

Беспилотные летательные аппараты: потенциал использования в системах складирования компаний

Баркова Наталья Юрьевна^{1,2}

Канд. экон. наук, доц. Департамента менеджмента и инноваций
ORCID: 0000-0002-6583-8950, e-mail: natalya_barkova_1975@mail.ru

Деулина Екатерина Денисовна¹

Студент, ORCID: 0000-0002-7378-7129, e-mail: ekaterina.d02@mail.ru

Малышева Мария Александровна¹

Студент, ORCID: 0000-0003-3745-165X, e-mail: mmaav2001@mail.ru

Кирсанова Дарья Петровна¹

Студент, ORCID: 0000-0002-5909-0077, e-mail: darakobejn7@gmail.com

Бородина Ольга Александровна²

Ст. преп., Департамент менеджмента и инноваций
ORCID: 0000-0001-7151-4891, e-mail: olga_borodina17@mail.ru

¹Государственный университет управления, г. Москва, Россия

²Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации (Финуниверситет), г. Москва, Россия

Аннотация

В статье авторы исследуют проблематику использования беспилотных летательных аппаратов (дронов) на складах компаний, и рассматривают их применение как один из способов оптимизации логистических бизнес-процессов компаний. Рассмотрены технологии, на базе которых работают современные беспилотные летательные аппараты; модели дронов различных компаний; основной функционал дронов. Выделены сильные и слабые стороны беспилотных летательных аппаратов, ключевые факторы, определяющие успешность применения дронов, и благоприятные условия для их использования на складах. Рассмотрены возможности совместного использования дронов и RFID-считывателей. Выделены барьеры, препятствующие активному внедрению дронов в логистические бизнес-процессы систем складирования и требования к складским комплексам, планирующим использование беспилотных летательных объектов. Также рассмотрены перспективные сферы применения технологии в складской логистике: создание противокражных и противопожарных систем склада, использование дронов для считывания меток контрольными идентификационными знаками. Авторами были использованы данные аналитических отчетов и данные, собранные самими авторами, а также эмпирические методы исследования.

Ключевые слова

Дрон, склад, логистика, RFID, инновации, цифровизация, инвентаризация, автоматизация

Для цитирования: Баркова Н.Ю., Деулина Е.Д., Малышева М.А., Кирсанова Д.П., Бородина О.А. Беспилотные летательные аппараты: потенциал использования в системах складирования компаний // Вестник университета. 2022. № 5. С. 44–52.

© Баркова Н.Ю., Деулина Е.Д., Малышева М.А., Кирсанова Д.П., Бородина О.А., 2022.

Статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0. всемирная (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



Unmanned aerial vehicles: potential for use in the storage systems of industrial companies

Natalya Yu. Barkova^{1,2}

Cand. Sci. (Econ.), Assoc. Prof. at the Management and Innovation Department
ORCID: 0000-0002-6583-8950, e-mail: natalya_barkova_1975@mail.ru

Ekaterina D. Deulina¹

Student, ORCID: 0000-0002-7378-7129, e-mail: ekaterina.d02@mail.ru

Maria A. Malysheva¹

Student, ORCID: 0000-0003-3745-165X, e-mail: mmaav2001@mail.ru

Darya P. Kirsanova¹

Student, ORCID: 0000-0002-5909-0077, e-mail: darakobejn7@gmail.com

Olga A. Borodina²

Senior Lecturer at the Management and Innovation Department
ORCID: 0000-0001-7151-4891, e-mail: olga_borodina17@mail.ru

¹State University of Management, Moscow, Russia

²Financial University, Moscow, Russia

Abstract

In the article, the authors investigate the problem of using unmanned aerial vehicles (drones) in company warehouses and consider their use as one of the ways to optimize the logistics business processes of companies. Technologies are considered, on the basis of which modern unmanned aerial vehicles, drone models of various companies, the main functionality of drone's work. The authors highlight the strengths and weaknesses of unmanned aerial vehicles, key factors determining the success of the use of drones, and favorable conditions for their use in warehouses. The authors are considering the possibility of sharing drones and RFID technology. Barriers to the active introduction of drones into the logistics business processes of warehousing systems and requirements for warehouse complexes planning the use of unmanned aerial objects have been identified. Promising areas of application of technology in warehouse logistics are also considered: creation of anti-theft and fire protection systems, using drones to read CIS marks. The authors used data from analytical reports and data collected by the authors themselves, as well as empirical research methods.

