

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Кафедра _____ «Прикладная математика и информатика» _____
(наименование)

09.03.03 Прикладная информатика

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Разработка социальных и экономических информационных систем

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка информационной системы для анализа и оптимизации
уровня запасов на складе»

Обучающийся

Н.Н. Гуняшов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.э.н., доцент, Т.А. Раченко

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

к.п.н., доцент, А.В. Егорова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Тема бакалаврской работ «Разработка информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе».

Ключевые слова: разработка информационных систем, анализ и оптимизация уровня запасов, склад.

Объект – склад с запасами товаров/материалов.

Предмет – процессы анализа и оптимизации уровня запасов на складе.

Цель работы – разработать информационную систему, которая будет эффективно анализировать и оптимизировать уровень запасов на складе для повышения эффективности логистических операций, снижения избыточных запасов, сокращения затрат на хранение и предотвращения дефицита необходимых товарно-материальных ценностей.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке информационной системы, обеспечивающей эффективное управление запасами на складе.

Данная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы и источников. Первая глава посвящена анализу предметной области автоматизации и постановке задачи на разработку информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе. Вторая глава посвящена разработке информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе. В третьей главе описан процесс реализации и оценки эффективности предлагаемых проектных решений.

В заключении описываются результаты выполнения выпускной квалификационной работы.

Бакалаврская работа состоит из 46 страниц текста, 18 рисунков, 7 таблиц и 23 источников.

Abstract

The title of the graduation work is «Development of an information system for analyzing and optimizing inventory levels in a warehouse».

The graduation work consists of an introduction, three parts, a conclusion, tables, list of references including foreign sources.

The key issue of the graduation project is the introduction of effective automation tools for analyzing and optimizing inventory levels in a warehouse.

We touch upon the problem of the optimizing inventory levels in a warehouse.

The aim of the work is to develop an information system for analyzing and optimizing inventory levels in a warehouse.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: analysis of the subject area of automation and setting the task for the development of an information system for analyzing and optimizing inventory levels in a warehouse; development of an object model of configuration data and a logical model of information system for analyzing and optimizing inventory levels in a warehouse; description of the process of implementation and evaluation of the effectiveness of proposed design solutions.

Finally, we present the work on the of information system for analyzing and optimizing inventory levels in a warehouse, which increases the efficiency of the decision-making process.

In conclusion we'd like to stress the purposed information system allows you to increase the efficiency and productivity of the organization by providing timely and accurate information for decision-making.

Оглавление

Введение.....	5
Глава 1 Анализ предметной области автоматизации и постановка задачи на разработку информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.....	7
1.1 Характеристика деятельности объекта автоматизации	7
1.2 Анализ бизнес-процесса управления складом	8
1.3 Разработка требований к информационной системе для анализа и оптимизации уровня запасов на складе	13
1.4 Обзор и анализ аналогов информационной системе для анализа и оптимизации уровня запасов на складе	15
Глава 2 Проектирование информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе	21
2.1 Разработка логической модели информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.....	21
2.2 Разработка логической модели данных информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.....	27
2.3 Выбор метода оптимизации запасов.....	28
Глава 3 Реализация информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе и оценка эффективности проектных решений.....	31
3.1 Реализация информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.....	31
3.2 Оценка экономической эффективности информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.....	38
Заключение	42
Список используемой литературы и используемых источников.....	44

Введение

Управление складскими запасами является важным аспектом управления цепочкой поставок. Эффективное управление складскими запасами не только обеспечивает бесперебойную работу, но и способствует экономии затрат.

Одной из важнейших задач, с которыми сталкивается менеджер склада, является оптимизация складского пространства. В условиях ограниченного пространства менеджерам склада необходимо следить за тем, чтобы запасы были хорошо организованы и оптимально использовались.

Решение данной задачи является одним из ключевых экономических механизмов поддержки высокой эффективности деятельности предприятия и обеспечивается за счет внедрения эффективных средств анализа и оптимизации запасов на его складе.

В этой связи представляет научно-практический интерес разработка информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.

Объектом исследования бакалаврской работы является склад. Объект – склад с запасами товаров/материалов.

Предмет – процессы анализа и оптимизации уровня запасов на складе.

Цель работы – разработать информационную систему, которая будет эффективно анализировать и оптимизировать уровень запасов на складе для повышения эффективности логистических операций, снижения избыточных запасов, сокращения затрат на хранение и предотвращения дефицита необходимых товарно-материальных

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- произвести анализ предметной области автоматизации и выполнить постановку задачи на разработку информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе;
- разработать информационную систему для анализа и оптимизации

уровня запасов на складе;

- выполнить реализацию проектных решений и оценить их эффективность.

Методы исследования – методы и технологии проектирования социальных и экономических информационных систем.

Практическая значимость бакалаврской работы заключается в разработке информационной системы, обеспечивающей эффективное управление запасами на складе.

Данная работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка используемой литературы и источников.

Первая глава посвящена анализу предметной области автоматизации и постановке задачи на разработку информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.

Вторая глава посвящена разработке информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.

В третьей главе описан процесс реализации и оценки эффективности предлагаемых проектных решений.

В заключении описываются результаты выполнения выпускной квалификационной работы.

Глава 1 Анализ предметной области автоматизации и постановка задачи на разработку информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

1.1 Характеристика деятельности объекта автоматизации

Объектом автоматизации является склад предприятия.

Схема организационной структуры службы управления типовым складом представлена на рисунке 1.

На схеме:

ГОУ – группа оперативного управления;

УПХВ ТМЦ – участок приемки, хранения и выдачи ТМЦ;

ГСЛ – группа складской логистики;

ГТУ – группа товарного учета.

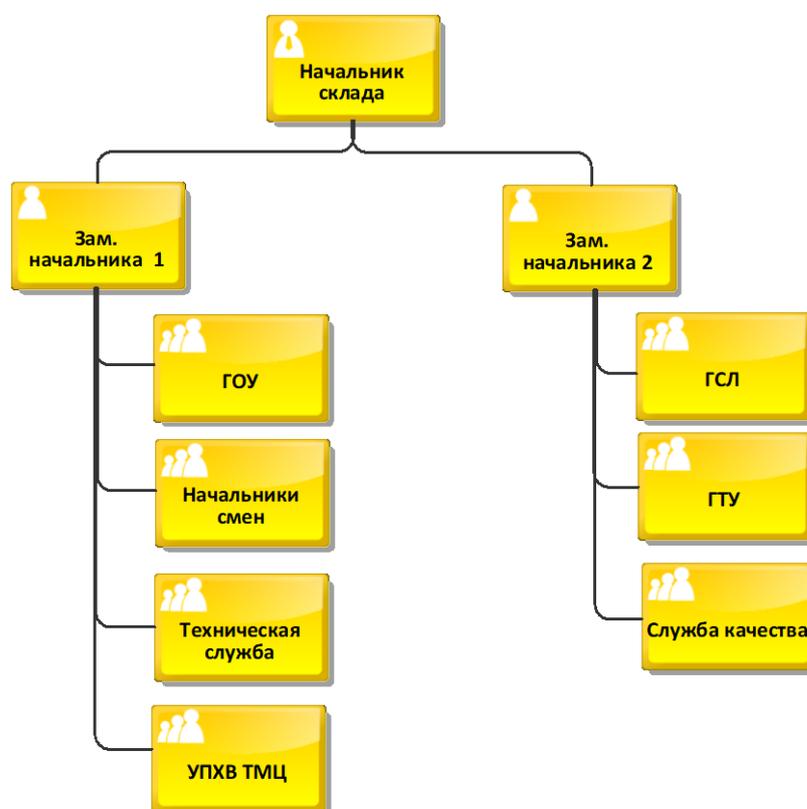


Рисунок 1 – Организационная структура службы управления типовым складом

Основной код ОКВЭД – 52.10 «Деятельность по складированию и хранению» [4].

Дополнительные коды ОКВЭД:

- 47.91 «Торговля розничная по почте или по информационно-коммуникационной сети интернет»;
- 82.99 «Деятельность по предоставлению прочих вспомогательных услуг для бизнеса, не включенная в другие группировки»;
- 52.29 «Деятельность вспомогательная прочая, связанная с перевозками»;
- 53.10 «Деятельность почтовой связи общего пользования»;
- 53.20 «Деятельность почтовой связи прочая и курьерская деятельность»;
- 96.09 «Предоставление прочих персональных услуг, не включенных в другие группировки».

Складской учет регулируется различными нормативными актами, включая Налоговый кодекс Российской Федерации, Закон о бухгалтерском учете и Таможенный кодекс Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Эти правила содержат руководящие принципы относительно того, как предприятия должны учитывать свои товарно-материальные запасы, включая оценку товаров, учет операций с товарно-материальными запасами и требования к отчетности [13].

Автоматизация бизнес-процессов склада осуществляется с помощью специального программного обеспечения, основанного главным образом на применении отраслевых решений на платформе «1С: Предприятие 8».

1.2 Анализ бизнес-процесса управления складом

Для оценки эффективности бизнес-процессов склада применим технологию реинжиниринга бизнес-процессов [7].

Рассмотрим организацию бизнес-процессов на складе.

«Бизнес-процесс на складе представляет собой одну операцию или комплекс операций, которые выполняются специалистами складского центра при поступлении товарно-материальных ценностей ТМЦ» [12].

Для анализа бизнес-процесса управления складом используем нотацию BPMN [14]. Главное преимущество нотации BPMN заключается в том, что она фокусируется на визуализации и моделировании конкретных бизнес-процессов. На практике это означает, что BPMN используется аналитиками, программистами и другими людьми, непосредственно участвующими в управлении бизнес-процессами [18]. Для разработки BPMN-диаграмм используем онлайн-сервис BPMN.Studio [15].

На рисунке 2 и 3 показаны BPMN-диаграммы бизнес-процессов управления операциями прихода и расхода ТМЦ «Как есть», соответственно.

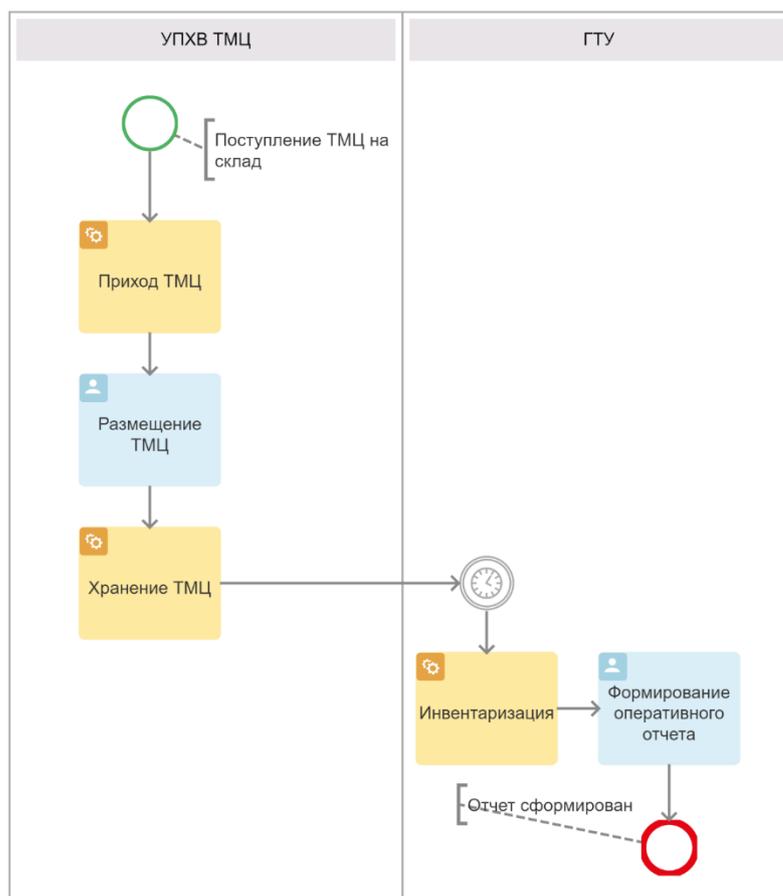


Рисунок 2 – Диаграмма бизнес-процесса управления приходом ТМЦ на склад «Как есть»

