

УДК 004.032.26:656.025:658.51

**ОРГАНИЗАЦИЯ СКЛАДСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
ПРЕДПРИЯТИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ  
УМНОГО СКЛАДА**

Б.О. КОВАЛЁВ<sup>1</sup>, П.А. ПОЧКАЙЛО<sup>2</sup>, Л.В. БУТОР<sup>3</sup>

<sup>1</sup> студент учебной группы 10302120

<sup>2</sup> студент учебной группы 10302223

<sup>3</sup> ст. преподаватель кафедры «Инженерная экономика»

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

*Аннотация. В статье рассматриваются возможности использования промышленного интернета вещей в складской логистике. Обоснована эффективность внедрения ИИТ в деятельность складов как мера повышения производительности труда и снижения логистических издержек на складе.*

*Ключевые слова: складская логистика; промышленный интернет вещей; умный склад; цифровые технологии; эффективность.*

**ORGANIZATION OF ENTERPRISE WAREHOUSING  
USING SMART WAREHOUSE TECHNOLOGIES**

B.O. KAVALIYOU<sup>1</sup>, P.A. POCHKAILO<sup>2</sup>, L.V. BUTOR<sup>3</sup>

<sup>1</sup> group student 10302120

<sup>2</sup> group student 10302223

<sup>3</sup> senior Lecturer of the Department «Engineering Economics»

Belarusian National Technical University

Minsk, Republic of Belarus

*Summary. The article explores the possibility of using the industrial Internet of things in warehouse logistics. The effectiveness of implementing IIOT in warehouse activities is substantiated as a measure of increasing labor productivity and reducing cost-effectiveness in the warehouse.*

*Key words: warehouse Logistics; industrial internet of things; smart warehouse; digital technologies; efficiency.*

Актуальность выбранной темы обусловлена тем, что цифровизация всё больше и больше проникает во все сферы деятельности, в том

числе в складскую логистику. Проектирование работы склада касается планирования организации складских процессов, технологии хранения и транспортировки, складских единиц и планировки склада. Целью складского планирования является снижение высоких затрат на хранение, которые возникают, например, из-за устаревшей технологии хранения, низкой загрузки транспортных и складских помещений, а также сложной организации. Другой целью может быть повышение уровня механизации и автоматизации. Организация работы склада имеет важное значение, особенно в контексте проектов планирования завода, в которых структура или расположение заводских структур критически исследуются или обновляются [4].

Схематически основные функции склада представлены на рисунке 1.

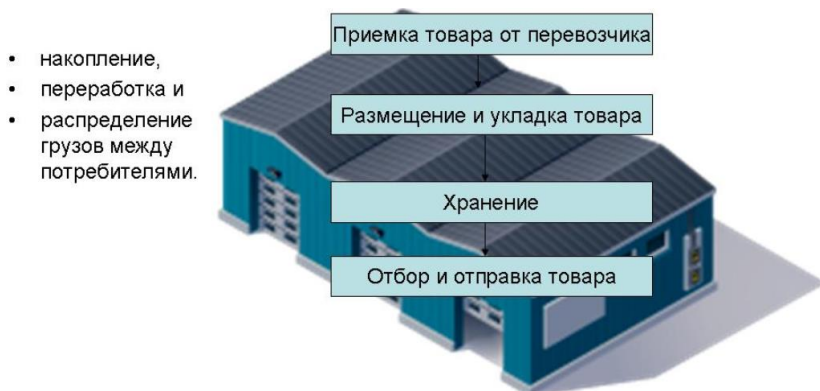


Рисунок 1 – Функции складского хозяйства

С каждым годом возрастают требования к эффективности работы склада при снижении издержек, увеличивается точность планирования и управления потоками. Внедрение логистического программного обеспечения необходимо для отслеживания продукта на протяжении всего его прохождения через склад. Этот логистический атрибут все чаще требуется компаниям.

В современном мире необходимо соответствовать постоянно меняющимся тенденциям рынка. Логистические решения являются ключевыми факторами, которые могут помочь растущим компаниям

не отставать от требований рынка и иметь возможность успешно справляться с самыми сложными задачами. Одним из таких решений является умный склад.

Умные склады – это логистические центры, в которых используются самые современные технологии для повышения эффективности таких процессов, как прием товаров, составление заказов или складирование продукции.

