

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)

Бизнес-информатика
(направленность (профиль))

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Разработка автоматизированной информационной системы склада предприятия
малого бизнеса

Обучающийся

В.И. Моргунов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. пед. наук А.В. Богданова

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

Тольятти 2024

Аннотация

Тема: Разработка автоматизированной информационной системы склада предприятия малого бизнеса.

Объём дипломной работы 67 страниц, на которых размещены 26 рисунков и 11 таблиц. При написании диплома использовалось 25 источников.

Ключевые слова: АИС склада, автоматизация бизнес-процессов, складской учет.

Объектом исследования в данной работе является склад предприятия малого бизнеса.

Предметом исследования является процесс разработки автоматизированной информационной системы склада, включая анализ требований к системе, проектирование архитектуры и базы данных, разработку функционала, тестирование и внедрение системы в эксплуатацию.

В дипломную работу входит введение, три главы, выводы по написанным главам и итоговое заключение.

Во введении раскрывается актуальность исследования предметной области, описывается проблема, ставятся цель и задачи исследования, определяются объект, предмет исследования, его теоретическая и практическая значимости.

В первой главе выделяются основные подразделения предприятия, распределяются по объектам бизнес-архитектуры. Строится схема организационной структуры предприятия, процессорная модель предметной области «КАК ЕСТЬ» и «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ». Описываются основные требования к создаваемой АИС склада. Строится DFD-диаграмма основного процесса. Анализируются известные ИТ-решения АИС складом. Обосновываются и ставятся задачи на разработку новой АИС складом.

В выводе по первой главе подводятся итоги изучения теоретического материала.

Во второй главе осуществляется опытно-практическая работа. Проводится описание и обоснование решения по системной архитектуре проекта. Строится и описывается информационная модель. Описывается создание прототипа базы данных, разрабатывается логическая модель данных АИС склада, приводится пример физической базы данных. Приведен контрольный пример реализации проекта и показаны результаты тестирования.

В выводе по второй главе описывается значимость полученных результатов.

В третьей главе рассмотрена экономическая эффективность проекта АИС склада. Определены затраты и окупаемость.

В выводе по третьей главе подведены итоги экономического расчета. Эта информация является важной для принятия обоснованных решений о внедрении проекта.

Заключение посвящено подведению итогов выполнения задач проекта для достижения поставленной цели. Описаны ожидаемые результаты от внедрения проекта. Перечислены перспективы развития проекта. АИС склада имеет большие перспективы для развития и может быть улучшена с помощью добавления различных функций. Эти функции помогут предприятию лучше управлять своими ресурсами, оптимизировать свою деятельность и стать более конкурентоспособным на рынке.

Содержание

Введение.....	5
1 Анализ предметной области	10
1.1 Характеристика деятельности предприятия	10
1.2 Выделение основных подразделений предприятия	11
1.3 Построение схемы организационной структуры предприятия.....	12
1.4 Построение модели предметной области «КАК ЕСТЬ».....	12
1.5 Построение процессорной модели «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»	14
1.7 Построение DFD-диаграммы основного процесса.....	16
1.8 Анализ известных ИТ-решений АИС складом.....	18
1.9 Обоснование и постановка задачи на разработку новой АИС	20
2 Разработка АИС склада.....	23
2.1 Оценка качества разработки	23
2.2 Управление проектом	23
2.3 Описание решения по системной архитектуре проекта	24
2.4 Построение и описание информационной модели.....	27
2.5 Создание прототипа базы данных	31
2.6 Разработка физической модели данных АИС склада	34
2.7 Контрольный пример реализации проекта.....	36
2.8 Тестирование программного проекта	42
3 Расчет экономической эффективности	47
3.1 Оценка затрат на разработку программного продукта	47
3.2 Вычисление заработной платы за месяц	50
3.3 Расчет экономической эффективности программы	54
3.4 Сравнение показателей до и после внедрения АИС склада	58
Заключение	60
Список используемой литературы и используемых источников.....	63

Введение

Актуальность разработки автоматизированной информационной системы (АИС) склада для предприятия малого бизнеса обусловлена резким увеличением объема заказов на продукцию малого предприятия, что потребовало повышения эффективности управления бизнес-процессами, в том числе и на складе. Значительное увеличение объема производства выявило следующие проблемы:

- прежняя система учета склада в таблице Excel перестала удовлетворять возросшим требованиям;
- значительно возросла нагрузка на персонал склада;
- увеличилось количество ошибок из-за человеческого фактора;
- в случае болезни или отпуска менеджера склада возникала опасность частичной остановки производства;
- потребители потребовали ускорения отгрузки продукции в больших объемах;
- появилась опасность потери конкурентоспособности предприятия.

Поэтому возникла задача ускорения бизнес-процессов предприятия, в том числе и на складе. Было решено разработать АИС склада для документооборота и учета комплектующих, материалов и готовой продукции, которая позволит оптимизировать бизнес-процессы и повысить эффективность работы склада.

Актуальность принятого решения подтверждается следующими аргументами:

- АИС склада позволит ускорить время поиска и обработки необходимой информации для всех заинтересованных участников бизнес-процессов от работника склада до директора;
- внедрение АИС склада повлияет на снижение расходов на персонал. Не нужно будет нанимать новых сотрудников;

- автоматизация учета уменьшит количество ошибок, связанных с человеческим фактором;
- предприятие станет более конкурентоспособным, сможет лучше удовлетворять потребности клиентов, так как улучшится скорость обслуживания клиентов, упростятся процессы поиска и отслеживания товара;
- предприятие станет более эффективным, так как снизятся риски сбоев на производстве из-за комплектующих. Поставщиками комплектующих изделий будут выставляться заявки, сформированные автоматически, с минимальным участием персонала.
- предприятие сможет справиться с возросшим объемом заказов на существующих мощностях.

Изложенные выше аргументы свидетельствуют об актуальности темы.

Цель исследования: Создание функционирующей системы, которая будет обеспечивать автоматизацию процессов учета товаров на складе предприятия малого бизнеса.

Задачи исследования:

- анализ современных автоматизированных информационных систем складов, определение их основных функций, достоинств и недостатков с точки зрения специфики деятельности предприятия;
- определение архитектуры АИС склада;
- разработка прототипа базы данных;
- проектирование пользовательского интерфейса;
- тестирование функциональности базы данных и пользовательского интерфейса;
- оценка экономической эффективности проекта.

Объектом исследования является склад предприятия малого бизнеса.

Предметом исследования является процесс автоматизации склада предприятия.

Метод исследования – в данной работе применены теоретические (анализ, синтез, прогнозирование) и практические (наблюдение, моделирование, эксперимент) методы исследования.

Области исследования:

- современные информационные технологии в области автоматизированных систем склада для предприятий;
- учет комплектующих, готовой продукции, улучшение взаимодействия с поставщиками комплектующих изделий;
- разработка программного обеспечения, включающая в себя разработку прототипа базы данных и пользовательского интерфейса АИС склада;
- экономическая эффективность использования АИС склада;
- информационная безопасность, включающая в себя авторизацию, определение роли, распределение прав доступа пользователей системы. Резервное копирование базы данных.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что разработанная АИС склада позволит повысить эффективность бизнес-процесса предприятия, снизить операционные расходы, улучшить качество работы и повысить надежность.

Апробация решений проводится на предприятии ООО ПКФ «СТРАУС»

Работа состоит из трех глав.

В первой главе определены все подразделения предприятия. Расписаны цели и бизнес-функции каждого подразделения. Показана схема организационной структуры предприятия. Кроме этого, выделена предметная область, для которой построены модели "как есть" и "как должно быть" в

нотации IDEF0. Так же расписаны основные требования к создаваемой АИС склада. Для определения потоков данных построены DFD модели "как есть" и "как должно быть". Для обоснования разработки новой АИС склада проанализированы готовые решения, показаны их преимущества и недостатки.

Во второй главе основное внимание уделяется практической разработке АИС склада. Для этого определяется архитектура проекта, строится общая концептуальная модель, которая позволяет увидеть общую модель и определиться с предметной областью.

Далее с помощью построенной диаграммы вариантов использования определяется как будет работать система с точки зрения пользователя. ER-модель по методу П. Чена и логическая модель базы данных, являются следующими шагами на пути к созданию физической базы данных, которая выступает обязательным элементом информационной системы.

Также в этой главе показаны примеры разработанного интерфейса пользователя и тестирование разработанной системы.

