



## Аннотация

Тема работы «Автоматизация транспортных потоков на складе ТЗТО». Бакалаврская работа по направлению подготовки «Управление в технических системах».

Объем 48 с., рис.28, табл.4, 25 источников.

Ключевые слова выпускной работы: автоматизация склада, учет готовой продукции, радиочастотная идентификация, система управления.

Объектом бакалаврской работы является склад ОАО «ТЗТО».

Цель работы – снижение влияния «человеческого фактора» на работу склада и, как следствие исключение потерь рабочего времени на устранение ошибок, повышение качества инвентаризации.

Во введении представлена актуальность темы, установлены цели и задачи написания бакалаврской работы.

В первом разделе рассмотрены основные понятия и определения логистики и склада, относящиеся к выпускной работе.

Во втором разделе рассмотрены и проанализированы системы стеллажного хранения, разгрузочно-погрузочная техника. Выполнена модернизация складского помещения.

В третьем разделе изучена технология радиочастотной идентификации, спроектирован алгоритм перемещения груза по территории склада, выбрана система управления для автоматизации логистики.

Последний раздел включает в себя выбор оборудования и программное обеспечение, для автоматизации.

Заключение содержит основные выводы по внедрению новой системы инвентаризации.

## Abstract

The topic of the given graduation work is «Automation of traffic flows in the warehouse of Togliatti plant of technological equipment».

The subject of the graduation work is the warehouse of Togliatti plant of technological equipment.

The aim of the work is to improve the quality of control and reduce the human factor in the warehouse. The graduation project is divided into three main parts each of which investigates a specific aspect of warehouse automation. All three parts attempt to increase the efficiency of warehouse accounting and also to reduce the cost of cargo transportation.

In the first part we analyze the existing warehouse automation system, and find out how the cargo is recorded, loaded and transported to the storage sites. In the second part we describe the problem of designing the technological process of warehouse activities and determine the main areas of modernization of the warehouse. The last part includes the selection of a software system for the implementation of automated accounting.

In conclusion we underline that the implementation of RFID technologies makes it possible to improve significantly the efficiency of the warehouse accounting system to increase the speed of inventory to reduce the number of mistakes when ordering to avoid mistakes in the shipment of goods (re-sorting, overloading and others) to increase security.

## Содержание

Введение.....	9
1    Определение основных понятий о логистике и роль складов в логистической системе.....	11
1.1  Понятие и сущность логистики.....	11
1.2  Виды логистики.....	12
1.3  Значение складов в логистике.....	14
1.4  Функции и классификация складов.....	16
1.5  Организация работы складов промышленных предприятий.....	18
2    Технологическое проектирование склада.....	20
2.1  Разновидности стеллажных систем хранения.....	20
2.2  Планировка склада.....	23
2.3  Подъемно-транспортное оборудование.....	26
3    Автоматизация транспортной логистики.....	31
3.1  Радиочастотная идентификация.....	31
3.2  Автоматизация транспортных потоков внутри склада.....	34
3.3  Контроль комплектации заказов.....	35
3.4  Отгрузка товара со склада.....	35
3.5  Программное обеспечение склада.....	35
3.5.1  Запись RFID-меток.....	36
3.5.2  Маркировка.....	37
3.5.3  Инвентаризация.....	38
3.5.4  Поиск RFID-меток.....	39
3.5.5  Работа с документами.....	40
4    Выбор оборудования для системы управления на основе склада.....	41
4.1  Движение материалопотоков по территории склада.....	41
4.2  Выбор оборудования для системы радиочастотной идентификации.....	43
Заключение.....	47
Список использованных источников.....	48

## Введение

Одной из самых сложных задач для предприятий, занимающейся производственно-складской деятельностью, является точный и упорядоченный учет материальных средств. При большом объеме первичных документов возникают проблемы с их упорядочиванием. Как правило, многие предприятия до сих пор, не имеют развития компьютерной техники и программного обеспечения, а также четко отлаженного компьютерного учета. Согласно современным технологиям, которые предъявляются к складскому хозяйству и системам хранения, вся эта деятельность должна быть автоматизирована.

«Автоматизация – одно из направлений научно-технического прогресса, использующее саморегулирующие технические средства и математические методы с целью освободить человека от участия в процессах получения, преобразования, передачи и использования энергии, материалов, изделий или информации, либо существенного уменьшения степени этого участия или трудоёмкости выполняемых операций» [1].

Исходя из актуальных проблем в создании автоматизированных систем хранения продукции, определим цель данной работы.

Целью бакалаврской работы является снижение влияние человеческого фактора, а также повышения качества инвентаризации на складе Гольяттинского завода технологического оснащения.

Для достижения поставленных целей были сформированы задачи:

- 1) описание общих понятий о логистике и роль склада в логистической системе;
- 2) технологическое проектирование склада;
- 3) автоматизация транспортной логистики;
- 4) выбор оборудования на основе модернизированного склада.

# 1 Определение общих понятий о логистике и роль складов в логистической системе

## 1.1 Понятие и сущность логистики

Логистика – это создание оптимальной инфраструктуры движения товаров и услуг от поставщика к потребителю. Иными словами, логистика занимается тем, чтобы найти и организовать самый удобный, выгодный, наименее затратный путь, по которому нужный товар или услуга поступает к своему конечному потребителю.

Логистика в определенной форме существовала с давних времен: ещё до нашей эры народы выбирали и стоили наиболее удобные торговые пути для переправки сельскохозяйственных грузов и вооружения. На сегодняшний день основной причиной развития логистики как отдельной науки стал существенный рост производства, увеличение товаропотоков как в мировом, так и в рамках каждой взятой отдельной страны.

Логистическая структура на любом предприятии включает в себя два ключевых направления:

- 1) логистика сырья, материалов, товаров услуг от поставщиков на предприятие;
- 2) логистика конечной продукции от предприятия до потребителей, как оптовых, так и конечных, розничных.

Оба этих направлений имеют равную ценность и значимость, т.к. влияют на себестоимость продукции и на ее конечную стоимость, что является важным для потребителей и влияет, в свою очередь, на объем продаж.

Весь логистический процесс включает в себя множество разных вопросов:

- 1) выбор поставщиков;
- 2) заключение договоров с поставщиками на определенных условиях;
- 3) организацию доставки продукции или сырья на предприятие и с предприятия;
- 4) выбор транспортных компаний и заключения с ними договоров;

5) организацию взаимодействия с органами таможни (при внешнеэкономической деятельности), другими контролирующими органами и госструктурами;

6) определение и анализ сегмента покупателей;

7) заключение договоров с покупателями на определенных условиях.

Во многих направлениях своей деятельности логистика граничит и даже пересекается с маркетингом, но в целом обе эти науки преследуют одну и ту же основную цель любого бизнеса: повышение его эффективности и, как следствие, прибыльности.

Что интересно, затраты на логистику в крупных современных промышленных компаниях часто являются самой крупной статьёй расходов и превосходят даже затраты на сырье или заработную плату персонала. Это лишний раз подтверждает, насколько сейчас важна и нужна логистика.

## 1.2 Виды логистики

Весь масштабный логистический процесс с целью его упрощения, более детального понимания и проработки делят на разные виды логистики. Рассмотрим основные.

Логистика производства – управление потоками сырья, денег, товаров непосредственно на производстве, внутри технологического процесса. Главная цель производственной логистики – оптимизация производственных затрат. Вот основные моменты, которыми она занимается:

1) оценка покупательного спроса с целью планирования объемов производства;

2) оптимизация рабочих графиков и планов по всем подразделениям производства;

3) оптимизация взаимодействия производственного отдела с отделами сбыта и снабжения;

4) контроль над производственным процессом и внесение в него коррективов при необходимости.

Логистика закупок (логистика снабжения) – управление потоками сырья, материалов, комплектующих услуг и других компонентов, поступающих извне на

производство с целью обеспечения непрерывного рабочего процесса. Логистика закупок включает в себя:

- 1) поиск поставщиков и заключения с ними договоров;
- 2) организация доставки сырья на производство;
- 3) хранение сырья до непосредственной передачи в производство.

Логистика закупок должна быть оптимизирована таким образом, чтобы в производственном процессе не образовались застои по причине отсутствия сырья и материалов. Этот вид логистики можно назвать, одним из самых значимых, поскольку на него, как правило, приходится большая часть себестоимости изготавливаемой продукции.

Логистика запасов – управление запасами товаров и готовой продукции, а также запасами материалов, сырья на предприятии. Логисты по запасам производят расчеты оптимального объема всех видов запасов на производстве, оптимизируют их формирование. При хорошей логистике запасов процессы реализации и производства продукции должны происходить непрерывно, а сырьё и готовые товары – не должны залеживаться на складах.

Транспортная логистика – вид логистики, который в большинстве своём подразумевают, когда слышат это понятие. Транспортная логистика занимается построением оптимальных маршрутов для поставки товаров или сырья на производство и от него. Это особенно актуально, когда поставщик и потребитель находятся в разных частях страны или земного шара.

Информационная логистика – управление потоками информации, которая сопровождает материальные потоки. Умение грамотно работать с информацией для крупного предприятия не менее важно, чем умение грамотно и оперативно распоряжаться финансами. Вовремя полученная и правильно использованная информация может оказать очень существенный эффект на финансовый результат предприятия, точно так же, как и пренебрежение информацией.

Информационная логистика разделяет и оптимизирует внутренние и внешние потоки информации, изучает каналы передачи и получения информации, разрабатывает внутренние нормативные документы, касающиеся этого вопроса.

