

**А. А. Петрусевич, А. А. Шарапин,**  
студенты III курса Института бизнеса БГУ  
Научный руководитель:  
кандидат экономических наук, доцент  
**О. В. Мясникова**

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ СКЛАДСКИХ ПРОЦЕССОВ: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

На современном этапе развития логистики во всем мире перемещение материальных потоков в цепи невозможно без сосредоточения необходимых запасов на складах. Движение через склад связано с затратами живого и овеществленного труда, что увеличивает стоимость товара. В связи с этим проблемы, связанные с функционированием складов, оказывают значительное влияние на рационализацию движения материальных потоков в логистической цепи; использование транспортных средств и издержек обращения.

Основное назначение склада – концентрация запасов, их хранение и обеспечение бесперебойного и ритмичного снабжения заказов потребителей. Для сокращения издержек по хранению товаров на складе и управлению данной единицей логистической цепи люди стремятся автоматизировать данные процессы. Автоматизация является главной частью третьего этапа промышленной революции, также известного как «Индустрия 3.0». С начала 1970-х гг. механические операции начинают выполнять роботы, контролируемые механизмы и программы.

Таким образом, понятие автоматизированный склад складывается из двух понятий: автоматизированная система управления (АСУ) и автоматизированная складская система (АСС).

Основной организационной формой применения системной обработки экономической информации на складе является автоматизированная система управления различных уровней и назначений. АСУ определяется как система «человек–машина», которая обеспечивает эффективно функционирования объекта управления, осуществляется с использованием средств вычислительной, периферийной и организационной техники.

Среди существующих систем управления складами принципиально можно выделить три основных класса систем: заказные системы, адаптируемые системы, стандартные «коробочные» системы.

АСС предназначена для приема и хранения нормативного запаса, выдачи в производство и учета исходного и основных материалов, заготовок, полуфабрикатов, готовых изделий, приспособлений и инструмента, тары, временного хранения отходов и бракованных деталей в целях обеспечения ритмичного производственного процесса [1].

Простейшие «роботы» – это ставшее частью любого мало-мальски автоматизированного склада оборудование: краны-штабелеры, лифтовые стеллажи, «карусели» и т. д. Условно назовем их стационарными роботами – они позволяют автоматизировать отдельные операции, которые человеку просто физически сложно и долго выполнять [2]. Другая часть работы склада – это область комплектации. Здесь часто используются карусельные и лифтовые системы. Карусельные системы представляют собой стеллажи с лотками, перемещающимися в горизонтальной или вертикальной плоскости. В лифтовых системах осуществляется отдельное перемещение каждой полки вместе с находящимся на ней товаром.

Еще одна форма автоматизации склада, которой не уделяется внимание, – экзоскелеты. Экзоскелет – это своего рода панцирь, укрепляемый снаружи тела. Его задачей является увеличение мышечной силы пользователя. Он может усиливать все группы мышц или же только некоторые. В настоящее время различают два типа экзоскелетов: пассивные и активные.

Экзоскелеты будут способствовать повышению производительности труда, но в равной степени их задача заключается и в том, чтобы уменьшить физическую нагрузку [3]. Работник склада в ходе Kommissionирования переносит свыше 4000 кг в день. Несколько лет назад содействующие панцири оценили и корейцы. Концерн Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering принял решение оснастить экзоскелетами работников верфи, которые благодаря им могут легко манипулировать грузами весом до 30 кг. Данное решение смогло повысить производительность более чем на 20 %.

С течением времени стали автоматизироваться не только механические процессы. Четвертая промышленная революция – это интеграция звеньев промышленной производственной цепи с применением информационных и коммуникационных технологий. В отличие от «Индустрии 3.0» центральным элементом в функционировании производственных систем становятся интернет технологии, обеспечивающие коммуникации между людьми, машинами и продуктами. «Индустрия 4.0» определяет видение и принципы функционирования «Умного Предприятия». Такое предприятие использует модульную структуру: киберфизические системы контролируют физические процессы [4].