В третьей главе приведен экономический расчет эффективности проекта. Учтены затраты, определена прибыль. На основе метрики ROI, показателя окупаемости вложений, определена экономическая эффективность АИС склада.

В заключении сделаны выводы по разработанной системе АИС склада, а также рассмотрены перспективы развития проекта для расширения функционала.

План проекта по разработке АИС склада включает следующие этапы, показанные в таблице 1.

Таблица 1 – этапы разработки проекта

Этапы	Задачи
Сбор и анализ требований	Определение целей и задач; Изучение бизнес-процессов; Опрос сотрудников; Определение требований к системе; Анализ современных подобных решений АИС склада.
Проектирование	Выбор архитектуры системы; Проектирование прототипа базы данных; Проектирование интерфейса пользователей.
Разработка программного обеспечения	Написание физической базы данных; Написание интерфейса пользователей Отладка модулей.
Тестирование системы	Составление плана тестирования. Проведение функционального тестирования; Устранение ошибок и недочетов.
Внедрение системы	Внедрение системы на складе; Обучение персонала работе с системой.
Сопровождение и обслуживание системы	Техническая поддержка пользователей; Устранение неполадок и ошибок; Обеспечение безопасности и защиты данных; Модернизация и усовершенствование системы.

1 Анализ предметной области

1.1 Характеристика деятельности предприятия

ООО Производственно-Коммерческая Фирма «СТРАУС» (ООО ПКФ «СТРАУС»), или компания, в дальнейшем, работает с 1995г. Основные направления работы: производство электроники, электрооборудования для автотранспорта. Предприятие небольшое, относится к категории малого бизнеса.

Описание предприятия:

Миссия: миссией компании ООО ПКФ «СТРАУС» является производство высококачественной продукции, удовлетворение потребностей клиентов и создание долгосрочных партнерских отношений.

Цели на рынке:

- захват и укрепление лидерства на рынке в сфере производства и поставки изделий электрооборудования для автотранспорта;
- увеличение доли рынка в сегментах, в которых действует компания;
- улучшение узнаваемости бренда и создание положительной репутации на рынке;
- развитие новых каналов распространения для расширения географии продаж.

Компания ориентирована на следующие сегменты рынка: бизнес-сектор, включая малые, средние и крупные компании, заводы автомобильные. Потребители, заинтересованные в продукции для персонального использования.

Компания производит и предлагает следующую продукцию и услуги: промышленные готовые изделия, комплектующие к ним, а также услуги по сервисному обслуживанию и ремонту готовых изделий.

1.2 Выделение основных подразделений предприятия

Каждое основное подразделение выполняет определенные бизнес-функции в организации, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Выделение основных подразделений

Подразделение	Цель подразделения	Бизнес-функции
Управление (Директор)	Руководство и организация работы всех отделов, принятие стратегически важных решений	Создание стратегического плана для предприятия, установление целей и планов, контроль за выполнением задач для достижения этих целей.
Отдел работы с клиентами	Прием заказов и обслуживание клиентов.	Работа с клиентами, прием заказов, обработка запросов, консультации по продукции и услугам.
Производство	Производство готовых изделий из комплектующих.	Планирование производственных операций, получение комплектующих изделий со склада, контроль качества готовых изделий, обеспечение соответствия стандартам 5S производственного процесса.
Склад	Хранение готовой продукции и комплектующих изделий	Прием и размещение готовой продукции на складе. Получение комплектующих от поставщиков. Контроль запасов, подготовка и отправка товаров клиентам, обработка возвратов и брака.
Бухгалтерия	Ведение финансовой отчетности и контроль за финансовой деятельностью предприятия.	Учет финансовых операций, расчет заработной платы, составление отчетности, налогообложение.

1.3 Построение схемы организационной структуры предприятия

В архитектуре предприятия выделяют следующие слои [8]:

- фронт-офис (Front-Office);
- мидл-офис (Middle-office);
- бэк-офис (Back-office).

Схема организационной структуры компании ООО ПКФ «СТРАУС» показана на рисунке 1:

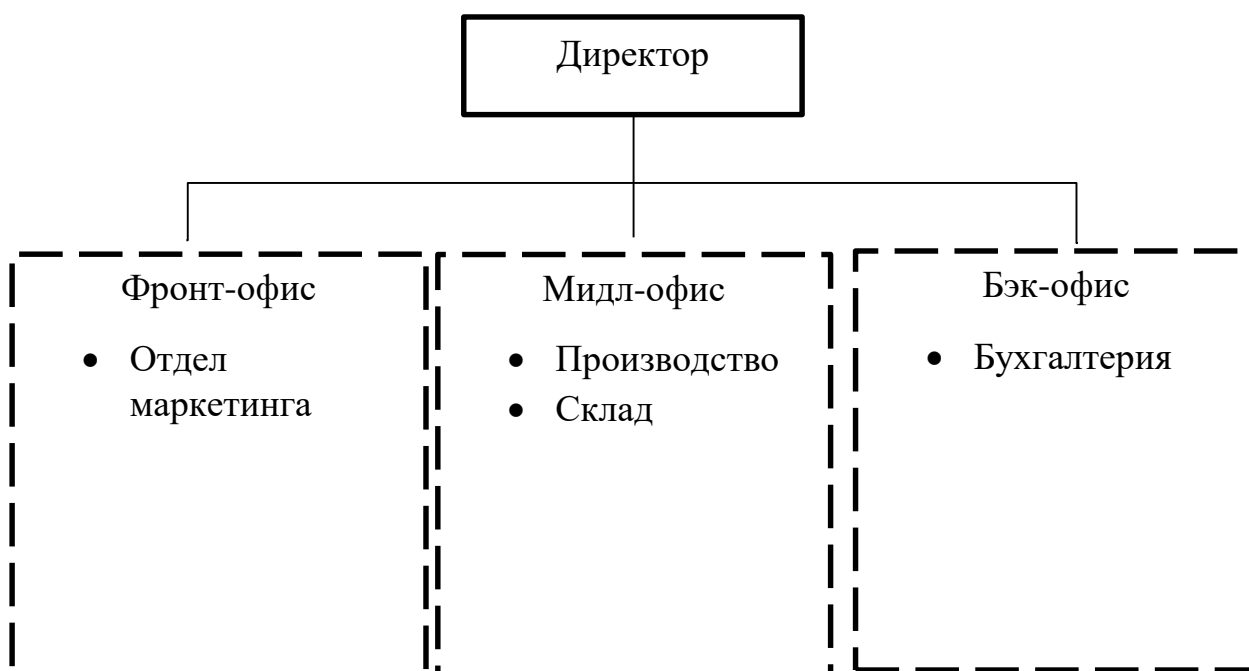


Рисунок 1 – Организационная структура компании

1.4 Построение модели предметной области «КАК ЕСТЬ»

Создание модели предметной области включает в себя разработку описания структуры данных и их взаимосвязей, а также описания бизнес-процессов, которые используют эти данные для достижения целей бизнеса.

«Функциональная модель IDEF0 отображает функциональную структуру объекта, т. е. производимые им действия и связи между этими действиями.» [15].

Функциональная модель IDEF0 представляет собой структурированный набор элементов, иначе называемых "черными ящиками", которые обладают входами, выходами, управлением и механизмами. Эти элементы подвергаются

декомпозиции до необходимого уровня детализации. Наиболее значимая функция располагается в верхнем левом углу. Между собой функции взаимосвязаны при помощи стрелок, которые имеют описания. При этом каждая стрелка имеет свое собственное значение, которое определяется в рамках моделирования.

В научной терминологии, функциональная модель IDEF0 является инструментом моделирования бизнес-процессов, который используется для описания и анализа деятельности организации. Эта модель позволяет выявить взаимосвязи между функциями и процессами. Кроме этого, модель позволяет определить входные и выходные данные, которые необходимы для их реализации. Применение функциональной модели IDEF0 способствует оптимизации бизнес-процессов и повышению эффективности управления организацией. [20], [25].

