

мультимодалдық көліктік-технологиялық жүйені қалыптастыруға, сондай-ақ өз клиенттерін заманауи сервистік қызмет көрсетумен қамтамасыз ете алатын, қуатты көліктік-логистикалық орталық құруға мүмкіндік беретін мультимодалдық көлік тораптарының желісін құрудың өзектілігін негіздеді.

Түйінді сөздер: мультимодалды тасымалдау, көлік торабы, мультимодалды көліктік-технологиялық жүйе, мультимодалды көлік торабы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Сатова Р.К., Изтелеуова М.С., Имгембаев Н.К. Мультимодальные перевозки в системе транспортных технологий // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций имени М. Тынышпаева. – 2018. - № 4. – С. 173-181.
- [2] Троицкая Н.А. Мультимодальные системы транспортировки: Учебное пособие. - М.: Академия, 2009. – 330 с.
- [3] Милославская С.В. Мультимодальные и интермодальные перевозки: Учебное пособие. - Омск: СибАДИ, 2001. – 184 с.
- [4] Еремеева Л.Э. Интермодальные и мультимодальные перевозки: Учебное пособие. - Сыктывкар: СЛИ, 2014. – 144 с.


REFERENCES

- [1] Satova R.K., Izteleuova M.S., Igembayev N.K. *Multimodalnye perevozki v sisteme transportnyh tehnologii* [In Russian: Multimodal transportation in the system of transport technologies] // Vestnik Kazahskoi akademii transporta i kommunikatsii imeni M. Tynyshpayeva. – 2018. - № 4. – С. 173-181.
- [2] Troitskaya N.A. *Multimodalnye systemi transportirovki* [In Russian: Multimodal transportation systems]. Uchebnoe posobie. M.: Akademia, 2009. – 330 с.
- [3] Miloslavskaya S.V. *Multimodalnye I intermodalnye perevozki*. [In Russian: Multimodal and intermodal transport]. Uchebnoe posobie. Omsk: SibADI, 2001. – 184 с.
- [4] Eremeeva L.E. *Intermodalnye I multimodalnye perevozki*. [In Russian: Intermodal and multimodal transport]. Uchebnoe posobie. Syktyvkar: SLI, 2014. – 144 с.

The Bulletin of Kazakh Academy of Transport and Communications named after M. Tynyshpayev, ISSN 1609-1817, DOI 10.52167/1609-1817, Vol.119. No.4 (2021) pp. 58-66

УДК 658.78.06

DOI 10.52167/1609-1817-2021-119-4-58-66

А. У. Табылов , **Н.Б. Суйеуова Н.Б, А. А. Юсупов**
НАО «Каспийский университет технологий и инжиниринга
им. Ш. Есенова», г. Актау, Казахстан

РОБОТИЗАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ СКЛАДСКИХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

Аннотация. Переход складских логистических компаний к автоматизации и роботизации - общемировая тенденция, вызванная необходимостью ускорения логистических процессов. Решение важнейших задач по оптимизации складского производства в современных условиях реализуется на принципах роботизации

технологических процессов складских операций современных складских логистических комплексов.

В статье проанализированы инновационные достижения роботизированных систем для складской логистики. Исследованы преимущества и сложности использования данных инноваций в складской инфраструктуре. Автоматизация и роботизация складов обеспечивают технологический прорыв с высокими показателями производительности и пропускной способности складских логистических комплексов в целом, позволяют с сокращением операционных расходов, обоснованно минимизировать аварийность с участием персонала.

В отличие от традиционных складских транспортных роботов новому поколению роботов с высокими показателями искусственного интеллекта и возможностью использования технологий позиционирования в режимах реального времени присущи такие качества как: высокий уровень аварийной производственной безопасности для человека, применение инновационных технологий, большая степень надежности, производительность.

Ключевые слова: автоматизация и роботизация, складская логистика, складские комплексы, робототехника, робототехническая компания, автономные складские роботизированные системы.

Введение. Актуальность работы. В условиях современной рыночной экономики глобальный экономический процесс, состояние рынка с модифицированным поведением потребителей, заставляют бизнес срочно разрабатывать новые логистические решения в сфере складской деятельности, обеспечивающие технологический прорыв и представляют возможности ведущим складским логистическим компаниям закрепиться на вершине конкуренции в этой области. Примером тому служат оптимальные пути решений проблем складской логистики на основе современных достижений в области автоматизации и роботизации современных складских логистических комплексов [1].

