solvo.WMS, InStock WMS and 'MoySkлад'. Based on recent academic publications and official materials from the system developers, comparison criteria relevant to the construction industry have been identified as follows: support for a distributed facility structure, mobile operation, process stability in the event of unstable connectivity, depth of integration, speed of implementation, and suitability for the requirements of temporary construction sites. A comparison has been made between the functional and architectural features of the solutions and the requirements of the proposed specialised management system for temporary construction warehouses. The scientific novelty of the work lies in the development of a system of comparison criteria for WMS solutions as applied to temporary construction sites and in the creation of a matrix showing their alignment with the needs of the construction industry. Existing off-the-shelf WMS systems are effective for conventional warehouse complexes; however, they only partially meet the needs of temporary construction sites, which justifies the development of a specialised project-based solution.

Keywords: WMS, warehouse logistics, construction company, temporary construction warehouses, warehouse digitalisation, inventory management automation, comparative analysis, Construction 4.0, off-site construction supply chain.

Введение

В условиях распределенного строительства управление запасами становится одной из ключевых функций, определяющих непрерывность работ, соблюдение графика поставок и уровень операционных потерь. Для девелоперских и подрядных организаций проблема усугубляется тем, что материальные ценности одновременно перемещаются между центральными складами, временными площадками, зонами хранения и бригадами. В

рассматриваемой предметной области востребована не универсальная ERP и не «тяжелая» коробочная WMS, а технологически легкая, модульная и быстро разворачиваемая система для временных строительных объектов [1], [2].

В настоящее время цифровизация складской деятельности развивается в логике Warehouse 4.0 и опирается на реальное время, автоматизацию операций, прослеживаемость запасов, интеграцию с мобильными устройствами и поддержку аналитики. При этом подчеркивается, что проблемы склада редко сводятся только к хранению: в фокусе находятся ошибки приемки и отбора, ограниченная видимость остатков, задержки обмена данными, отсутствие централизованного учета и слабая устойчивость процессов к человеческому фактору. Для строительной отрасли эти проблемы усиливаются нестабильностью объекта, временным характером складской инфраструктуры и высокой ценой срыва поставки критически важного материала [9], [10]. Дополнительные аспекты, связанные с распределенной структурой и необходимостью мобильной работы, рассматриваются в работах [12], [13], [14].

Цель исследования: систематизировать научные и практические источники по теме автоматизации складской деятельности и сравнить существующие решения, наиболее релевантные для цифровизации временных строительных складов. Научная новизна состоит в формировании системы критериев сравнения WMS-решений применительно к временным строительным объектам и в построении матрицы их соответствия требованиям проектируемой специализированной системы [1], [2], [9].

Исследование опирается на современные публикации по Warehouse 4.0 и smart warehouse systems [11], [13], [14], а также работы по цифровизации строительной логистики [19], [20], [21].

Методы исследования

В исследовании были использованы методы сравнительного анализа, контент-анализа научных публикаций и официальных материалов разработчиков WMS-систем, а также синтез критериев оценки применимости решений к условиям распределенной строительной компании.

Критерии отбора литературы: публикации за период 2015–2026 гг. для современных подходов и классические работы (до 2015 г.) для теоретической базы складской логистики; языковой охват — англоязычные рецензируемые журналы (Scopus, Web of Science) и русскоязычные издания (РИНЦ); типы публикаций — систематические обзоры, эмпирические исследования, монографии и официальная техническая документация разработчиков. Глубина ретроспективы варьировалась в зависимости от раздела: для раздела 3 использовались фундаментальные работы по проектированию складов [15], [16], [17], [18], для раздела 4 — исследования 2020–2026 гг. по Construction 4.0 и цифровизации строительной логистики [19], [20], [21]. В качестве критериев сопоставления были выбраны интеграционные возможности, мобильность, автономность при нестабильной связи, скорость развертывания, поддержка учета инструмента и оборудования, а также соответствие специфике временных строительных площадок [1], [2], [9], [10].