Используется такой тип модели для описания бизнес-процессов. Модель А-0 «Учитывать готовую продукцию» «КАК ЕСТЬ» представлена на рисунке 2

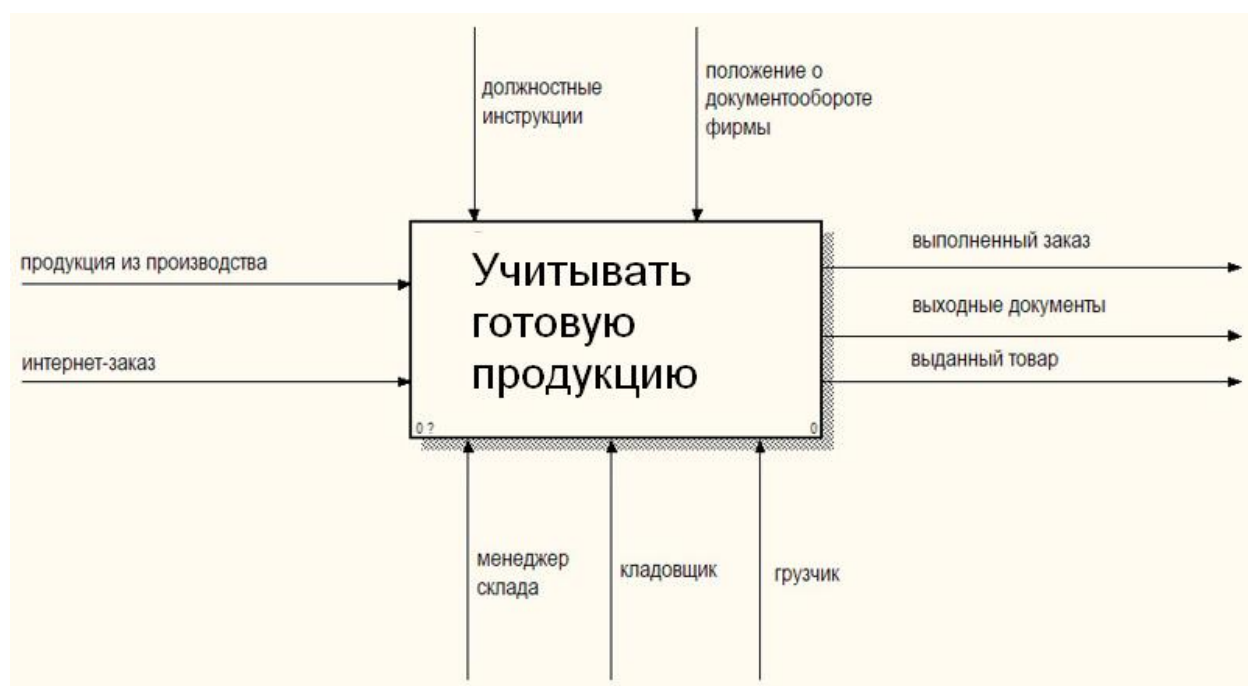


Рисунок 2 - Модель «КАК ЕСТЬ»

1.5 Построение процессорной модели «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»

Создание модели "КАК ДОЛЖНО БЫТЬ" в нотации IDEF0 — это процесс создания модели бизнес-процессов, которая описывает, как бизнес-процессы должны быть организованы и выполняться в идеальном случае.

При создании модели «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ», происходит встраивание автоматической информационной системы склада, которая отвечает за автоматизацию бизнес-процессов склада.

Соответствующая модель А-0 «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» показана на рисунке 3.



Рисунок 3 - Модель «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ»

Разбиение процесса А0 на более мелкие компоненты или элементы - это процесс декомпозиции. Этот подход помогает выявить все элементы процесса, их взаимосвязи и зависимости, а также определить, какие из них требуют улучшения или оптимизации.

Декомпозиция процесса А0 «Учитывать готовую продукцию» с учетом АИС склада представлена на рисунке 4.

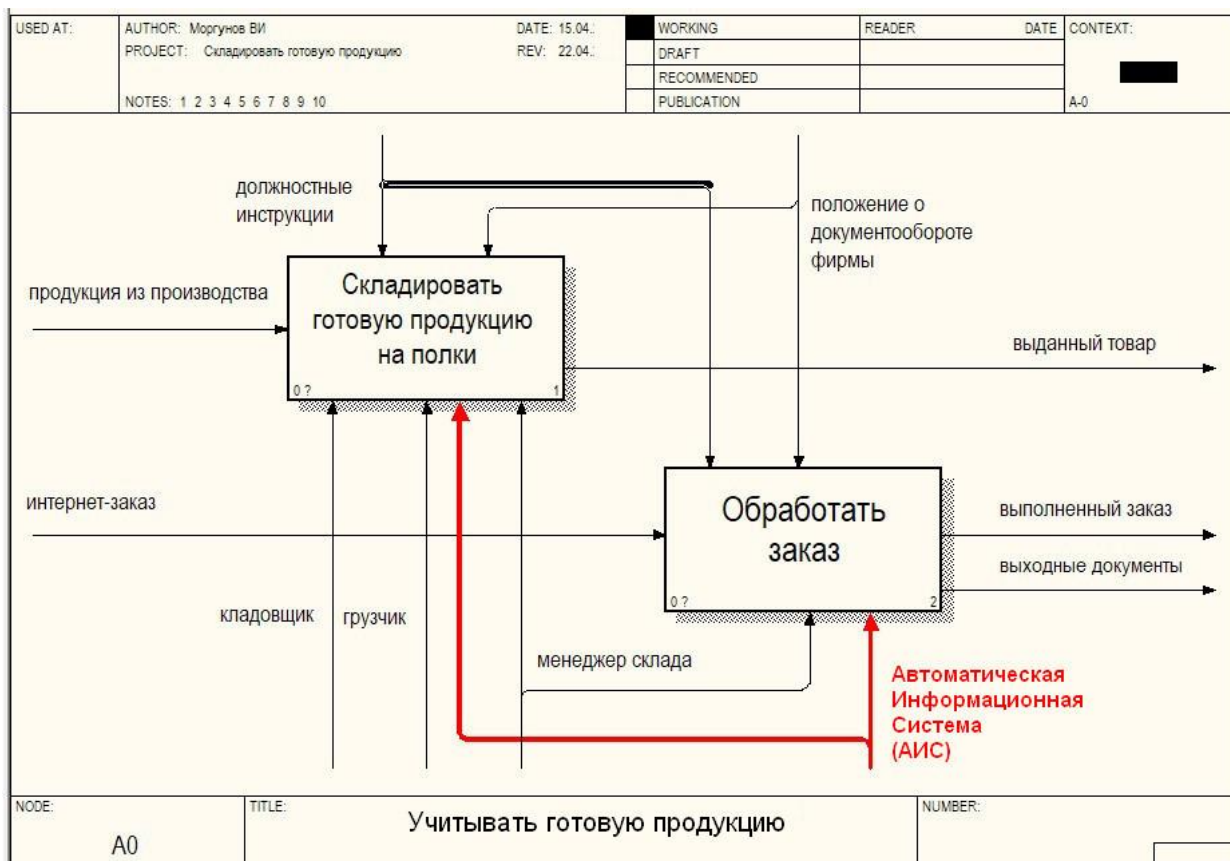


Рисунок 4 - Декомпозиция процесса «Учитывать готовую продукцию»

Процесс «Учитывать готовую продукцию» разбивается на процесс «Складировать готовую продукцию на полки» и «Обработать заказ».

АИС склада в данном случае позволит указать места хранения готовых изделий в соответствии с заданным алгоритмом. Это уменьшит путаницу и пересортицу, которая периодически возникает при ручном размещении готовых изделий и комплектующих, что приводит к финансовым и временным потерям.

При добавлении АИС склада к процессу «Обработать заказ» исключаются ошибки, допускаемые менеджером склада при обработке заказа, так как весь процесс обработки заказа будет автоматизирован.

Декомпозиция процесса «Обработать заказ», представлена на рисунке 5. Здесь так же АИС склада применяется к каждому процессу, что уменьшает количество ошибок, ускоряет процессы и оптимизирует работу всего предприятия.