Переход складских логистических компаний к автоматизации и роботизации – общемировая тенденция, вызванная необходимостью ускорения логистических процессов. В настоящее время робототехника складских комплексов трансформируется в более сложные формы с наличием новых функциональных возможностей и, в связи с этим, комплексы мероприятий по сокращениям: расходов на персонал, скорости и точности реализации складских операций, минимизаций нагрузок на персонал склада - являются основными аргументами в пользу роботизации современных складов. Насущность проблем роботизации складского хозяйства создалась еще до нынешней ситуации мировой пандемии. Оптимизация бизнеса, наряду с уменьшением воздействий изменений масштабов складской обработки продукции, существенно влияющих на рост операционной эффективности складского производства – являются факторами существенного преимущества роботизации бизнес-процессов складских комплексов. В тоже время, ликвидация возможностей принятий складским персоналом ошибочных решений в конкретных производственных ситуациях оказывает положительный эффект на качестве процессов складской обработки

Автоматизация и роботизация складских логистических комплексов успешно развивается во всех странах и комплексы мобильной складской роботизированной техники представляют собой передовые технологии, внедряемые в крупные складские логистические центры по всему миру. Мировой тренд, заданный гигантом сетевых продаж, крупнейшей торговой площадкой в мире - Amazon (США), внедряется на роботизированных участках складских перегрузочных процессов и комплектования заказов известных компаний онлайн-ритейлеров,

Результаты исследований фирмы по исследованию рынка «Markets and Markets research», прогнозируют ежегодный 12% -ый рост рынка продукции складской робототехники и ожидаемый в 2022 году объем составит \$4,44 миллиарда. Это является следствием перехода крупнейших компаний и прежде всего - онлайн-ритейла на роботизацию складского производства. В складской логистике реализация автоматизированных и роботизированных процессов посредством концепции умного склада и системы искусственного интеллекта становится распространенной и с учетом снижения производительности в следствии человеческого фактора ликвидируется необходимость факта присутствия человеческого труда. Данные исследований Forbes прогнозируют к 2025 году создание более 4 млн коммерческих складских роботизированных комплексов на складских логистических комплексов по всему миру. Все это подтверждает, что роботизированный склад – неизбежная перспектива логистики будущего.

В настоящее время технологии роботизированных комплексов с наличием систем программной ориентации в пространстве, созданных на базе искусственного интеллекта (AI) являются максимально востребованными крупнейшими мировыми складскими логистическими компаниями.

Разработка хорватской робототехнической компании - автономные логистические роботы «Gideon Brothers», работают на основе видения и искусственного интеллекта и ввиду возможности повышения производительности без неудобности перестраивания инфраструктуры предприятий представляют адаптированные под автоматизированные логистические операции решения в складской деятельности. Оснащение роботов системой визуального восприятия с возможностями свободного передвижения по складской территории с дополнительной ориентацией в пространстве с помощью стереоскопических камер с выполнением маневров между персоналом и оборудованием позволяет гарантировать максимальную безопасность навигации в производственной среде.

В противоположность складским роботизированным комплексам иных робототехнических компаний, продукция хорватской робототехнической компании - роботы «Gideon Brothers» в целях безопасной навигации исключают применение традиционных технологий дистанционного зондирования (лидары) и ориентированы на процессы визуальных восприятий, которые представлены комбинированными системами глубоких обучений оснащенных стереоскопическими камерами. Это позволило обеспечить синхронных операций локализации и картирования, которые во многом превосходят по функциональным возможностям более затратные лидары. Решения применений искусственного интеллекта обеспечивает возможности робототехнике по разработкам и хранению локальной системы координат окружающего пространства.

При функционировании складской робототехники непростой задачей представляется реализация возможностей навигационных операций внутри складских комплексов.

Решением этих вопросов является применение инновационных систем, исключая трудоемкие операции по разметкам складской территории, ориентируемых на системах комбинированных технических зрений с установлением образов реализуемых на базах встроенных искусственных интеллектов. Примером тому выступает навигационная система «TORU Cube» - продукт разработки робототехнической фирмы «Magazino» (Германия). Отличительной особенностью данной навигационной системы выступает фактор возможности реализации технологий позиционирования в режимах реального времени (Real-time Locating System, RTLS). Эта технология базируется на размещении «активной метки» RTLS на транспортных средствах с дальнейшим комбинацией импульсов, принимаемых от меток с

информационными данными системы компьютерного зрения, входящими в устройство автономных транспортных средств. [2].

