

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что акцент на оптимизацию затрат на этапе строительства дороги не соответствует передовому мировому опыту [3], так как одним из векторов развития отрасли является целенаправленная оптимизация стоимости конечного актива в течение всего жизненного цикла.

Для исправления ситуации государство должно стимулировать и развивать инвестирование проектов строительства дорожных объектов с улучшенными долгосрочными жизненными циклами с учетом не только первоначальных затрат на проектирование и возведение, но и долгосрочных затрат в перспективе (расходов на ремонт дороги и эксплуатацию, установление ограждений, нанесение дорожной разметки).

#### Список цитированных источников

1. Государственная программа по развитию и содержанию автомобильных дорог в Республике Беларусь на 2017–2020 гг. [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь 18.09.2017 № 699 // сайт Совета Министров Республики Беларусь. – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/3002>. – Дата доступа: 07.02.2017.

2. Сычёв, Я. С. Горячая регенерация асфальтобетонных покрытий / Я. С. Сычёв, В. Г. Степанец [Электронный ресурс]: Молодой ученый. – 2017. – №18. – С. 88-95. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/152/43132/> – Дата одоступа: 05.06.2018.

3. Харун, М. И. Инновационные разработки в дорожном строительстве [Электронный ресурс]: Системные технологии. – 2017. – №22 – С. 5-8. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/innovatsionnye-tehnologii-v-dorozhnom-stroitelstve>. – Дата доступа: 07.02.2017.

УДК 338.47

*Пелля А. А.*

*Научный руководитель: к.э.н., доцент Медведева Г. Б.*

### ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ M2M В ЛОГИСТИКЕ СКЛАДИРОВАНИЯ

На современном этапе развития экономики переход общества к информационным и наукоемким технологиям вводит в оборот информационные ресурсы. Современные информационные технологии M2M – это часть научно-технического и компьютерно-информационного прогресса.

**Machine-to-Machine, M2M** – общее название технологии, которая позволяет удалённому устройству передавать в центр обработки информации данные о контролируемом объекте. M2M-технологии позволяют объединить удаленные объекты и системы для автоматизации бизнес-процессов с использованием проводных и беспроводных технологий.

Рассмотрим применение данных технологий в логистике складирования.

Для повышения экономической эффективности и снижения логистических операционных затрат на складирование и грузопереработку возможно применение технологий межмашинного взаимодействия на каждом из основных бизнес-процессов. К ним относятся: приемка товара и размещение, хранение товара, подбор заказа и комплектация, отгрузка товара, инвентаризация.

Одним из ярких примеров, используемых в складской деятельности технологий M2M, может служить радиочастотная идентификация (**Radio Frequency Identification, сокращенно RFID**) – метод автоматической идентификации

объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых RFID-метках. Для практического применения технологии радиочастотной идентификации в бизнесе и управлении используются специальные RFID-системы. Такие системы состоят из трех компонентов:

- RFID-метка (RFID-чип, RFID-тэг и др.) – особые устройства, способные хранить и передавать данные. В памяти меток содержится их уникальный идентификационный код.

- Считыватели (англ. Readers) – приборы, которые могут считать информацию с RFID-меток или записать на них данные.

- Учетная система – программное обеспечение, которое накапливает и анализирует полученную с меток информацию. Большинство современных учетных систем (программ 1С, корпоративные информационные системы SAP) уже совместимы с RFID-технологией и не требуют специальной доработки.

Далее рассмотрим применение RFID-технологии на каждом из вышеперечисленных бизнес-процессов на складе.

**Приемка товара.** Важнейшее преимущество RFID перед штрих-кодами в том, что для этой технологии не требуется прямая видимость между считывателем и радиометкой, кроме того, считыватель способен идентифицировать множество меток одновременно. Так, при приёмке ТМЦ на склад, проходя через ворота, оснащенные считывателем, в базу данных моментально поступает информация о всех ТМЦ в грузовой единице. При этом, моментально контролируется количество и наименование поступивших товаров, что позволяет выявить недостатки и несоответствия с заказом.