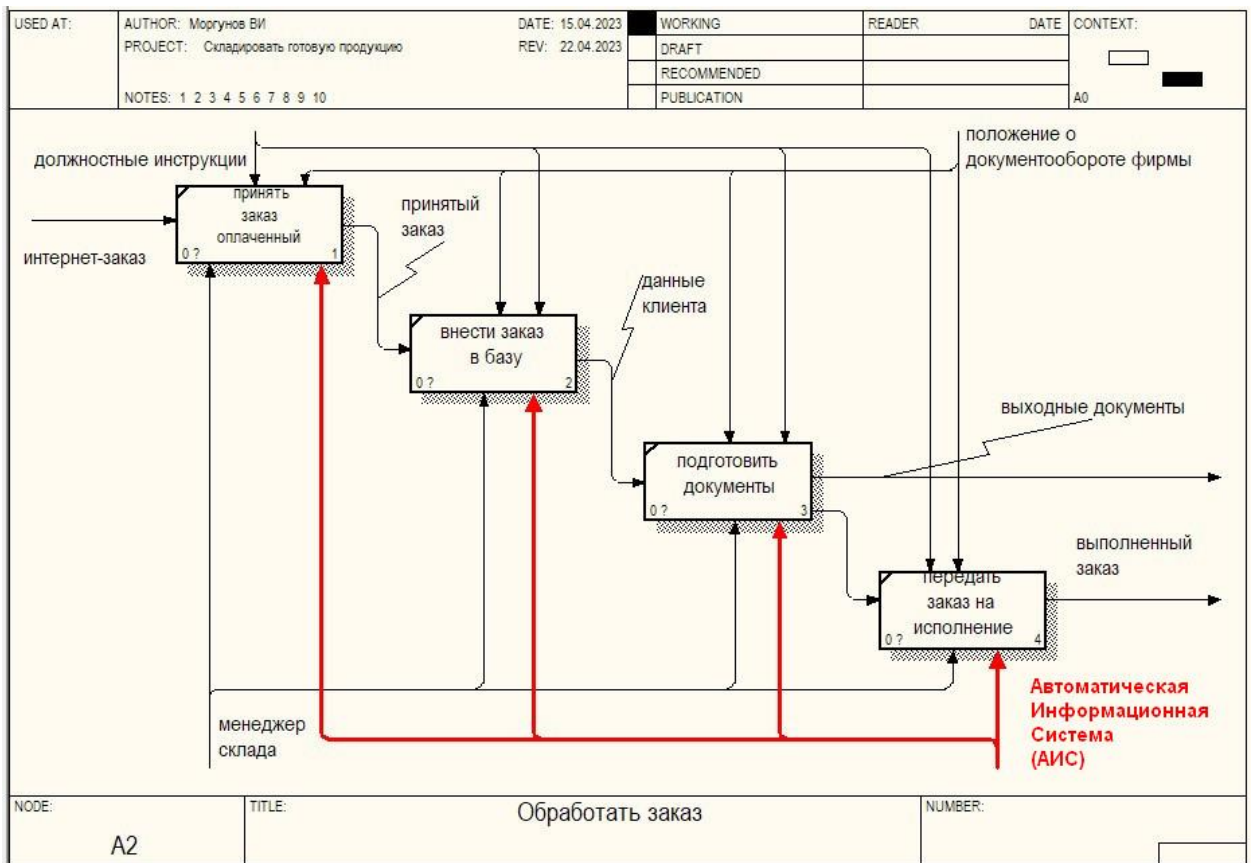


Рисунок 5 - Декомпозиция «Обработать заказ»

1.7 Построение DFD-диаграммы основного процесса

«На данной модели отображается основной процесс - сама система в целом, и ее связи с внешней средой - внешними сущностями. Это взаимодействие показывается через потоки данных. Ее полезность заключается в том, что она устанавливает границы анализируемой системы. Внешние сущности изображают входы в систему и/или выходы из нее. Стрелки (потоки данных) описывают движение объектов из одной части системы в другую.» [7]. Построение DFD-диаграммы основного процесса «как есть» представлено на рисунке 6.

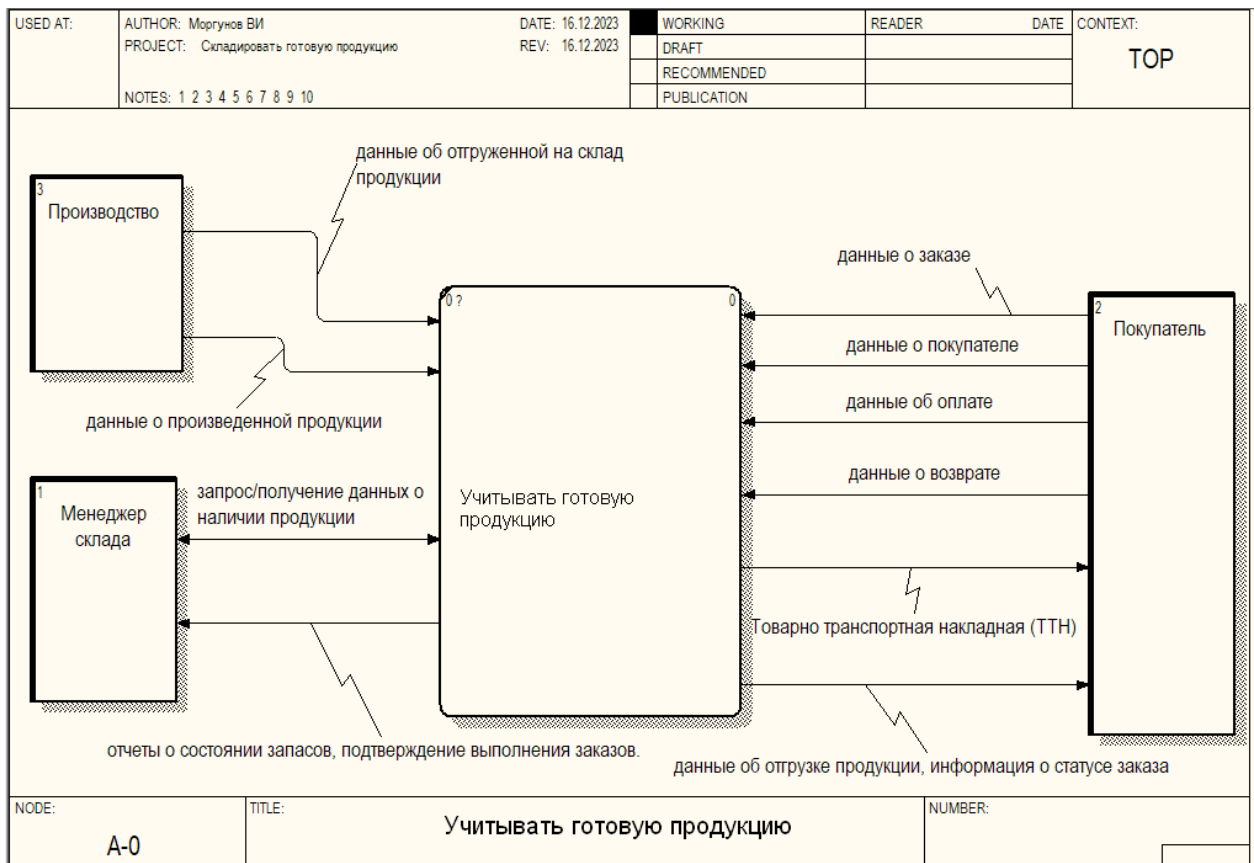


Рисунок 6 – DFD диаграмма основного процесса

Процесс начинается с поставки продукции из производства и интернет-заказов, которые поступают в распоряжение менеджера. Менеджер обрабатывает заказы от покупателя и передает их на выполнение. После выполнения заказа менеджер формирует соответствующие документы и товар для выдачи. Выданный товар и документы передаются работникам склада, которые обеспечивают их физическую выдачу.

При использовании АИС склада потоки данных между всеми сущностями, участниками системы проходят мгновенно. Например, как только на производстве работник внес запись о готовом изделии, тут же эта информация появляется и на складе у менеджера склада. В перспективе, при подключении к интернету, и у клиента. Клиент сразу увидит наличие готового изделия и сможет сделать заказ. Новые потоки данных, связанные с внедрением автоматической информационной системы, будут обеспечивать

более точное и своевременное взаимодействие между различными участниками системы.

DFD диаграмма основного процесса с применением АИС приведена на рисунке 7. Новые и изменённые элементы выделены красным цветом.