При осуществлении робототехникой функций в одной и той же сфере с персоналом возникают вопросы осложнения окружающей среды для роботов и этим требованиям уже не может соответствовать настоящий парк программных инструментов и системы управления. С учетом того, что роботы нового поколения в настоящее время не детерминированы, а управляются восприятием, стал реальным вопрос радикального подхода к комплексам решений программирования, управления и разработки сетей робототехники.

Линейка управляемых восприятием роботов «Magazino» с наличием операционной системы ACROS (Advanced Cooperative Robot Operating System) обеспечивает реализацию робототехники управляемую восприятием с дальнейшей возможностью в первый раз программирования всевозможных классов роботов посредством комплексной "операционной системы". Это в дальнейшем обеспечивает взаимозаменяемость аппаратных компонентов роботов, взаимосвязывает банк данных парка робототехники с возможностями незамедлительного информирования данного парка со всевозможными переменами навигационной обстановки окружающей среды и обеспечит возможность обновления программного обеспечения или окружающей среды. В комбинациях с приложением ARC (ACROS Robot Control) реализуется оценка и прогноз парка робототехники и, с использованием интуитивно понятного пользовательского интерфейса обеспечивается возможность персонала контролировать действия роботов

Складской комплекс в Хойяне (КНР) в целях складской транспортировки грузопотоков применяет серию беспилотных роботов, продуктов разработок крупнейшей робототехнической компании «Quicktron Intelligent Technology», сокративших труд персонала на 80 %. Маневренность роботов позволяет осуществлять повороты в радиусе 360° с перемещением грузов массой более 500 кг. Встроенный комплекс системы лазеров ликвидирует возможные столкновения при функционировании беспилотных роботов. Функциональные операции по коммуникациям с оператором и запрос задания выполняется посредством Wi-Fi сети. При разрядках аккумуляторных питаний, робот может производиться автоматическое восполнение запасов энергии.

"Умный" склад на нынешнем рынке построен по системе build-to-suit, т.е. под заказчика. Представляют собою складские логистические комплексы с предельным использованием цифровых решений, учитывающих ассортимент, процессы отслеживаний, движений и объемы грузов, регулировать параметры хранения и эффективность всех процессов в целом, включающих: минимизацию расходов на персонал, увеличение показателей эффективности и интенсивности реализуемых роботами операций, оптимизацию складского пространства [3].

В период мировой пандемии крупнейшие складские логистические компании, использовавшие инновационную складскую робототехнику, дали высокую оценку несомненным преимуществам автоматизации и роботизации складских логистических процессов. Исключительно поэтому реализация задач складской логистики с минимизацией применения человеческих ресурсов рассматривалась и осуществилась в первую очередь.

Бум электронной торговли в 2020 году в значительной степени обусловленный COVID-19 привел в США к росту августовских онлайн-продаж на 42% в годовом исчислении. Исследования подтвердили, что глобальная пандемия создала условия \$107 млрд дополнительных онлайн-продаж с марта 2020 года. Этот рост спроса явился положительным фактором робототехнической компании Exotec (Франция), которая создала концепцию полностью автоматизированных 3D-складов для розничной торговли, с ботами Skurud-3D, имеющих возможности автономных передвижений в трехмерном пространстве склада. Также, если традиционные автоматизированные системы

обеспечивали перемещения элементов секции к складскому персоналу, то последние модели роботов снабжены специальными устройствами, обеспечивающими операции приемов и размещений складской продукции с преимущественным исключением человеческого труда. Возможности использования AI-навигации и систем лазерных сканеров для обработки заказов, обеспечивает производительность до 400-от выборок в час, этот фактор констатирует двойное превышение скорости выполнения складских операций иных традиционных подобных решений. Складские роботы «Skypod-3D» представляют собой часть системы комплектования товаров по принципу «товары к человеку», предназначенной для повышения производительности и снижения нагрузки на сотрудников складов. Система Skypod состоит из четырех основных компонентов.

Автономные складские роботизированные системы, использующие лазерные сканеры для обнаружения препятствий, могут перемещаться горизонтально по полу и вертикально, позволяя доставать высоко хранящиеся товары (Рис.1). Сами стеллажи также являются частью системы Exotec, благодаря которой можно хранить товары на высоте до 10 метров. В роботизированную складскую систему также включены рабочие станции Exotec, где операторы формируют заказы, собранные мобильными роботами Skypod. Четвертым компонентом системы является программное обеспечение, выполняющее роль «авиадиспетчера», инструктирующего роботов Skypod, куда им двигаться, чтобы забрать товары для каждого заказа. Автоматизированная система позволяет ритейлерам и интернет-магазинам повысить производительность своих складских помещений в 4 раза и увеличить их вместимость в 5 раз [4].