Keywords

Drone, warehouse, logistics, RFID, innovations, inventory, automation

For citation: Barkova N.Yu., Deulina E.D., Malysheva M.A., Kirsanova D.P., Borodina O.A. (2022) Unmanned aerial vehicles: potential for use in the storage systems of industrial companies. *Vestnik universiteta*, no. 5, pp. 44–52.



ВВЕДЕНИЕ

Четвертая промышленная революция сегодня стала стимулом активного применения цифровых технологий в логистических бизнес-процессах компании. Трудности с привлечением квалифицированных рабочих на складские комплексы компаний, высокие требования к клиентскому сервису и рост электронной коммерции обуславливают необходимость поиска путей повышения эффективности выполнения складских операций. Нацеленность на повышение эффективности операций на складах актуальна для многих компаний, поскольку затраты на складские операции составляют около 30 % от общих затрат компании на логистику. Одной из современных цифровых технологий, применяемой на складах, является использование беспилотных летательных аппаратов или дронов.

Новые технологии сканирования, штрих-коды, технология радиочастотной идентификации (англ. Radio-Frequency Identification; далее – RFID) и искусственный интеллект (англ. Artificial Intelligence) позволяют осуществлять эффективную автоматизацию складских комплексов при помощи дронов. Беспилотный летательный аппарат – это робот, управляемый человеком дистанционно или с помощью встроенного программного обеспечения (плана полета), работающего совместно с бортовыми сенсорами и системами GPS [1].

Последние годы дроны все чаще стали использоваться в складских комплексах и начали играть центральную роль в автоматизации складов. Это связано с появлением эффективных алгоритмов и программ, которые позволяют реализовать масштабируемые программные приложения для дронов.

ТЕХНОЛОГИИ И МОДЕЛИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ СКЛАДИРОВАНИЯ

По технологическим характеристикам выделяют:

- 1) самолетный дрон;
- 2) вертолетный дрон:
 - трикоптер (3 винта);
 - квадрокоптер (4 винта);
 - гексакоптер (6 винтов);
 - октокоптер (8 винтов) [2].

По весу и времени нахождения в воздухе дроны можно разделить на четыре группы:

- микродроны (вес меньше 10 кг, время нахождения в воздухе до 60 мин.);
- минидроны (вес до 50 кг, время нахождения в воздухе до 5 ч);
- средние дроны (вес до 1 т, время нахождения в воздухе до 15 ч);
- тяжелые дроны (вес превышает 1 т, время нахождения в воздухе более 24 ч) [3].

Также в литературе можно встретить классификации дронов:

- по способу управления: дистанционно пилотируемые и автоматические дроны;
- по типу управления: дроны вращающегося крыла и фиксированного крыла [4].

Многие иностранные и российские компании сегодня предлагают дроны для работы на складе. Среди них можно выделить дроны компаний: StockTaking.pro, Fast Sense, Eyesee, MIT Media Lab, Intelligent Flying Machines, FlytWare, Leica Geosystem [5–8].