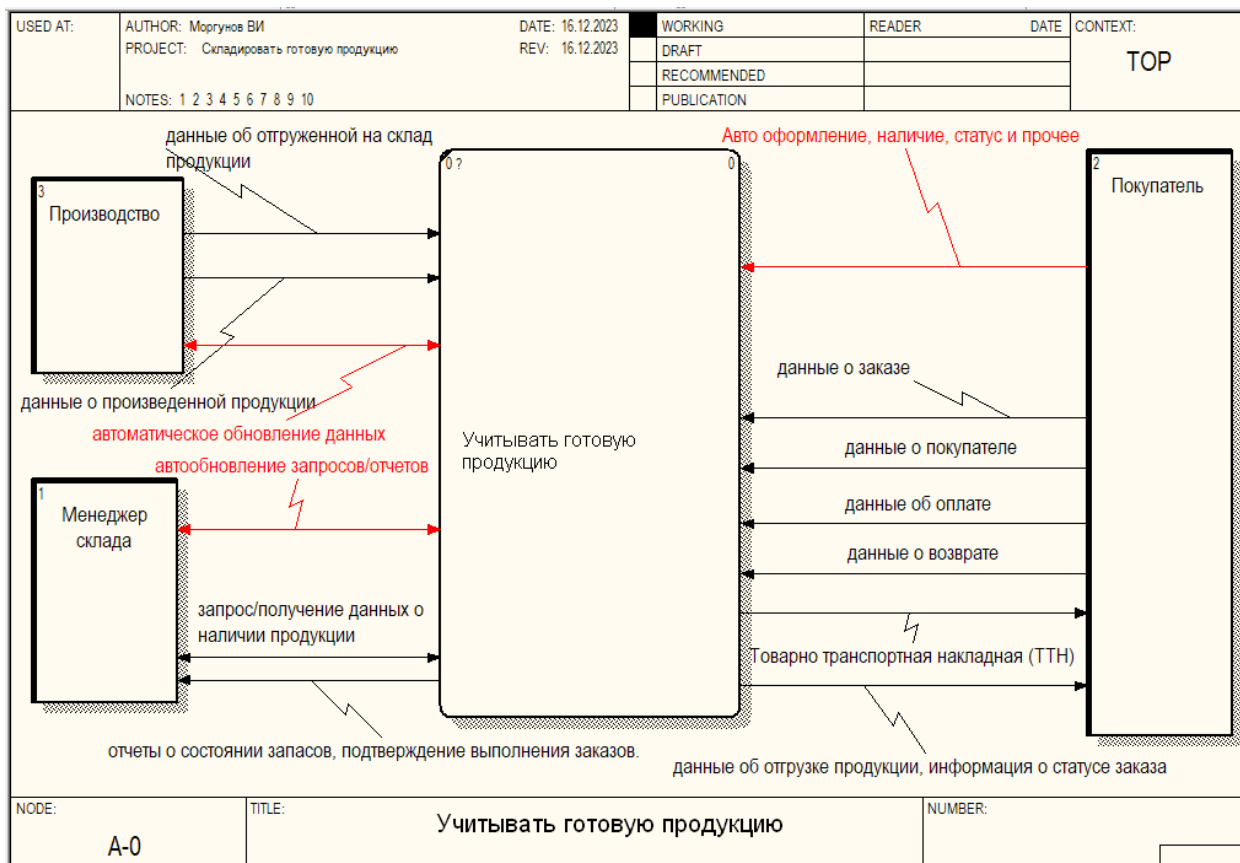


Рисунок 7 - DFD диаграмма основного процесса с АИС

1.8 Анализ известных ИТ-решений АИС складом

В табличной форме проводится анализ известных ИТ-решений АИС на предмет соответствия сформулированным требованиям.

«Система управления складом – это программный инструмент, предназначенный для автоматизации управления процессами склада, которое помогает фирме управлять ежедневными складскими операциями, от момента, когда изделия попадают на склад, и до того, как они его покинут.» [7].

Сравним несколько таких систем в соответствии с нашими требованиями к АИС складом. Результаты сведем в таблицу 3.

Таблица 3 - Сравнительный анализ ИТ-решений АИС складом

Требования	1С: Управление складом	Bitrix24	Мой склад	Своя технология
Управление и оптимизация складских операций	+	+	+	+
Подключение модуля CRM для клиента	+	+	+	-
Получение информации об остатках товара в "онлайн" режиме	+	+	+	+
Настройка прав пользователей	+	+	+	-
Удобство интерфейса пользователя	+	+	-	+
Расчет страховых запасов по результатам предыдущих заказов	+	-	+	-
Резервное облачное хранение для доступа с любого устройства	+	+	+	-
Независимость работы предприятия от стороннего сервиса	-	-	-	-
Стоимость продукта и дальнейшее обслуживание	очень дорого	дорого	приемлемо	приемлемо

Как видно из таблицы, две системы соответствуют нашим требованиям, но эти системы либо слишком громоздки, либо обладают избыточным функционалом для малого бизнеса, дороги по цене и затратам на обслуживание, отсутствуют специфические настраиваемые функции и независимость работы предприятия от стороннего сервиса.

1.9 Обоснование и постановка задачи на разработку новой АИС

«Автоматизированная информационная система (Automated information system, AIS) – это совокупность программных и аппаратных средств, предназначенных для хранения и (или) управления данными и информацией, а также для производства вычислений.» [19].

Решение о создании новой автоматизированной информационной системы (АИС) обосновывается стратегическими целями компании, направленными на увеличение прибыли и снижение затрат в условиях резкого увеличения объема заказов предприятия.

По результатам исследования принято решение о разработке своей независимой автоматизированной информационной системы склада в соответствии с основными требованиями.

К разрабатываемой АИС склада предъявляются следующие требования:

Функциональные требования:

- разработка простого интерфейса пользователя;
- предоставление доступа к системе различным категориям пользователей в соответствии с их ролями и правами доступа;
- ведение базы данных готовых изделий, комплектующих, включая наименование, описание, количество, место хранения;
- ведение базы данных поставщиков и клиентов;
- ведение базы данных движения товаров, в том числе учитывать приемку, отгрузку, перемещение и т.д.;

Нефункциональные требования:

- безопасность данных, включая защиту от утечек информации, взломов и другие угрозы информационной безопасности (в перспективе, при подключении к интернету);
- надежность и отказоустойчивость системы;
- возможность расширения функциональности;
- простота и удобство использования системы для пользователей.

Какие преимущества планируется получить:

- автоматизировать и ускорить обработку заказа от интернет-клиентов (при подключении к интернету);
- максимально уменьшить влияние человеческого фактора, то есть исключить ошибки персонала, мошенничество, простои и нежелание сотрудников работать в нужном темпе;
- получить непрерывную инвентаризацию в реальном времени, чтобы руководство всегда знало остатки на складе;
- повышение эффективности работы с клиентами, чтобы клиент видел на сайте остатки на складе в наличии;
- документы необходимые для интернет-заказов такие как: заказ на готовые изделия от клиента, подтверждение заявки, прием оплаты готовятся автоматически;
- защитить систему, снизив риски и исключив проблемы, связанные с отсутствием ключевых сотрудников, таких как менеджер склада;
- формирование документов для транспортной компании также готовятся автоматически: товарные накладные и доверенности для выдачи заказа.

Выводы и результаты по главе: в теоретической части были рассмотрены процессорные модели «КАК ЕСТЬ» и «КАК ДОЛЖНО БЫТЬ» в нотации IDEF0. Также рассмотрена DFD диаграмма основного процесса с

применением АИС склада. Показаны информационные потоки в обновленной модели.

С помощью такого теоретического метода исследования как анализ проведено сравнение существующих автоматизированных информационных систем. Определены их достоинства и недостатки. рассмотрены основные этапы разработки АИС склада, начиная с выделения основных подразделений предприятия и заканчивая обоснованием и постановкой задачи на разработку новой системы.

Предлагается подход к разработке АИС склада, основанный на анализе существующих ИТ-решений и выявлении основных требований к новой системе.

2 Разработка АИС склада

2.1 Оценка качества разработки

«Под качеством программного обеспечения понимается набор свойств, характеризующих способность программного обеспечения удовлетворять заданным требованиям.» [14].

Процесс обеспечения качественной разработки гарантирует, что программный продукт, а также процессы жизненного цикла продукта соответствуют необходимым критериям качества. Под критериями качества подразумеваются функциональность, производительность, безопасность, удобство использования и соответствие стандартам качества, такими, например, как ISO 9001.

Кроме этого, программный продукт должен соответствовать требованиям заказчика, включая все этапы. Начиная от определения требований, разработки, тестирования, внедрения и заканчивая его эксплуатацией и сопровождением [7].

Для оценки качества разработки используют следующие критерии:

- качество кода и архитектуры программного продукта;
- тестирование и отладка программного продукта;
- соответствие программного продукта требованиям технического задания;
- уровень стабильности и надежности программного продукта;
- удобство использования и соответствие пользовательского интерфейса требованиям заказчика.

2.2 Управление проектом

«Процессы, определенные в стандарте ISO/IEC 12207, охватывают всевозможные задачи и действия по проектированию и разработке ПС. Пользователь стандарта может выбрать из них соответствующее

подмножество для достижения конкретной цели, стоящей перед данным проектом.» [14].