Рисунок 1 - Автономные складские роботизированные системы

В области складской робототехники появился свой лидер – робототехническая компания Mobile Industrial Robots (MiR, Дания). Компания MiR - идеальное решение для автоматизации внутрискладской логистики, разработчик и поставщик на рынок наиболее передовой линейки коллаборативных и безопасных автономных мобильных роботов (AMR), оптимизировавших складские процессы с минимумом затрат, осуществивших эффективное решение задач внутренней складской логистики. В отличии от традиционных складских транспортных роботов, им характерны такие качества как: реализация инновационных технологий, высокие показатели надёжности, эксплуатации и производительности и бесспорно основным показателем их эффективности выступает фактор высокого уровня безопасности для человека.

Специализированная выставка складской робототехники ProMat - 2019 (Чикаго, США) представила инновационную технологическую новинку - автономный мобильный робот-грузчик «MiR-1000» с возможностью автоматического захвата и перемещения поддонов и других тяжелых грузов весом до одной тонны. Робот оборудован двумя подъемниками для европоддонов и поддонов 40×48 дюймов. Устройство запрограммировано через пользовательский интерфейс или через систему управления MiRFleet. Имеется возможность дополнительной установки на робот-грузчик «MiR-1000» различных модулей – конвейер, роботизированная рука и т.п.

Характерным функциональным недостатком роботов прошлого поколения, ограничивающим возможность автономного передвижения, была проблема повреждений индикаторов пути в процессах преодоления роботами препятствий на своем пути, приводящих к прекращению их работы. Продукция робототехнической компании «MiR» (рис.2) позволила решить эту проблему. Серия роботов робототехнической компании «Mobile Industrial Robots» (MiR) укомплектована новейшими датчиками и сенсорами, обеспечивающими возможности роботам кроме передвижений без применения вспомогательных устройств, совершать маневренные операции передвижений с объездами не только различных стационарных препятствий но и обходов движущегося персонала склада. Также достоинством этой серии роботов является возможность планирования собственного маршрута передвижений в целях скорейшей доставки продукции склада.



Рисунок 2 - Серия роботов робототехнической компании «Mobile Industrial Robots» (MiR)

Проблемой традиционных складских роботов прошлого поколения также являлась невозможность в процессах их передвижений получения информации с товарных этикеток складской продукции размещенной на верхних ярусах складских стеллажей. Решения этих проблемных задач реализуются в настоящее время с использованием роботов-дронов, совершающих автономные полеты вдоль стеллажей и выполняющих операции сканирования товарных позиций (RFID-этикетки) с дальнейшей переадресовкой их к позициям роботов-подборщиков. Это обеспечивает высокую эффективность складских логистических процессов стеллажного хранения и обработки

Персонал складов в целях учета складской продукции в верхних зонах стеллажей расходует на эти операции большой промежуток времени. Решения этих проблемных задач реализуются в настоящее время с использованием разработки модели летающих

беспилотников (RFly) массачусетским технологическим институтом (США). Летающие беспилотники имеют уникальные технологические возможности сканирования товарных позиций складской продукции, расположенной в верхних стеллажных зонах с максимальным расстоянием в несколько десятков метров и определяют требуемую позицию с достоверностью в пределах до 19 сантиметров. Причем, летающие беспилотники-дроны не укомплектованы считывающими устройствами и только выполняют операции ретрансляции сигналов с товарных позиций.