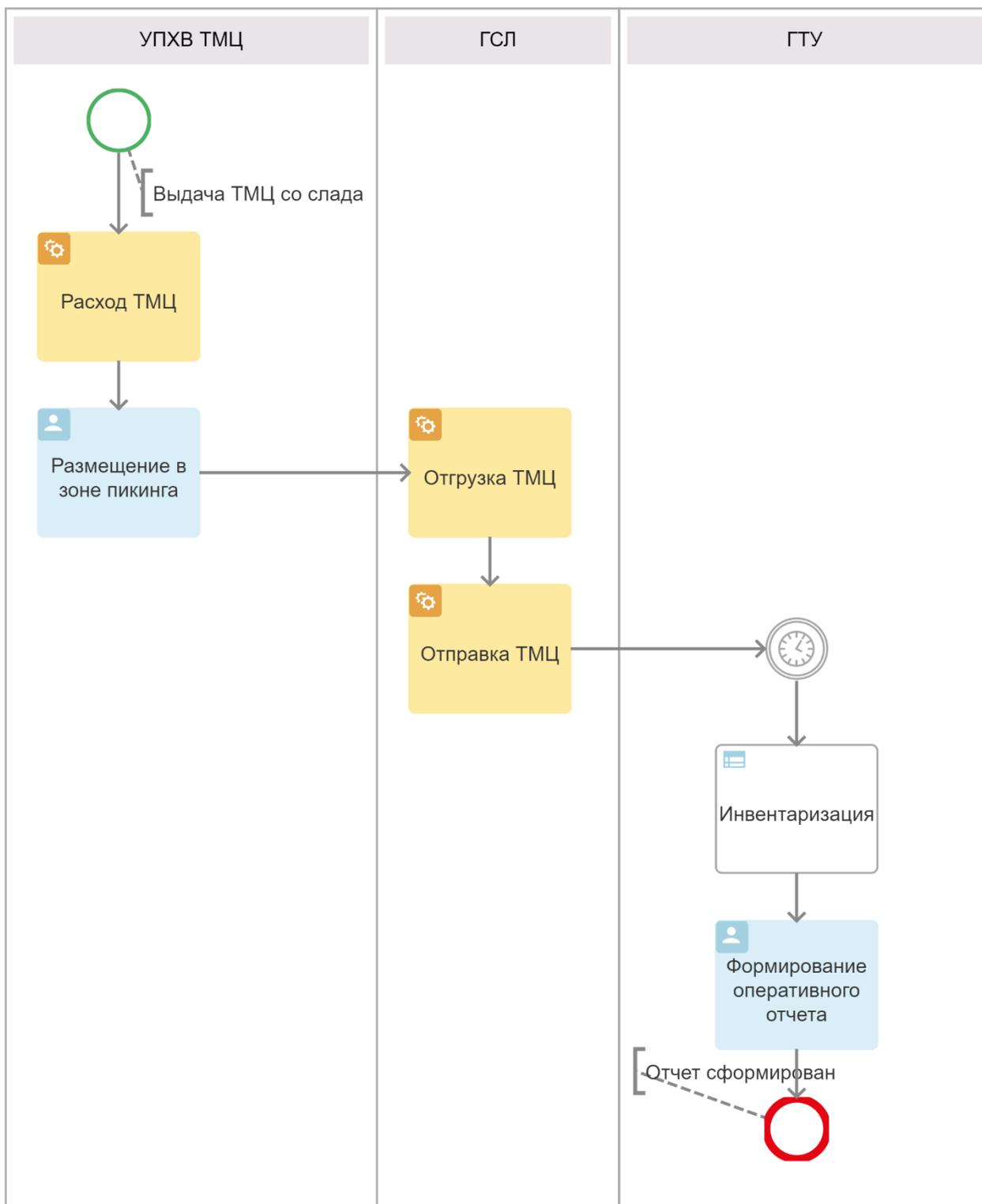


Рисунок 3 – Диаграмма бизнес-процесса управления расходом ТМЦ со склада «Как есть»

Целью реинжиниринга является повышение эффективности бизнес-процесса управления запасами на складе.

Как следует из диаграмм, ключевой операцией данного бизнес-процесса является инвентаризация.

Инвентаризация склада – это обязательная процедура, которая должна проводится минимум раз в год, перед составлением годовой отчётности предприятия. Она позволяет сопоставить фактическое наличие товаров с данным в системе учёта и, при необходимости, выявить виновников недостачи.

Следует отметить, что инвентаризация является также одним из механизмов управления запасами предприятия.

Управление запасами – это установление баланса между стоимостью запасов, уровнем обслуживания и продажами и обеспечение достижения оптимальных показателей запасов.

Последнее означает достижение минимально возможных затрат на обработку запасов и максимально возможное безупречное выполнение продаж.

Увеличение запасов может помочь предприятию увеличить продажи, но это обходится значительными затратами.

С другой стороны, сокращение запасов снижает затраты, но это может повлиять на продажи, если запасов не будет под рукой для быстрого ремонта, обслуживания или доставки – и, возможно, повлиять на удержание клиентов предприятия.

Таким образом, оптимизация запасов на складе – это процесс поддержания необходимого количества запасов, необходимого для удовлетворения спроса, поддержания низких затрат на логистику и предотвращения распространенных проблем с запасами, таких как дефицит, избыток запасов и отложенные заказов [8].

Одним из эффективных способов оптимизации запасов на складе является внедрение специальной информационной системы (ИС) [17].

Таким образом, для повышения эффективности управления запасами ТМЦ на складе необходимо разработать и внедрить в бизнес-процесс

управления складом ИС для анализа и оптимизации (АиО) уровня запасов ТМЦ на складе.

Разработана диаграмма бизнес-процесса управления запасами ТМЦ на складе «Как должно быть», показанная на рисунке 4.

Так как изменения в организации бизнес-процессов связаны только с операциями учета и инвентаризации, данная диаграмма представлена в обобщенной форме для операций прихода и расхода.

Представленная модель отражает точку зрения начальника склада.

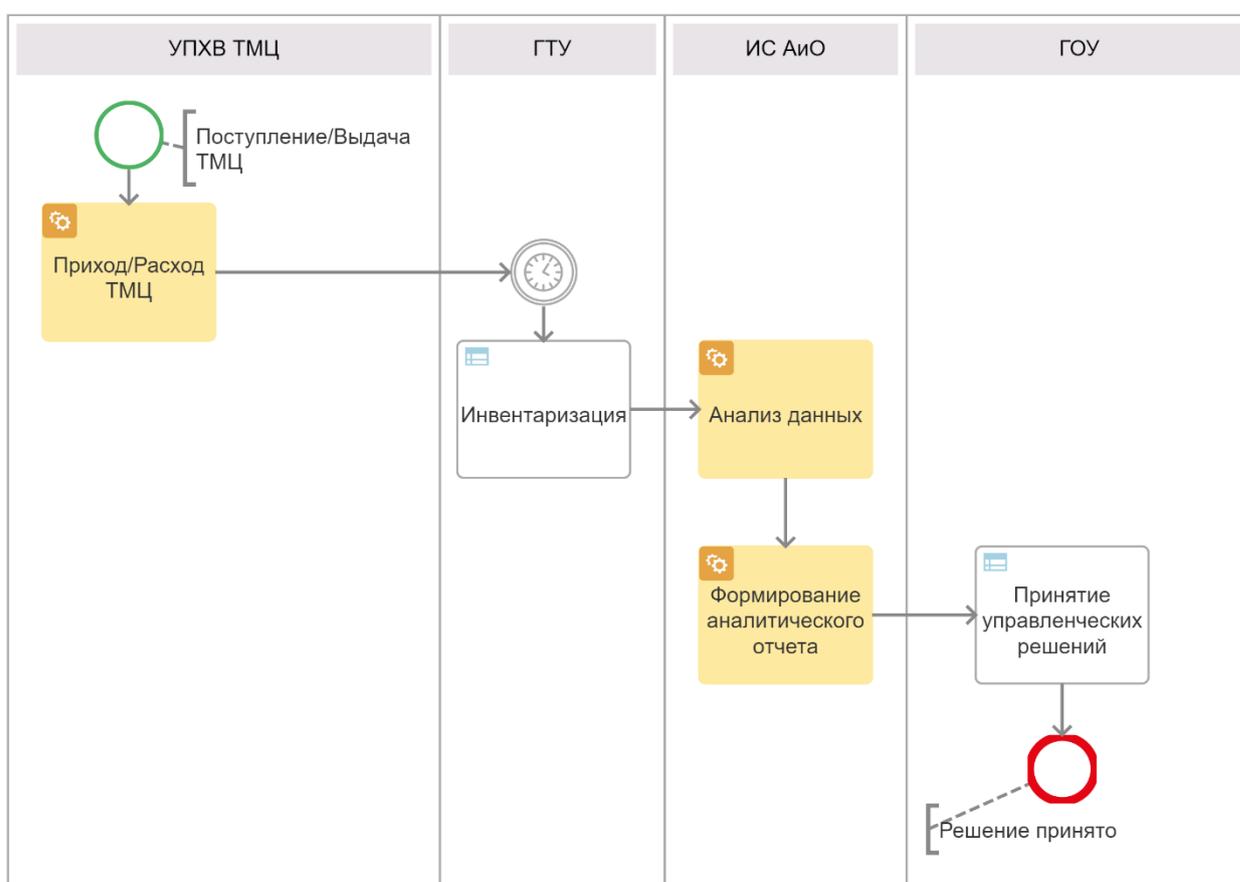


Рисунок 4 – Диаграмма бизнес-процесса управления запасами ТМЦ на складе «Как должно быть»

Как показывает практика, ИС АиО по своей архитектуре и функционалу должна относиться к информационным системам управления (ИСУ).

ИСУ – это совокупность систем, оборудования, процедур и людей, которые работают вместе для обработки, хранения и производства информации, полезной для организации.

Это важная система для каждой организации, которая должна обеспечивать сохранение конкурентоспособности на рынке.

Рассмотрим ключевые аспекты ИСУ.

Назначение и функциональность:

- ИСУ служит мостом между системами более высокого уровня (такими как планирование ресурсов предприятия (ERP)) и реальными производственными операциями;
- основная цель ИСУ – отслеживать и документировать производство продукции или услуги в режиме реального времени;
- ИСУ собирают данные из различных источников, предоставляя точную и актуальную информацию о производственной деятельности.

В рассматриваемом случае ИС АиО позволит создавать аналитические отчеты для принятия решения по оптимизации запасов ТМЦ на складе.

1.3 Разработка требований к информационной системе для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

Как показал анализ, не все ИС соответствуют требованиям заинтересованных сторон. Зачастую это не удается сделать из-за нескольких факторов в том числе плохой разработки требований.

Таким образом, необходимо определить ключевые критерия, которые способствуют эффективности разработки ИС АиО запасов.

Для разработки требований к ИС АиО используем методологию FURPS+.

«Преимущества использования FURPS+ заключаются в следующем:

- способствует более полному и точному определению требований к системе, а также их приоритезации, согласованию и верификации»

[5];

- облегчает коммуникацию и сотрудничество между заинтересованными сторонами, такими как заказчики, разработчики, тестировщики, пользователи и др.;
- поддерживает использование различных методологий и инструментов для управления требованиями.

Требования к ИС АиО должны быть согласованы с начальников склада» [5].