Умный склад является эволюцией автоматического склада, при которой большинство логистических процессов выполняется роботами или устройствами автоматической обработки, которые, в свою очередь, управляются программным обеспечением и дополняются передовыми технологиями, такими как машинное обучение, искусственный интеллект, поддержка «больших данных», дополненная реальность или подключенные датчики ПОТ (промышленного Интернета вещей)» [1].

С повышением уровня доступности автоматизированных технологий выигрыш от их использования становится все более очевидным. Современный автоматизированный склад стал надежным решением для бизнеса, гарантирующим требуемый результат при разумном сроке окупаемости.

Одним из популярных решений для склада, доказавшим свою экономическую эффективность, является использование технологии промышленного интернета вещей (ПоТ) (рисунок 2).

Консорциум промышленного Интернета (ПС), организация, образованная более чем 200 компаниями, которая продвигает использование Интернета вещей в промышленном секторе полагает, что ПоТ обеспечит эффективность и безопасность на складах за счет мониторинга процессов, особенно на более сложных объектах или складах, которые могут представлять риск как для операторов, так и для товаров [2].

Внедрение Интернета вещей в складскую логистику предлагает многочисленные преимущества для достижения главной цели всех складских процессов: максимизации прибыли за счет снижения эксплуатационных затрат. Среди главных преимуществ можно назвать следующие:

- 1) Более высокая эффективность и производительность на складе: объединение людей и машин упрощает оптимизацию отдельных логистических процессов.

2) Профилактическое обслуживание складской техники. Такая техника оснащена датчиками, которые без вмешательства человека предупреждают операторов о любом риске неисправности до того, как она возникнет. Благодаря этой особенности повышается производительность каждой складской операции.

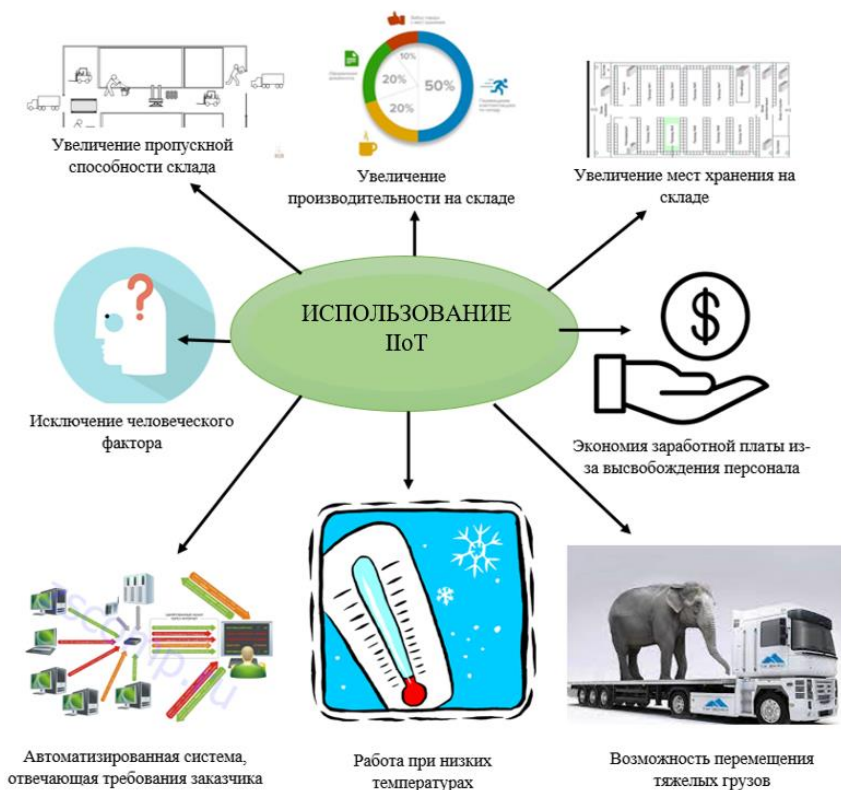


Рисунок 2 – Преимущества для системы размещения грузов в пределах складского хозяйства предприятия, с использованием ПоТ

3) Повышение энергоэффективности. Использование Интернета вещей повышает энергоэффективность, поскольку на складе установлены датчики, оптимизирующие потребление.

4) Промышленная безопасность. Сеть на складе – лучший способ обеспечить безопасность. Процессы, использующие IoT, оснащены датчиками и мониторами для предотвращения возможных аварий на предприятии.