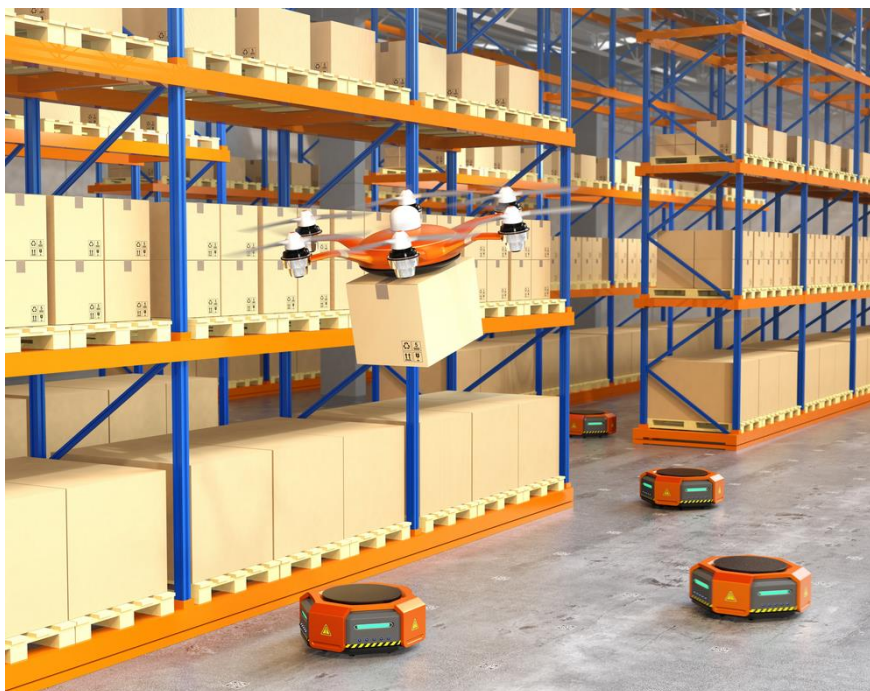


Рисунок 3 - Складской роботизированный микроцентр выполнения заказов

Складской роботизированный микроцентр выполнения заказов, оснащенный роботами-дронами, состоит из двух основных компонентов: систем управления программным обеспечением, обрабатывающих онлайн-заказы, и физической инфраструктуры, в которой используются роботы и другие автоматизированные средства (Рисунок 3).

Выводы. В реалиях настоящей современной рыночной экономики передовые инновационные технологии, внедряемые в мировых логистических центрах, невозможно представить без автоматизации и роботизации производственных процессов.

Решения важнейших задач по оптимизации складского производства в современных условиях реализуются на принципах роботизации технологических процессов современных складских логистических комплексов.

В условиях развития автоматизированных транспортно-складских комплексов, базирующихся на принципах роботизации технологических процессов складских операций, инвестиции в них, представляют комплекс экономичных и эффективных инновационных решений проблем складского хранения и обеспечивают:

- повышение пропускной способности транспортно-складского комплекса поточного хранения;
- минимизацию расходов на персонал, высокую скорость и точность выполнения операций;
- минимизацию нагрузок на персонал;

-
- маневренную гибкость, обеспечивающую возможность снабжений товарами потребителей в установленные сроки;
 - снижение уровня аварий с участием людей.
-

ЗАМАНАУИ ЛОГИСТИКАЛЫҚ КЕШЕНДЕР ҚОЙМАЛАРДЫ РОБОТТАНДЫРУ

Табылов Абзал Өтеу ұлы, т.ғ.к., доцент, КЕАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау қ, Қазақстан, tabylov62@mail.ru

Суйеуова Набат Базархан қызы аға оқытушы, КЕАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау қ, Қазақстан, nsuyeuova@mail.ru

Юсупов Асгербек Али ұлы, аға оқытушы, КЕАҚ «Ш. Есенов атындағы Каспий технологиялар және инжиниринг университеті», Ақтау қ, Қазақстан, askerbek_usa@mail.ru

Аңдатпа. Қоймалық логистикалық компаниялардың автоматтандыру мен роботтандыруға көшуі - логистикалық процестерді жеделдету қажеттілігінен туындаған жаһандық үрдіс. Қазіргі жағдайда қойма өндірісін оңтайландырудың маңызды мәселелерін шешу қазіргі заманғы қойма логистикалық кешендерінің қойма операцияларының технологиялық процестерін роботтандыру қағидаттарында жүзеге асырылады.

Мақалада қойма логистикасына арналған роботты жүйелердің инновациялық жетістіктері талданады. Осы инновацияларды қойма инфрақұрылымында пайдаланудың артықшылықтары мен қиындықтары зерттелді. Қоймаларды Автоматтандыру және роботтандыру жалпы қоймалық логистикалық кешендердің өнімділігі мен өткізу қабілетінің жоғары көрсеткіштерімен технологиялық серпілісті қамтамасыз етеді, операциялық шығыстарды қысқартуға ғана емес, сонымен қатар адамдардың қатысуымен болатын авариялар деңгейін төмендетуге мүмкіндік береді.