Таможенная логистика – очень серьезный вид логистики, заключающийся в управлении и оптимизации процесса прохождения груза через таможенную границу страны (или нескольких стран). Таможенная логистика выполняет следующие основные функции:

- 1) оформление грузовых таможенных деклараций;
- 2) соблюдение и оптимизация процедур прохождения таможни;
- 3) проверка полученных таможенных деклараций;
- 4) проверка наличия груза нужного количества и качества по соответствию с заявленными документами;
- 5) организация перевозки груза через границу;
- 6) сертификация продукции;
- 7) контроль над соблюдением валютного и таможенного законодательства;
- 8) организация и оптимизация уплаты таможенной пошлины и сборов.

Логистика склада – управление процессами приема, хранения и выдачи со склада сырья, материалов, готовой продукции и других компонентов, необходимых или полученных в процессе производства. Складская логистика занимается процессом выбора места под склады, постройки и оборудования складов, организации работы складов, ведением складского учета и т.д.

Теперь мы имеем более четкое представление о логистике. Логистика – это сложный масштабный процесс, сочетающий в себе много разных видов и направлений. Логистика тесно взаимосвязана с маркетингом, инжинирингом, финансами предприятия и, непосредственно, производственным процессом. Главная цель логистики – грамотная оптимизация всех процессов на предприятии с целью повышения эффективности его работы и прибыли. Правильная логистическая структура на предприятии имеет очень важное значение и должна уметь оперативно адаптироваться к любым внешним и внутренним изменениям, касающимся деятельности предприятия.

### 1.3 Значение складов в логистике

Склад – это здание, оборудованное специальным технологическим оборудованием, а так же всевозможными устройствами, для хранения, размещения и транс-

портировки товаров или сырья. Основной задачей склада является – хранение запасов и обеспечение бесперебойного потока этих запасов потребителю.

Склад вместе с обслуживающим персоналом образует складское хозяйство. Основной задачей которого является снабжение производства необходимыми ресурсами, обеспечения их сохранности, а также минимализация затрат, связанных с осуществлением складских операций.

Роль складов в логистической системе в следующем, они создают одну из нескольких основных систем в логистической цепи. Логистическая система устанавливает технико-экономические требования, задает цели и формирует критерии для оптимизации складской системы, а так же определяет условия переработки груза.

Складирование в свою очередь оказывает существенное влияние на издержки обращения и перемещение запасов по разным участкам логистической цепи. Как и все отдельные элементы производства склады имеют свои плюсы и минусы. Негативная часть складской системы – это издержки по содержанию товаров, в результате чего увеличивается стоимость продукции. Расходы на складские операции, затраты по содержанию или же аренда самого склада. Кроме того, увеличение формирования складских запасов, приводит к замораживанию финансовых ресурсов, хотя их можно было бы использовать в других целях. Оправдать складирование продукции можно только за счет снижения издержек или повышения качества логистического сервиса. Положительная роль складской системы состоит в том, что она обеспечивает баланс на предприятии, тем самым создает необходимость в организационных и технических условиях для комплектации товаров, концентрации и сортировку запасов.

«Принципы FIFO и LIFO также активно используются в складской логистике. При помещении товаров на хранение необходимо учитывать принцип складской обработки. Если несколько поступлений товара, то нужно решить, товар из какой партии будет отгружаться первым. Широко используются два варианта:

Принцип LIFO предполагает отгрузку в первую очередь товара, который пришёл последним; этот вариант подходит для складов с большими объемами, если зоны хранения образуют стэк.

Принцип FIFO означает приоритетную отгрузку товара, пришедшего первым; он используется прежде всего на складах для скоропортящихся товаров и там, где важен срок годности товаров (при этом, он одинаков для разных партий товара: если это не так, то переходят к FEFO)» [2].

#### 1.4 Функции и классификация складов

Потребность в специально оборудованных местах хранения запасов, присутствует на всех этапах движения материальных потоков, от начального производителя сырья и до конечного потребителя. Этим и объясняется большое разнообразие классификаций складов. В логистической цепочке склады для хранения материалов подразделяются на следующие группы:

1) склады предприятий-производителей специализируются на хранении сырья, материалов, комплектующих и других производственных продуктов и снабжают, прежде всего производства и предприятия;

2) склады сбытовых организаций используются для поддержания непрерывного перемещения товаров с производства в сферу потребления. Их основная цель – превратить производственный ассортимент в товарно-торговый и обеспечить бесперебойную поставку грузов к предприятию, включая розничную сеть;

3) склады посреднических организаций предназначены для временного хранения, связанных с перемещением материалопотоков. К ним относятся: склады железнодорожных станций; грузовые терминалы автотранспорта, морских и речных портов; терминалы воздушного транспорта. По характеру операций они относятся к транспортно-перевалочным. Группа этих складов может быть расположена как в цепочке поставок, так и в распределительной логистике;

4) склады потребителей продукции в производстве предназначены для обеспечения непрерывного потока технологических процессов. На этих складах хранятся запасы незавершённого производства инструменты, детали, запчасти и т.д. В зависимости от роли в производственном процессе и подчинения склада промышленной организации подразделяют на: снабженческие; производственные; сбытовые.

По конструкции склады делят на закрытые, полужакрытые (только крыша) и открытые площадки.

В зависимости от спецификации и номенклатуры хранящихся материалов склады делят на универсальные и специализированные. На универсальных складах хранятся материальные ресурсы широкого спектра. Специализированные склады предназначены для хранения однородных материалов, например, склад чугуна, лакокрасочных материалов, древесины и т.д.

На рисунке 1 представлена схема движения материального потока от первичного источника сырья до конечного потребителя. На ней показано поэтапное перемещение материалов.

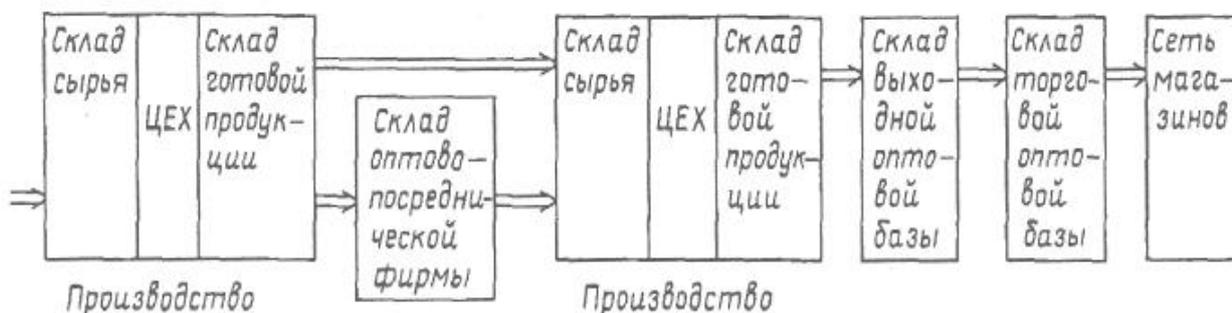


Рисунок 1.1 – Принципиальная схема движения материальных потоков

По механизации складских операций склады также подразделяются на: механизированные, немеханизированные, автоматические и автоматизированные.

К основным функциям склада можно отнести следующие:

1) создание необходимого ассортимента в соответствии с заказом потребителя. В логистике закупок и производства эта функция направлена на предоставление необходимых материально-технических ресурсов различных фаз производства. В распределительной логистике эта функция имеет особое значение. Торговые склады преобразуют производственные ассортименты в потребительский в соответствии с заказом клиента. Создание правильного ассортимента на складе способствует эффективному выполнению заказов клиентов и внедрению более частых поставок в большем объеме, требуемом заказчиком;

2) складирование и хранение. Выполнение этой функции позволяет уравнивать разницу во времени между выходом и его потреблением, позволяет на основе склад-

ских запасов обеспечить непрерывный производственный процесс и бесперебойную поставку к потребителю. Хранение товаров в системе распределения также необходимо в связи с сезонным потреблением определенной продукции;

3) унитизация партии отгрузки и транспортировка грузов. Многие потребители заказывают партию меньше, чем автомобиль или меньше, чем трейлер, со складов, что значительно увеличивает расходы связанные с доставкой этих грузов. Чтобы сохранить транспортные расходы, склад может выполнять функцию объединения небольшой партии для нескольких клиентов до полной загрузки транспортного средства;

4) предоставление услуг чтобы обеспечить более высокий уровень обслуживания клиентов, склады могут предоставлять различные услуги: подготовка товаров для продажи; проверять работу устройств и оборудования, установок, предоставлять презентации продукции; транспортные и экспедиторские услуги.

#### 1.5 Организация работы складов промышленных предприятий

Оперативная и производственная деятельность склада на предприятии включает в себя работу по разгрузке, сортировке и приемке материалов и изделий, поступающих на склад, их размещение и хранение, а также работу по выпуску и доставке потребителям.

Поставка товаров на склад материала осуществляется в соответствии с планом завода. Материалы и изделия на складе принимаются в соответствии с требованиями, изложенными в технической документации и инструкциях. Принятые материалы помещаются в назначенные места хранения в установленном порядке по маркам, сорту, размерам и т.д. Чаще всего, потребляемые в большом количестве материалы расположены ближе к участкам отпуска, материалы с низким расходом в более отдаленных хранилищах. Тяжёлые, громоздкие грузы хранятся в местах, более удобных для проведения складских операций.

Чтобы уменьшить сложность работы по сборке материалов перед их выпуском и облегчить контроль, используется групповой метод хранения, в котором материалы, входящие в комплект складываются в непосредственной близости друг к другу. Ячейки хранения и стеллажи пронумерованы и снабжены пластинами с названием и

индексом материала. Подготовка материалов для выдачи производится в соответствии со специальным планом или сразу же после их получения.

Операции, связанные с выпуском материалов и продукции, включают выбор способа комплектации и специальную подготовку материалов. Подготовка сырья для промышленного потребления включает в себя операции по очистке, резки, раскрою и т.д. Учет движения материалов для на складе осуществляется с использованием специальной, определенной картотеки. Персонал склада подбирается в зависимости с трудоёмкостью и характером работ выполняемых складских операций, используемых транспортных средств, а также от степени автоматизации или механизации погрузочно-разгрузочных работ.