В качестве примера использования IoT на складе можно рассмотреть покупку следующих «компонентов»:

1) Warehouse management systems (WMS) – систему управления складом;

2) Warehouse Control Systems (WCS) – систему складского контроля;

3) Сенсоры и датчики для складского оборудования, транспортных средств;

4) Промышленные роботы для отбора и упаковки товаров на складе.

Проведем расчет суммарных затрат, связанных с внедрением IoT для складского комплекса ИУП «БелВиллесден» (по средним ценам, представленным на [statista.org](http://statista.org)) [3] (таблица 1).

Таблица 1 – Инвестиционные затраты, направляемые на внедрение системы управления складом

Вид затрат	Инвестиции, руб.
Приобретение WMS	75 000
Приобретение WCS	30 000
Сенсоры и датчики для складского оборудования и транспортных средств (30 комплектов)	42 000
Промышленный робот-укладчик для отбора и упаковки товаров	115 000
Обслуживание системы на год	35 000
Обучение персонала	10 000
ИТОГО	307 000

Основываясь на опыт зарубежных компаний, можно утверждать, что в результате внедрения IoT и при дальнейшем его правильном

использовании можно достичь следующих изменений в работе склада:

- 1) Обнаружение неэффективности и максимальное сокращение ошибок будет происходить в кратчайшие сроки;
- 2) Максимизация эффективности производственных процессов предприятия с течением времени будет всё ощутимее;
- 3) Экономия затрат на логистику – время и деньги – компании смогут точнее планировать свои расходы.

Вместе с внедрением автоматизированной системы с использованием ПоТ происходит постановка новой технологии работы склада. В итоге за счет увеличения пропускной способности, роста производительности труда, эффективного использования складского оборудования при одновременной экономии использования пространства и снижении стоимости хранения, обработки и распределения товаров, предприятие в состоянии получить более высокий уровень обслуживания клиентов.

Перейдем непосредственно к расчету эффективности от внедрения ПоТ на ИУП «БелВиллесден».

Экономия денежных средств за счет сокращения численности работающего персонала представляет собой экономию за счет сокращения расходов на заработную плату и расходов по отчислениям в фонд социальной защиты населения (34% от фонда заработной платы) и отчислениям по обязательному страхованию от несчастных случаев на производстве (0,6% от фонда заработной платы). До внедрения системы и покупки комплекса ПоТ общая численность работников на складе составляла 114 человек, после – будет составлять 90 человек. Сокращение численности работающего персонала может произойти за счет автоматизации процесса учета товарно-материальных ценностей, что приведет к снижению трудоемкости работ по этому направлению. Если до внедрения ПоТ в среднем на складах требуется по четыре оператора для ведения учета, то использование системы управления складом с применением ПоТ можно сократить это количество в среднем до одного оператора на склад. Средняя заработная плата работников склада установлена на уровне 1 570 руб.

$$Э_{зп} = (114 - 90) \cdot 1\,570 = 37\,680 \text{ руб.}$$

$$\text{Э}_{\text{отч}} = 37\,680 \cdot \frac{34,6\%}{100\%} = 13\,037 \text{ руб.}$$

Так же внедрение IoT благоприятным образом отразится на скорости обращения оборотных средств. За счет эксплуатации программного продукта (WMS, WCS) происходит более быстрая приемка товарно-материальных ценностей на склад и обработка заказов на отпуск со склада. Коэффициент оборачиваемости грузов, который до внедрения системы в среднем составлял 0,29, при использовании системы по управлению складом возрастет до значения 0,41. Таким образом, предприятие за тот же отчетный период реализует больший объем продукции и получит дополнительную прибыль. По мнению экспертной группы, предприятие в состоянии нарастить прибыль на 10% (что по сравнению с балансом за 2023 год составит 37 776 руб.).

Оптимизация использования складских площадей за счет рационального размещения товарно-материальных ценностей на имеющихся для хранения стеллажах и полках с учетом дополнительных параметров (необходимых условий хранения продукта, сезонность использования и т.п.) совместно с фактом уменьшения складских запасов позволяет высвободить определенное пространство на складе. Высвобожденные площади в размере 2 500 м<sup>2</sup> можно по договору сдать в аренду по цене 40 руб./м<sup>2</sup>.

$$\Delta\P = 2\,500 \cdot 40 = 100\,000 \text{ руб.}$$

Благодаря предлагаемому варианту, который так же направлен на составление оптимального маршрута движения внутри складского транспорта с максимальным сокращением порожних переездов, существует возможность снижения расходов за счет количества транспортных средств, что соответственно приведет к сокращению расходов на техническое обслуживание.