Этот стандарт используется при описании жизненного цикла программных средств. В управлении проектом можно выделить следующие пункты [9]:

- планирование и контроль сроков выполнения работ;
- распределение ресурсов и управление бюджетом проекта;
- координация работы команды разработчиков и взаимодействие с заказчиком;
- управление рисками и предотвращение отклонений от плана проекта;
- мониторинг и контроль качества выполняемых работ.

2.3 Описание решения по системной архитектуре проекта

Тесная связь всех компонентов программы, образующих единое целое, является характерным признаком архитектуры программного обеспечения, называемой монолитной. Выполнение программ может осуществляться разными сущностями, по сути не имеющих логической связи между собой. Перезапуск всей программы на сервере необходим и в случае малых изменений кода программы [23]. Состав же микросервисной архитектуры подразумевает наличие модулей, или сервисов. Эти модули выполняют определенную функцию по отдельности. При внесении изменения в код программы нет необходимости перезагружать вся систему. На рисунке 8 представлено сравнение этих архитектур.

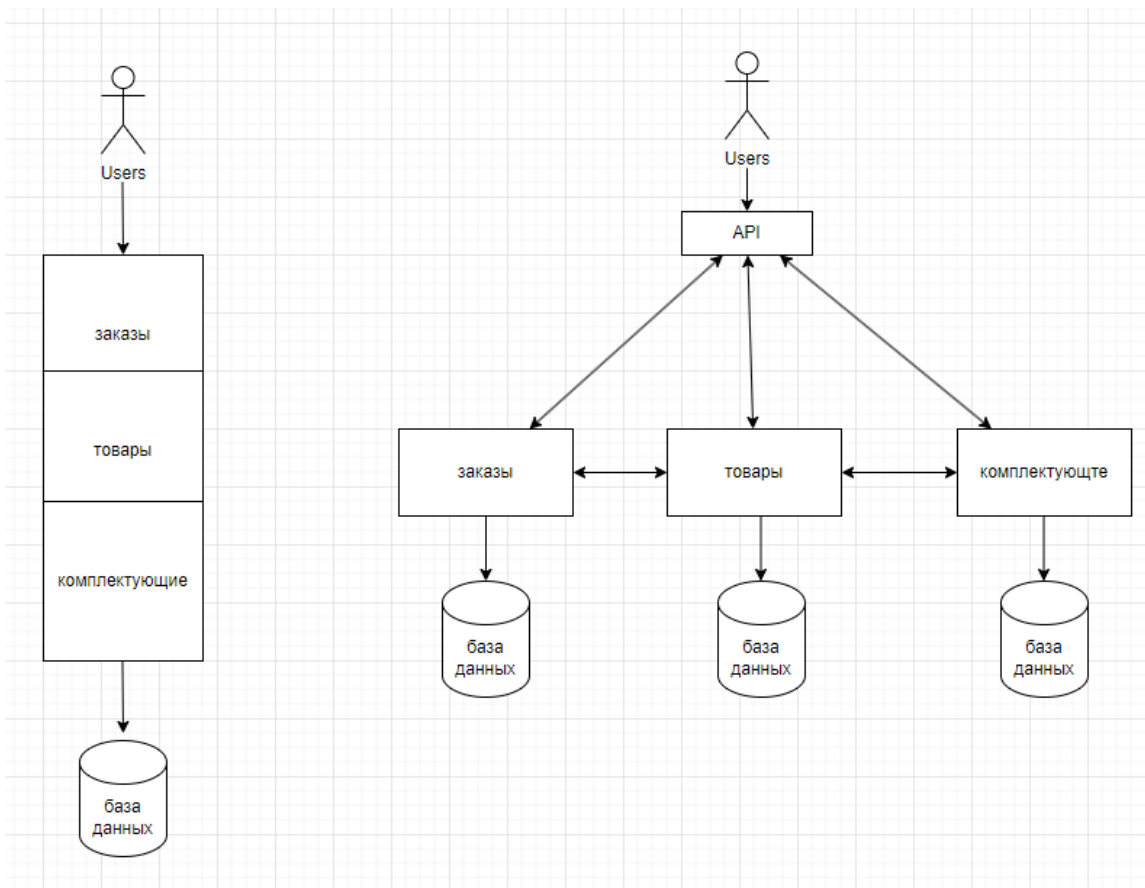


Рисунок 8 – Схематическое изображение отличий архитектур

Микросервисная архитектура имеет не только преимущества, но и существенные недостатки.

Например, исполнение join-операции с таблицами в базе данных невозможно. При работе с большими объемами данных это может создавать определённые трудности. Обслуживание и настройка различных сервисов существенно затруднены. Возникает необходимость персональной настройки.

Нужно каким-то образом согласовывать эти сервисы при возникающих изменениях, что усложняет процесс разработки и сопровождения. Это означает, что при разработке приложения на основе микросервисной архитектуры необходимо тщательно планировать и координировать работу всех сервисов, чтобы избежать проблем с производительностью и надёжностью [3]. Использование монолитной архитектуры подходит для целей проекта.

Представление АИС склада в виде клиент–серверного приложения, позволяет установить его на рабочих станциях пользователей.

У каждого пользователя определена своя роль и уровень допуска. Это связано, в том числе, и с безопасностью данных. Расположение базы данных предусмотрено на сервере. Концептуальная конфигурация сети показана на рисунке 9.

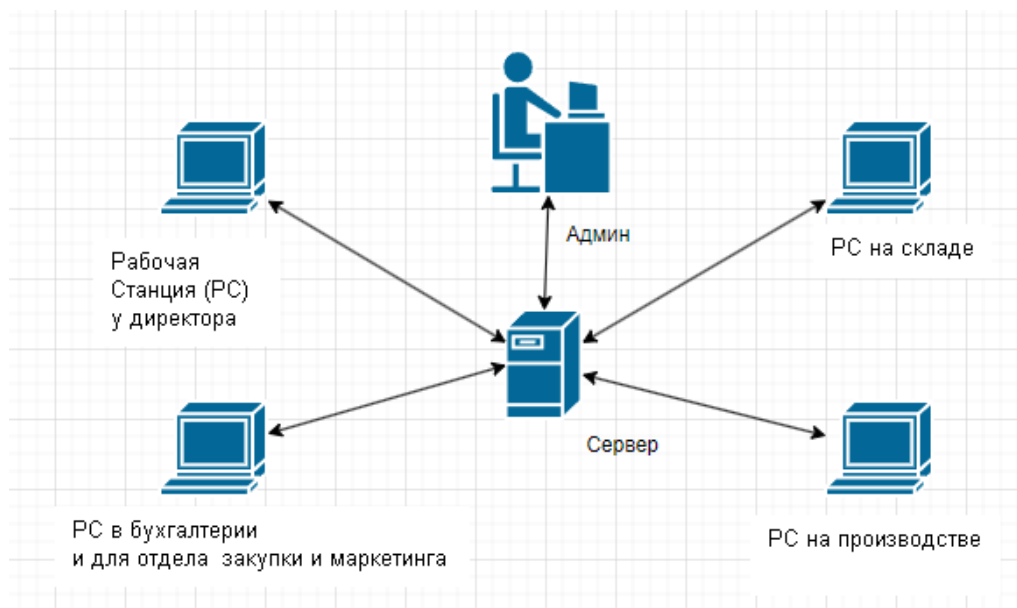


Рисунок 9 – Конфигурация АИС склада

В сети предусмотрены рабочие станции пользователей, физически расположенные в соответствующих помещениях. Все это объединено в локальную сеть. Локальная сеть на предприятии, без выхода в интернет, использует хабы и специальные соединения, связывающие рабочие станции, установленные в соответствующих помещениях и сервер между собой. Эти устройства и линии связи обеспечивают передачу данных между устройствами в сети и позволяют пользователям получать доступ к ресурсам сети. Данные, введенные одним пользователем, мгновенно становятся доступны другому пользователю, как для ознакомления, так и для редактирования, в соответствии с ролью пользователя в системе [18].

2.4 Построение и описание информационной модели

Разработанная концептуальная модель представлена на рисунке 10.