## 2 Технологическое проектирование склада

Потребность в технологическом проектировании может быть обусловлена разными причинами: строительством нового склада, переездом склада на новое место, ростом грузооборота, изменением параметров заказов, общей неудовлетворённостью функционированием складского хозяйства и т.д. Как правило, технологическое проектирование предваряется логическим аудитом склада, результаты которого используют при решении задач проектирования.

Исходя из результатов проведенной аудиторской проверки были выявлены причины, ухудшающие функционирование складского хозяйства на складе ТЗТО:

- 1) не соблюдение принципа FIFO, что приводило к возникновению брака готовой продукции;
- 2) затоваривание склада готовой продукцией, из-за неритмичной отгрузки товара.

Из проведенного анализа выявленных причин, было принято решение о проведении модернизации складского помещения, тем самым, увеличить полезную площадь хранения, за счёт замены стеллажного оборудования на новое, что приведет к изменению расстояния между стеллажами. Для решения этих проблем были поставлены задачи: подобрать оптимальные стеллажные комплексы для хранения готовой продукции, а также выбрать разгрузочно-погрузочную технику.

### 2.1 Разновидности стеллажных систем хранения

В результате не грамотного проектирования помещения склада, предприятия очень часто несут финансовые потери. К планировке склада относится правильное расположение стеллажей, с условием того, что между проходами будет перемещаться погрузочно-разгрузочная техника.

Стеллажная система, на которой будет располагаться товар, должна быть устойчивой и прочной. Стеллажи ставят не вплотную к стене, а на расстоянии не менее 0,7 м. Величина ведущих проездов составляет 1,5-4,5 м, а ширина боковых 0,5-1,5 м.

Для корректного и стабильного функционирования склада необходимо при его разработке, рационально распределять площадь складского помещения, подобрать необходимое технологическое оборудования для склада. Складское оборудование включает в себя: подъемно-транспортную технику, стеллажи, тару, поддоны, компьютерную технику и т.д. Из существующих систем стеллажного хранения, выберём наиболее подходящий для проектирования склада:

1) мобильные паллетные системы. На мобильную, передвижную базу может устанавливаться любое количество стеллажных рядов складских стеллажей, которые будут передвигаться по рельсам с помощью электродвигателя (рисунок 2.1);

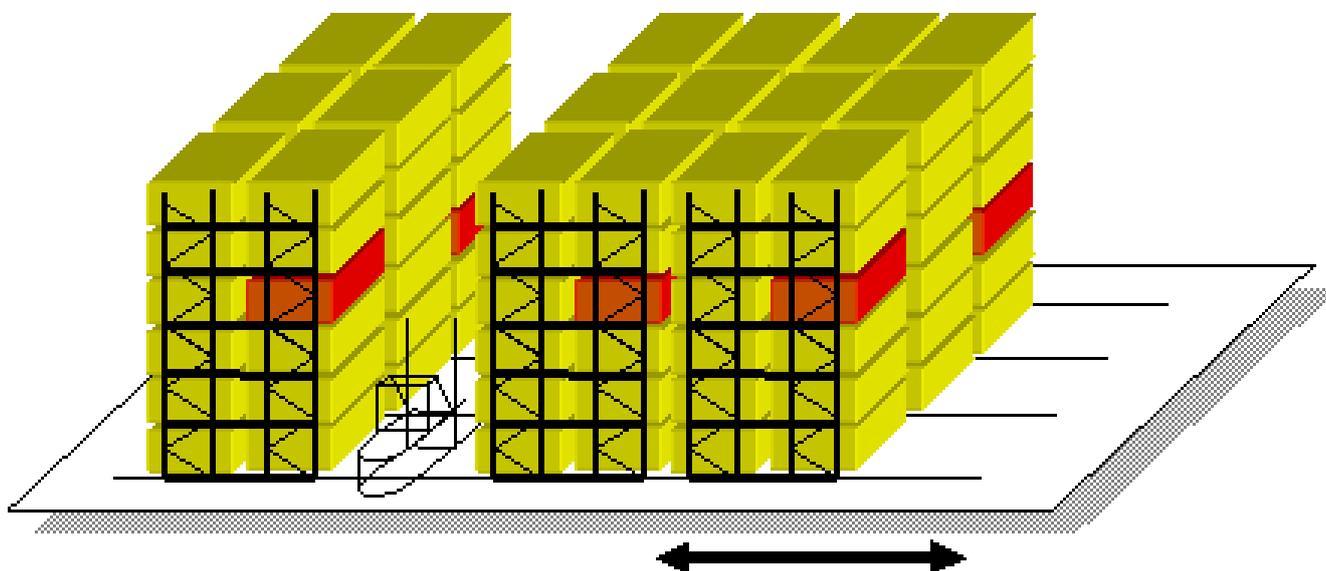


Рисунок 2.1 – Мобильные паллетные системы

2) гравитационные стеллажи. Это стойки, которые используются для хранения продукции на роликовых дорожках, которые расположены под углом 3-5% к горизонту. Груз перемещается вдоль стойки к месту разгрузки за счет собственного веса, и процесс грузооборота становится в большей степени автоматизированным. Цилиндрические ролики служат в качестве опорных элементов конвейеров, а скорость движения поддонов регулируется тормозными роликами (рисунок 2.2);

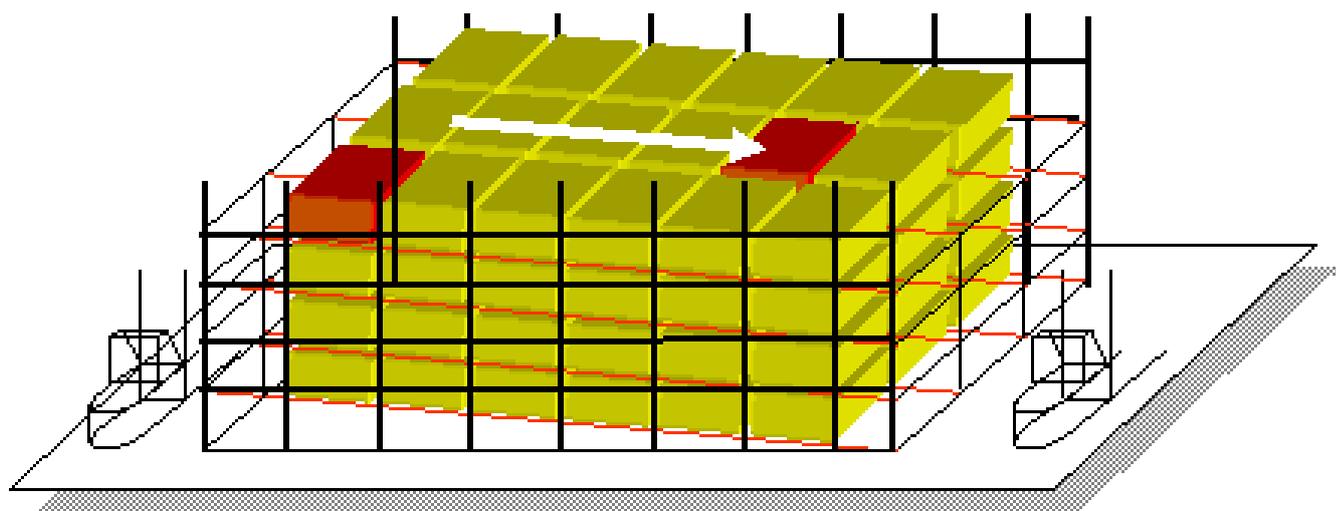


Рисунок 2.2 – Гравитационные стеллажи

3) широкопроходное хранение. При таком варианте хранения товаров или продукции, расстояние между стеллажами составляет 2,2-3,5 м. Что позволяет погрузочно-разгрузочной технике проще маневрировать между стеллажами (рисунок 2.3);

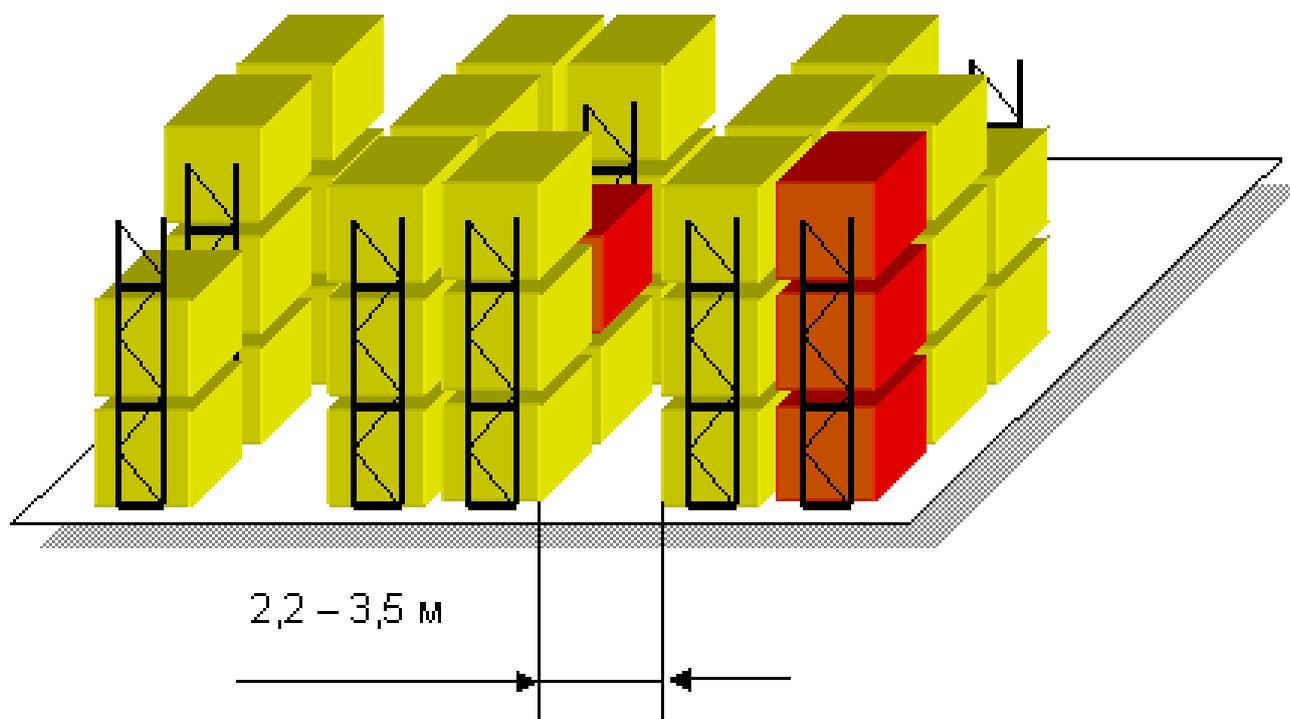


Рисунок 2.3 – Стеллажи широкопроходного хранения

4) стеллажи двойной глубины. При данном способе стеллажного хранения экономится большое количество используемого места, однако, чтобы снять груз с полки, где-нибудь с середины, нужно сначала разгрузить ближайшее место (рисунок 2.4).