Дәстүрлі қоймалық көлік роботтарынан айырмашылығы, жасанды интеллекттің жоғары көрсеткіштері және нақты уақыт режимінде позициялау технологияларын қолдану мүмкіндігі бар роботтардың жаңа буыны келесі қасиеттерге ие: адам үшін максималды қауіпсіздік, озық технологияларды пайдалану, жоғары сенімділік және өнімділік.

Түйінді сөздер: автоматтандыру және роботтандыру, қойма логистикасы, қойма кешендері, робототехника, робототехникалық компания, автономды қойма роботтандырылған жүйелері.

ROBOTIZATION OF MODERN WAREHOUSE LOGISTICS COMPLEXES

Tabylov Abzal Uteuovich, Cand. of tech. sci., Associate Professor, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, tabylov62@mail.ru

Suyeuova Nabat Bazarkhanovna Senior lecturer, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, nsuyeuova@mail.ru

Yusupov Asgerbek Alievich, Senior lecturer, Caspian University of Technology and Engineering named after Sh. Yessenov, askerbek_usa@mail.ru

Abstract. The transition of warehouse logistics companies to automation and robotization is a global trend caused by the need to accelerate logistics processes. Solutions to the most important tasks of optimizing warehouse production in modern conditions are

implemented on the principles of robotization of technological processes of warehouse operations of modern warehouse logistics complexes.

The article analyzes the innovative achievements of robotic systems for warehouse logistics. The advantages and difficulties of using these innovations in the warehouse infrastructure are investigated. Automation and robotization of warehouses provide a technological breakthrough with high performance and throughput of warehouse logistics complexes in general, allow not only to reduce operating costs, but also naturally reduce the level of accidents involving people.

Unlike traditional warehouse transport robots, the new generation of robots with high artificial intelligence and the ability to use real-time positioning technologies has such qualities as: maximum safety for humans, the use of advanced technologies, high reliability and productivity.

Key words: automation and robotics, warehouse logistics, warehouse complexes, robotics, robotics company, autonomous warehouse robotic systems.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гаджинский А.М. Современный склад. Управление складом в логистической системе: Учебно- практическое пособие. – М.: Изд-во Проспект, 2005. – 176 с.
- [2] Волгин, В. В. Склад: логистика, управление, анализ [Текст] : учеб, пособие / В. В. Волгин // 10-е изд., перераб. и доп. - М. : Дашков и Ко, 2009. -736 с.
- [3] Дыбская В.В. Управление складированием в цепях поставок: Учебник. - М.: Альфа-пресс, 2014. -220 с.
- [4] Степанова, Е.Г. Внедрение WMS-системы управления складом на предприятии [Электронный ресурс] / Е. Г. Степанова, Э. Р. Емелина, Н. Н. Федулова // Современные научные исследования и инновации. 2016. - Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2016/09/71195> Дата доступа: 9.03.2018.
- [5] Умные склады: как сенсоры, роботы и дроны меняют логистику // Новости интернета вещей [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://iot.ru/riteyl/unmye-sklady-kak-sensory-roboty-i-dronymenyayut-logistiku>. - Дата доступа: 20.03.2019.

REFERENCES

- [1] Gadzhinskiy A.M. *Sovremennyy sklad. Upravleniye skladom v logisticheskoy sisteme*. [In Russian: Modern warehouse. Warehouse management in the logistics system. An educational and practical guide.] Moscow: Prospect, 2005. - 176 p.
- [2] Volgin. V. V. *Sklad: logistika. upravleniye. analiz* [In Russian: Warehouse: logistics, management, analysis. Study guide] Moscow: Dashkov and Co. 2009.-736 p.
- [3] Dybskaya V.V. *Upravleniye skladirovaniyem v tsepyakh postavok*. [In Russian: Warehousing management in supply chains. Textbook] Moscow: Alfa-press, 2014. - 2020 p.
- [4] Stepanova, E.G. *Vnedrenie WMS-sistemy upravleniya skladom na predpriyatii* [Elektronnyj resurs] / E. G. Stepanova, E. R. Emelina, N. N. Fedulova // *Sovremennyye nauchnyye issledovaniya i innovacii*. 2016. - Rezhim dostupa : <http://web.snauka.ru/issues/2016/09/71195> - Data dostupa:0 9.03.2018.
- [5] *Umnye sklady: kak sensory, roboty i drony menyayut logistiku* // *Novosti interneta veshchej* [Elektronnyj resurs]. - Rezhim dostupa: <https://iot.ru/riteyl/unmye-sklady-kak-sensory-roboty-i-dronymenyayut-logistiku>. - Data dostupa: 20.03.2019.