На основании проведенного анализа выработаны требования к новой ИС АиО по методологии FURPS+, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к ИС АиО

«Требование	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Functionality — Функциональные требования				
Анализ данных инвентаризации склада	одобренное	средняя	средний	низкая
Формирование управленческих отчетов для обеспечения оптимизации	одобренное	критическая	средний	низкая
Usability— Требования к удобству использования				
Современный дизайн	одобренное	критическая	средний	низкая
Дружественный интуитивный интерфейс	одобренное	критическая	средний	низкая
Reliability— Требования к надежности				
Допустимая частота/периодичность сбоев: 1 раз в 300 часов	одобренное	важная	средний	средняя
Среднее время сбоев: 1 раб. день	одобренное	важная	средний	средняя
Возможность восстановления системы после сбоев: 1 раб. день	одобренное	важная	средний	средняя
Режим работы: рабочий день	одобренное	важная	средний	средняя» [21]

Продолжение таблицы 1

«Требование	Статус	Полезность	Риск	Стабильность
Performance — Требования к производительности				
Допустимое количество одновременно работающих пользователей: 10	предложенное	важная	средний	средняя
Время реакции на возникновение аварийной ситуации: 10 с	предложенное	важная	средний	средняя
Время устранения критических проблем: в течение рабочего дня	предложенное	важная	средний	средняя
Проектные ограничения				
Разработка с помощью современных ИТ	предложенное	важная	средний	средняя
Отсутствие избыточного функционала	предложенное	важная	средний	средняя
Низкая совокупная стоимость владения	предложенное	критическая	средний	низкая» [21]

Разработанный перечень требований является основой для разработки ИС АиО.

1.4 Обзор и анализ аналогов информационной системе для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

Рассмотрим известные аналоги ИС АиО.

«ABM Inventory – это решение для оптимизации управления запасами в торговых сетях, вобравшее в себя лучшие практики управления ритейлом. Программа управления запасами позволяет снизить излишки в и сократить упущенные продажи на 35-60%. Более 2500 торговых точек формируют свои заказы с помощью ABM Inventory.

Программа сама ставит и приоритезирует ежедневные задачи менеджеру и отслеживает успешность выполнения путем отправки письма менеджеру после окончания таймера на дашборде (информационной панели).

На дашборде представлены товары, которые требуют особого внимания: TOP (генерируют более 80% оборота компании), новые и товары в акциях.

Для каждого менеджера доступна информация по КРІ: излишкам, упущенным продажам, оборачиваемости, которые пересчитываются ежедневно (рисунок 5)»[9].

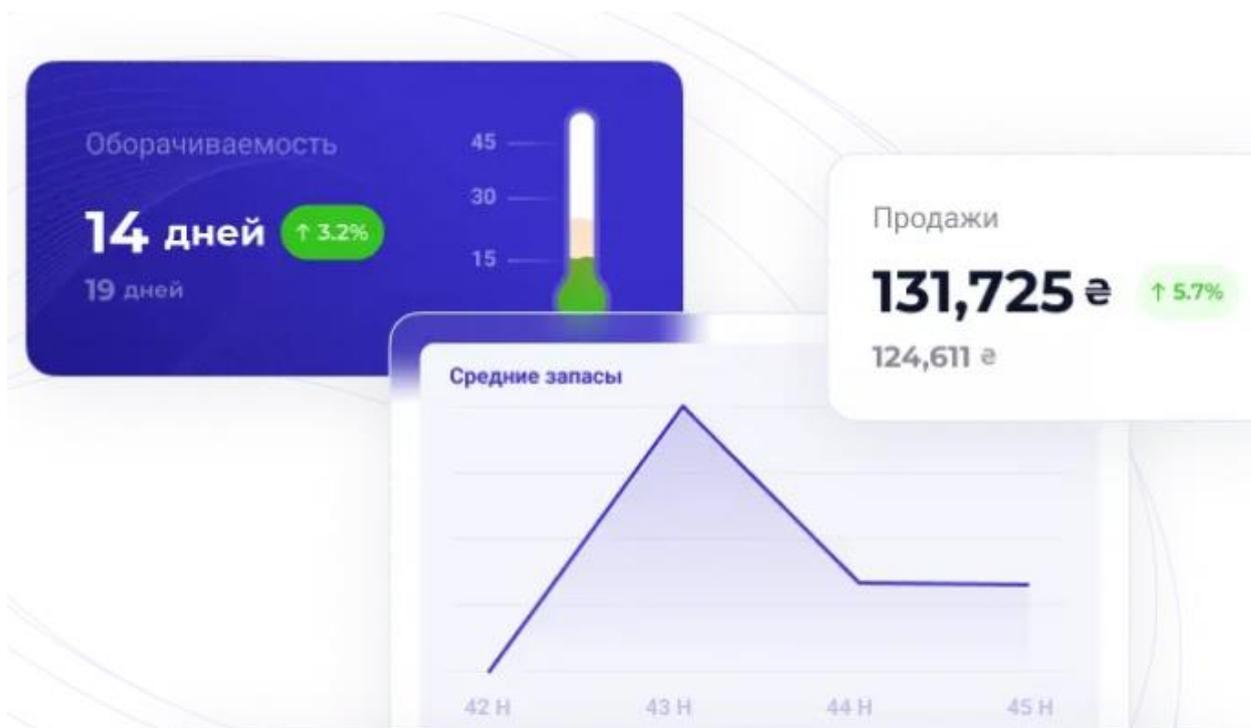


Рисунок 5 – Пример информационной панели ABM Inventory

Полностью контролируем управление запасами, программное обеспечение фокусирует внимание менеджера на улучшении этих показателей, предоставляя всю необходимую информацию по работе с запасами.

Forecast NOW! – программа для автозаказа, оптимизации запасов и прогнозирования спроса.

«Она позволяет формировать заказы поставщикам, оптимально распределять товары по филиальной сети, строить прогнозы спроса, продаж и прибыли, а также прогнозировать эффект от маркетинговых мероприятий.

Программа помогает торговым компаниям сократить излишки, неликвиды и справиться с проблемой дефицитов за счет использования вероятностных моделей и оценке возможных рисков при прогнозировании спроса, планировании запасов и расчете заказов.

Forecast NOW! интегрируется с любой из существующих учетных систем.

Функционал программы закрывает процессы:

- прогнозирование и автозаказ;
- стратегическое планирование закупок;
- ребалансировка товарных запасов по складам;
- прогнозирование эффектов промо-акций;
- аналитика (рисунок 6)» [10].

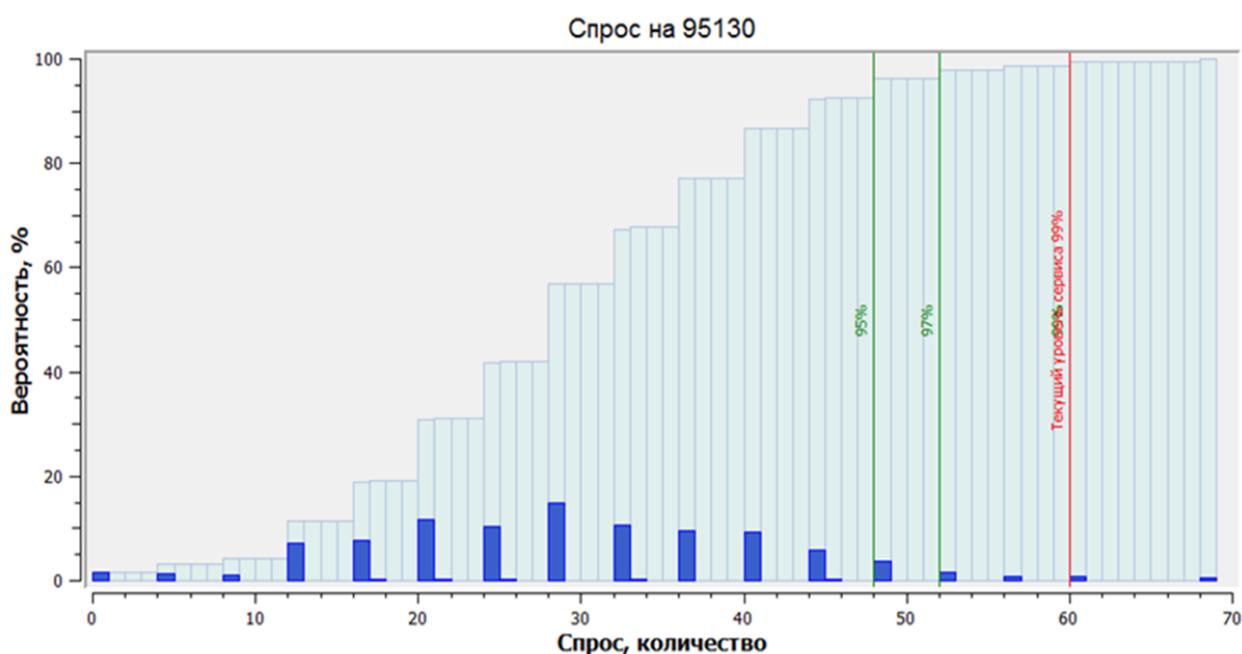


Рисунок 6 – Пример аналитического отчета Forecast NOW!

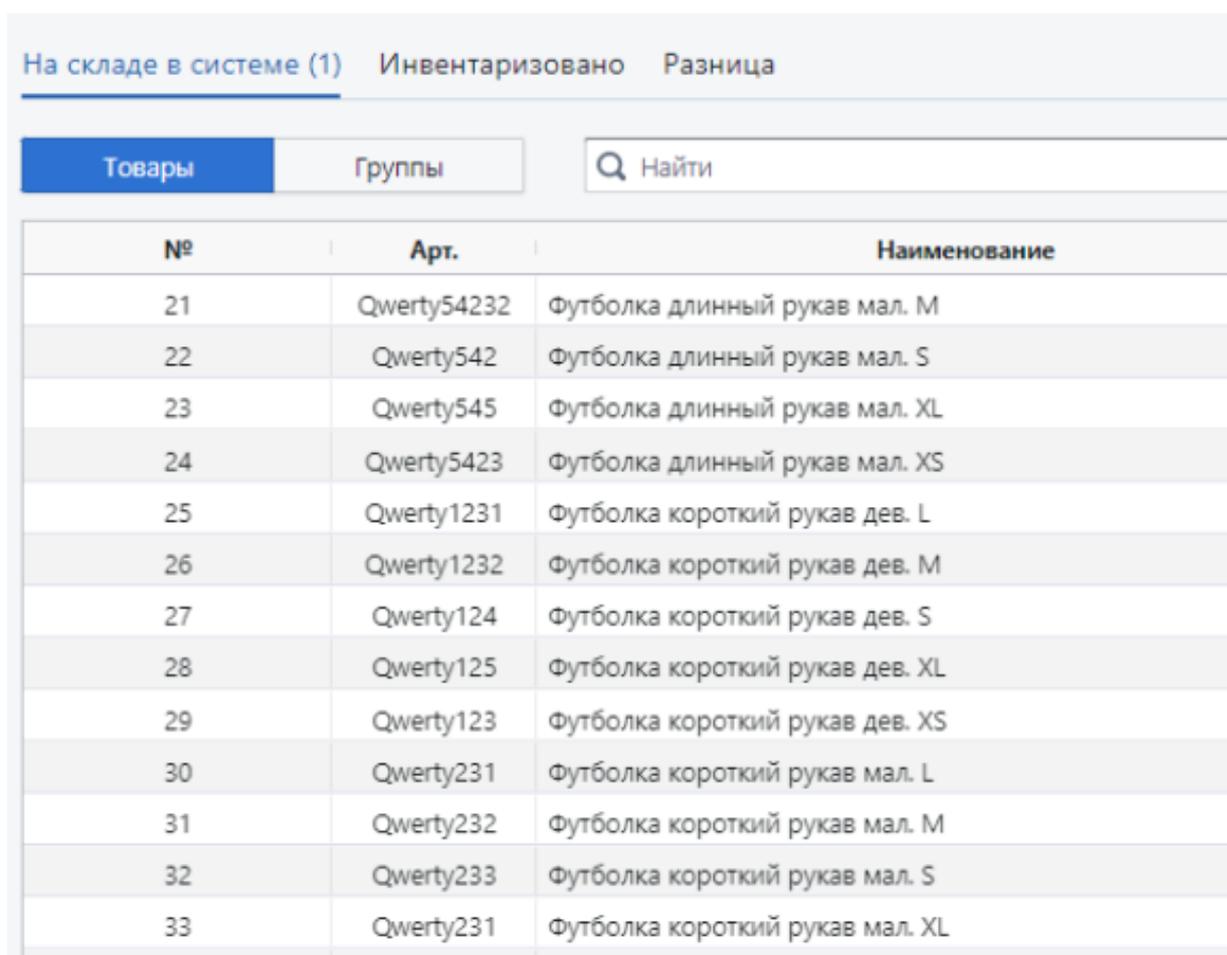
В программе можно рассчитать большое количество показателей эффективности управления запасами за интересующий период: оборачиваемость; коэффициент покрытия; дефицит и упущенная прибыль;

текущий товарный запас; рентабельность запасов; объем неликвидных запасов; размер запасов в нескладском ассортименте; средние продажи и остатки.