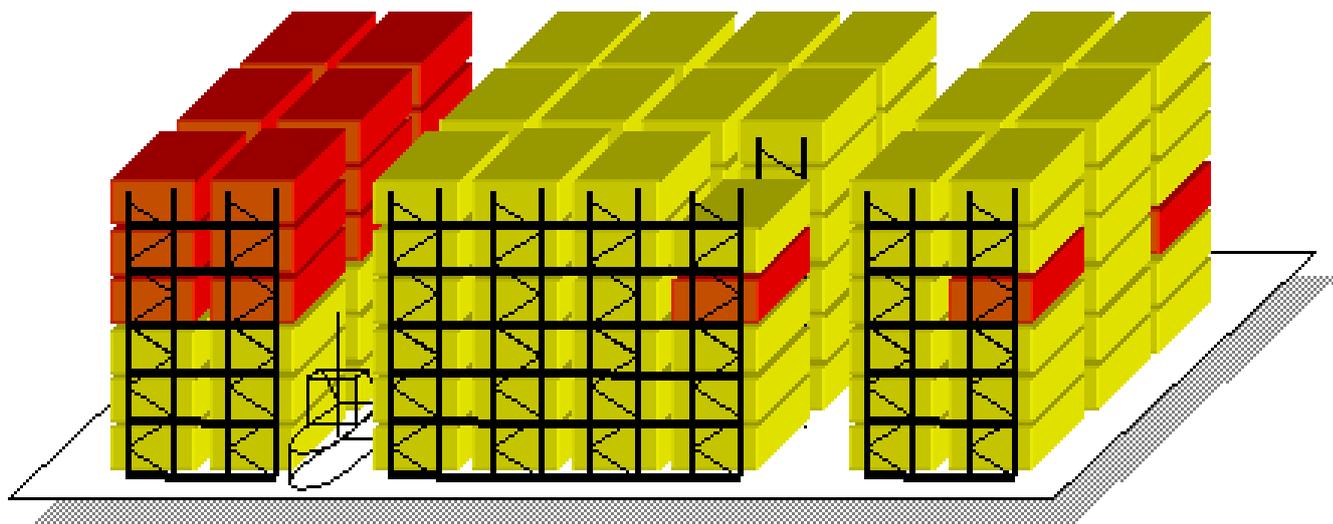


Рисунок 2.4 – Стеллажи двойной глубины

## 2.2 Планировка склада

Для эффективной работы складского хозяйства, нужно оптимально разместить необходимое оборудование.

Перед тем, как спроектировать склад, необходимо проанализировать и оптимально разместить систему хранения продукции. Важно, чтобы на складе было современная техника и оборудование. С учетом габаритов погрузочно-разгрузочной техники, следует грамотно расположить стеллажные системы хранения, а также проезды и проходы между ними.

В данном проекте рассматривается склад с высотой 6200мм. Согласно СНиП ширина проездов должна быть в пределах не менее 1500мм, исходя из этих данных можно, установить ширину проезда для складской техники 2700 мм. Исходя из данных критерий, выбираем систему широкопроходного стеллажного хранения, у кото-

рой ширина проходов составляет от 2200 до 3500 мм. Габариты ячеек хранения выбираются исходя из размеров тары 1200x800x750 мм (рисунок 2.5).



Рисунок 2.5 – Тара

Для рационального использования ячеек хранения выбираем её длину равной 3600 мм, а ширину 1000 мм.

С учётом высоты тары и высоты помещения склада, спроектируем трёхъярусный стеллаж, с высотой каждого яруса 2000 мм.

Спроектированные ярусы представлены в соответствии с рисунками 2.6, 2.7, 2.8, 2.9;