Самая сложная задача при использовании дронов на складе – проблема навигации дрона внутри закрытого помещения. Алгоритмы, работающие на основе машинного зрения, обеспечивают достижение очень высокой точности навигации дрона. Один из самых передовых методов визуального ориентирования дрона в пространстве – визуальный метод SLAM (от англ. Simultaneous Localization and Mapping), используемый летательными аппаратами для решения задач перемещения в незнакомом пространстве с параллельной фиксацией своего положения в этом пространстве. Этот метод превосходит многие технологии ориентирования в пространстве, используемые для дронов, например, такую технологию, как система обнаружения сближения UWB (от англ. Ultra-Wide Band). На сегодняшний день точность навигации дрона при использовании визуальной SLAM-технологии достигает 5 см.

Действующая на основе радиочастот технология UWB часто используется для отслеживания перемещения грузов на напольных конвейерах. Из-за относительно низкой точности фиксации объекта (10–30 см) она не является подходящей альтернативой для использования для дронов, перемещающихся внутри помещений.

Технология LiDAR (от англ. Light Detection and Ranging) – метод измерения расстояний путем освещения цели лазерным светом и измерения отражения с помощью датчика, имеет высокий потенциал для осуществления навигации дрона внутри помещения. Компания Leica Geosystem разработала дрон, использующий комбинацию датчиков LiDAR и систем видеокамер.

Дрон, выпущенный компанией Aibot, обеспечивает точность локализации объекта 2,5 см на площади 100 000 м². Однако вес этого дрона составляет почти 10 кг, что накладывает ограничения на его использование в помещениях склада.

Примером технологии высокоточной навигации для закрытых помещений является технология, предложенная компанией Vtrus. Разрабатываемые компанией модульные блоки АВI позволяют дронам лучше распознавать окружающие объекты. Технология использует камеры, обеспечивающие обзор местности на 360°, который необходим для достижения максимально возможной точности навигации дрона.

Решения для навигации дронов от компании PINC InventAIRy также основаны на использовании системы визуализации аналогично технологии применяемой Vtrus. Программное обеспечение от этой компании способно к детализированному визуальному осмотру, предоставляя информацию о качестве упаковки грузов и возможных повреждениях товаров.

Чтобы повысить точность локализации и обеспечить более длительное время работы дрона, компании Geodis, Delta Drone и Infinium Robotics объединяют дроны с автоматизированным наземным транспортным средством (англ. Automated Guided Vehicle; далее – AGV). Проводные дроны прикрепляются кабелем к наземному транспортному средству, что обеспечивает зарядку дрона и позволяет увеличить время его работы. Время работы систем дрона и AGV увеличивается до 4 ч, в то время как работа дрона без применения AGV составляет не более 30 мин. Однако использование проводных дронов снижает их маневренность и затрудняет их перемещение на складах [9].

Российская компания Fast Sense также разрабатывает роботизированные решения для полетов дронов внутри помещений. Дрон этой компании пролетает вдоль складской линии в автономном режиме без участия человека. Специальное программное обеспечение, основанное на использовании машинного зрения, позволяет дрону избегать столкновений со стеллажами, техникой, товарами. Во время полета дрон с точностью 99 % считывает маркировку на палете, проводит сканирование любых штрихкодов. Информация о расположении палет, целостности упаковки, свободных палето-местах формируется в отчете и интегрируется в систему управления складом WMS (от англ. Warehouse Management System). Собранные фото- и видеоматериалы прилагаются к отчету по работе дрона. Скорость работы дрона – до 1 000 палето-мест за 15 мин. [6].

Компания Intelligent Flying Machines (IFM), использующая программное обеспечение Nvidia, производит БПЛА для складской аналитики. Технология компании Nvidia Jetson использует алгоритмы машинного обучения, чтобы помочь дронам «понимать» окружающий мир и правильно реагировать на него [10].

Дроны компании FlytWare могут взлетать со своих мест, перемещаться в узких проходах и вокруг них и приземляться точно там, где требуется. Это возможно даже в случае отсутствия системы GPS внутри склада. FlytWare использует передовые технологии робототехники, чтобы сделать такую автономную навигацию в помещении максимально точной.