Научные подходы к автоматизации склада и развитию WMS-систем

В работах последних лет WMS рассматривается не как изолированный инструмент учета остатков, а как ядро оперативного управления складскими потоками. Исследование N. Khan и соавторов, посвященное проектированию smart warehouse management system, показывает, что в центре внимания современной системы находятся процессы приемки, выдачи, инвентаризации и track-and-trace архитектура, обеспечивающая прозрачность движения запасов. Авторы связывают качество складской системы с возможностью поддерживать цифровой след материального потока и оперативное принятие решений на его основе [11].

Классические работы, такие как обзор De Koster и соавторов по проектированию и управлению комплектацией заказов [15], подчеркивают важность оптимального внутреннего layout, методов назначения хранения (storage assignment), маршрутизации (routing), batching и zoning для повышения эффективности. Фундаментальная работа Bartholdi и Hackman по науке о складах и дистрибуции [16] формирует методологическую основу для понимания компромиссов между планировкой, управлением запасами и операциями. Rouwenhorst и соавторы [17] предлагают reference framework для warehouse design and control, систематизирующий решения на стратегическом, тактическом и операционном уровнях. Gudehus и Kotzab в Comprehensive Logistics [18] развивают интегральный подход к логистике, включая складские подсистемы как часть общей цепи поставок.

Работа O. Sokolov и соавторов развивает эту логику в контексте Warehouse 4.0: к ключевым свойствам цифрового склада отнесены исключение ошибок, обновление данных в реальном времени, масштабируемость, гибкость, автоматизация, удобство эксплуатации и безопасность [13]. Это важно, потому что именно эти свойства формируют методологический каркас требований к проектируемой системе.

Исследование K. Vaičiūtė и A. Katiniene подчеркивает, что совершенствование информационных систем склада повышает не только операционную эффективность, но и безопасность процессов, а также качество сервиса [14]. Это подтверждает и работа D. Kisinga и соавторов, в которой показана статистически значимая связь между практиками управления складом и бизнес-результатами [12].

Также важно учитывать типовые ограничения складских процессов. В исследовании F. Gharag и соавторов среди наиболее распространенных проблем названы отсутствие централизованного инвентарного хаба, низкая видимость остатков, трудности отслеживания неправильно размещенных позиций и неэффективность ручных процедур [10].

Отраслевая специфика строительства и временных складов

Для строительной отрасли стандартные подходы к складской автоматизации требуют существенной адаптации. Ряд исследователей отмечает, что строительные площадки являются нестабильной и высокорисковой средой [9], [10].

В русле Construction 4.0 Perrier и соавторы [19], [20] отмечают, что цифровизация строительной логистики требует не только BIM и IoT, но и адаптированных систем управления запасами, способных работать в условиях высокой динамики и распределенности объектов. Hussein и соавторы [21] в систематическом обзоре моделирования off-site

construction supply chain подчеркивают необходимость учета всех этапов логистики (транспортировка, хранение на временных площадках) и интеграции с производственными и монтажными процессами.

С прикладной точки зрения это означает, что складская система строительной компании должна поддерживать не просто классический набор операций «приемка — размещение — отбор — отгрузка», а контекст временного объекта: быстрое создание нового склада, привязка запасов к площадке и зоне хранения, мобильная работа прораба и кладовщика, учет инструмента и оборудования, фиксация фотоопераций и способность продолжать работу при плохом интернете [9].

Классические принципы проектирования складов, изложенные в работах De Koster и соавторов [15], Bartholdi и Hackman [16], Rouwenhorst и соавторов [17] и Gudehus и Kotzab [18], требуют адаптации к динамичной среде стройплощадки. Таким образом, наблюдается двойственная ситуация. С одной стороны, рынок предлагает зрелые WMS-платформы с развитой функциональностью. С другой стороны, чем «тяжелее» система и чем сильнее она ориентирована на стационарный высоконагруженный склад, тем выше риск избыточности, длительного внедрения и слабого соответствия полевым условиям стройки [15], [16], [17], [18]. Поэтому сравнение решений должно строиться не по принципу «какая система функционально богаче», а по принципу «какая система лучше совпадает с задачами распределенной строительной компании и требованиями временных строительных объектов» [9], [10], [19], [20].