Оценить показатели можно по конкретным товарам, группам товаров, поставщикам, менеджерам по ассортименту.

Subtotal – простая программа для ведения склада.

Окно журнала инвентаризации показано на рисунке 7.



№	Арт.	Наименование
21	Qwerty54232	Футболка длинный рукав мал. M
22	Qwerty542	Футболка длинный рукав мал. S
23	Qwerty545	Футболка длинный рукав мал. XL
24	Qwerty5423	Футболка длинный рукав мал. XS
25	Qwerty1231	Футболка короткий рукав дев. L
26	Qwerty1232	Футболка короткий рукав дев. M
27	Qwerty124	Футболка короткий рукав дев. S
28	Qwerty125	Футболка короткий рукав дев. XL
29	Qwerty123	Футболка короткий рукав дев. XS
30	Qwerty231	Футболка короткий рукав мал. L
31	Qwerty232	Футболка короткий рукав мал. M
32	Qwerty233	Футболка короткий рукав мал. S
33	Qwerty231	Футболка короткий рукав мал. XL

Рисунок 7 – Окно журнала инвентаризации Subtotal

Преимущества программы [11]:

- снижение потерь на 90%: контроль работы сотрудников и движения товара;
- аналитика: отчеты по остаткам (фактическим и с учетом резерва),

- заканчивающиеся товары и др.;
- уменьшение суммы склада: учет и оптимизация запасов;
- выгодные закупки: история закупок по товару и контрагенту, сравнение по марже и т.д.;
- экономия времени на рутину: печать ценников, быстрая инвентаризация, штрих-коды и пр.;
- управление розничной сетью: учет остатков по всем складам, перемещение товаров между складами.

Для сравнения характеристик рассмотренных аналогов ИС АиО разработана таблица 2.

Таблица 2 – Сравнение характеристик аналогов ИС АиО

Характеристика/балл (0-3)	ABM Inventory	Forecast NOW!	Subtotal
Анализ данных инвентаризации склада	3	3	3
Формирование управленческих отчетов для обеспечения оптимизации	3	3	3
Отсутствие избыточного функционала	1	1	1
Низкая совокупная стоимость владения	0	1	2
Итого	5	8	9

Таким образом, ни одно из представленных решений не соответствует полностью сформулированным требованиям.

Поэтому необходимо разработать новую ИС АиО.

Выводы к главе 1

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие ниже
выводы:

- для повышения эффективности бизнес-процесса управления запасами необходимо разработать и внедрить ИС АиО уровня запасов на складе;
- ИС АиО позволит создавать аналитические отчеты для принятия решения по оптимизации запасов ТМЦ на складе;
- сформирован перечень требований, который является основой для разработки ИС АиО;
- ни одно из представленных решений не соответствует полностью сформулированным требованиям.

Поэтому необходимо разработать новую ИС АиО уровня запасов на складе.

Глава 2 Проектирование информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

2.1 Разработка логической модели информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

Логическое моделирование – это важнейший процесс, который может принести пользу, как бизнесу, так и заинтересованным сторонам в сфере ИТ.

Логические модели обеспечивают общий язык для этих двух групп для эффективного общения, гарантируя, что все участники проекта понимают цели и требования. Такое общее понимание помогает устранить недоразумения и гарантирует, что все стороны работают над достижением одних и тех же целей.

Одним из основных преимуществ логического моделирования является обеспечение общего языка между бизнесом и заинтересованными сторонами в сфере ИТ. Это позволяет им делиться своими знаниями, идеями и опытом без путаницы и недопонимания. Логические модели помогают гарантировать, что каждая заинтересованная сторона имеет точное представление о функциональности системы, которое они могут использовать для принятия обоснованных решений о проектировании, внедрении, тестировании, развертывании и обслуживании. Еще одним важным преимуществом логического моделирования является его полезность при сборе требований, поскольку оно дает обзор того, что необходимо построить, прежде чем углубляться в конкретные детали. Логические модели позволяют заинтересованным сторонам наглядно представить, как различные компоненты сочетаются друг с другом в системе.

Таким образом, у них есть вся необходимая информация, необходимая при разработке программных систем или приложений.

Логические модели способствуют эффективной реализации, позволяя разработчикам детализировать сложные проекты на более мелкие части в соответствии со спецификациями, что упрощает работу команд, работающих на разных уровнях, поскольку им не нужны обширные технические знания благодаря предоставленным четким описаниям в логических схемах.

Кроме того, после реализации логическое моделирование дает преимущества, выходящие за рамки задач разработки; предприятия могут непрерывно отслеживать работу процессов на основе логической схемы, созданной ранее на этапах планирования, что позволяет своевременно выявлять ошибки до увеличения затрат, связанных с исправлением после поставки.

Логическая модель ИС позволяет быстро принимать решения при возникновении изменений, поскольку показывает, где какие-либо конкретные изменения могут повлиять на другие компоненты, что сводит к минимуму негативные последствия, такие как простои или потеря данных, в целом повышая общую эффективность во всех областях деятельности подразделений. Это в значительной степени связано со структурированием рабочих процессов вокруг хорошо организованных объектов, представленных графически посредством визуального представления, обеспечиваемого диаграммами UML. Логическое моделирование может оказать существенное влияние на бюджет и сроки проекта. Предоставляя четкое понимание того, что необходимо сделать, это помогает исключить ненужную работу или действия, которые могут привести к дополнительным затратам.

Логическая модель отличается от концептуальной модели, которая отображает предметную область в форме взаимосвязанных объектов без указаний способов их физического хранения, и от физической модели, которая является материальным воплощением логической модели в виде программного обеспечения, баз данных, устройств и т.п.

Для разработки логической модели используем CASE-средство Rational Rose [6].

Для отражения функционального аспекта ИС АиО уровня запасов на складе необходимо разработать ее диаграмму вариантов использования.

Диаграмма вариантов использования – это диаграмма, которая показывает, какие функции системы доступны для разных групп пользователей и как они взаимодействуют с этими функциями. Диаграмма вариантов использования состоит из следующих элементов:

- акторы: это люди или подсистемы, которые используют систему или влияют на нее. Они обозначаются фигурками человека с именами;
- варианты использования: это цели или задачи, которые пользователи хотят достичь с помощью системы. Они обозначаются овалами с названиями;
- связи: ассоциация, включение, расширение, обобщение.

Диаграмма вариантов использования помогает анализировать требования к системе, определять ее границы и основные функции, а также общаться с заинтересованными сторонами.

В процессе разработки диаграммы вариантов использования были выделены следующие акторы: Бухгалтер, Менеджер, Начальник склада [23].

Описание вариантов использования ИС АиО представлено в таблицах 3-6.

Таблица 3 – Описание прецедента: Проведение инвентаризации

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Проведение инвентаризации
ID	1
Краткое описание	Проведение инвентаризации на складе
Главный актер	Бухгалтер
Второстепенный актер	Нет
Предусловие	Нет
Основной поток	Бухгалтер проводит инвентаризацию на складе
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [23]

Таблица 4 – Описание прецедента: Анализ результатов инвентаризации

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Анализ результатов инвентаризации
ID	2
Краткое описание	Анализ результатов инвентаризации
Главный актер	Менеджер
Второстепенный актер	Нет
Предусловие	Получение результатов инвентаризации
Основной поток	Менеджер производит анализ результатов инвентаризации
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [23]

Таблица 5 – Описание прецедента: Формирование отчета об оптимизации на складе

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Формирование отчета об оптимизации на складе
ID	3
Краткое описание	Формирование отчета об оптимизации на складе
Главный актер	Менеджер
Второстепенный актер	Нет
Предусловие	Нет
Основной поток	Менеджер формирует отчет об оптимизации на складе
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [23]

Таблица 6 – Описание прецедента: Принятие управленческих решений

«Элемент диаграммы	Описание
Прецедент	Принятие управленческих решений
ID	4
Краткое описание	Принятие управленческих решений
Главный актер	Начальник склада
Второстепенный актер	Нет
Предусловие	Нет» [23]

Продолжение таблицы 6

«Элемент диаграммы	Описание
Основной поток	Начальник принимает управленческих решения
Постусловие	Нет
Альтернативные потоки	Нет» [23]

Диаграмма вариантов использования ИС АиО показана на рисунке 8.

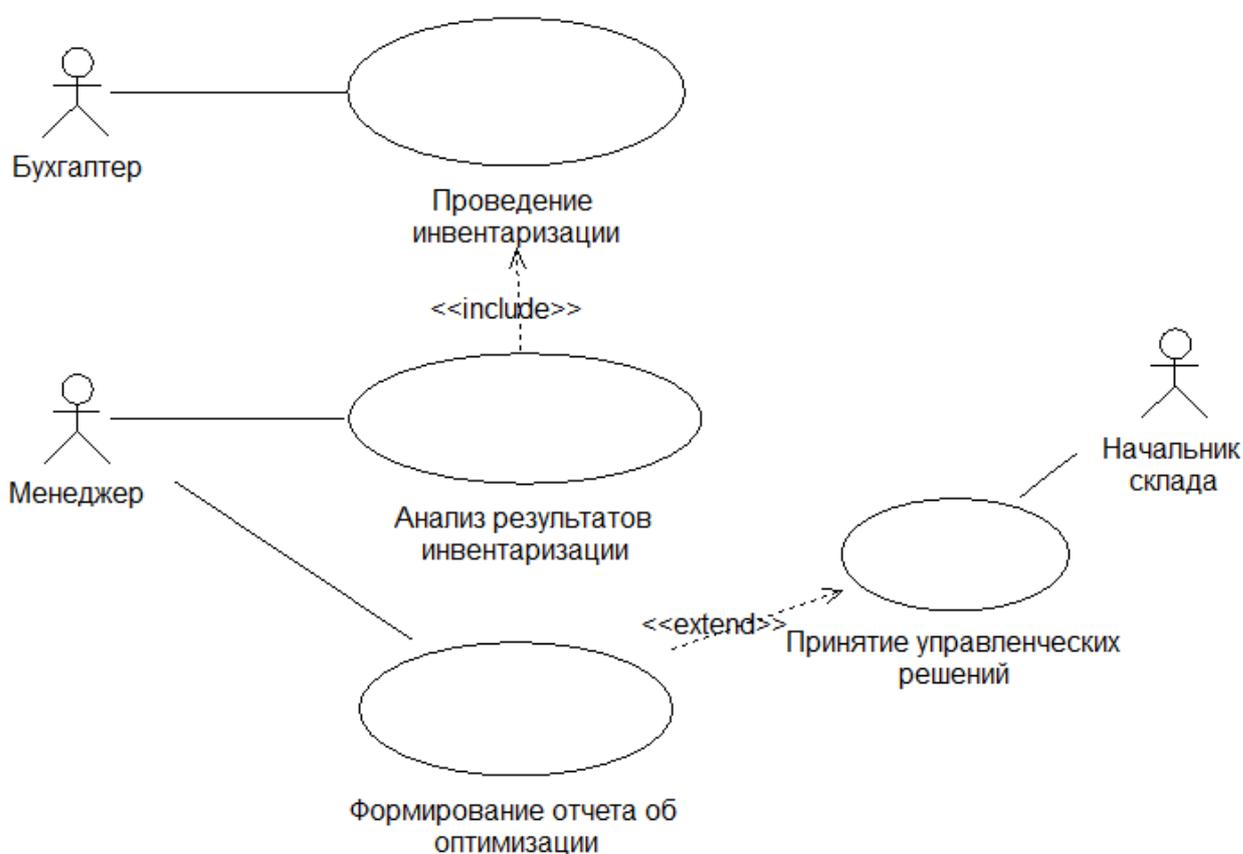


Рисунок 8 – Диаграмма вариантов использования ИС АиО уровня запасов на складе

Для отражения структурного аспекта ИСУ необходимо разработать ее диаграмму классов.