На этапе **размещения и хранения товаров** могут использоваться стеллажи, каждая ячейка которых оснащена собственной адресной RFID-меткой, позволяющей осуществлять автоматический контроль за правильным размещением и выемкой паллет. При такой системе вилочный погрузчик, штабелёр или ричтрак оснащены антенной RFID-считывания малого диапазона, а каждый поддон умной меткой с указанием хранимых на нём ТМЦ. Таким образом, принимая поддон, штабелёр автоматически считывает информацию о перевозимом грузе, а размещая поддон в ячейку хранения, считывает информацию с метки ячейки. Синтезируя оба полученных сигнала, система в режиме реального времени может отслеживать место хранения и передвижения всех ТМЦ на складе. Такая система исключает ошибки учёта и размещения ТМЦ в ячейках, а следовательно, облегчает поиск товаров на складе. Данный подход может использоваться, например, для сокращения издержек при динамичной организации адресного хранения.

На этапе **подбора и комплектации** заказа применение RFID-технологии существенно сокращает издержки на поиск товара. Кроме того, считыватели RFID-меток обеспечивают полный контроль за точностью комплектации заказа по наименованию и количеству, что позволяет значительно уменьшить ошибки персонала при комплектации заказов.

**Контроль отгрузки** товара. Если товар отгружается большими партиями, но тем не менее нужно вести учет по каждой составляющей грузовой единицы, на паллете, технология RFID снова позволяет сделать учет простым, быстрым и точным. Для этого применяются портальные считывающие системы, которые представляют собой считыватель с несколькими подключенными к нему антеннами, размещенными по периметру ворот склада или смонтированными на П-образной ферме. Такая система может считать все метки с упа-

ковок товара и выявить несоответствия. Также, учёт может проводиться антенной погрузчика по умной метке, размещённой на паллете. При этом система управления складом может автоматически определить, что происходит отгрузка, и формировать для клиента по списку считанных меток документацию к партии приобретенного товара.

**Инвентаризация на складе.** Если товар промаркирован RFID-метками, то, в большинстве случаев, нет необходимости снимать его с полок, поворачивать коробки так, чтобы было видно RFID-метку на упаковке. Портативный считыватель RFID способен прочитать метку с расстояния до 3,5 метров, причем даже "сквозь" картон упаковки и ее содержимое. Ещё больше упрощает процесс использование широкодиапазонных считывающих антенн, диапазон считывания которых может достигать 50 м. Таким образом, инвентаризация с помощью RFID происходит с минимальными затратами времени и минимальными ошибками в учёте.

Таким образом, технология радиочастотной идентификации позволяет: моментальный количественный контроль поступающих ТМЦ; организацию эффективного учета товарно-материальных ценностей; контроль за перемещением продукции по складу; значительное уменьшение ошибок персонала при размещении, подборе и комплектации товаров; сокращение кадровых затрат на обслуживание склада.

#### **Применение технологий мониторинга местоположения для оптимизации логистических операций на складе**

Для оптимизации длительности бизнес-процессов на складе и выявления узких мест возможно использование «диаграммы спагетти». **Диаграмма спагетти** – это инструмент, который позволяет визуализировать физическое передвижение, расстояние и время, задействованные в бизнес-процессе. Перемещения всех работников наносятся на карту, проанализировав которую, можно легко определить потенциал для ускорения и упрощения бизнес-процесса.

Использование метода нанесения диаграммы спагетти «вручную» требует больших затрат времени и усилий со стороны наблюдателя, а также может создавать некорректные условия для выполнения отслеживаемых бизнес-процессов, что на современном этапе развития логистики недопустимо. Поэтому для автоматизированного построения диаграммы спагетти рационально использовать одну из технологий класса M2M – GPS/ГЛОНАСС датчики мониторинга местоположения.