Ярким примером служат всевозможные роботокары, управляемые тележки, автоматизированные погрузчики. Наиболее известный пример – использование роботов-транспортёров компании KIVA в распределительных центрах Amazon. Ретейлер наращивает флот роботов с 2014 г., их работа заключается в доставке нужных полок до сотрудника, задействованного на комплектации заказа. Для внедрения таких машин требуется четкое отражение всех товаров и процессов

в WMS-системе, а также специальная разметка, позволяющая машине ориентироваться. При этом возникающие на пути препятствия роботы распознавать и огибать уже умеют. Ретейлер утверждает, что использование роботов позволило на 50 % увеличить вместимость склада. Перемещаются машины со скоростью 1 м/с, а поднимать могут до 340 кг. Общее количество машин в распределительных центрах Amazon на конец 2017 г. составляло более 45 000 ед. [5]. Сейчас это решение уже не является уникальным, а предложение роботов с аналогичными функциями неуклонно расширяется. Среди представленных на рынке моделей есть как зарубежные, так и отечественные машины, с максимальной грузоподъемностью до 1,5 т и скоростью до 2 м/с.

Другое интересное решение в 2016 г. представил британский ретейлер Ocado. В ассортименте магазина более 48 000 наименований продуктов, часть из которых скоропортящиеся, охлажденные или замороженные. А некоторые – такие как суши – непременно надо доставить в день приготовления [6].

До недавнего времени на складах Ocado использовался ручной труд: заказы собирали рабочие фабрики на конвейере. Но компания хочет ускорить процесс, поэтому новый склад в окрестностях Лондона строит с нуля. Первый его этаж размером с футбольное поле разбит на квадраты, под каждым из которых – штабель из пяти ящиков с продуктами. По квадратам перемещаются роботы, тысяча штук, каждый из которых может доставать ящики. Однако без людей роботизированный склад все же не обошелся.

Роботы движутся со скоростью 4 м/с (около 1000 машин), проходя в нескольких сантиметрах друг от друга. Машины прекрасно ориентируются среди огромного выбора, насчитывающего более 50 000 наименований продуктов. Они получают указания по сети 4G – взять нужный ящик, вытрясти его содержимое на конвейер, с которого рабочие берут необходимое и упаковывают заказы. Роботы действуют сообща: если нужный ящик находится внизу штабеля, они вместе снимают верхние, чтобы добраться до нижнего. По данным Ocado, производительность склада позволяет комплектовать около 65 000 заказов в неделю, а на подбор одного заказа из 50 позиций у роботов уходит менее 5 мин. Пополнение складских запасов происходит схожим образом, но, в обратном порядке – роботы забирают вновь поступившие товары, и развозят их по необходимым полкам на складе.

Ocado внимательно наблюдает за инновациями в области робототехники, ожидая того момента, когда машины научатся сами брать предметы из ящиков, но, принимая во внимание разнообразие форм и фактур товара, не рассчитывает, что в ближайшем будущем от рабочих можно будет отказаться. То же касается и доставки. Компания обсуждает с Оксфордским университетом возможность создания робота-курьера.

А вот заказ товаров уже можно автоматизировать с помощью ИИ, который создают для Ocado разработчики. ИИ будет отмечать, какой товар закончился, предлагать товары на основании предпочтений клиентов и даже подсказывать, какие из них содержат меньше сахара или соли.

Такие системы предлагает компания Symbotic – это роботизированная система склада, где людей почти полностью вытеснили роботы. Правда, для того чтобы технологией воспользоваться, склад придется полностью переделать. Обойдется сама система в сумму от 40 до 80 млн долл. США. Опять же, речь идет об автоматизированном или автоматическом складе, но без внедрения технологий искусственного интеллекта.

Далее решения начинают переходить, условно говоря, «от железа к софту», когда задачи автоматизации решаются посредством специализированного программного обеспечения. Для этого используется нейронная сеть – это по сути структура объединенных нейронов, прямой ее аналог – это человеческий мозг. Машинное обучение – это процесс научения нейронной сети тем или иным «навыкам», это процесс поиска зависимости между исходными данными и ре-

зультатом. Искусственный интеллект (AI) – это уже обученная нейронная сеть, или их комплекс. Обучение AI для складских задач ничем не отличается от стандартного – в нейросеть загружаются любые параметры, которые необходимо обрабатывать (для визуализации брака это могут быть, например, фото смятых коробок). Для комплексного решения в промышленном масштабе на базе AI таких параметров понадобятся сотни – касающиеся характеристик процесса, сотрудников, товара, процедур и т. д. Нейросеть может обучаться на огромном массиве данных, полученных из компаний одного сектора, и со временем научится строить закономерности в процессах, делать выводы и подсказывать решения в кризисных ситуациях или предсказывать их появление, базируясь на накопленном опыте.