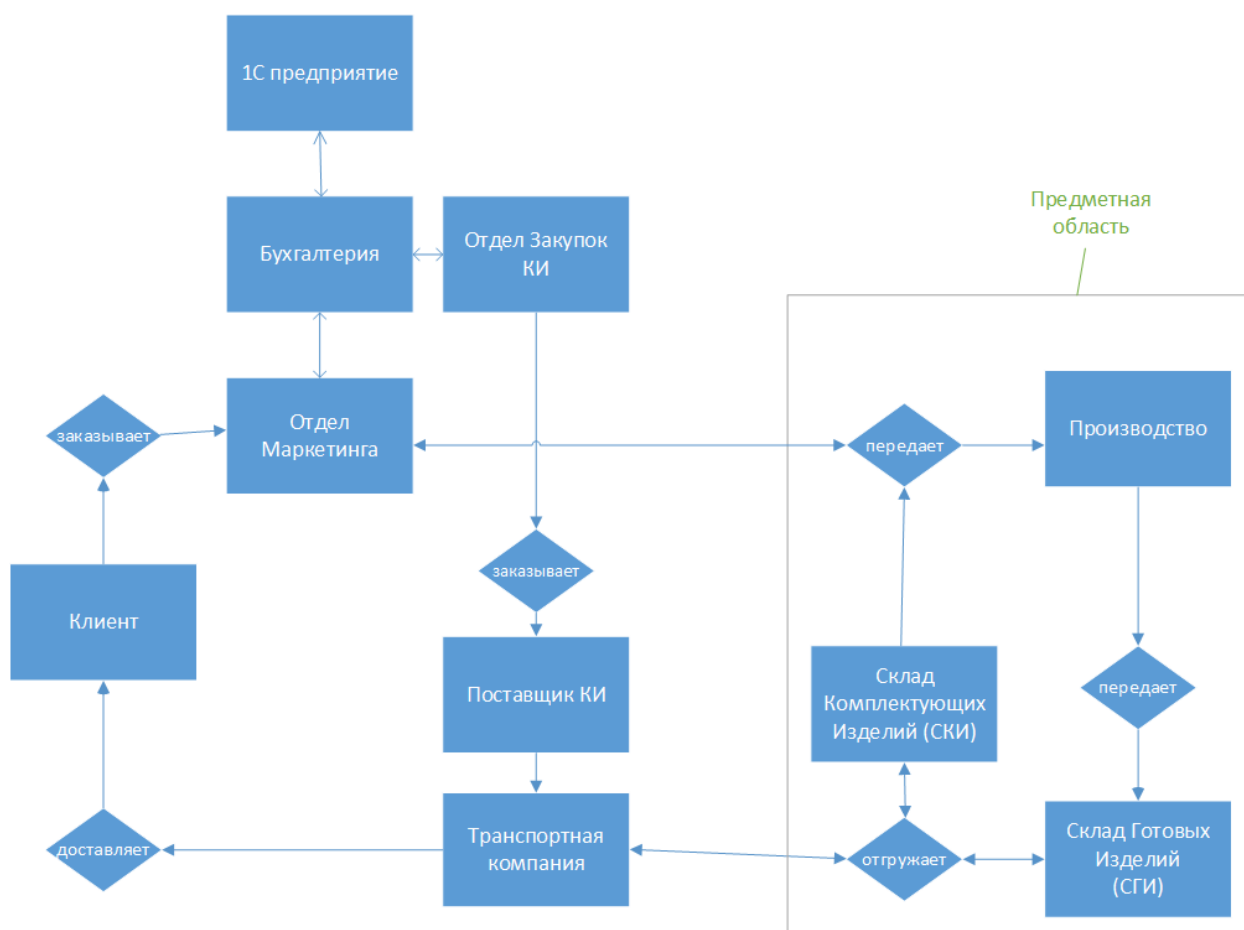


Рисунок 10 – Концептуальная модель с выделением предметной области

Описание концептуальной модели:

Клиент заказывает в отделе маркетинга изделия. Отдел маркетинга проверяет, есть ли готовые изделия на складе готовых изделий. Если есть в наличии, то отгружает готовые изделия транспортной компании, которая доставляет их клиенту. Если готовых изделий, заказанных клиентом, нет на складе готовых изделий, то заявка передается в отдел закупки комплектующих изделий (КИ). Этот отдел заказывает необходимые комплектующие изделия у поставщика комплектующих изделий. Поставщик отгружает комплектующие

изделия на склад комплектующих изделий предприятия. Далее комплектующие передаются на производство.

Производство, в свою очередь, после изготовления готового изделия передает его на склад готовых изделий. Далее готовые изделия отгружаются в транспортную компанию, которая доставляет готовые изделия конечному клиенту. При этом вся необходимая документация (товарно-транспортные накладные, карточки товара, налоговая отчетность и т.п.) формируется бухгалтерией на основании данных, полученных от проектируемой предметной области в автоматическом режиме в реальном времени.

Цель предметной области: на основании предоставленных первичных данные для учета, статистики, формированию накладных, карточек учета товара и т.п. для Бухгалтерии, Отдела Маркетинга и Отдела Закупки КИ автоматизировать информационные потоки с минимальным участием человека для устранения человеческого фактора.

«Диаграмма Use Case представляет собой граф специального вида. Проектируемую систему представляют в форме так называемых вариантов использования, с которыми взаимодействуют некоторые внешние сущности или актеры.» [19].

Диаграмма вариантов использования - это визуальный инструмент, который помогает понять, как будет работать информационная система с точки зрения пользователя. Она показывает, какие функции может выполнять система и как пользователь может взаимодействовать с ней для выполнения этих функций.

Диаграмма вариантов использования - это графическое представление, которое отображает различные функции, выполняемые системой. Кроме этого отображаются взаимосвязи между этими функциями в виде различных стрелок. Здесь каждый вариант использования представляет собой конкретную функцию, которую система способна осуществить. А также демонстрацию того, как пользователь может воспользоваться этой функцией

[25]. На рисунке 11 представлена диаграмма вариантов использования, по которой можно понять требований к функциональности проектируемой системы, чтобы она наилучшим образом отвечала потребностям пользователей.



Рисунок 11 – Диаграмма вариантов использования АИС склада

Описание диаграммы вариантов использования АИС склада:

Сотрудник склада вносит данные о приемке комплектующих изделий и готовых изделий в базу через интерфейс программы. Так же проводит периодический учет товара на складе.

Менеджер отдела маркетинга рассчитывает стоимость товара, формирует заявку на комплектующие изделия для поставщика комплектующих изделий, оформляет Товарно-Транспортную Накладную (ТТН) для транспортной компании.

Директор получает в реальном времени все данные для контроля всего бизнес процесса.

Администратор информационной системы (Админ) занимается администрированием всей АИС. Решает возникающие вопросы.

Менеджер производства вводит данные о готовых изделиях (тип, количество, статус готовности и т.п.) перед отправкой на склад готовых изделий.

Определение прав доступа пользователей к АИС склада.

Админ: полный доступ ко всем функциям системы, включая настройку прав доступа других пользователей, управление данными и системными настройками.

Директор: просмотр всех отчетов и аналитики, управление пользователями (кроме прав админа), просмотр и одобрение финансовых транзакций.

Менеджер склада: просмотр и редактирование информации о поставках и отгрузках, создание и управление заявками на пополнение запасов.

Менеджер производства: просмотр информации о запасах и потребности в материалах для производства, создание заявок на выпуск продукции, просмотр отчетов о производственной деятельности.

Покупатель: просмотр информации о наличии и ценах на товары, создание заказов на покупку товаров, просмотр истории своих заказов.

Бухгалтерия, отдел маркетинга и отдел закупок комплектующих изделий для производства в малом предприятии объединены и все функции выполняет один человек - менеджер отдела маркетинга с соответствующим доступом: доступ к финансовым данным и отчетам, внесение изменений в финансовые документы, управление контактами с клиентами, анализ отзывов

и пожеланий клиентов, просмотр потребности в комплектующих, создание заявок на закупку комплектующих.

2.5 Создание прототипа базы данных

«Обязательным элементом ИС является база данных (БД). БД обеспечивает хранение информации и доступность её для всех компонентов ИС. Для актуализации БД необходимы элементы, обеспечивающие обновление хранимой информации и ее пополнение.» [19].

Под разработкой логической модели АИС подразумевается процесс создания модели данных, которая описывает структуру и связи данных в АИС.

«В процессе логического проектирования разработчик решает задачу отображения реальных объектов и процессов предметной области в абстрактные объекты логической модели данных» [6].

Разработка логической модели данных для автоматизированной информационной системы (АИС) — это процесс, состоящий из нескольких этапов. Каждый этап вносит свой вклад в создание структуры данных, которая станет основой для будущей базы данных АИС.