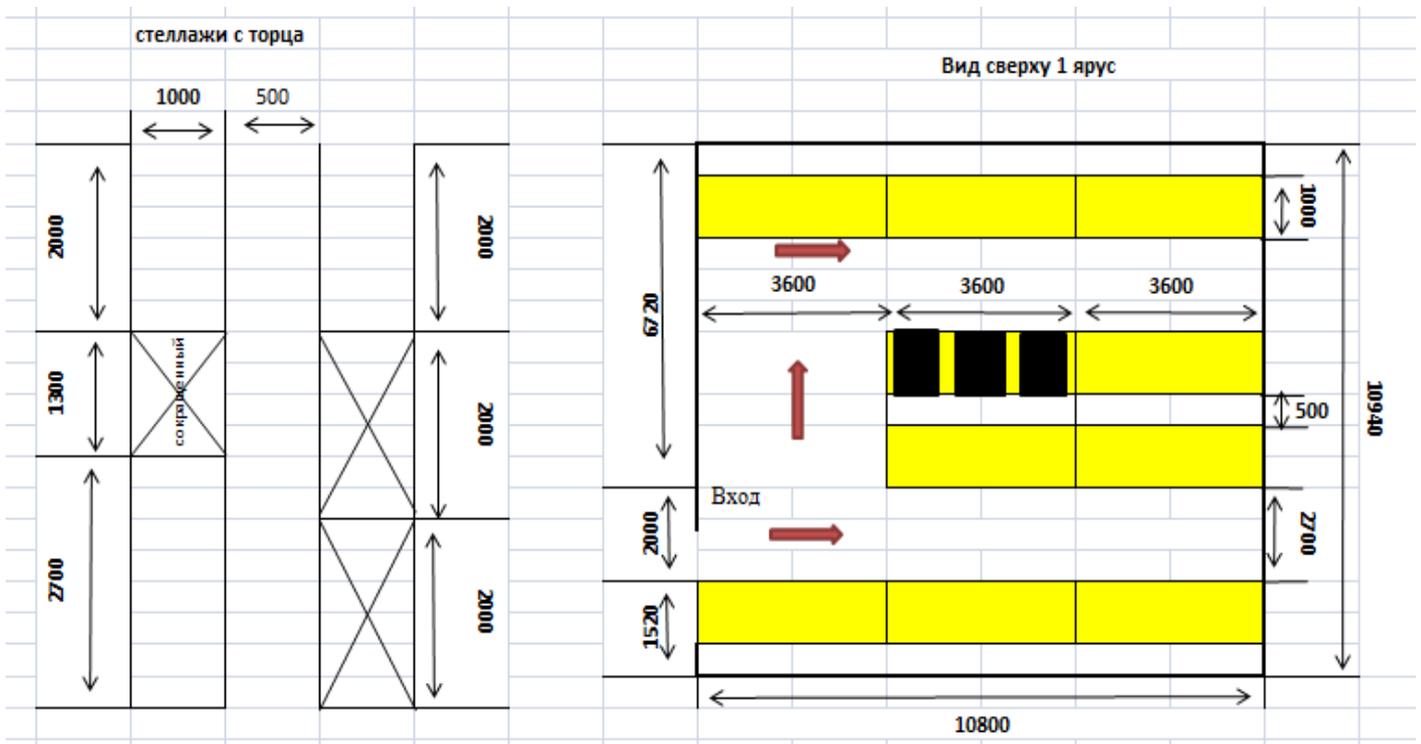


Рисунок 2.6 – Вид с торца и вид сверху первого яруса

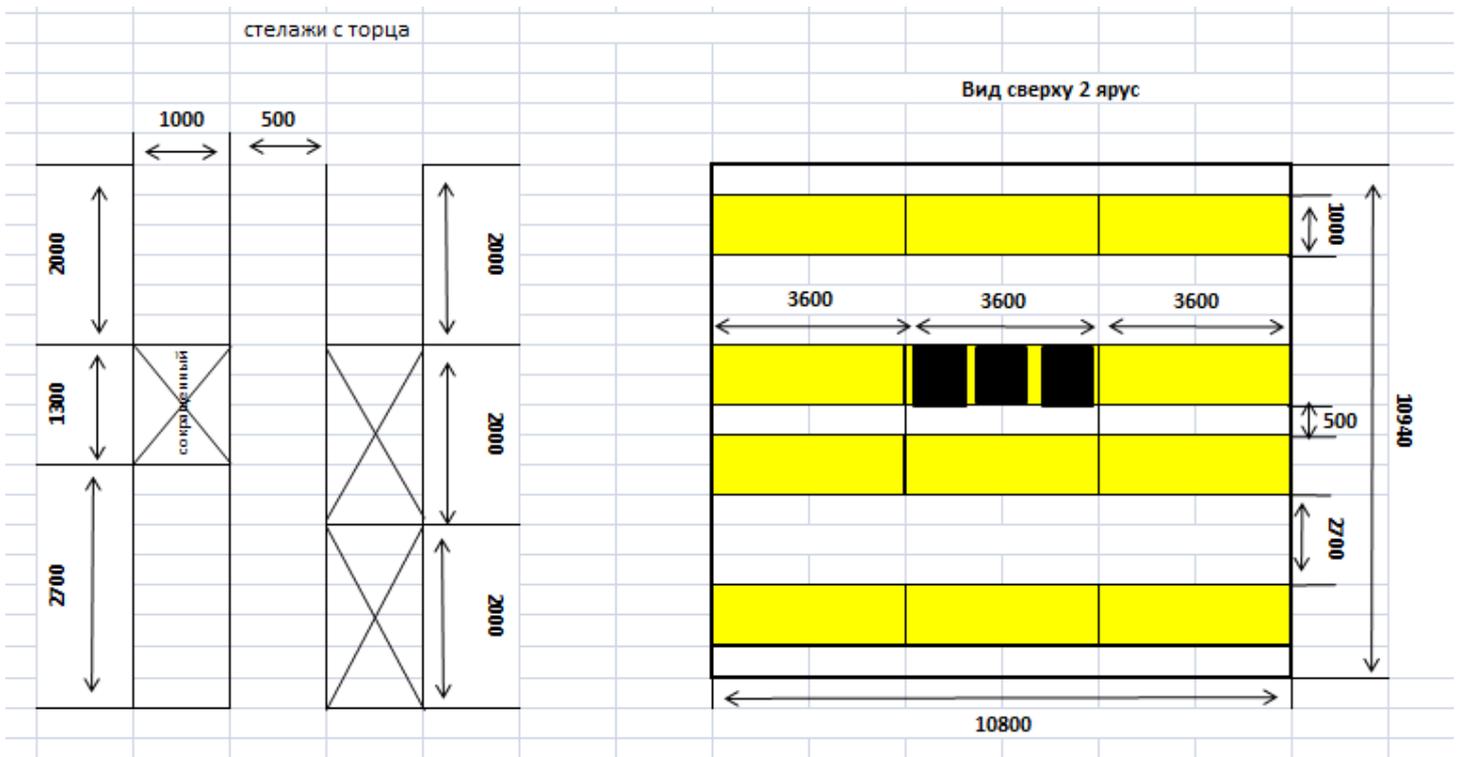


Рисунок 2.7 – Вид с торца и вид сверху второго яруса

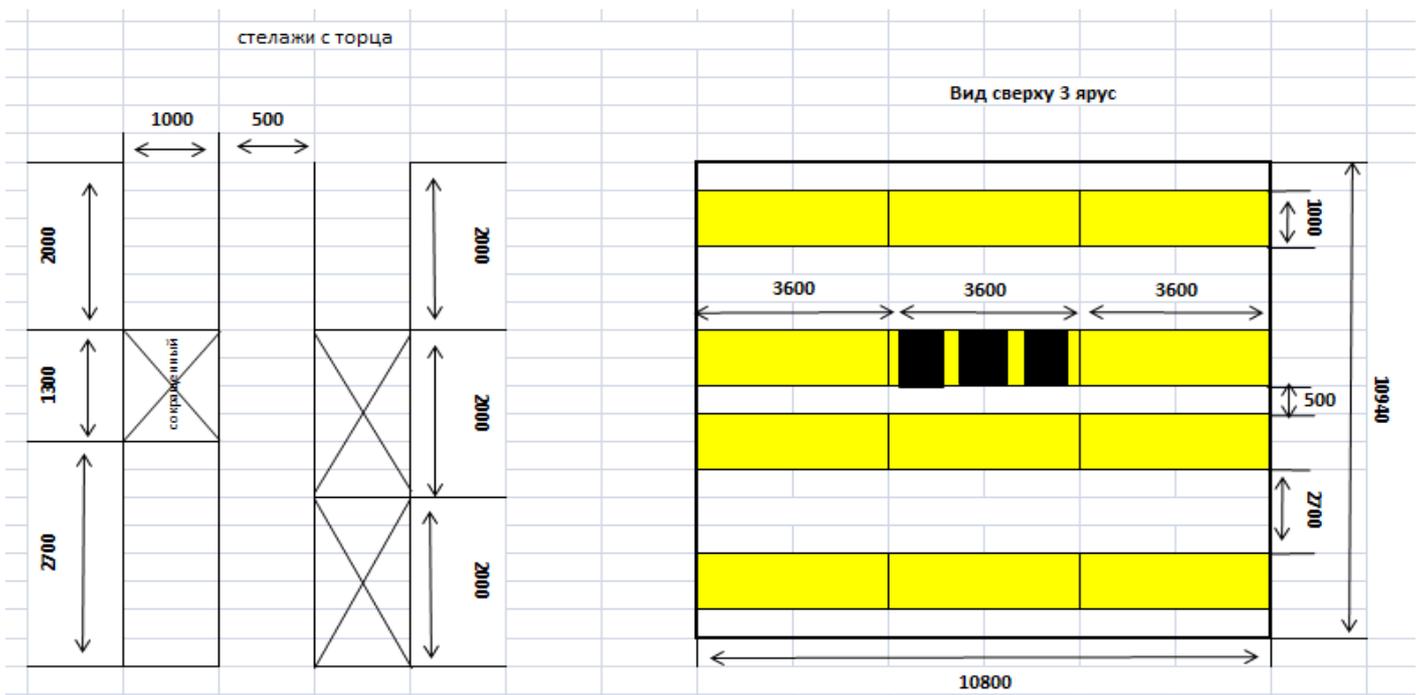


Рисунок 2.8 – Вид с торца и вид сверху третьего яруса

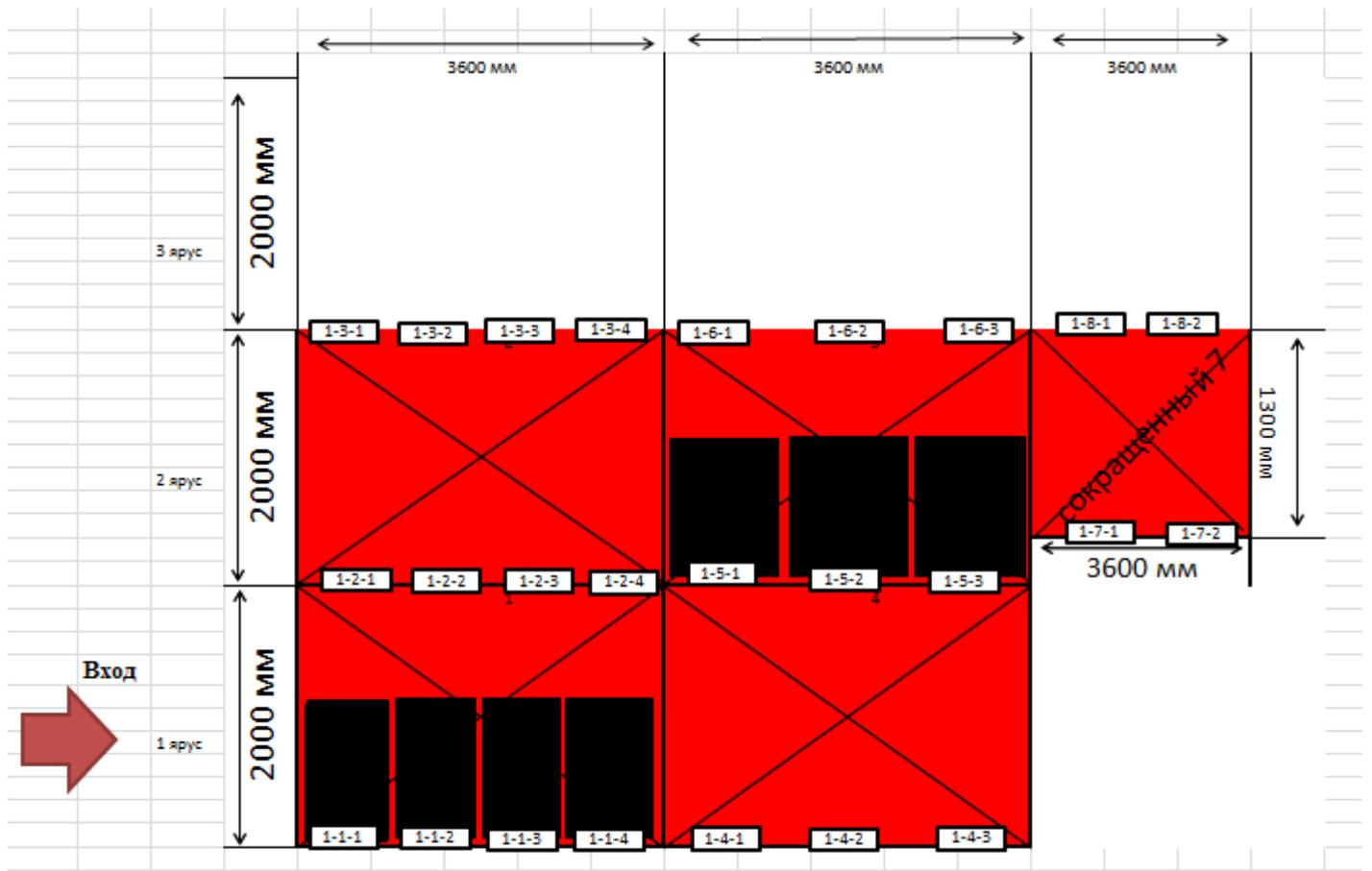


Рисунок 2.9 – Вид сбоку стеллажа

### 2.3 Подъемно-транспортное оборудование

На производствах и складах невозможно обойтись без погрузочно-разгрузочной техники. С её помощью можно перемещать грузы с наименьшей затратой ресурсов и в больших объемах. Основная задача погрузочно-разгрузочной техники, комплектация товаров в специально оборудованные стеллажи для хранения.