Диаграмма классов относится к статическому виду диаграмм UML, который описывает структуру системы, а не ее поведение. Диаграмма классов

помогает анализировать, проектировать и документировать программные системы. На диаграмме классов классы представляются в виде прямоугольников, разделенных на три части: имя класса, атрибуты и операции.

Отношения между классами показываются с помощью линий, которые могут иметь разные символы на концах, обозначающие тип и кратность отношения. Например, ассоциация, агрегация, композиция, наследование, реализация и т.д. [6].

Диаграмма классов ИС АиО представлена на рисунке 9.

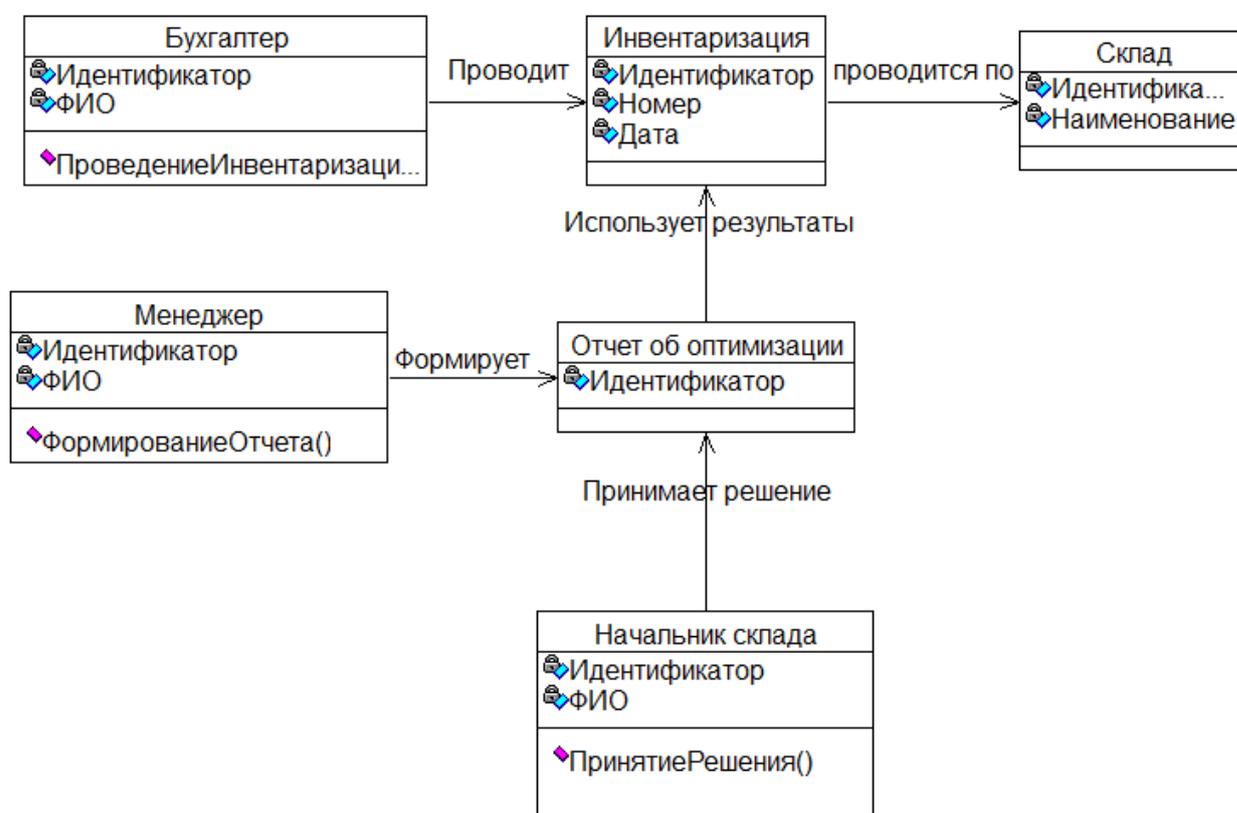


Рисунок 9 – Диаграмма классов ИС АиО уровня запасов на складе

Диаграмма последовательности - это диаграмма, которая показывает порядок и взаимодействие объектов в системе.

На рисунке 10 показана диаграмма последовательности сценария

бизнес-процесса управления запасами на складе.

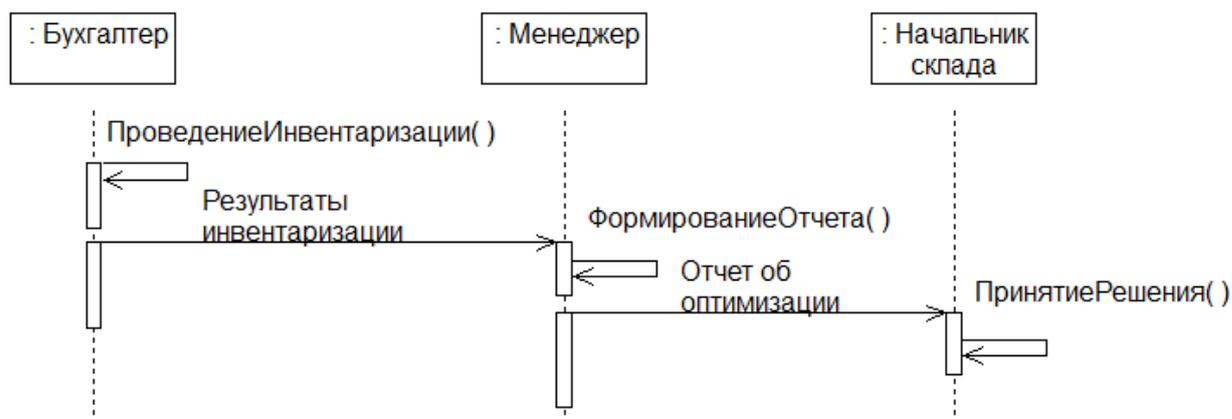


Рисунок 10 – Диаграмма последовательности сценария управления запасами на складе

Диаграмма последовательности относится к динамическому виду диаграмм UML, который описывает поведение ИС АиО уровня запасов на складе.

2.2 Разработка логической модели данных информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

Логическая модель данных ИС АиО построена по модели ROLAP (Relational OLAP) на основе данных, полученных из информационной системы складского учета предприятия [20].

В качестве таблиц измерения используются справочники ТМЦ и отчетных периодов.

В качестве таблицы фактов использована таблица результатов инвентаризации.

Логическая модель данных ИС АиО показана на рисунке 11.

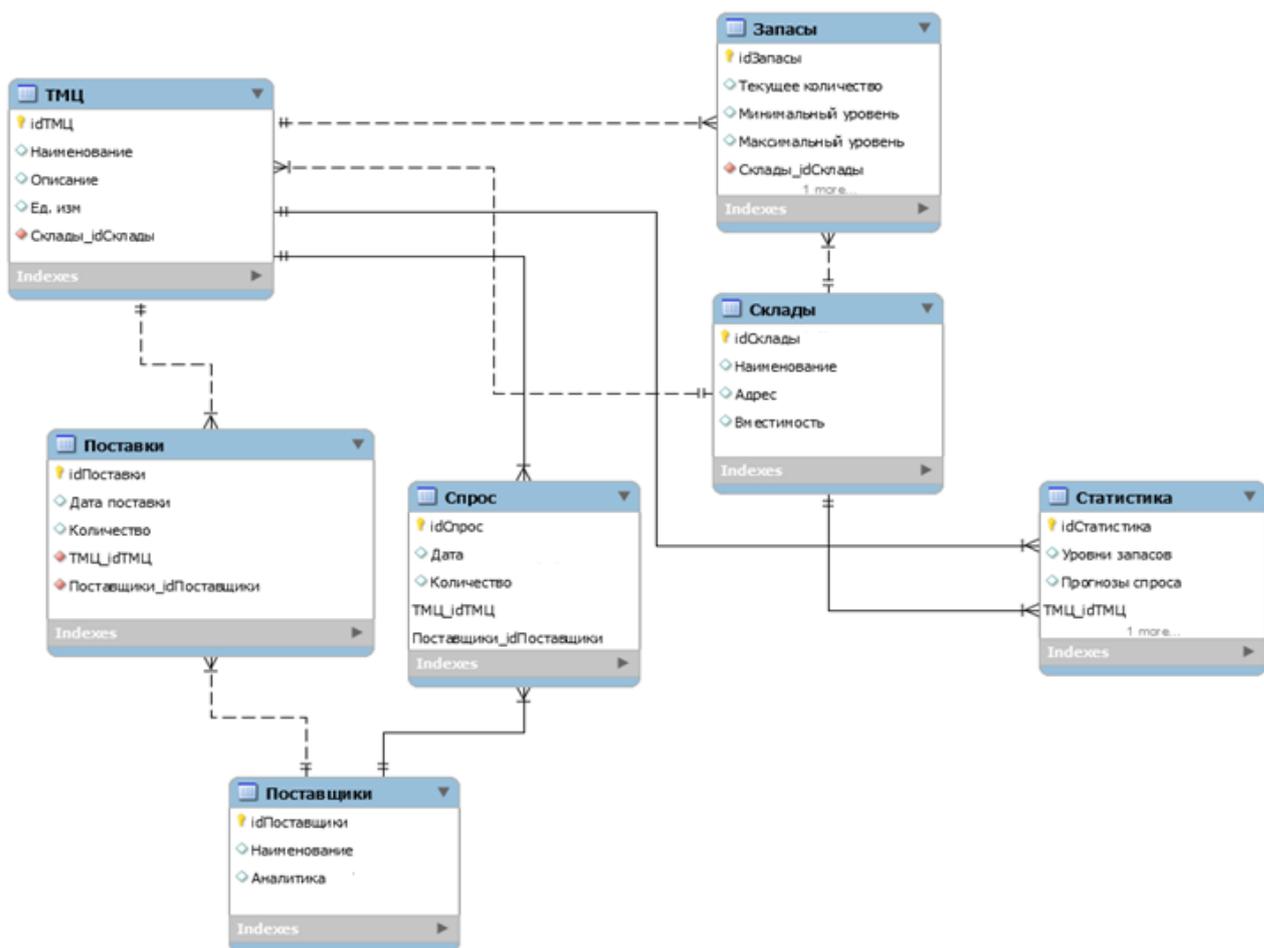


Рисунок 11 – Логическая модель данных ИС АиО

Связи между сущностями модели – неидентифицирующие и идентифицирующие.