С помощью подключения питания наземных станций к дронам FlytWare возможно удаленное управление парком дронов. Оператор может планировать, выполнять и контролировать инвентаризацию, смотреть прямые видеотрансляции, обеспечивать безопасные операции и выполнять действия с использованием штрих-кодов.

Походящий вариант дрона зависит от множества факторов, таких как расположение склада, размер складских помещений и других показателей склада [7].

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОНОВ В СКЛАДСКИХ СИСТЕМАХ

Наиболее перспективные области использования дронов на складах – управление запасами, внутреннее перемещение товаров и наблюдение за статусом и состоянием товара. Рассмотрим эти области более подробно.

УПРАВЛЕНИЕ ЗАПАСАМИ

В этой области дроны могут использоваться для решения следующих задач склада: аудит запасов, управление запасами, поиск товаров, отслеживание уровня страховых запасов и инвентаризация.

Инвентаризация – это проверка количества товаров, хранящихся на складах, которая обычно проводится ежегодно или к концу отчетного периода, но может выполняться и еженедельно или ежемесячно небольшой командой специалистов по управлению запасами. Обычно при инвентаризации сотрудники отправляются в необходимое место на складе, сканируют штрих-код товара, подсчитывают товарные единицы и переходят к следующему месту хранения. У такого способа инвентаризации существует ряд недостатков. Подсчет товаров является достаточно медленной операцией из-за выполнения вручную. Также эта операция достаточно трудоемкая и поэтому дорогая, так как при инвентаризации требуется несколько сотрудников. Часто такие операции, производимые при высотном стеллажном хранении, являются рискованными для жизни и здоровья персонала. К тому же при инвентаризации склада часто возникают технические ошибки подсчета товарных единиц.

Дроны могут повысить эффективность этого процесса. Основные цели использования дронов для управления запасами – повышение точности ревизий и инвентаризаций, снижение затрат на рабочую силу и минимизация опасных задач для персонала склада [9]. При использовании дронов время инвентаризации сокращается в 10 раз и более, на 30–40 % снижаются затраты на инвентаризацию, увеличивается точность инвентаризации и скорость поиска товаров на складе [11]. В России для проведения инвентаризации на складах дроны используют такие крупные компании, как PepsiCo, Kuehne+Nagel, Sintec [12].

В Массачусетском технологическом институте придумали специальное решение для дронов, основанное на их совместном использовании с RFID-метками.

Ядром RFID-технологии является RFID-метка (tag) – маленький компьютерный чип с антенной. Поставщики различных товаров крепят эти метки к отгрузочным единицам (палетам, коробкам) или к отдельным товарам [13; 14]. Сегодня эта технология активно применяется в различных сферах бизнеса, в логистике и управлении цепями поставок [13–17].

RFID-считыватель крепится к дрону, который перемещается по складу и считывает RFID-метки на упаковках и товарах. После этого вся полученная информация отправляется на сервер компании и обрабатывается. При такой схеме работы RFID-метки и считыватель размещены с дистанцией не более 50 метров друг от друга. Ретрансляцию сигнала осуществляет беспилотник, а передача данных осуществляется через Wi-Fi. Скоро эта система сможет самостоятельно определять местоположение объекта с точностью до одного метра [18].

ВНУТРИСКЛАДСКИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ТОВАРА

Еще одна сфера применения дронов на складах – это внутрискладские перемещения товара. Способность дронов следовать заранее определенным траекториям полета и переносить предметы представляет хороший потенциал для использования внутри помещений, например, для быстрой доставки на место инструментов и товарных единиц. Однако существенными ограничениями являются вес груза и сложность захвата товара роботизированными руками [11]. При использовании дронов для перемещения товаров внутри склада необходимо вводить стандарты упаковки и маркировки, чтобы объекты могли быть опознаны дроном без участия человека.