Рассмотрим некоторые виды штабелеров, в последствии выберем наиболее оптимальный вариант для склада:

1) штабелер гидравлический – устройство для подъема поддонов или тар, имеющие высоту подъема 1,5-3 м, обычно их используют, обслуживая двухъярусные стеллажи, либо подъем-снятие груза с грузовика. Эти штабелеры имеют малую производительность, очень долго осуществляют поднятие груза на высоту, что позволяет их использовать при небольшом грузовом потоке (рисунок 2.10);



Рисунок 2.10 – Штабелер гидравлический

2) штабелер высотный – такие штабелеры используются в узких коридорах с расстояниями между стеллажами до 1,5 м, благодаря дополнительным механизмам поворота, перемещения вилок, ему нет необходимости маневрировать для укладки поддонов на стеллажи, на него это делают вилы. Высота подъема такой техники достигает 12,5 м, грузоподъемность составляет от 1000 до 2000 кг (рисунок 2.11);



Рисунок 2.11 – Высотный штабелер

3) электрический штабелер – большую производительность по отношению к простым гидравлическим, имеют электрические штабелеры, имеющие электрический подъем. По габаритам несущественно отличаются, но имеют больший вес из-за оснащения дополнительным оборудованием для электрического подъема. Как правило используются стартерные аккумуляторы, реже тяговые батареи для большего периода работы. Такие устройства поднимают поддон с грузом до 2000 кг, высота подъема не превышает 3,5 м, используются работая со стеллажами до трех ярусов. Стоимость этих штабелеров относительно недорога, чуть более производительны за счет применения электрического поднятия груза, но также малоэффективны в складах большой загрузки (рисунок 2.12);



Рисунок 2.12 – Электрический штабелер

4) самоходный штабелер – такой штабелер может комплектоваться откидной платформой, что увеличивает скорость перемещения по складу до 8 км/ч. Для обеспечения электрического хода - подъема, используются более емкие АКБ, стартерные, но лучше тяговые батареи до 315 Ач. обеспечивающие продолжительную работу. Высота поднятия груза достигает до 5,5 м, а грузоподъемность до 2000 - 3000 кг, Ширина рабочего прохода от 2100 мм. Используются на складах высокой загрузки, со стеллажами до 4 - 5 ярусов (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Самоходный штабелер

При выборе штабелера нужно учитывать следующие параметры:

- 1) ширина прохода между стеллажами;
- 2) грузоподъемность;
- 3) высота подъема;
- 4) ширина рабочего коридора;
- 5) надежность и прочность конструкции.

Рассчитаем ширину прохода штабелера по формуле 2.1:

$$A=2B+3C, \quad (2.1)$$

где В - ширина складской техники

С - необходимый запас для прохода транспортного средства (обычно равен 0.2м)

$B=1,01\text{м}$

$C=0,2\text{м}$

По формуле 2.1 рассчитаем ширину прохода  $A=2B+3C=2*1,01+3*0,2=2,62\text{м}$

Исходя из полученных результатов, выбираем штабелер с шириной прохода 2,62 м.

Описание высотного штабелера 2.0 Atlet by unicarrier xjn представлено в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Характеристика высотного штабелера 2.0 Atlet by unicarrier xjn

Характеристика	Величина	Мера измерения
Высота подъема	6200	мм
Мощность двигателя подъемника	4.5	кВт
Мощность приводного двигателя	2.4	кВт
Ширина рабочего коридора	2559/2610	мм
Полная длина	2143/2232	мм
Грузоподъемность	2000	кг
Общая ширина	1010	мм
Скорость движения	11	км/ч



Рисунок 2.14 – Высотный штабелер Atlet by unicarrier xjn

Исходя из вышеперечисленных характеристик, можно сделать вывод, что высотный штабелер данной модели оптимален для данной конфигурации спроектированного склада. Максимальная ширина рабочего коридора составляет 2610 мм, высота подъема 6200 мм, а грузоподъемность 2000 кг.

### 3 Автоматизация транспортной логистики

В наше время автоматизация занимает важную часть в проектирование, модернизации, строительстве все возможных предприятий, позволяет повысить производительность труда, улучшить качество продукции, оптимизировать процессы управления, отстранить человека от производств, опасных для здоровья. Автоматизация, за исключением простейших случаев, требует комплексного, системного подхода к решению задачи.

Внедрение новой системы автоматизации дает возможность существенно повысить эффективность складской учетной системы:

- 1) увеличить скорость проведения инвентаризации;
- 2) уменьшить количество ошибок при комплектации заказов;
- 3) избежать ошибок при отгрузке товаров (пересортица, перегруз и т.д.)
- 4) повысить безопасность.

#### 3.1 Радиочастотная идентификация

«RFID (Radio Frequency IDentification, радиочастотная идентификация) – способ автоматической идентификации объектов, в котором посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в так называемых транспондерах, или RFID-метках.

Любая RFID-система состоит из считывающего устройства (считыватель, ридер или интеррогатор) и транспондера (он же RFID-метка, иногда также применяется термин RFID-тег)» [3].

По дальности считывания RFID-системы можно подразделить на системы:

- 1) ближней идентификации (считывание производится на расстоянии до 20 см);
- 2) идентификации средней дальности (от 20 см до 5 м);
- 3) дальней идентификации (от 5 м до 300 м)

По типу источника питания RFID-метки делятся на:

1) пассивные RFID-метки не располагают встроенным источником питания. Электрический ток в антенне индуцируется от считывателя с помощью электромагнитного сигнала, что обеспечивает достаточную мощность для работы микросхемы, встроенной в метку, и передачи ответного сигнала;

2) активные RFID-метки имеют собственный источник энергии и не зависят от считывателя, эти метки более надёжны и показывают высокую точность на более дальних расстояниях, однако стоимость слишком высока, а у батареи ограниченный ресурс;

3) полупассивные RFID-метки, их можно сравнить с пассивными, за исключением того, что они имеют собственную микросхему с источником питания. Дальность действия зависит исключительно от чувствительности приёмника. Они работают на большом расстоянии с лучшими характеристиками.

RFID-метка представлена на рисунке 3.1;

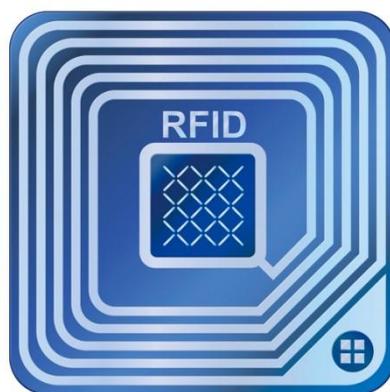


Рисунок 3.1 – RFID-метка

Считыватель – прибор для считывания информации с метки, а так же записи данных. Такие устройства могут работать автономно, с постоянным подключением к учётной системе.

Разделяют два вида считывателей:

1) стационарные считыватели надёжно крепятся на движущиеся складские устройства (погрузчики, штабелеры), а также на стены и двери (рисунок 3.2);



Рисунок 3.2 – Считыватель стационарный

2) мобильные считыватели не имеют высокой дальности действия и не соединены постоянной связью с сервером, они могут считывать данные с меток и заносит их во встроенную память прибора (эту информацию в последствии можно перенести в компьютер), а также перезаписывать данные на метку (Рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Мобильный считыватель

Антенна для считывателей RFID меток обеспечивает передачу радиосигнала к метке и обратно. Метка, попадая в зону действия антенны передает данные в считыватель автоматически или по запросу, в зависимости от настроек системы. Антенна

может подключать к считывателю напрямую с помощью специализированного кабеля, группа антенн может быть подключена через RFID мультиплексор задействовав при этом только один порт считывателя (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Антенна для считывателя

### 3.2 Автоматизация транспортных потоков внутри склада

Система, построенная на основе RFID-меток, позволяет автоматически подсказывать операторам погрузчиков, куда отвезти ту или иную тару.

Каждая тара маркируется метками. Снабженный считывателем погрузчик берет тару с грузом, считывая метку. Система автоматически выводит на экран, установленный в кабине погрузчика, номер ячейки хранения, куда нужно отвезти данную тару. После выдачи инструкции водителю погрузчика важно проверить, что она была выполнена правильно, и тара оказалась в своей ячейке. Каждая полка маркируется специальной меткой с идентификатором места. В тот момент, когда погрузчик подъезжает к стеллажу и пытается сгрузить тару на полку, считыватель на погрузчике сканирует метку полки. Система автоматически сопоставляет информацию о

ячейке и о таре на погрузчике и выдает вердикт о правильности действий оператора погрузчика.

### 3.3 Контроль комплектации заказов

Мы предлагаем решения, которые помогают контролировать процессы комплектации заказов и, как следствие, бороться с пересортицей.

При комплектации заказа оператор считывает метки всех товаров, лежащих на полке, а система сверяет полученный список товаров с листом комплектации. Пока партия целиком не сформирована, оператор постоянно видит на экране текущий перечень товаров и информацию о том, какие позиции необходимо добавить. Если в партию попал лишний товар (по количеству или по номенклатуре), оператор немедленно получит сообщение об ошибке.

### 3.4 Отгрузка товара со склада

Загрузка товаров в транспорт – это сложный процесс, требующий особого контроля, поскольку даже небольшая ошибка может привести к крупным издержкам. Некоторые компании вынуждены привлекать к процессу контроля за погрузкой до трех человек (не считая грузчика).