Полученная в результате сводная таблица преобразуется в файл формата CSV, который используется в качестве входного датасета для машинного обучения.

2.3 Выбор метода оптимизации запасов

Для оптимизации запасов необходимо принять во внимание возможности хранения, текущие уровни запасов, время и графики выполнения заказов поставщиками, сезонные тенденции и будущие кампании. Для анализа

данных на предмет выбора подхода к оптимизации запасов рассмотрим метод прогнозирования спроса на ТМЦ.

Прогнозирование спроса – важнейший аспект бизнес-исследований, который позволяет компаниям предвидеть будущий спрос на их продукты или услуги. Этот прогноз осуществляется с использованием систематического анализа прошлых и настоящих данных, рыночных тенденций и экономических показателей. Это эффективный инструмент стратегического планирования, помогающий процессу принятия решений и распределению ресурсов [16].

Прогнозирование спроса играет ключевую роль в управленческой экономике.

Некоторые из ключевых направлений включают в себя:

- планирование производства. Прогнозирование спроса помогает предприятиям планировать свой производственный процесс. Компании могут производить продукцию в соответствии с ожидаемым спросом, тем самым сокращая отходы и перепроизводство;
- управление запасами. Благодаря прогнозированию спроса предприятия могут контролировать уровень своих запасов. Это помогает избежать ситуаций с недостатком или избытком запасов;
- финансовое планирование. Прогнозирование будущего спроса обеспечивает правильное распределение ресурсов и помогает в финансовом планировании.

Прогнозирование спроса – это не процесс, выполняемый случайно.

Оно включает в себя несколько ключевых элементов:

- исторические данные: Прошлые тенденции и данные о спросе на продукты или услуги служат прочной основой для прогнозирования;
- анализ рынка: изучение текущих рыночных тенденций и поведения потребителей имеет решающее значение;
- экономические индикаторы: уровень инфляции, процентная ставка и

др.;

- мнение отдела продаж. Мнения и ожидания сотрудников отдела продаж также принимаются во внимание, поскольку они тесно связаны с рынком.

Таким образом, метод прогнозирования спроса на ТМЦ, реализованный с помощью современных информационных технологий может быть использован для выработки подхода к оптимизации запасов на складе.

Для этого строится и анализируется линия тренда для входного датасета.

Линия тренда – это визуальное представление изменения направления величины с течением времени. Линии тренда отражают характер изменения тенденций с течением времени и показывают направление и динамику изменения величин.

Выводы по главе 2

Метод прогнозирования спроса на ТМЦ, реализованный с помощью современных технологий, может быть использован для выработки подхода к оптимизации запасов на складе.

Для этого строится и анализируется линия тренда для входного датасета.

Глава 3 Реализация информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе и оценка эффективности проектных решений

3.1 Реализация информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

Архитектура программного обеспечения относится к набору структур, необходимых для построения программной системы. Оно включает в себя дисциплину создания этих структур и систем. Каждая структура включает элементы программного обеспечения, их отношения и свойства, связанные как с элементами, так и с отношениями. Архитектура программного обеспечения служит основой для всего проекта разработки, позволяя руководству проекта экстраполировать необходимые задачи для участвующих команд.

Ключевые аспекты:

- проектирование инфраструктуры. В то время как проектирование приложений фокусируется на процессах и данных, поддерживающих требуемую функциональность, проектирование архитектуры программного обеспечения фокусируется на создании инфраструктуры, в рамках которой могут быть реализованы функциональные возможности приложения;
- нефункциональные требования. Архитектура программного обеспечения гарантирует, что система отвечает нефункциональным требованиям, таким как производительность, надежность, масштабируемость и безопасность;
- дорогостоящий выбор. Архитектурные решения являются фундаментальными, и их изменение после реализации часто обходится дорого.
- документация. Документирование архитектуры программного обеспечения облегчает общение, фиксирует ранние проектные

решения и позволяет повторно использовать компоненты в разных проектах.

Техническая архитектура ИТ-решения относится к дизайну, структуре и технологическим элементам, необходимым для бизнеса или информационной системы. Она служит планом, подробно описывающим текущие аппаратные, программные и сетевые возможности компьютеризированной системы.

Компоненты информационных систем:

- аппаратные ресурсы. К ним относятся все физические устройства, участвующие в обработке информации (компьютеры, периферийные устройства и носители данных);
- человеческие ресурсы: люди играют решающую роль в эффективной работе информационных систем. Их опыт обеспечивает бесперебойное функционирование и использование системных ресурсов;
- база данных и устройства хранения данных: централизованное хранение данных необходимо для эффективного управления информацией. Базы данных хранят структурированные данные, а устройства хранения обрабатывают файлы и документы.
- сети и коммуникационные компоненты: сетевая инфраструктура соединяет различные компоненты системы. Устройства связи (маршрутизаторы, коммутаторы) облегчают обмен данными.

Таким образом, техническая архитектура дает комплексное представление о том, как системы обработки данных, телекоммуникационные сети и данные интегрируются в организации. Это основа, обеспечивающая эффективный поток информации и эффективное принятие решений.

«Программная архитектура ИС отображается с помощью диаграммы компонентов» [1].

Диаграмма компонентов – это вид диаграммы UML, которая компоненты системы и их взаимодействие. В ИСУ компонентами системы являются подсистемы, из которых она состоит.

На диаграмме компонентов используются разные элементы, такие как прямоугольники, окружности, полукруги и порты, чтобы показать компоненты, интерфейсы и связи между ними.

Диаграмма компонентов ИС АиО уровня запасов на складе показана на рисунке 12.

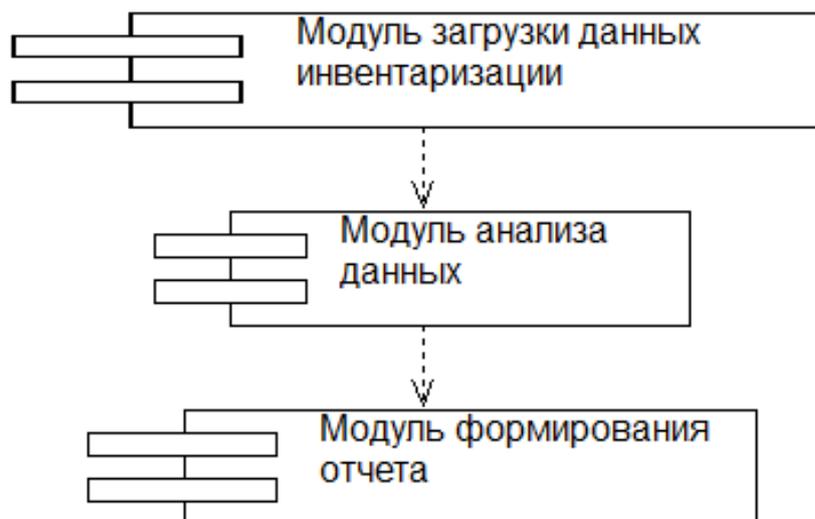


Рисунок 12 – Диаграмма компонентов ИС АиО уровня запасов на складе

Для реализации ИС АиО использованы язык Python 3 и среда программирования Jupyter Notebook [19].

Разработан код для построения графиков и диаграмм для визуализации результатов анализа входного датасета, который представляет набор данных торговой компании, занимающейся продажами компьютеров и оргтехники.

На рисунке 13 показана тепловая карта признаков набора данных входного датасета.

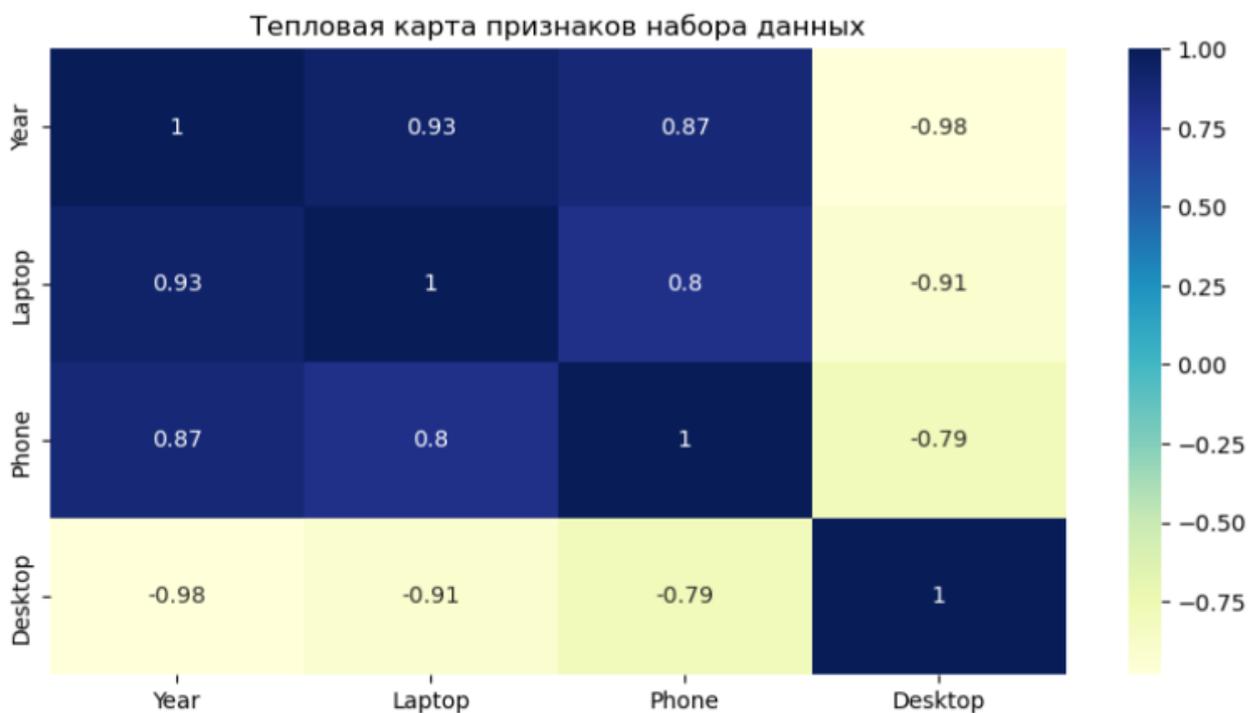


Рисунок 13 – Тепловая карта признаков набора данных

Тепловая карта (Heat Map) – это графическое представление данных, в котором значения в точках набора данных представлены цветами [22].

Это помогает визуально выделить области с высокой или низкой концентрацией, что делает их анализ более интуитивным и понятным для принятия управленческих решений.

Представляя данные визуально, тепловые карты помогают менеджерам более эффективно анализировать сложную информацию. Визуальный характер тепловых карт позволяет быстро понять закономерности, тенденции и корреляции, которые в противном случае было бы сложно понять только на основе необработанных данных. Благодаря возможности визуально видеть данные менеджеры могут быстро определять области, требующие улучшения, и принимать обоснованные решения для улучшения деятельности склада.