ИНСПЕКЦИЯ И НАБЛЮДЕНИЕ

Дроны могут проверять стеллажи, поддоны, само пространство помещения. Рост объема складских операций делает процесс проверки дорогим и сложным. Для выполнения внутренних проверок на складе часто требуются квалифицированные специалисты. Дроны идеально подходят для задач, требующих мониторинга и инспекции в опасных зонах склада или на большой высоте. Дроны могут предоставлять информацию о том, заполнен ли стеллаж, на правильном ли месте лежит товар, сколько осталось свободного места на стеллаже [11; 19; 20].

КЛЮЧЕВЫЕ ФАКТОРЫ УСПЕХА ДРОНОВ И ПРЕПЯТСТВИЯ ДЛЯ ИХ ВНЕДРЕНИЯ НА СКЛАДАХ

Стоит отметить два ключевых фактора, определяющих успех дронов на складах различных компаний:

- надежность, стабильность работы, масштабируемость применения дронов;
- возможность полной автоматизации навигации дронов и сканирования штрих-кодов и RFID-меток при использовании соответствующего программного обеспечения [21].

Дроны обладают рядом больших преимуществ, среди которых можно выделить:

- экономию времени по выполнению операций склада;
- отсутствие необходимости останавливать работу склада для проведения инвентаризации;
- обслуживание труднодоступных зон склада;
- быструю и более точную идентификацию данных и их быструю передачу в систему управления складом;

- предоставление сотрудникам склада информации о хранимых товарах и местах их хранения;

- производство видео и фотосъемки пространства склада с высоты.

Тем не менее, существуют препятствия для внедрения дронов в бизнес-процессы склада:

- внутри закрытого склада может быть потерян сигнал GPS, поэтому необходимы внутренние маяки и точные системы автономной навигации [21]. Следует отметить, что дроны имеют сложности в ориентации среди движущихся объектов, например сотрудников склада, погрузчиков, стеллажного оборудования склада;

- высокая стоимость данной технологии [20]. Но сейчас появляются успешные российские разработки, стоимость которых ниже иностранных;

- ограниченное время автономной работы дрона;

- невысокая грузоподъемность;

- ограниченная эффективность дронов при необходимости детального визуального осмотра товаров;
- пространство склада часто не адаптировано под использование дронов. Необходима доступная для дрона организация склада (например, расположение товаров в один ряд на стеллажах). Навигацию дронов может затруднить, например, штабелирование палет на складе [22];

- использование дронов должно происходить при совместном применении технологий штрихкодирования товаров или RFID-технологии.

Следует выделить условия, способствующие эффективной работе дронов в складских комплексах.

- размер склада больше 10 000 м²;

- высокие полки (более 5 м), что подразумевает наличие опасных задач для сотрудников склада;

- длинные коридоры (более 50 м), что связано с наличием длинных маршрутов, увеличивающих время, необходимое для выполнения задач сотрудниками склада;

- использование стеллажей для поддонов с одной глубиной, так как сканирование штрих-кодов часто невозможно при хранении на стеллаже с двойной глубиной [9].

- применение на складе технологий штрихкодирования товаров или RFID-технологии.

ВЫВОДЫ

Можно предположить, что в системах складирования дроны в ближайшем будущем будут использоваться для выполнения следующих новых задач.

При погрузке или выгрузке груза в транспортное средство, в том числе при осуществлении предотгрузочных инспекций товара, совместное использование дронов и RFID-технологии позволяет проверить комплектацию загруженного в транспортное средство груза на предмет его соответствия заказу клиента. RFID-система с использованием дронов может быть интегрирована с системой управления заказами компании. В таком случае заказ проверяется системой автоматизированного управления складом (WMS), чтобы подтвердить, что выбранный элемент принадлежит заказу или получает информацию о том, что изделие попало в скомплектованный заказ ошибочно.