При использовании RFID-меток, загружаемые в машину тары считываются автоматически при помощи порталных считывателей, установленных на входах. Система сравнивает данные меток с транспортной накладной. Оператор на экране постоянно видит список загруженных и незагруженных товаров. При попытке пронести через оборудованный RFID-порталом вход товар, не указанный в накладной, система подает сигнал об ошибке. При завершении отгрузки система автоматически формирует нужный пакет документов и отправляет его в бухгалтерию. При приеме товара на склад, оборудованный порталными считывателями, процесс повторяется в обратном порядке: при вносе товаров на склад система сравнивает полученные данные с накладной и оповещает оператора об ошибках.

### 3.5 Программное обеспечение склада

Современный склад – это большой и сложный организм, который требует постоянного внимания и контроля. Одна из самых больших проблем в управлении

складом заключается в том, что в любой отдельный момент времени физическое (реальное) состояние склада отличается от его логического (ожидаемого) состояния.

В качестве программного обеспечения используем программу “ЭРФИД-М”. Это универсальная, модульная программа для RFID считывателей с удобным интерфейсом.

Преимущества программы:

1) наличие всех необходимых функций (запись меток, первичная маркировка, поиск меток, инвентаризация, работа с документами);

2) удобный, эргономичный интерфейс. Всеми основными функциями можно пользоваться без использования стилуса;

3) высокая скорость работы с RFID метками;

4) возможность работать как с локальной, так и с сетевой базой данных;

5) протестирована и одобрена множеством заказчиков;

6) поддержка всех популярных мобильных RFID считывателей.

#### 3.5.1 Запись RFID-меток

Режим запись меток используется для записи кода в память радиочастотной метки. Процесс записи очень простой и не требует от пользователя специальной подготовки. Умные алгоритмы предотвратят возможные ошибки пользователя и обеспечат 100% гарантию корректной записи метки.

Режим записи поддерживает несколько принципов формирования кода (рисунок 3.5):

1) создание кода метки и серийного номера;

2) формирование уникального кода метки инкрементированием;

3) дублирование штрих-кода в памяти метки.



Рисунок 3.5 – Запись RFID метки

### 3.5.2 Маркировка

Работа с системой начинается с маркировки – связывания объекта учёта и RFID метки. Модуль «Маркировка» ЭРФИД-М максимально облегчит этот процесс и исключит ошибки. Для маркировки объекта учёта нужно выполнить следующие действия:

1) выбрать нужный объект учёта. Поиск необходимого объекта можно осуществлять по названию, инвентарному номеру, материально-ответственному лицу или штрих-коду. Объекты учёта также можно отфильтровать по наличию или отсутствию у них штрих-кода или RFID метки;

2) привязать метку к объекту учёта. Для этого нужно считать RFID код метки и при необходимости (штрих-код). Проверки соответствия штрих-кода и кода RFID метки, исключит ошибки, связанные со считыванием соседних меток;

3) добавить описание объекта. Меню маркировки позволяет дополнить описание объекта следующей информацией:

- а) место хранения;
- б) материально ответственное лицо;
- в) владелец;
- г) фотография;

Режим Маркировка также может быть использован для маркировки мест хранения (помещений) RFID метками или штрих-кодами (рисунок 3.6).

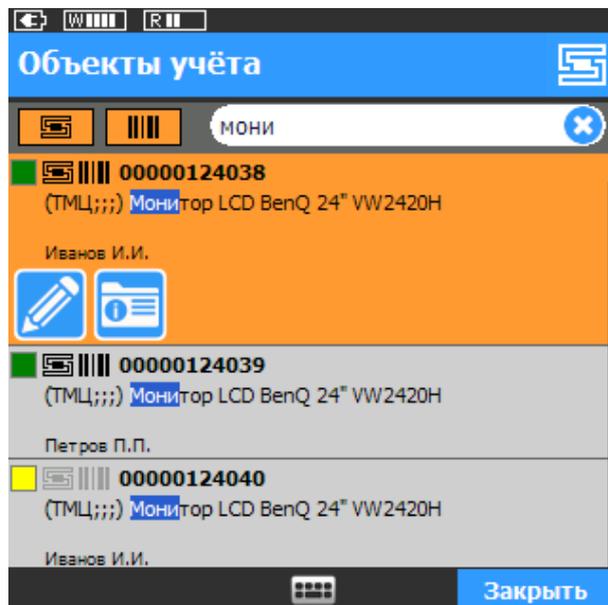


Рисунок 3.6 – Маркировка

### 3.5.3 Инвентаризация

Данный модуль ЭРФИД-М предназначен для проведения общей инвентаризации.

Для начала работы нужно выбрать место проведения инвентаризации. Выбрать место можно либо из древовидного списка помещений, либо прочитав метку с идентификатором места хранения. При выборе места хранения, программа покажет все объекты учета которые должны находится в этом месте. Для удобства пользователя объекты можно фильтровать по их статусам:

- зеленый: Объект найден;
- красный: Объект не найден;
- синий: Объект найден не на своем месте;
- желтый: Объект не промаркирован;
- серый: Излишек (Объект был списан из учетной системы).

Для проведения выборочной инвентаризации, есть возможность провести инвентаризацию по документу. Это очень полезно, когда необходимо провести инвен-

таризацию в отдельном помещении или по конкретному материально ответственно-му лицу (например, при его увольнении).

После завершения инвентаризации, отчет об инвентаризации может быть передан в учетную систему либо распечатан прямо с мобильного считывателя.

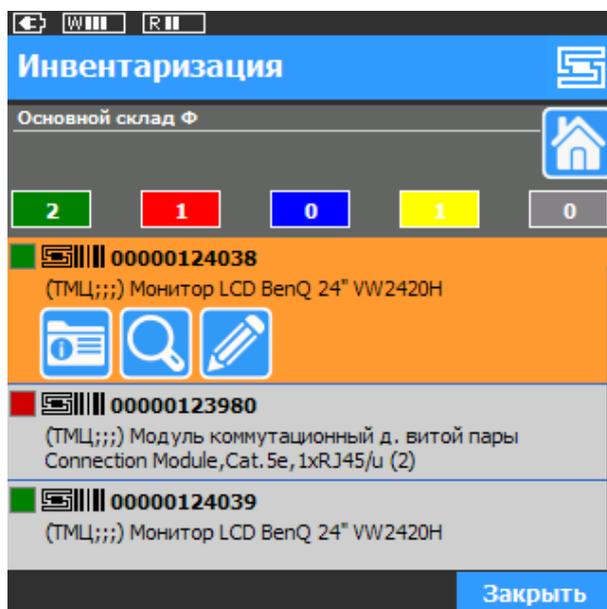


Рисунок 3.7 – Инвентаризация

#### 3.5.4 Поиск RFID-меток

Для поиска необходимо выбрать необходимый предмет, нажать курок и начать ходить со считывателем по местам предполагаемого нахождения предмета. При появлении RFID метки объекта зоне чтения, индикатор станет зеленым и начнет увеличиваться количество считываний метки. Для сужения области поиска нужно просто снизить мощность считывания (рисунок 3.8).

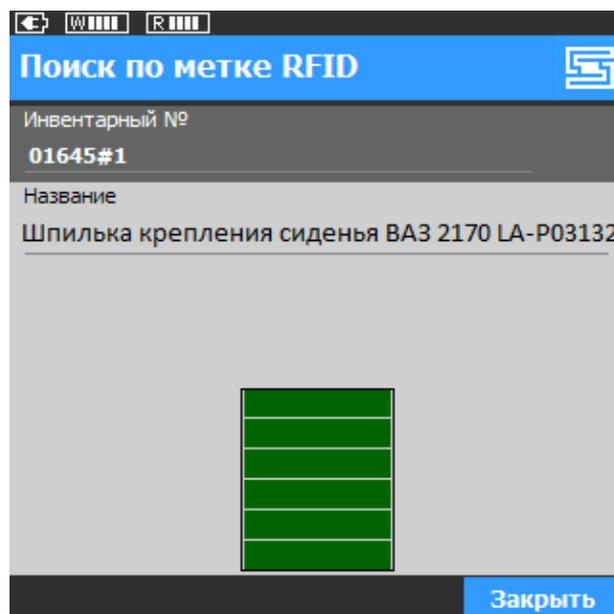


Рисунок 3.8 – Поиск RFID-метки

### 3.5.5 Работа с документами

Данный режим позволяет работать с документами, полученными из внешней учетной системы (рисунок 3.9).

К таким документам могут относиться:

- 1) накладная на поступление товара или отчет о производстве;
- 2) накладная на перевод товара со склада на склад;
- 3) накладная на реализацию товара;
- 4) инвентаризационная ведомость.

Номенклатура	План	Факт
Шпилька крепления сиденья ВА3 2170	2	2
Шпилька крепления сиденья ВА3 1118	2	2
Шпилька крепления сиденья ВА3 2110	4	4
<b>Всего:</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

Рисунок 3.9 –Отображение внешней учетной системы

## 4 Выбор оборудования для системы управления, на основе склада

### 4.1 Движение материалопотоков по территории склада

Материалопотоки создаются в результате складирования, транспортировки и других материальных операций с сырьем, полуфабрикатами и готовой продукцией - начиная с первичного источника сырья до конечного пользователя.

Рассмотрим движение материалов по территории склада на принципиальной схеме (рисунок 4.1), и предложим к применению, ранее описанную систему радиочастотной идентификации.



Рисунок 4.1 – Схема движения материалов

В зоне приемки товара будут располагаться RFID-порталы. Это в большей части необходимо для регулировки товародвижения по территории складского помещения. После поставки товара на склад, по накладной которую экспедитор передает работнику склада, вместе с грузом, происходит проверка, вновь прибывшего товара, на соответствие с предоставленным документом. При соответствии товара, работник склада, заносит информацию по полученному грузу в систему учёта, попозиционно.

Далее происходит маркировка груза, установка RFID-меток, сотрудник склада устанавливает метку и записывает на неё информацию с помощью мобильного считывателя, согласно номенклатуре.