Построен график продаж товаров со склада (рисунки 14,15).

```
1 #создание графика
2 plt.ylabel('Ноутбуки')
3 plt.xlabel('Год');
4 x = ds['Year']
5 y=ds['Laptop']
6 plt.plot(x, y)
7 plt.show()
```

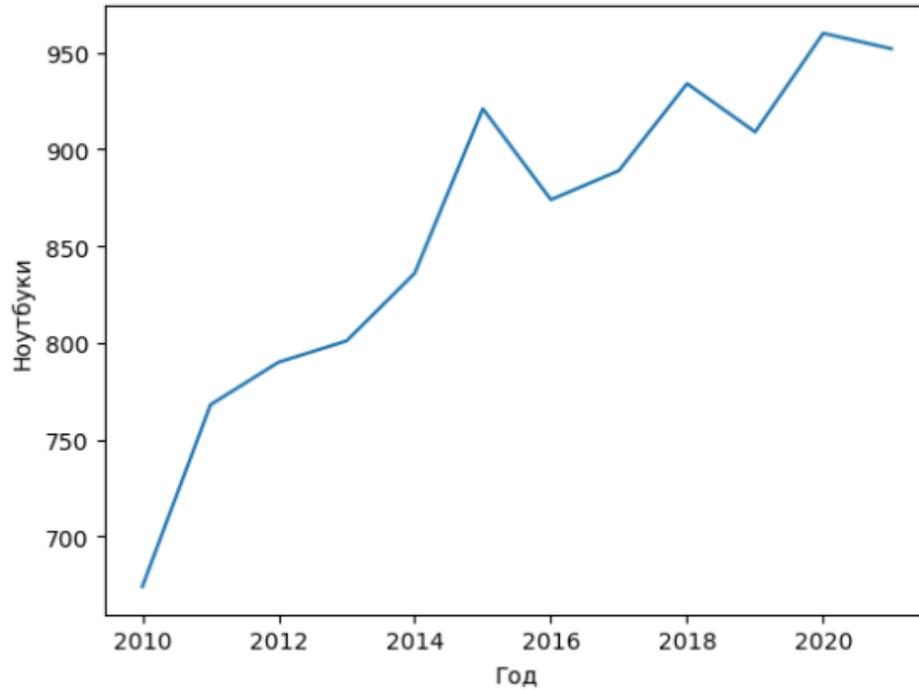


Рисунок 14 – График продаж ноутбуков по годам

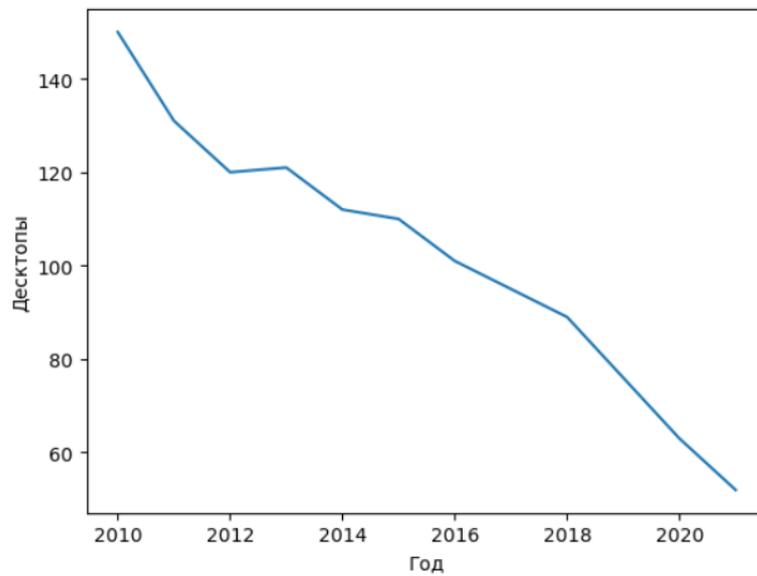


Рисунок 15 – График продаж десктопов по годам

Построены линии тренда продаж товаров со склада (рисунки 16,17).

```
: 1 #построение линии тренда
2 import numpy as np
3 x = ds['Year']
4 y=ds['Laptop']
5 plt.ylabel('Ноутбуки')
6 plt.xlabel('Год');
7 #create scatterplot
8 plt.scatter (x, y)
9
10 #рассчитать уравнение для линии тренда
11 z = np.polyfit (x, y, 2)
12 p = np.poly1d (z)
13
14 #добавление линии тренда
15 plt.plot (x, p(x))
: [
```

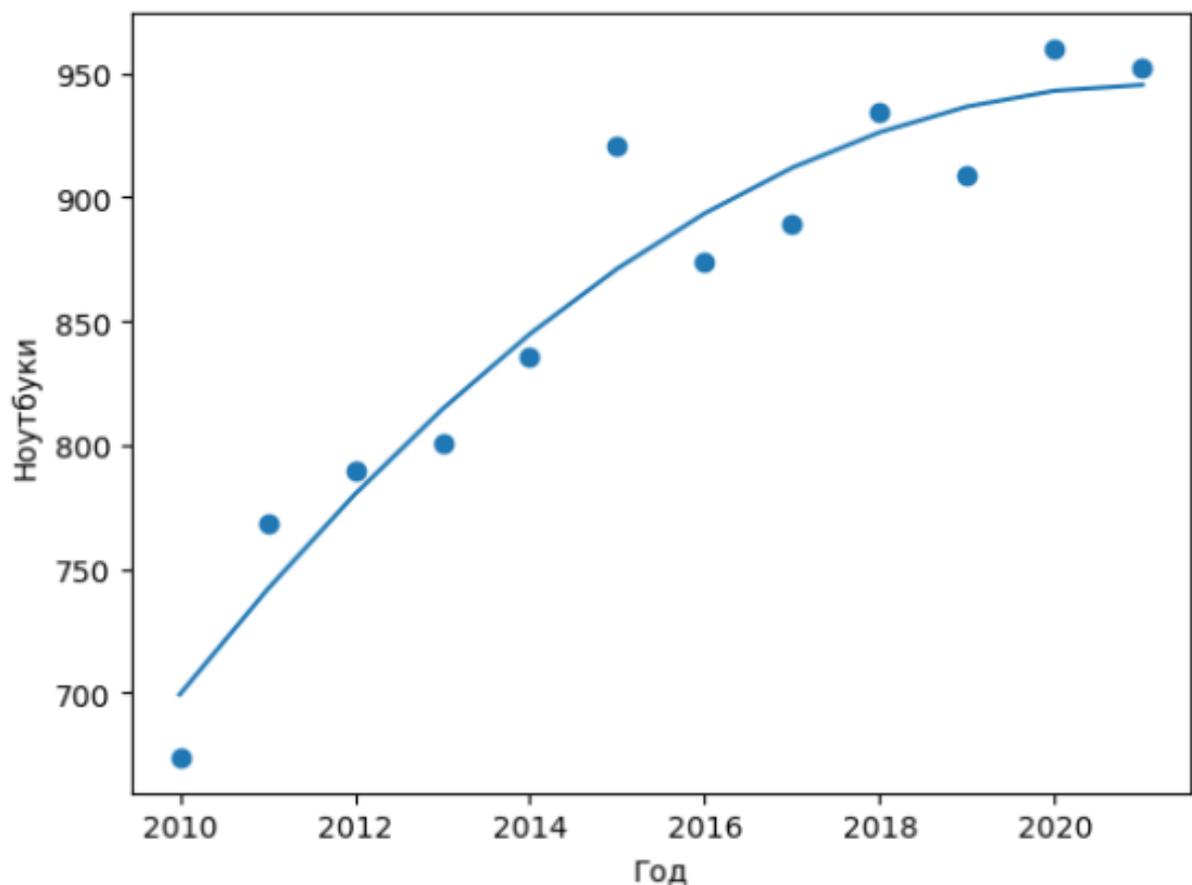


Рисунок 16 – Полиномиальная линия тренда продаж ноутбуков

```

1 #построение линии тренда
2 import numpy as np
3 x = ds['Year']
4 y=ds['Desktop']
5 plt.ylabel('Декстопы')
6 plt.xlabel('Год');
7 #create scatterplot
8 plt.scatter (x, y)
9
10 #calculate equation for trendline
11 z = np.polyfit (x, y, 1)
12 p = np.poly1d (z)
13
14 #add trendline to plot
15 plt.plot (x, p(x))

```

[<matplotlib.lines.Line2D at 0x1e4c05dd8d0>]

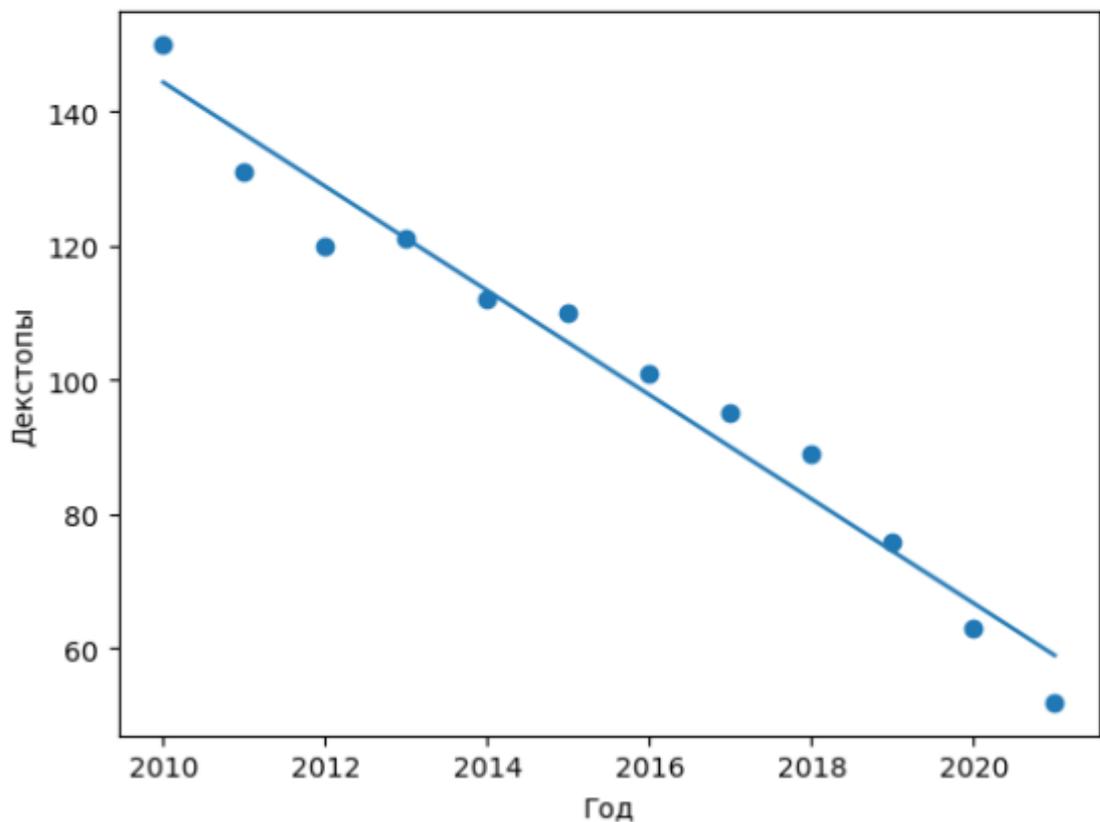


Рисунок 17 – Линейная линия тренда продаж десктопов

Входной датасет представляет собой статистику результатов инвентаризации товаров на складе по годам, которая записана в файл типа CSV.

Используя полученные линии тренда начальник склада может наглядно оценить тренд продаж конкретного товара и принять решения об оптимизации уровня его запасов на складе. Так, для рассмотренного случая целесообразно сократить запасы десктопов и увеличить запасы ноутбуков на складе.

Таким образом, разработанная ИС АиО обеспечивает поддержку принятия решений по оптимизации запасов на складе, что подтверждает ее работоспособность.

3.2 Оценка экономической эффективности информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе

Как было отмечено выше, ИС АиО уровня запасов на складе относится к категории информационных систем управления.

ИСУ может повысить эффективность и производительность организации, предоставляя своевременную и точную информацию для принятия решений. ИС объединяет операции обработки данных и другие процедуры, позволяя эффективно управлять информацией.

Информационные технологии играют решающую роль в организации данных и манипулировании ими для повышения эффективности принятия решений на всех уровнях управления. Кроме того, ИСУ помогает контролировать и управлять информацией, обеспечивая ее точность и своевременность. Она поддерживает и контролирует деятельность предприятий, что приводит к повышению производительности и прибыльности. Внедрение эффективных ИСУ может привести к получению экономических преимуществ перед конкурентами.