Первым и единственным решением для оптимизации складских операций на базе нейросетей пока является проект, реализованный сетью магазинов Zalando (на базе решений компании Nvidia). Технологии AI учат находить оптимальные маршруты для работников склада и решать один из частных случаев задачи коммивояжера. Для решения проблемы управления складом была обучена нейронная сеть, которая оценивает кратчайший для работника маршрут на складе, фактически имплементируя логику покупателя в супермаркете. Скорость работника повышается вследствие решения «проблемы полной тележки» – когда «тележка» становится слишком тяжелой и просто бросается в проходе, а товар приносится в нее с удаленных рядов и полок. Работнику начали выдавать задания на оптимальное количество товара, вводя промежуточные списки, тем самым рациональнее используя труд работника и повышая общую скорость работы на складе.

Amazon, конечно, не единственная компания, экспериментирующая с робототехникой на складах, но пока это все визионерские проекты, счет которым идет на единицы. Walmart вообще намерена использовать дронов не в доставке, что сопряжено с регуляторными трудностями, а внутри логистических центров: дроны могут перемещаться по пространству склада, делая 30 фотокадров в секунду, и эта информация может использоваться для инвентаризации [7]. Если «вручную» на такой процесс ушло бы около месяца, то с помощью летающих роботов инвентаризировать огромный склад можно за один день.

Конечно, дроны и роботы – это только наиболее эффектная часть технологий интернета вещей (IoT), которыми может быть оснащен современный склад. Интернет вещей в логистике может принимать различные формы, объединяя в себе различные технологии, начиная от непосредственно подключаемых устройств (датчиков, сенсоров, меток, роботов) и заканчивая способами обеспечения между ними интерконнекта. Связность устройств и систем обеспечивают беспроводные технологии передачи данных Bluetooth, RFID, Zigbee и Wi-Fi, а также мобильные 3G и LTE сети, объединяющие весь «зоопарк» устройств в единое целое.

Эксперты очень позитивно оценивают будущее автоматизации и роботизации складских процессов: практика показывает, что общая производительность возрастает минимум на 20–30 %, точность учета – более чем на 90 %, трудозатраты уменьшаются на 25 %. Однако сейчас новые системы внедряют большей частью компании, занятые в сферах e-commerce и фармацевтики. Другие пользователи складов не нуждаются в современных решениях так остро в связи с более простой обработкой товара, однако присматриваются к таким возможностям уже многие компании. Существующий опыт показывает, что внедрением автоматизации занимаются компании, демонстрирующие стабильный рост, и оттого ищущие новых путей расширения объемов и оптимизации процессов. Соответственно, переход на новый формат обработки товара и работы с информационными потоками не приводит к сокращению рабочих мест за счет естественного роста таких компаний. Преимуществами же автоматизации становятся сокращение объемов тяжелого физического труда для персонала и сокращение числа ошибок при учете

и комплектации для управляющего складом. Часто отрицательной стороной вопроса называют высокую стоимость новых систем, однако любая технология со временем становится более доступной и более надежной.

### Список использованных источников

1. *Рачков, М. Ю.* Автоматизация производства / М. Ю. Рачков. – М., 2018. – 92 с.
2. Робот на разборке: почему склад без людей сегодня на самом деле никому не нужен [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.forbes.ru/amp/340635>. – Дата доступа: 16.03.2019.
3. Экзоскелеты, или «трансформеры» на производстве и в логистике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trans.info/ru/ekzoskieliety-ili-transformiry-na-proizvodstvie-i-v-loghistikie-vidieo-592e627cb04fa513b8b47c5>. – Дата доступа: 16.03.2019.
4. Четвертая промышленная революция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://fss.by/blog/%D1%87%D1%82%D0%BE-%D1%82%D0%B0%D0%BA>. – Дата доступа: 18.03.2019.
5. Автоматизированные склады – будущее уже [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cre.ru/analytics/72027>. – Дата доступа: 20.03.2019.
6. Супермаркет Ocado уверен, что автоматизировал склады лучше, чем Amazon [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://hightech.fm/2016/12/30/ocado-robots>. – Дата доступа: 20.03.2019.
7. Умные склады: как сенсоры, роботы и дроны меняют логистику // Новости интернета вещей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://iot.ru/riteyl/umnye-sklady-kak-sensory-roboty-i-drony-menyayut-logistiku>. – Дата доступа: 20.03.2019.