Анализ рассматриваемых решений

В рамках обзора в качестве основных ориентиров выбраны пять решений: «1C:WMS Логистика. Управление складом», AXELOT WMS X5, Solvo.WMS, InStock WMS и «МойСклад». Выбор этих систем обусловлен тем, что они представляют разные классы продуктов: от «тяжелых» и высоконагруженных WMS до облачного сервиса с низким порогом входа. Ниже приводится их сравнительный анализ с акцентом на применимость к временным строительным объектам.

«1C:WMS Логистика. Управление складом» является одним из основных решений для компаний, где уже используется экосистема 1C. В технической документации подчеркивается управление приемкой, размещением, перемещением, отбором и отгрузкой в режиме реального времени, а также активная работа с терминалами сбора данных и обмен с логистическими решениями 1C. Сильной стороной продукта является интеграционная зрелость. Слабой стороной выступает ориентация на полноценный складской контур и отсутствие позиционирования как быстрого «полевого» инструмента для временных объектов со слабой связью [3].

AXELOT WMS X5 занимает промежуточную позицию между зрелой корпоративной WMS и гибкой платформой под доработку. Разработчик акцентирует внимание на высокую параметризацию, мобильный клиент, проактивную диагностику и событийную модель взаимодействия с ERP. В то же время эта гибкость предполагает проектное внедрение и квалифицированную настройку, а значит не всегда соответствует задаче сверхбыстрого разворачивания на временной площадке [4].

Solvo.WMS представляет класс профессиональных систем для высоконагруженных складов и логистических операторов. Среди официально заявленных возможностей — топология склада, учет товаров и операций, управление персоналом, техникой и роботизированным оборудованием, инвентаризация, отчеты и аналитика. С исследовательской точки зрения это наиболее сильный продукт по глубине складской автоматизации, однако для рассматриваемой задачи он выступает скорее как верхняя граница функциональной зрелости: для временных строительных объектов решение выглядит функционально избыточным и дорогим по жизненному циклу внедрения [7].

InStock WMS интересен тем, что позиционируется как адаптируемая система с возможностью настройки процессов и поставляется в версиях Express и Enterprise. Это решение часто рассматривается в отраслях со сложной спецификацией товара, включая стройматериалы. Именно поэтому InStock ближе других к контексту объекта исследования. Однако и здесь критичным остается вопрос автономной полевой работы [5].

«МойСклад» существенно отличается от остальных продуктов. Это облачное решение с акцентом на быстрый старт, отсутствие сложного и дорогого внедрения, поддержку приемок, отгрузок, инвентаризаций и базовой аналитики. Для раннего этапа автоматизации или небольшого объекта такая система привлекательна за счет низкого порога входа. Вместе с тем она скорее относится к универсальному облачному сервису учета, чем к специализированной WMS для строительных площадок. С точки зрения требований временной стройплощадки «МойСклад» покрывает базовый учетный контур, но недостаточно глубоко решает задачи объектной сегментации, инструментального учета, проектной выдачи по видам работ и автономной мобильной работы в условиях нестабильной связи [6], [8].

Сводная сравнительная характеристика рассматриваемых решений представлена в таблице 1 [3], [4], [6], [8].

Таблица 1 - Сравнительная характеристика рассматриваемых решений

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.11.5.1>

Система	Класс решения	Сильные стороны	Ограничения для стройплощадки	Соответствие требованиям проектируемой системы	Итоговая оценка
1C:WMS	Корпоративная WMS на платформе 1C	Глубокая интеграция с экосистемой	Ориентация на полноценный стационарный	Высокое по интеграции и базовым	Перспективный ориентир, но не прямой