В зону хранения товара, груз перевозят с помощью транспортной техники. Снабженный считывателем погрузчик берет тару с грузом, считывая метку. Система автоматически выводит на экран, установленный в кабине погрузчика, номер ячейки хранения, куда нужно отвезти данную тару. Погрузчик, подъезжая к стеллажу, сканирует метку полки, уже заранее пронумерованную. Система автоматически сопоставляет информацию о ячейке и о таре на погрузчике и выдает вердикт о правильности действий оператора погрузчика.

В зоне комплектации заказа оператор считывает метки всех товаров, лежащих на полке, а система сверяет полученный список товаров с листом комплектации. Пока партия целиком не сформирована, оператор постоянно видит на экране текущий перечень товаров и информацию о том, какие позиции необходимо добавить. Если в партию попал лишний товар (по количеству или по номенклатуре), оператор немедленно получит сообщение об ошибке.

После комплектации заказа, груз попадает в зону отправки товара, установленные там портальные считыватели, автоматически проверяют данный груз по метке, и сравнивают его с транспортной накладной, если какой-то груз не указан в документе то, система выдает сигнал об ошибке.

Исходя из рассмотренной схемы, можно сделать вывод, что движение материалов по территории склада, с установленной системой, происходит по определенному алгоритму. Заданная последовательность операций по перемещению товара осуществляется по установленным правилам, и нормам. Исключается возможность перепутать груз в процессе комплектации заказов или же взять с полки первую попавшуюся тару. Все операции, четко прослеживаются и отображаются на экранах мониторов обслуживающего персонала.

## 4.2 Выбор оборудования для системы радиочастотной идентификации

При выборе оборудования важно понимать, для каких цели оно будет устанавливаться, какие задачи будет выполнять.

Мы выбираем оборудования на основании проведенной модернизации складского помещения.

Перечень выбранного оборудования:

- 1) активная RFID-метка ICScom AT-305 (рисунок 4.1);



Рисунок 4.1 – Активная метка ICScom AT-305

Технические характеристики представлены в таблице 4.1

Таблица 4.1 -Технические характеристики ICScom AT-305

Модель	AT-305
Максимальный рабочий ток	не более 12 мА
Статический (режим ожидания) рабочий ток	менее 1мА
Мощность	менее 1 МВт
Рабочая частота	2.45 ГГц -2.5 ГГц
Рабочий режим	активный
Дальность чтения	0 – 150 м
Интервал данных	0.25–0.375 с; 0.5–0.75 с; 1.0–1.5 с



Продолжение таблицы 4.1

Чтения карт одновременно	более 2000 шт.
Габаритные размеры	86 x 36 x 7,5 мм
Питание	3В (CR2450 батарея)
Корпус	IP53
Рабочий диапазон температуры	-25 °С до +70 °С

2) Стационарный считыватель RFR-747U (Рисунок 4.2);



Рисунок 4.2 - Стационарный считыватель RFR-747U

Технические характеристики представлены в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Технические характеристики считывателя RFR-747U

Диапазон частот	860-960 МГц
Частотная модуляция	FHSS или фиксированной частоты, может быть установлено программное обеспечение
RF выход	+10,0 до +32.5 дБм, 50 Ом
Антенны	1/2/4 разъема SMA для подключения внешних антенн

Продолжение таблицы 4.2

Интерфейсы	Ethernet 10M/100M Adaptive, RS-232, RS-485
Скорость передачи по интерфейсам	9600~115200, RJ45 10 Мбит /с
Программное обеспечение	API SDK и VC и VB, Delphi
Входы/выходы	2 входа, 1 выход
Максимальная чувствительность приемника	82 дБм; максимальная обратные потери: 10 дБм
Габаритные размеры	200 (длина) x 200 (ширина) x 35 (высота) мм
Питание	С 220В переменного тока, выход +12В/3А DC преобразователь питания
Вес	1,1 кг
Класс пыли и влагозащиты	IP51
Рабочий диапазон температур	-20 °С до +55 °С
Температура хранения	-30°С до 75°С
Влажность	10-90% (без образования конденсата)

3) RFID-антенна ICVcom RFA-94U (рисунок 4.3);



Рисунок 4.3 - RFID-антенна ICVcom RFA-94U

Технические характеристики представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3 - Технические характеристики антенны ICVcom RFA-94U

Модель	RFA-912U
Рабочая частота	865-868МГц
Входное сопротивление	50 Ом
Антенный разъем	SMA -разъем
Коэффициент усиления	4 Дб
Коэффициент стоячей волны по напряжению	$\leq 1.4$
Поляризация	Круговая поляризация
Угол раскрытия	H:60
Габариты	165x165x20 мм
Материал корпуса	пластик
Вес	0.2 кг
Рабочая температура	-40°~+70°C

## Заключение

Современный склад – это большой и сложный организм, который требует постоянного внимания и контроля. Одна из самых больших проблем в управлении складом заключается в том, что в любой отдельный момент времени физическое(реальное) состояние склада отличается от его логического (ожидаемого) состояния.

Каждый управляющий складом думает о том, чтобы на складе был идеальный порядок, чтобы любой объект можно было найти за пару минут, чтобы любое перемещение объектов внутри склада моментально фиксировалось, а несанкционированное перемещение объектов за пределы склада – пресекалось.

В данной бакалаврской работе были выполнены поставленные цели и задачи: произведена модернизация склада, внедрение новой системы инвентаризации, выбор необходимого оборудования.

Одним из основных преимуществ автоматизации транспортных потоков является исключение влияния человеческого фактора на работу склада, а также повышения качества инвентаризации. Грамотно составленный алгоритм перемещения грузопотоков, позволяет экономить рабочее время работы складского хозяйства.

## Список использованных источников

1. Капустин Н. М. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов /Под ред. Н. М. Капустина. – М.: Высшая школа, 2004. – 415 с.
2. Волков Д.Л. Основы финансового учета. – СПб.: Высшая школа менеджмента, 2003. – 431 с.
3. Маниш Бхуптани, Шахрам Морадпур. RFID-технологии на службе вашего бизнеса / Под ред. Н. Троицкий. – М.: «Альпина Паблишер», 2007.– 290 с
4. Аникин Б.А. Логистика. Учебное пособие для бакалавров / Б.А. Аникин, Т.А. Родкин, М.А. Гапонова, И.А. Пузанова / Под ред. Б.А.Аникина, Т.А. Родкиной. – М.: Проспект, 2014. – 408 с.
5. Сербин В.Д. Основы логистики: учебное пособие / В.Д.Сербин; Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. -39 с.
6. Кондраков Н.П. Бухгалтерский (финансовый, управленческий) учет: Учебник / Н.П. Кондраков. 4-е изд. – М.: Проспект, 2015. – 347 с.
7. Hacking Exposed Linux: Linux Security Secrets & Solutions (third ed.). McGraw-HillOsborneMedia. 2008. p. 298.
8. Таран С.А. Как организовать склад. Практические рекомендации профессионала. – М.: Изд. Альфа-Пресс, 2006. – 160 с
9. Радченко М.Г. 1С: Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы / М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева; СПб: 1С-Публишинг, 2009. - 874 с.
10. Парахуда Р. Н., Шевцов В. И. Автоматизация измерений и контроля: Письменные лекции. – СПб.: СЗТУ, 2002. – 75 с.
11. Шумаев В.А. Основы логистики / Под ред. В.А. Шумаев – М.: Юридический институт МИИТ, 2016. – 314 с.
12. Шумаев В.А. Логистика в теории и практике управления современной экономикой / Под ред. Шумаев В.А.. – М.: МУ им. С.Ю. Витте, 2014.– 212 с.

13. Проценко О. Д. Логистика // Большая российская энциклопедия: в 30 т. / председатель науч.-ред. Совета Ю. С. Осипов; отв. ред. С. Л. Кравец. Т. 17. – М.: Большая российская энциклопедия, 2010.
14. Зайцев Г. Н., Федюкин, В. К., Атрошенко С. А. История техники и технологий. – М.: Политехника, 2007. — 416 с
15. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. – М.: Наука, 1987. — 712 с.
16. Minalgienej T, Baltrusaitis V. Photoimageable thick film implementation of very high density ceramics technology products. In Proc. 39th IMAPS Nordic Conf. Stockholm (Sweden), 2002, p. 233-242.
17. SSchwanke D., Pohlner J., Wonisch A., Kraft T., Geng J. Enhancement of fine line print resolution due to coating of screen fabrics. J. Microelectronics and Electronic Packaging, 2009, vol. 6, p. 13-19.
18. Albertsen A., Koiwal K., Kobayashi K., Oguchi T., Aruga K. Combined manufacture methods for high density LTCC substrates: thick film screen printing, ink jet, post firing thin film processes, and laser-drilled fine vias. J. Microelectronics and Electronic Packaging, 2009, vol. 6, p. 6-12.
19. Lennkeri J., Kivela S., Juntunen E., Jaakola T., Nummila K., Allen M., Kaskiala T., Hillmann G., Mathewson A. Development of chip to antenna interconnections for contact-less smart card applications. In Proc. 16th European Microelectronics and Packaging Conf.. Oulu (Finland), June 2007, p. 472-477.
20. <http://www.atol.ru/catalog/rfid-oborudovanie3686/>
21. <https://kkm-spektr.ru/shop/rfid/?limit=999999>
22. [https://znaytovar.ru/s/Ponyatie\\_skladov\\_ix\\_funkcii.html](https://znaytovar.ru/s/Ponyatie_skladov_ix_funkcii.html)
23. [http://studopedia.ru/8\\_94652\\_ponyatie-sklada-vidi-skladov.html](http://studopedia.ru/8_94652_ponyatie-sklada-vidi-skladov.html).
24. <http://www.tendo.ru/rfid/rfid-texnologii.html>
25. <http://erfid.ru/solution/warehouse>