Невостребованный внутризаводской транспорт в количестве 10 единиц (погрузчики) подлежит продаже по остаточной стоимости, которая соответствует среднерыночной – 17 000 руб/шт:

$$\Delta\Pi = 17\,000 \cdot 10 = 170\,000 \text{ руб.}$$

За счет снижения количества транспортных средств возможно снижение расходов по обслуживанию внутризаводского транспорта. Средняя стоимость обслуживания единицы транспортного средства составляет 1 900 руб./год. Экономия за счет снижения расходов составит:

$$\text{Э} = 1\,900 \cdot 10 = 19\,000 \text{ руб.}$$

Так же уменьшение количества погрузчиков позволит снизить расходы на топливо (погрузчики потребляют ДТ). В среднем на 10 единиц внутри заводского транспорта расходуется в год 47,15 тыс. л. Стоимость 1 л ДТ, по состоянию на 25.02.2024, составляет 2,36 руб.

$$\text{Э} = 47,15 \cdot 2,36 = 111\,274 \text{ руб.}$$

Отметим, что увеличение оборачиваемости склада с одновременным сокращением численности работающих приведет к повышению производительности труда на одного работающего склада.

Рассчитаем суммарную экономию:

$$\begin{aligned} \text{Э} &= 37\,680 + 13\,037 + 37\,776 + 100\,000 + 170\,000 + 19\,000 \\ &+ 111\,274 = 488\,767 \text{ руб.} \end{aligned}$$

В заключение стоит отметить, что промышленный Интернет вещей представляет собой революцию для всех звеньев цепочки поставок, от транспортировки до хранения, включая более сложные операции, такие как контроль качества. ПоТ позволяет моделировать изменения и улучшения в цифровом виде без изменения реальной структуры склада.

Еще одним достижением является, например, автоматизация складов. По оценкам консалтинговой компании Gartner, к 2025 году 85% компаний будут использовать робототехнику на своих предприятиях. Внедрение смарт-тегов (с технологией NFC) для повышения



эффективности комплектования или активное улучшение программного обеспечения для управления складом также являются недавними разработками.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалёв, Б.О. УМНЫЙ СКЛАД КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СКЛАДСКОЙ ЛОГИСТИКИ / Б.О. Ковалёв // Yangi O‘zbekiston milliy iqtisodiyotini jadal rivojlantirish va yuqori o‘shirish sur‘atlarini ta‘minlashda tadbirkorlik faoliyatini samarali tashkil etishning ahamiyati” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami (2023 yil 4-5 oktyabr). N.: NamMTI, 2023, 287 sahifa – с. 265-267.

2. Technology Innovation. Business Transformation. [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://www.iiconsortium.org/> – Дата доступа: 16.02.2024.

3. Wms Industries Inc. [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/companies/c/25394387/wms-industries-inc> – Дата доступа: 25.02.2024.

4. Keine Fabrikplanung ohne ganzheitliche Lagerplanung [Электронный источник]. – Режим доступа: <https://www.ipfhannover.de/de/information/fabrikplanung/lagerplanung/> – Дата доступа: 27.02.2024.

## REFERENCES

1. KAVALIYOU, B.O. SMART WAREHOUSE AS AN INSTRUMENT FOR SOLVING WAREHOUSE LOGISTICS PROBLEMS / B.O. KAVALIYOU // Yangi O‘zbekiston milliy iqtisodiyotini jadal rivojlantirish va yuqori o‘shirish sur‘atlarini ta‘minlashda tadbirkorlik faoliyatini samarali tashkil etishning ahamiyati” mavzusidagi Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami (2023 yil 4-5 oktyabr). N.: NamMTI, 2023, 287 sahifa – с. 265-267.

2. Technology Innovation. Business Transformation. [Electronic source]. - Access mode: <https://www.iiconsortium.org/> - Date of access: 16.02.2024.

3. Wms Industries Inc. [Electronic source]. - Access mode: <https://www.statista.com/companies/c/25394387/wms-industries-inc> - Date of access: 25.02.2024.

4. Keine Fabrikplanung ohne ganzheitliche Lagerplanung [Electronic source]. - Access mode: <https://www.iph-hannover.de/de/information/fabrikplanung/lagerplanung/> - Date of access: 27.02.2024.