Трекеры местоположения являются компактными и, при заданных условиях, достаточно точными, что позволяет проводить мониторинг местоположения и передвижения сотрудников и техники по складу в режиме реального времени, а также автоматически наносить пути передвижения с затраченным на них временем на карту склада.

Диаграммы спагетти может использоваться для выявления узких мест для внутренних материальных потоков на складе. С её помощью может быть выявлено нерациональное размещение зон склада, бытовых и подсобных помещений, а также несоблюдение установленных нормативов времени на выполнение определённых бизнес-процессов.

**Применение технологий M2M в процессе экспедиции,** как в одном из основных бизнес-процессов складского хозяйства

В процессе экспедиции могут использоваться следующие технологии на базе M2M: системы маршрутизации и диспетчеризации транспорта (GPS/ГЛОНАСС,

интеграция GPS с бортовым тахографом и другими датчиками); радиочастотная идентификация; электронная система сборы платы за проезд.

Таким образом, применение технологий M2M в складской деятельности позволяет снизить уровень логистических затрат. Это можно видеть из следующей модели TLC:

$$C_{\Sigma} = \frac{A}{S} (C_0 - C_T + C_K) + C_{XP} \frac{S}{2} + \frac{A}{S} [C_{\text{ш1}} (1 - P_{\text{ш1}}) + C_{\text{ш2}} (1 - P_{\text{ш2}})] \quad (1)$$

где  $A$  – потребность в продукции в течение рассматриваемого периода;

$C_0$  – затраты на организацию заказа;

$C_T$  – затраты на транспортировку заказа;

$C_K$  – затраты на комплектацию заказа на складе;

$C_{XP}$  – затраты на хранение единицы продукции;

$C_{\text{ш1}}$  – издержки (штрафы), связанные с опозданием в доставке;

$C_{\text{ш2}}$  – издержки (штрафы), связанные с невыполнением условий «совершенного заказа»;

$P_{\text{ш1}}$  – вероятность выполнения заказа «точно вовремя»;

$P_{\text{ш2}}$  – вероятность выполнения «совершенного заказа»;

$S$  – размер партии заказа (поставки).

В таблице приведены M2M-решения, внедрение которых приводит к изменению величин фактических показателей, представленных в формуле (1).

Показатель модели TLC	Описание результатов применения возможных M2M-решений
$C_{XP}$	Сокращение затрат на хранение ТМЦ на складе (RFID, GPS)
$C_0$	Сокращение затрат на заказ за счет внедрения электронного документооборота и баз данных
$C_K$	Уменьшение затрат на комплектацию заказа на складе за счет комплекса ICT-решений (RFID и т. д.)
$C_T$	Уменьшение затрат на транспортировку за счет рационального выбора способа перевозки, оптимизации в рамках транспортно-складской задачи
$P_{\text{ш1}}$	Повышение вероятности своевременной доставки; сопровождение на маршруте (навигация GPS, ГЛОНАСС, RFID) и т. д.
$P_{\text{ш2}}$	Повышение вероятности выполнения «совершенного заказа» (RFID, сканирование, «безошибочное» оформление документов и т. д.)

Таким образом, очевидно, что внедрение M2M решений непосредственно воздействует на величину TLC.

Информационные технологии M2M открывают новые перспективные способы повышения эффективности и продуктивности современной экономики, а также новые бизнес-модели. Использование данных технологий в складском хозяйстве создает возможности оптимизировать работу склада, улучшить управляемость на всех уровнях и существенно снизить затраты.

#### Список цитированных источников

1. Межмашинное взаимодействие // Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Межмашинное\\_взаимодействие](https://ru.wikipedia.org/wiki/Межмашинное_взаимодействие). – Дата доступа: 11.04.2017

2. Лукинский, В. В. Интегральная оценка эффективности логистической деятельности с использованием ключевых показателей / В. В. Лукинский, Т. Г. Шульженко // Логистика и управление цепями поставок. – № 6 (47). – 2011.