Уменьшая объем информации, необходимой для управления, и улучшая обмен информацией, ИСУ повышает эффективность информации. В целом,

Таким образом, ИСУ позволяет организациям принимать обоснованные решения, повышать производительность труда и достигать большей организационной эффективности.

«Для оценки экономической эффективности ИС АиО выбрана методика сравнения затрат на разработку системы внешним программистом (базовый вариант) и ее самостоятельную разработку программистом предприятия (проектный вариант).

В калькуляцию себестоимости базового варианта проекта разработки ИС АиО включаются следующие статьи затрат» [2]:

- «зарплата исполнителя по трудовому договору (ЗБ₁);
- социальные страховые взносы (ЗБ₂);
- прочие прямые расходы (ЗБ₃);
- накладные расходы (ЗБ₄)» [2].

«В базовом варианте проекта разработки ИС АиО задействован внешний программист на языке Python.

Средняя стоимость часа работы программиста по договору составляет 1500 руб.

Ориентировочное время разработки составляет 100 час.

Итого затраты базового варианта $C_{\text{баз}}$ составят (1):

$$C_{\text{баз}} = ЗБ_1 + ЗБ_2 + ЗБ_3 + ЗБ_4. \quad (1)$$

$$C_{\text{баз}} = 1500 \cdot 100 + 0,271 \cdot 1500 \cdot 100 + 0 + 0 = 190650 \text{ руб.}$$

В самостоятельной разработке СФТИОО задействованы программист и аналитик образовательной организации» [2].

«В калькуляцию себестоимости собственной разработки ИС АиО включаются следующие статьи затрат:

- зарплата исполнителей проекта с учетом затраченного времени 100 час (ЗП₁);
- социальные страховые взносы (ЗП₂);
- прочие прямые расходы (ЗП₃);

– накладные расходы (ЗП₄).

Итого затраты проектного варианта С_{пр} составят (2):

$$C_{\text{пр}} = ЗП_1 + ЗП_2 + ЗП_3 + ЗП_4. \quad (2)$$

$$C_{\text{пр}} = (50000+40000) \text{ руб} + 0,3 * (50000+40000) + 0 + 0 = 117000 \text{ руб}.$$

Сформируем таблицу и диаграмму показателей экономической эффективности (таблица 7, рисунок 18)» [2].

Таблица 7 – Показатели эффективности проекта разработки ИС АиО

«Затраты		Абсолютное изменение затрат	Коэффициент относительного снижения затрат	Индекс снижения затрат
Базовый вариант	Проектный вариант			
С _{баз} (руб.)	С _{пр} (руб.)	$\Delta C = C_{\text{баз}} - C_{\text{пр}}$ (руб.)	$K_C = \Delta C / C_{\text{баз}} \times 100\%$	$Y_C = C_{\text{баз}} / C_{\text{пр}}$
190650	117000	73650	39	1,6» [2]

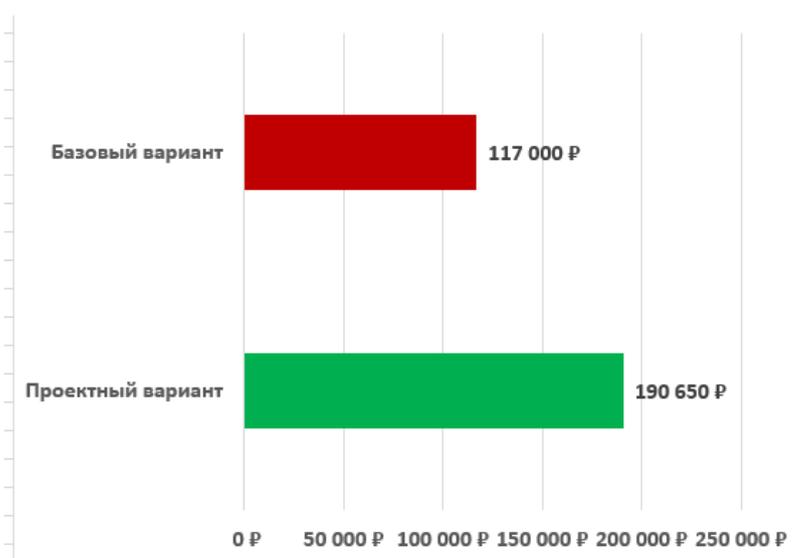


Рисунок 18 – Диаграмма сравнения затрат на разработку ИС АиО

«Таким образом, затраты при проектном варианте разработки ИС АиО сократились в 1,6 раза.

Срок окупаемости затрат на проектный вариант разработки ИС АиО ($T_{ок}$) определяется по формуле (3):

$$T_{ок} = K_{п} / \Delta C \text{ (мес.)}, \quad (3)$$

где $K_{п} = C_{пр}$ – затраты на реализацию проектных решений (разработку ИС АиО).

Следовательно, срок окупаемости проекта разработки ИС АиО равен:

$$T_{ок} = 117000 / 73650 \approx 1,6 \text{ мес.}$$

Представленные расчеты подтвердили существенное снижение затрат на разработку ИС АиО, и, следовательно, эффективность проектного решения.

На основании представленных расчетов можно сделать вывод об эффективности проекта разработки ИС АиО» [2].

Выводы по главе 3

Результаты проделанной работы позволили сделать следующие выводы:

- используя полученные в ИС АиО линии тренда начальник склада может наглядно оценить тренд продаж конкретного товара и принять решения об оптимизации уровня его запасов на складе;
- представленные расчеты подтвердили существенное снижение затрат на разработку ИС АиО, и, следовательно, эффективность проектного решения.

Таким образом, разработанная ИС АиО уровня запасов на складе соответствует требованиям, предъявляемым к социально-экономическим информационным системам [3].

Заключение

Бакалаврская работа посвящена разработке информационной системы информационной системы для анализа и оптимизации уровня запасов на складе.

Актуальность выпускной квалификационной работы обусловлена тем, что внедрение ИС АиО является одним из ключевых экономических механизмов поддержки высокой эффективности деятельности предприятия за счет внедрения эффективных средств анализа и оптимизации запасов на его складе.

Основные результаты ВКР:

- произведен анализ предметной области автоматизации и выполнена постановка задачи на разработку ИС АиО уровня запасов на складе. Как показал анализ, для повышения эффективности бизнес-процесса управления запасами необходимо разработать и внедрить ИС АиО уровня запасов на складе. Представленные решения не соответствует полностью сформулированным требованиям. Поэтому необходимо разработать новую ИС АиО уровня запасов на складе;
- выполнено проектирование ИС АиО уровня запасов на складе. Логическое моделирование в значительной степени связано со структурированием рабочих процессов вокруг хорошо организованных объектов, представленных графически посредством визуального представления, обеспечиваемого диаграммами UML. Метод прогнозирования спроса на ТМЦ, реализованный с помощью современных информационных технологий, может быть использован для выработки подхода к оптимизации запасов на складе. Для этого строится и анализируется линия тренда для входного датасета;
- выполнена реализация проектных решений и произведена оценка их эффективности. Для реализации ИС АиО уровня запасов на складе

использованы язык Python 3 и среда программирования Jupyter Notebook. Разработан код для построения графиков и диаграмм для визуализации результатов анализа входного датасета.

Используя полученные в ИС АиО линии тренда начальник склада может наглядно оценить тренд продаж конкретного товара и принять решения об оптимизации уровня его запасов на складе.

Проведенное функциональное тестирование подтвердило работоспособность ИС АиО.

Представленные расчеты подтвердили существенное снижение затрат на разработку ИС АиО, и, следовательно, эффективность проектного решения.

Таким образом, разработанная ИС АиО уровня запасов на складе соответствует требованиям, предъявляемым к социально-экономическим информационным системам.

Разработанная ИС АиО уровня запасов может быть рекомендована для автоматизации задач управления складскими запасами.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Грекул В. И., Денищенко Г. Н., Коровкина Н.Л. Проектирование информационных систем : учебное пособие. М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/97577.html> (дата обращения: 10.02.2024).

2. Гущина О.М., Очеповский А.В., Рогова Н.Н. Прикладная информатика. Бизнес-информатика. Выполнение бакалаврской работы: электронное учебно-методическое пособие. Тольятти: Изд-во ТГУ, 2022. 1 оптический диск.

3. Исакова А. И. Предметно-ориентированные экономические информационные системы : учебное пособие. Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2016. 238 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/72164.html> (дата обращения: 11.02.2024).

4. Код ОКВЭД для склада в 2024 г. [Электронный ресурс]. URL: <https://office.ru/faq/52-10-sklad/> (дата обращения: 05.04.2024).

5. Коцюба И.Ю., Чунаев А.В., Шиков А.Н. Методы оценки и измерения характеристик информационных систем. Учебное пособие. СПб: Университет ИТМО, 2015. 264 с.

6. Леоненков А. В. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с использованием UML и IBM Rational Rose : учебное пособие. М. : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. 317 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/97554.html> (дата обращения: 10.02.2024).

7. Молоткова Н. В., Хазанова Д.Л. Реинжиниринг бизнес-процессов: учебное пособие. Тамбов : ТГТУ. 81 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iprbookshop.ru/99785.html> (дата обращения: 10.02.2024).

8. Оптимизация запасов: минимизация рисков и отходов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.sap.com/central-asia-caucasus/products/scm/integrated-business-planning/what-is-supply-chain-planning/inventory-optimization.html> (дата обращения: 05.04.2024).
9. Программа ABM Inventory [Электронный ресурс]. URL: <https://abmcloud.com/programma-upravleniya-zapasami-abm-inventory/> (дата обращения: 05.04.2024).
10. Программа Forecast NOW! [Электронный ресурс]. URL: <https://fnow.ru/> (дата обращения: 05.04.2024).
11. Программа Subtotal [Электронный ресурс]. URL: <https://subtotal.ru/> (дата обращения: 05.04.2024).
12. Смыкалова М.Н. Бизнес-процессы на складе: описание, схема и способы оптимизации [Электронный ресурс]. URL: <https://otvethranenie-krd.ru/company/poleznye-stati/biznes-protsessy-na-sklade> (дата обращения: 05.04.2024).
13. Учёт товара на складе [Электронный ресурс]. URL: https://tlt.kkm.ru/blog/uchyot-tovara-na-sklade/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F (дата обращения: 05.04.2024)
14. BPMN Tutorial: Learn Business Process Model and Notation. URL: <https://camunda.com/bpmn/> (дата обращения: 05.04.2024).
15. BPMN.Studio [Электронный ресурс]. URL: <https://bpmn.studio/ru> (дата обращения: 05.04.2024).
16. Demand Forecasting [Электронный ресурс]. URL: <https://www.studysmarter.co.uk/explanations/business-studies/managerial-economics/demand-forecasting/> (дата обращения: 05.04.2024).
17. Inventory Optimization Guide [Электронный ресурс]. URL: <https://www.shipbob.com/inventory-management/inventory-optimization/> (дата обращения: 05.04.2024).

18. Proctor J. Key Advantages of Business Process Modeling [Электронный ресурс]. URL: <https://www.inteqgroup.com/blog/key-advantages-of-business-process-modeling> (дата обращения: 05.04.2024).

19. Project Jupyter [Электронный ресурс]. URL: <https://jupyter.org/> (дата обращения: 05.04.2024).

20. ROLAP [Электронный ресурс]. URL: <https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:ROLAP> (дата обращения: 05.04.2024).

21. Software Requirements [Электронный ресурс]. URL: <http://beervolume.com/oop/2020/software-requirements/> (дата обращения: 05.04.2024).

22. The complete guide to heatmaps [Электронный ресурс]. URL: <https://www.hotjar.com/heatmaps/> (дата обращения: 05.04.2024).

23. UML 2.ru – Сообщество Аналитиков [Электронный ресурс]. URL: <https://www.uml2.ru/> (дата обращения: 05.04.2024).