При использовании дронов на складе можно создать высокоэффективные противокражную и противопожарную системы. Дроны могут использоваться для регулярных маршрутов наблюдения за территорией склада с целью предотвращения краж, пожара или другого нежелательного поведения [11]. Противокражная система, работающая совместно с RFID-метками, сможет «заметить» грабителя до того момента, как он дойдет до выхода. Система может заранее подать сигнал службе безопасности о подозрительных действиях персонала или посторонних лиц на складе. Дроны могут осуществлять патрулирование и визуальный контроль периметра склада, отслеживать несанкционированный доступ на склад, оперативную передачу данных об обстановке на территории склада. Также дрон может зафиксировать возгорание грузов и подать сигнал тревоги в случае опасности возникновения пожара.

Новым драйвером использования дронов на складах могут стать новые законодательные требования о маркировке продукции контрольными идентификационными знаками (КИС). В России их уже ввели для ряда товаров (шубы, алкогольная продукция, обувь и др.). К 2024 г. в России планируют внедрение системы маркировки марками КИС всей продукции. Данная система требует более высокой точности и скорости учета продукции. Одним из элементов маркировки системы КИС являются RFID-метки и считыватели, которые сегодня эффективно работают совместно с дронами. Законодательные изменения будут способствовать, по мнению авторов, более активному использованию дронов в складских комплексах российских компаний.

С точки зрения авторов, беспилотные летательные аппараты могут эффективно использоваться в системах хранения грузов таможенных органов при проведении осмотров и досмотров грузов. В стандартной ситуации досмотр груза может быть выполнен только при условии выгрузки товара из транспортного средства, размещении этого груза в помещениях склада временного хранения. После этого сотрудники таможенных органов проводят досмотр груза, который может занимать 1–10 дней. Осмотр или досмотр груза при помощи беспилотных транспортных аппаратов может быть выполнен в течение нескольких часов без необходимости выгрузки груза из транспортного средства. Тем не менее, данная технология может быть применена таможенными органами только при условии закрепления в соответствующих нормативных актах возможности проведения таких таможенных операций при помощи цифровых технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как и любая новая технология, дроны прошли через свой собственный цикл ажиотажного интереса в течение 2013–2018 гг. Однако только сейчас дроны становятся коммерчески выгодными, особенно для применения в цепях поставок [21]. Появляются новые технологии, обеспечивающие экономическую эффективность использования дронов на складах. Это подтверждает опыт крупных компаний, производящих и успешно применяющих дроны для выполнения складских операций.

Однако внедрение любой цифровой технологии требует тщательного анализа всех затрат, выгод, потенциальных рисков, влияния технологии на бизнес-процессы компании, возможностей масштабирования. Сегодня, оценивая целесообразность использования складских беспилотников, необходимо учитывать потенциальную экономию затрат, влияние на удовлетворенность сотрудников и клиентов, вероятное повышение безопасности, точности выполнения операций. На основании этих факторов дроны сегодня, по мнению многих исследователей, становятся одной из наиболее перспективных технологий автоматизации бизнес-процессов склада.