Система	Класс решения	Сильные стороны	Ограничения для стройплощадки	Соответствие требованиям проектируемой системы	Итоговая оценка
		1С; работа в реальном времени; ТСД; зрелый функционал складских операций.	склад; возможна избыточность для временного объекта; офлайн-полевой режим прямо не акцентируется.	операциям; среднее по мобильной автономности и скорости запуска.	прототип.
AXELOT WMS X5	Гибкая адаптируемая WMS	Высокая параметризация; мобильный клиент; событийная интеграция; проактивная диагностика; хорошая база для кастомизации.	Проектное внедрение; повышенные требования к настройке; риски роста стоимости и сроков адаптации под стройплощадку.	Высокое по гибкости и интеграции; среднее по ТСО и скорости развёртывания.	Сильный кандидат для адаптации, но не «легковесное» решение.
Solvo.WMS	Промышленная высоконагруженная WMS	Развитая топология склада; учет операций; управление персоналом и техникой; аналитика; поддержка роботизации.	Функционально избыточна для временных объектов; наиболее сложное внедрение; высокая стоимость владения.	Высокое по глубине автоматизации; низкое по простоте и скорости внедрения.	Эталон функциональной полноты, но слабое соответствие целевому контексту.
InStock WMS	Адаптируемая WMS (Express / Enterprise)	Настройка правил и процессов; отраслевой потенциал для сложной номенклатуры и стройматериалов; более прикладной профиль.	Нет явного акцента на автономную полевую работу; вероятно потребность в доработках под объектную модель и инструментальный учет.	Высокое по предметной близости; среднее по мобильности и offline-сценариям.	Один из наиболее близких рыночных ориентиров.
МойСклад	Облачный сервис учета и базовой автоматизации	Низкий порог входа; быстрый старт; приемки, отгрузки, инвентаризации; API; минимальные стартовые издержки.	Функционально проще классических WMS; ограниченная предметная глубина для стройплощадки; не ориентирован на тяжелые объектные сценарии.	Высокое по скорости запуска и ТСО; низкое по специализированному функционалу стройки.	Подходит как базовый сервис, но не закрывает всю постановку задачи.

Матрица соответствия решений ключевым требованиям временных строительных складов приведена в таблице 2.

Таблица 2 - Матрица соответствия решений ключевым требованиям временных строительных складов

DOI: <https://doi.org/10.60797/itech.2026.11.5.2>

Критерий	1C:WMS	AXELOT	Solvo	InStock	МойСклад	Пояснение
Интеграция с 1C/ERP	+++	+++	++	++	+	Критерий важен для увязки со смежными учетными и закупочными контурами.
Мобильная работа пользователя	++	++	+	+	+	Во всех решениях мобильность решена по-разному, но для стройки нужен не только мобильный интерфейс, а и полевой сценарий работы.
Автономность при нестабильной связи	+	+	+	+	±	Именно этот критерий хуже всего отражен в стандартных рыночных системах и является одним из главных аргументов в пользу проектного решения.
Быстрое развёртывание на объекте	±	±	-	±	+++	Облачные сервисы выигрывают по скорости старта, но уступают по глубине специализированной логики.
Учёт инструмента и оборудования	++	++	++	++	±	Для стройплощадки важен возвратный контур: резервирование, выдача, возврат, фиксация состояния.

Критерий	1C:WMS	AXELOT	Solvo	InStock	МойСклад	Пояснение
Проектная выдача материалов по видам работ	++	++	++	++	±	Стройка требует связи списания не просто с заказом, а с бригадой, этапом и видом работ.
Низкая совокупная стоимость владения	±	±	-	±	+++	Для временных складов критична экономическая целесообразность, а не только функциональная полнота.
Соответствие временным строительным складам	±	±	-	++	±	Наиболее близким рыночным ориентиром выглядит InStock WMS, но даже он не снимает потребности в специализированной системе.