Библиографический список

1. Дрономания. *Что такое дрон?* <https://dronomania.ru/faq/chto-takoe-dron.html> (дата обращения: 07.04.2022).
2. Альбатрос. *Что такое дрон: какие виды бывают и зачем они?* <https://www.alb.aero/about/articles/chto-takoe-dron-kakie-vidy-byvayut-i-zachem-oni/> (дата обращения: 07.02.2022).
3. Агентство промышленного развития. *Дроны и беспилотные летательные аппараты.* https://apr.moscow/content/data/3/05%20Каталог_отчет_дроны.pdf (дата обращения: 26.02.2022)
4. Каршов Р.С. Классификация беспилотных летательных аппаратов. *Проблемы современной науки и образования.* 2016;(53):38–40.
5. Eyesee. *Gestion d'entrepôt: Hardis Group dépose un brevet de drone inventariste [Управление складом: Hardis Group подала патент на беспилотник для инвентаризации]*. <https://eyesee-drone.com/gestion-dentrepot-hardis-group-depose-un-brevet-de-drone-inventariste/> (дата обращения: 24.02.2022).
6. FastSense. *Dron Fast Sense for warehouse inventory.* <https://scan-warehouse.com/> (дата обращения: 24.02.2022).
7. Flytware. *Aerial Inventory Counts at IAG Cargo. Deploying autonomous drones for fast, frequent cycle counts at IAG Cargo's Madrid facility.* <https://flytware.com/iag-case-study/> (дата обращения: 24.02.2022).
8. Flytware. *Automated drone solution for supply chain & warehouse management.* <https://flytware.com/solution/> (дата обращения: 24.02.2022).
9. Wawrla L., Maghazei O., Netland T. *Applications of drones in warehouse operations: Whitepaper.* ETH Zurich, D-MTEC, Chair of Production and Operations Management; 2019. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/pom-dam/documents/Drones%20in%20warehouse%20operations_POM%20whitepaper%202019_Final.pdf (дата обращения: 20.02.2022).

10. Whittaker M. *7 drone stocks to consider as the technology soars*. <https://www.yahoo.com/entertainment/7-drone-stocks-consider-technology-210650794.html> (дата обращения: 07.02.2022).
11. Softline. *Инвентаризация дронами*. <https://softline.ru/digital-business/softline-digital/branch/drone-inventory> (дата обращения: 26.02.2022).
12. UVL Robotics. *Warehouse inventory*. <https://www.uvl.io/inventory> (дата обращения: 26.02.2022).
13. Баркова Н.Ю. Радиочастотная идентификация данных в ритейле: новые возможности для бизнеса. *Вестник университета*. 2021;(1):28–35. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-1-28-35>
14. Баркова Н.Ю., Бородина О.А. Технология радиочастотной идентификации данных: потенциал использования в цепях поставок индустрии моды. *Вестник университета*. 2020;(8):65–72. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-8-65-72>
15. Бобцов А.А., Камнев Д.А., Кремлев А.С., Тошин С.А. Технология радиочастотной идентификации. Перспективы использования и возникающие проблемы. *Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики*. 2007;(3):242–247.
16. Рувинова Э. Радиочастотная идентификация. Бесконтактная технология. *Электроника. Наука, технология, бизнес*. 2004;(6):33–38.
17. Смирнов А.С. Применение технологии радиочастотной идентификации в системах контроля безопасности транспортировки радиоактивных материалов. *Спецтехника и связь*. 2013;(13):35–36.
18. Хабр. *Как дроны следят за сохранностью грузов*. <https://habr.com/ru/company/nag/blog/374273/> (дата обращения: 17.02.2022).
19. Rozum Robotics. *Automated Warehouses: Drives, Robotic Arms, and Drones*. <https://rozum.com/automated-warehouses-drive-robotic-arm-drone/> (дата обращения: 18.02.2022).
20. Stock logistic. *The use of drones in logistics*. <https://www.stocklogistic.com/en/the-use-of-drones-in-logistics/> (дата обращения: 14.02.2022).
21. SCMDOJO. *Drones in warehousing: Then, Now & Future Technologies*. <https://www.scmdojo.com/drones-in-warehousing/> (дата обращения: 18.02.2022).
22. ЕУ. *Развитие рынка беспилотных летательных аппаратов*. https://www.tadviser.ru/images/6/62/2_5341364085428586100.pdf (дата обращения: 29.02.2022).

References

1. Dronomania. *What is a drone?* <https://dronomania.ru/faq/chto-takoe-dron.html> (accessed 07.04.2022).
2. Al'batros. *What is a drone: what types are there and for what are they?* <https://www.alb.aero/about/articles/chto-takoe-dron-kakie-vidy-byvayut-i-zachem-oni/> (accessed 07.02.2022).
3. Industrial Development Agency. *Drones and unmanned aerial vehicles*. https://apr.moscow/content/data/3/05%20Каталог_отчет_дроны.pdf (accessed 26.02.2022).
4. Karshov R. Classification of unmanned aerial vehicles. *Problems of modern science and education*. 2016;(53):38–40.
5. Eyesee. *Warehouse management: Hardis Group files a patent for an inventory drone [Gestion d'entrepôt: Hardis Group dépose un brevet de drone inventariste]*. <https://eyesee-drone.com/loreal-opts-for-hardis-groups-inventory-taking-drone-solution/?lang=en> (accessed 24.02.2021).
6. FastSense. *Dron Fast Sense for warehouse inventory*. <https://scan-warehouse.com/> (accessed 24.02.2021). (In English).
7. Flytware. *Aerial Inventory Counts at LAG Cargo. Deploying autonomous drones for fast, frequent cycle counts at LAG Cargo's Madrid facility*. <https://flytware.com/iag-case-study/> (accessed 24.02.2022).
8. Flytware. *Automated drone solution for supply chain & warehouse management*. <https://flytware.com/solution/> (accessed 24.02.2022).
9. Wawrla L., Maghazei O., Netland T. *Applications of drones in warehouse operations: Whitepaper*. ETH Zurich, D-MTEC, Chair of Production and Operations Management; 2019. https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/pom-dam/documents/Drones%20in%20warehouse%20opeations_POM%20whitepaper%202019_Final.pdf (accessed 20.02.2022).
10. Whittaker M. *7 drone stocks to consider as the technology soars*. <https://www.yahoo.com/entertainment/7-drone-stocks-consider-technology-210650794.html> (accessed 07.02.2022).
11. Softline. *Inventory by drone*. <https://softline.ru/digital-business/softline-digital/branch/drone-inventory> (accessed 26.02.2022).
12. Warehouse inventory. UVL Robotics. Available at: <https://www.uvl.io/inventory> (accessed 26.02.2022). (In English)
13. Barkova N.YU. Radio frequency identification of data in retail: new business opportunities. Moscow. *Vestnik universiteta*. 2021;(1):28–35. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2021-1-28-35>
14. Barkova N.Yu., Borodina O.A. Radio frequency data identification technology: potential for use in the supply chains of the fashion industry. *Vestnik universiteta*. 2020;(8):65–72. <https://doi.org/10.26425/1816-4277-2020-8-65-72>

15. Bobcov A.A., Kamnev D.A., Kremlev A.S., Topilin S.A. Radio frequency identification technology. Prospects for use and emerging problems. *Nauchno-tekhnicheskij vestnik informacionnyh tekhnologij, mekhaniki i optiki*. 2007;(3):242–247.
16. Ruvina E. Radio frequency identification. Contactless technology. *Elektronika. Nauka, tekhnologiya, biznes*. 2004;(6):33–38.
17. Smirnov A.S. Application of radio frequency identification technology in safety control systems for the transportation of radioactive materials. *Spektelnika i svyaz*. 2013;(13):35–36.
18. Habr. *How drones keep cargo safe*. <https://habr.com/ru/company/nag/blog/374273/> (accessed 17.02.2022).
19. Rozum Robotics. *Automated Warehouses: Drives, Robotic Arms, and Drones*. <https://rozum.com/automated-warehouses-drive-robotic-arm-drone/> (accessed 18.02.2022).
20. Stock logistic. *The use of drones in logistics*. <https://www.stocklogistic.com/en/the-use-of-drones-in-logistics/> (accessed 14.02.2022).
21. SCMDOJO. *Drones in warehousing: Then, Now & Future Technologies*. <https://www.scmdojo.com/drones-in-warehousing/> (accessed 18.02.2022).
22. EY. *Development of the unmanned aerial vehicles market*. https://www.tadviser.ru/images/6/62/2_5341364085428586100.pdf (accessed 29.02.2022).