Примечание: +++ – высокий уровень соответствия критерию; ++ – хороший уровень; + – базовая поддержка; ± – частичное соответствие; -- – низкий уровень соответствия или отсутствие выраженной поддержки

Обсуждение результатов сравнения

Сопоставление научной литературы и официальных материалов разработчиков показывает, что рассматриваемые решения различаются прежде всего не по наличию базовых складских функций, а по архитектурной философии. «Тяжелые» WMS, такие как Solvo.WMS и в значительной мере «1C:WMS» и AXELOT WMS X5, исходно рассчитаны на стационарный складской комплекс с устойчивой инфраструктурой, формализованными зонами и зрелой ИТ-поддержкой [3], [4], [7]. Их преимущества очевидны там, где нужно обеспечить высокую пропускную способность, дисциплину процессов и глубокую интеграцию. Однако для временных строительных объектов эти же достоинства превращаются в ограничения: возрастает стоимость внедрения, усложняется модель эксплуатации, а часть функций оказывается невостребованной [15], [16], [17], [18].

Им противопоставляется «МойСклад» [6], [8]. Его сильная сторона — быстрый запуск и минимальные стартовые издержки, что особенно важно для компаний, которые только начинают уходить от бумажного учета. Однако там, где возникают требования к объектной изоляции, проектному списанию, фотофиксации, инструментальному контуру и автономной полевой работе, облачного базового сервиса уже недостаточно. Следовательно, «МойСклад» полезен как нижняя граница рынка, показывающая, насколько быстро можно запустить цифровой контур, но не как полнофункциональный эталон для рассматриваемой задачи.

Наиболее интересным практическим ориентиром выглядит InStock WMS [5]. В то же время даже оно не снимает принципиального противоречия между классической складской системой и временным строительным объектом. Именно это противоречие выступает основанием для разработки специализированной системы, которая должна соединять достаточную функциональную полноту с низкой сложностью развертывания и устойчивостью к плохой связи.

Полученные выводы согласуются с современными исследованиями по Warehouse 4.0 и smart warehouse systems [11], [13], [14]. Аналогичные выводы содержатся в работах по цифровизации строительной логистики [19], [20], [21].

Однако в прикладном рыночном сегменте эти свойства чаще реализуются для логистических центров и распределительных складов, чем для полевых стройплощадок.

Заключение

Проведенный литературный анализ показывает, что задача автоматизации складской деятельности распределенной строительной компании находится на пересечении двух исследовательских направлений: общего развития WMS и цифровизации строительной логистики. Современные публикации указывают на значимость реального времени, автоматизации, отслеживаемости и интеграции [11], [13], [14]. Вместе с тем строительная отрасль предъявляет дополнительные требования, связанные с временным характером складов, высокой динамикой объекта и нестабильной средой выполнения операций [9], [10], [19]. Эти аспекты подробно анализируются в исследованиях [20], [21].

Сравнение рассматриваемых решений позволило сделать следующие выводы. Во-первых, существующие WMS-продукты хорошо закрывают задачи классического склада и могут служить функциональными ориентирами при проектировании. Во-вторых, ни одно из рассмотренных решений не демонстрирует полного совпадения с требованиями специализированной системы в части легкого развертывания на временной площадке и устойчивой автономной работы. В-третьих, наиболее рациональной стратегией для рассматриваемой задачи является не выбор готовой системы «как есть», а проектирование специализированного решения с опорой на лучшие практики рынка и потребности строительной отрасли.

Таким образом, в исследовательском поле сохраняется ниша для специализированных систем, объединяющих мобильный учет, объектную модель строительства, легкую модульную архитектуру и экономически оправданный жизненный цикл.

Конкретные требования к проектируемой специализированной системе включают:

- 1) автономный режим работы с локальным кэшированием данных для обеспечения непрерывности учета при нестабильной или отсутствующей связи на удаленных площадках;
- 2) модуль фотофиксации операций приемки, размещения, выдачи и состояния материальных ценностей с привязкой к геолокации, времени и ответственному лицу;
- 3) интеграция с календарным графиком строительных работ и системами проектного управления для автоматического резервирования и списания МТР по видам работ и этапам проекта;
- 4) полноценная поддержка учета инструмента, оборудования и оснастки с возможностью привязки к бригадам, ответственным лицам, этапам проекта и контроля износа/технического состояния.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Афанасьев М.В. Система управления складом как тренд в управлении операционной логистикой / М.В. Афанасьев, В.Д. Мелёхин // Экономические науки. — 2024. — 3. — С. 8.
2. Смирнова А.В. Логистика складирования / А.В. Смирнова, Н.В. Черноусова. — Москва: Дашков и К°, 2019. — 256 с.
3. 1С:Предприятие 8. WMS Логистика. Управление складом: возможности // Официальный сайт фирмы «1С». — 2026. — URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/wms4/features>. (дата обращения: 30.03.26)
4. AXELOT WMS X5 // Официальный сайт компании AXELOT. — 2026. — URL: <https://www.axelot.ru/product/axelot-wms-x5/>. (дата обращения: 30.03.26)
5. InStock WMS: функциональные возможности // Официальный сайт InStock Technologies. — 2026. — URL: <https://www.instocktech.ru/wms/kollekciya-produktov-issuite/iswms-funkcionalnye-vozmozhnosti/funkcionalnye-vozmozhnosti-instock-wms/>. (дата обращения: 30.03.26)
6. Документация для разработчиков // МойСклад JSON API. — 2026. — URL: <https://dev.moysklad.ru/doc/api/remap/1.2/>. (дата обращения: 30.03.26)
7. SOLVO.WMS: система управления складом и автоматизации логистики // Официальный сайт компании «Солво». — 2026. — URL: <https://www.solvo.ru/products/solvo-wms/>. (дата обращения: 30.03.26)
8. Все возможности управления бизнесом «МойСклад» // Официальный сайт сервиса «МойСклад». — 2026. — URL: <https://www.moysklad.ru/vozmozhnosti/>. (дата обращения: 30.03.26)
9. Farid H.M.A. Advancing Sustainable Material Handling in Construction Warehouses Using Web 4.0 Technologies through Disc Intuitionistic CRADIS-Based Decision Analytics / H.M.A. Farid, V. Šimić, S. Ashraf et al. // Advancing Sustainable Material Handling in Construction Warehouses Using Web 4.0 Technologies through Disc Intuitionistic CRADIS-Based Decision Analytics. — 2026. — Vol. 299, Part B.
10. Ghapar F. Top Challenges in Warehouse Management: A Supply Chain Perspective / F. Ghapar, M.F. Osman, V.P.K. Sundram et al. // Top Challenges in Warehouse Management: A Supply Chain Perspective. — 2024. — Vol. 133.

11. Khan N. Towards the Design of a Smart Warehouse Management System for Spare Parts Management in the Oil and Gas Sector / N. Khan, W.D Solvang, H. Yu et al. // Towards the Design of a Smart Warehouse Management System for Spare Parts Management in the Oil and Gas Sector. — 2024. — Vol. 5.
12. Kisinga D.C. Warehouse Management Practices and Business Performance of Small-Scale Grapes Processing Firms: Evidence from Tanzania / D.C. Kisinga, A.D. Mchopa, L.R. Mwagike // Warehouse Management Practices and Business Performance of Small-Scale Grapes Processing Firms: Evidence from Tanzania. — 2024. — Vol. 11. — № 1.
13. Sokolov O. Development of a Smart Material Resource Planning System in the Context of Warehouse 4.0 / O. Sokolov, A. Iakovets, V. Andrusyshyn et al. // Development of a Smart Material Resource Planning System in the Context of Warehouse 4.0. — 2024. — Vol. 5. — № 4.
14. Vaičiūtė K. Improving the Information Systems of a Warehouse as a Critical Component of Logistics: The Case of Lithuanian Logistics Companies / K. Vaičiūtė, A. Katinienė // Improving the Information Systems of a Warehouse as a Critical Component of Logistics: The Case of Lithuanian Logistics Companies. — 2025. — Vol. 13. — № 3.
15. De Koster R. Design and control of warehouse order picking: A literature review / R. De Koster, T. Le-Duc, K.J. Roodbergen // European Journal of Operational Research. — 2007. — Vol. 182. — № 2. — P. 481–501.
16. Bartholdi J.J. Warehouse & Distribution Science / J.J. Bartholdi, S.T. Hackman // Warehouse & Distribution Science. — 2019. — URL: <https://www.warehouse-science.com/book/editions/wh-sci-0.98.1.pdf>. (дата обращения: 24.04.26)
17. Rouwenhorst B. Warehouse design and control: Framework and literature review / B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm et al. // European Journal of Operational Research. — 2000. — Vol. 125. — № 1. — P. 1–17.
18. Gudehus T. Comprehensive Logistics / T. Gudehus, H. Kotzab. — Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. — 912 p.
19. Perrier N. Construction 4.0: a survey of research trends / N. Perrier, A. Bled, M. Bourgault et al. // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). — 2020. — Vol. 25. — P. 416–437. — DOI: 10.36680/j.itcon.2020.024
20. Perrier N. Construction 4.0: A comparative analysis of research and practice / N. Perrier, A. Bled, M.etal Bourgault // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). — 2024. — Vol. 29. — P. 20–43. — DOI: 10.36680/j.itcon.2024.002
21. Hussein M. Modelling in off-site construction supply chain management: A review and future directions for sustainable modular integrated construction / M. Hussein, A.E.E. Eltoukhy, A. Karam et al. // Journal of Cleaner Production. — 2021. — Vol. 310. — P. 127503.
22. Van Gils T. Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review / T. Van Gils, K. Ramaekers, A. Caris et al. // European Journal of Operational Research. — 2018. — Vol. 267. — № 1. — P. 1–15.
23. Azadeh K. Robotized and automated warehouse systems: Review and recent developments / K. Azadeh, R. De Koster, D. Roy // Transportation Science. — 2019. — Vol. 53. — № 4. — P. 917–945.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Afanas'ev M.V. Sistema upravleniya skladom kak trend v upravlenii operacionnoj logistikoj [Warehouse management system as a trend in operational logistics management] / M.V. Afanas'ev, V.D. Melyoxin // Economic Sciences. — 2024. — 3. — P. 8. [in Russian]
2. Smirnova A.V. Logistika skladirovaniya [Logistics of Warehousing] / A.V. Smirnova, N.V. Chernonosova. — Moscow: Dashkov i K°, 2019. — 256 p. [in Russian]
3. 1S:Predpriyatie 8. WMS Logistika. Upravlenie skladom: vozmozhnosti [1C:Enterprise 8. WMS Logistics. Warehouse Management: features] // Official website of 1C. — 2026. — URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/wms4/features>. (accessed: 30.03.26) [in Russian]
4. AXELOT WMS X5 [AXELOT WMS X5] // Official website of AXELOT. — 2026. — URL: <https://www.axelot.ru/product/axelot-wms-x5/>. (accessed: 30.03.26) [in Russian]
5. InStock WMS: funkcional'ny'e vozmozhnosti [InStock WMS: functional capabilities] // Official website of InStock Technologies. — 2026. — URL: <https://www.instocktech.ru/wms/kollekciya-produktov-issuite/iswms-funkcionalnye-vozmozhnosti/funkcionalnye-vozmozhnosti-instock-wms/>. (accessed: 30.03.26) [in Russian]
6. Dokumentaciya dlya razrabotchikov [Developer documentation] // MoySkлад JSON API. — 2026. — URL: <https://dev.moysklad.ru/doc/api/remap/1.2/>. (accessed: 30.03.26) [in Russian]
7. SOLVO.WMS: sistema upravleniya skladom i avtomatizacii logistiki [SOLVO.WMS: warehouse management and logistics automation system] // Official website of Solvo. — 2026. — URL: <https://www.solvo.ru/products/solvo-wms/>. (accessed: 30.03.26) [in Russian]
8. Vse vozmozhnosti upravleniya biznesom «MojSkлад» [All business management capabilities of MoySkлад] // Official website of MoySkлад. — 2026. — URL: <https://www.moysklad.ru/vozmozhnosti/>. (accessed: 30.03.26) [in Russian]
9. Farid H.M.A. Advancing Sustainable Material Handling in Construction Warehouses Using Web 4.0 Technologies through Disc Intuitionistic CRADIS-Based Decision Analytics / H.M.A. Farid, V. Šimić, S. Ashraf et al. // Advancing Sustainable Material Handling in Construction Warehouses Using Web 4.0 Technologies through Disc Intuitionistic CRADIS-Based Decision Analytics. — 2026. — Vol. 299, Part B.
10. Ghapar F. Top Challenges in Warehouse Management: A Supply Chain Perspective / F. Ghapar, M.F. Osman, V.P.K Sundram et al. // Top Challenges in Warehouse Management: A Supply Chain Perspective. — 2024. — Vol. 133.
11. Khan N. Towards the Design of a Smart Warehouse Management System for Spare Parts Management in the Oil and Gas Sector / N. Khan, W.D Solvang, H. Yu et al. // Towards the Design of a Smart Warehouse Management System for Spare Parts Management in the Oil and Gas Sector. — 2024. — Vol. 5.



12. Kisinga D.C. Warehouse Management Practices and Business Performance of Small-Scale Grapes Processing Firms: Evidence from Tanzania / D.C. Kisinga, A.D. Mchopa, L.R. Mwagike // Warehouse Management Practices and Business Performance of Small-Scale Grapes Processing Firms: Evidence from Tanzania. — 2024. — Vol. 11. — № 1.
13. Sokolov O. Development of a Smart Material Resource Planning System in the Context of Warehouse 4.0 / O. Sokolov, A. Iakovets, V. Andrusyshyn et al. // Development of a Smart Material Resource Planning System in the Context of Warehouse 4.0. — 2024. — Vol. 5. — № 4.
14. Vaičiūtė K. Improving the Information Systems of a Warehouse as a Critical Component of Logistics: The Case of Lithuanian Logistics Companies / K. Vaičiūtė, A. Katinienė // Improving the Information Systems of a Warehouse as a Critical Component of Logistics: The Case of Lithuanian Logistics Companies. — 2025. — Vol. 13. — № 3.
15. De Koster R. Design and control of warehouse order picking: A literature review / R. De Koster, T. Le-Duc, K.J. Roodbergen // European Journal of Operational Research. — 2007. — Vol. 182. — № 2. — P. 481–501.
16. Bartholdi J.J. Warehouse & Distribution Science / J.J. Bartholdi, S.T. Hackman // Warehouse & Distribution Science. — 2019. — URL: <https://www.warehouse-science.com/book/editions/wh-sci-0.98.1.pdf>. (accessed: 24.04.26)
17. Rouwenhorst B. Warehouse design and control: Framework and literature review / B. Rouwenhorst, B. Reuter, V. Stockrahm et al. // European Journal of Operational Research. — 2000. — Vol. 125. — № 1. — P. 1–17.
18. Gudehus T. Comprehensive Logistics / T. Gudehus, H. Kotzab. — Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 2012. — 912 p.
19. Perrier N. Construction 4.0: a survey of research trends / N. Perrier, A. Bled, M. Bourgault et al. // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). — 2020. — Vol. 25. — P. 416–437. — DOI: 10.36680/j.itcon.2020.024
20. Perrier N. Construction 4.0: A comparative analysis of research and practice / N. Perrier, A. Bled, M.etal Bourgault // Journal of Information Technology in Construction (ITcon). — 2024. — Vol. 29. — P. 20–43. — DOI: 10.36680/j.itcon.2024.002
21. Hussein M. Modelling in off-site construction supply chain management: A review and future directions for sustainable modular integrated construction / M. Hussein, A.E.E. Eltoukhy, A. Karam et al. // Journal of Cleaner Production. — 2021. — Vol. 310. — P. 127503.
22. Van Gils T. Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review / T. Van Gils, K. Ramaekers, A. Caris et al. // European Journal of Operational Research. — 2018. — Vol. 267. — № 1. — P. 1–15.
23. Azadeh K. Robotized and automated warehouse systems: Review and recent developments / K. Azadeh, R. De Koster, D. Roy // Transportation Science. — 2019. — Vol. 53. — № 4. — P. 917–945.