На начальном этапе, который называется анализом требований, определяются нужды и ожидания от АИС.

Это включает в себя изучение бизнес-процессов, которые должны быть автоматизированы. Определяются требования к данным, необходимых для эффективного функционирования этих процессов.

Следующий этап — определение сущностей и атрибутов. Здесь выделяются основные объекты, которые будут составлять ядро АИС, и их свойства, называемые атрибутами.

Атрибуты служат для детального описания каждой сущности, что позволяет лучше понять их роль в системе.

Третий этап посвящен установлению связей между сущностями.

Связи определяют каким образом различные части системы взаимодействуют друг с другом. Кроме этого, обеспечивается целостность и полнота данных.

На четвертом этапе определяются ограничения целостности, которые гарантируют, что данные в АИС будут корректными и согласованными. Это может включать в себя ограничения на уникальность значений, ограничения на диапазон значений и т.д.

На последнем этапе проводится проверка и уточнение модели. На этом этапе логическая модель данных проверяется на предмет соответствия требованиям и правилам целостности. Модель может быть уточнена и доработана в соответствии с полученными результатами.

Разработка логической модели данных АИС склада, представленная на рисунке 12, позволяет создать структуру данных, которая будет использоваться для разработки физической базы данных АИС склада.

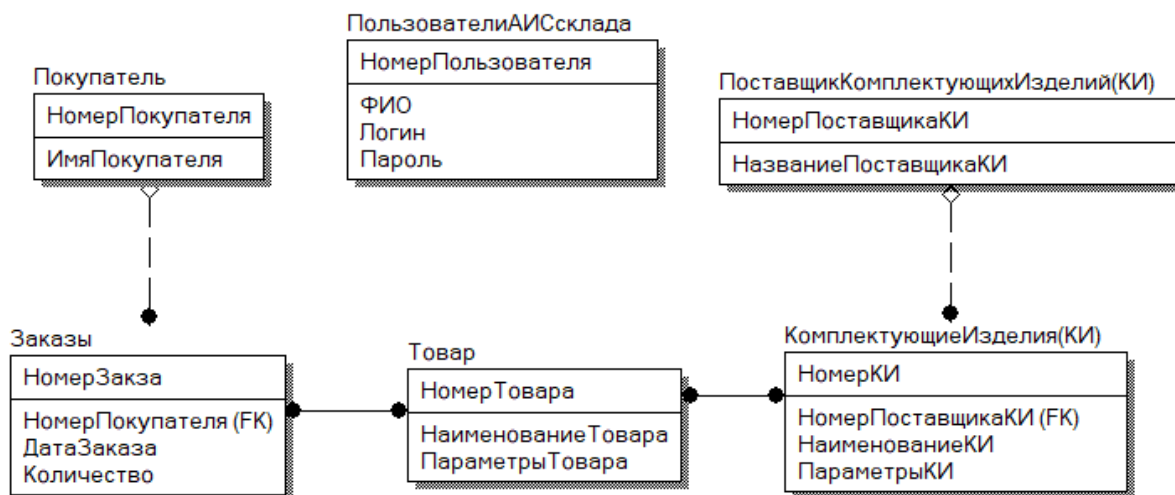


Рисунок 12 - логическая модель данных АИС склада

ER-модель (Entity-Relationship Model) — это метод описания базы данных, который был разработан Питером Ченем в 1976 году. Она состоит из сущностей - это основные объекты, которые необходимо хранятся в базе данных, атрибутов - это характеристики или свойства сущностей, которые

описывают их состояние. А также связей - это взаимосвязи между сущностями. Это описание того, как они связаны друг с другом.

ER-модель по методу П. Чена, представлена на рисунке 13.

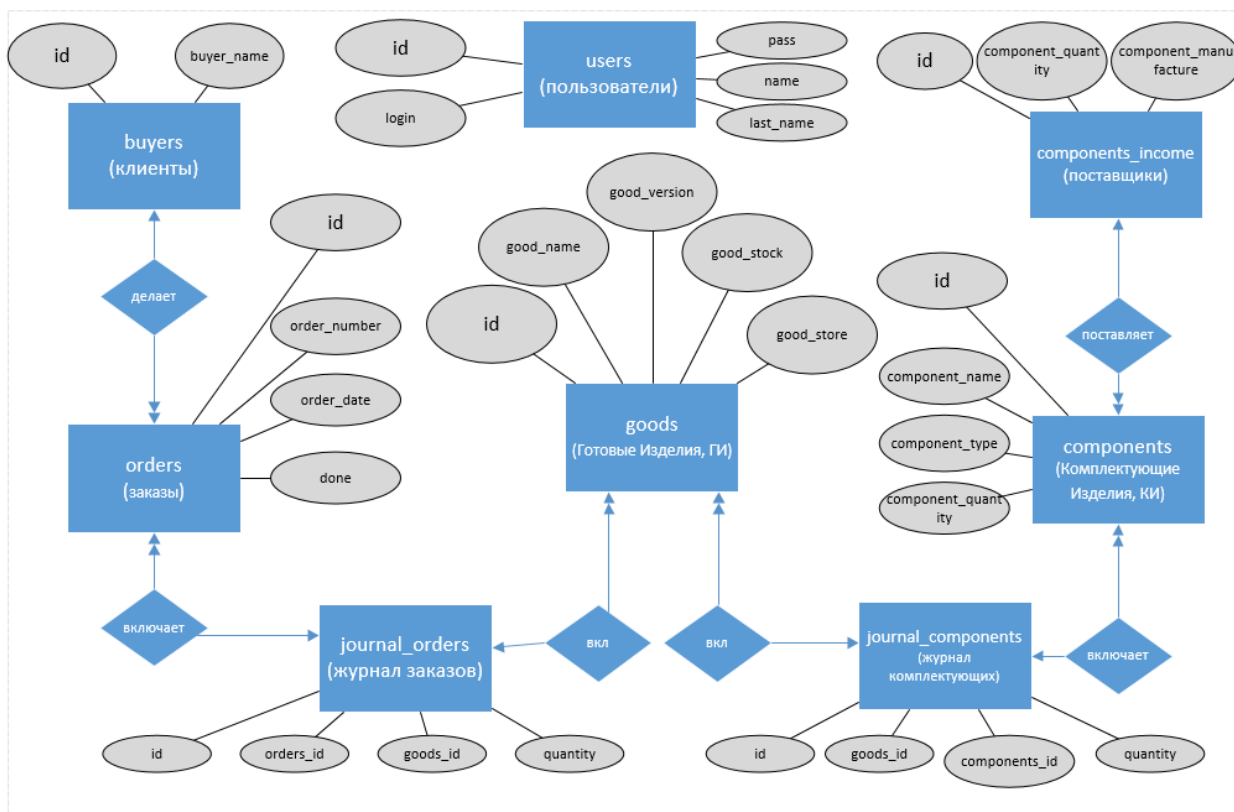


Рисунок 13 - ER-диаграмма базы данных в нотации Чена

ER-модель является одним из основных методов описания базы данных и широко используется в разработке информационных систем.

Описание:

В базе данных складского учета АИС выделяются следующие основные сущности:

- goods – готовые изделия, для хранения информации о готовых изделиях, которые сделаны на производстве и находятся на складе готовых изделий;
- buyers – для хранения информации о клиентах;

- orders – для хранения информации о заказах;
- components_income – для хранения информации о поставщиках комплектующих изделий;
- components – для хранения информации о комплектующих изделиях;
- users – для хранения информации о пользователях АИС.

ER-диаграмма показывает основные сущности предметной области, которые необходимо учесть при проектировании базы данных. Однако для построения логической модели данных необходимо добавить дополнительные структуры, которые уточнят связи между сущностями и приведут все реляционные связи к типу "один-ко-многим".

Добавление дополнительных структур в логическую модель данных преследует цель упрощения обслуживания базы данных и повышения наглядности ее структуры. К таким структурам относятся промежуточные таблицы, которые устанавливают связь между двумя сущностями, и дополнительные атрибуты, которые уточняют и расширяют взаимоотношения между сущностями. Это позволяет сделать базу данных более удобной в управлении и более легкой для понимания.

2.6 Разработка физической модели данных АИС склада

Физическая модель базы данных привязывается к конкретной системе управления базами данных (СУБД). Для данного проекта была выбрана система MySQL.

Физическая модель данных представлена на рисунке 14.

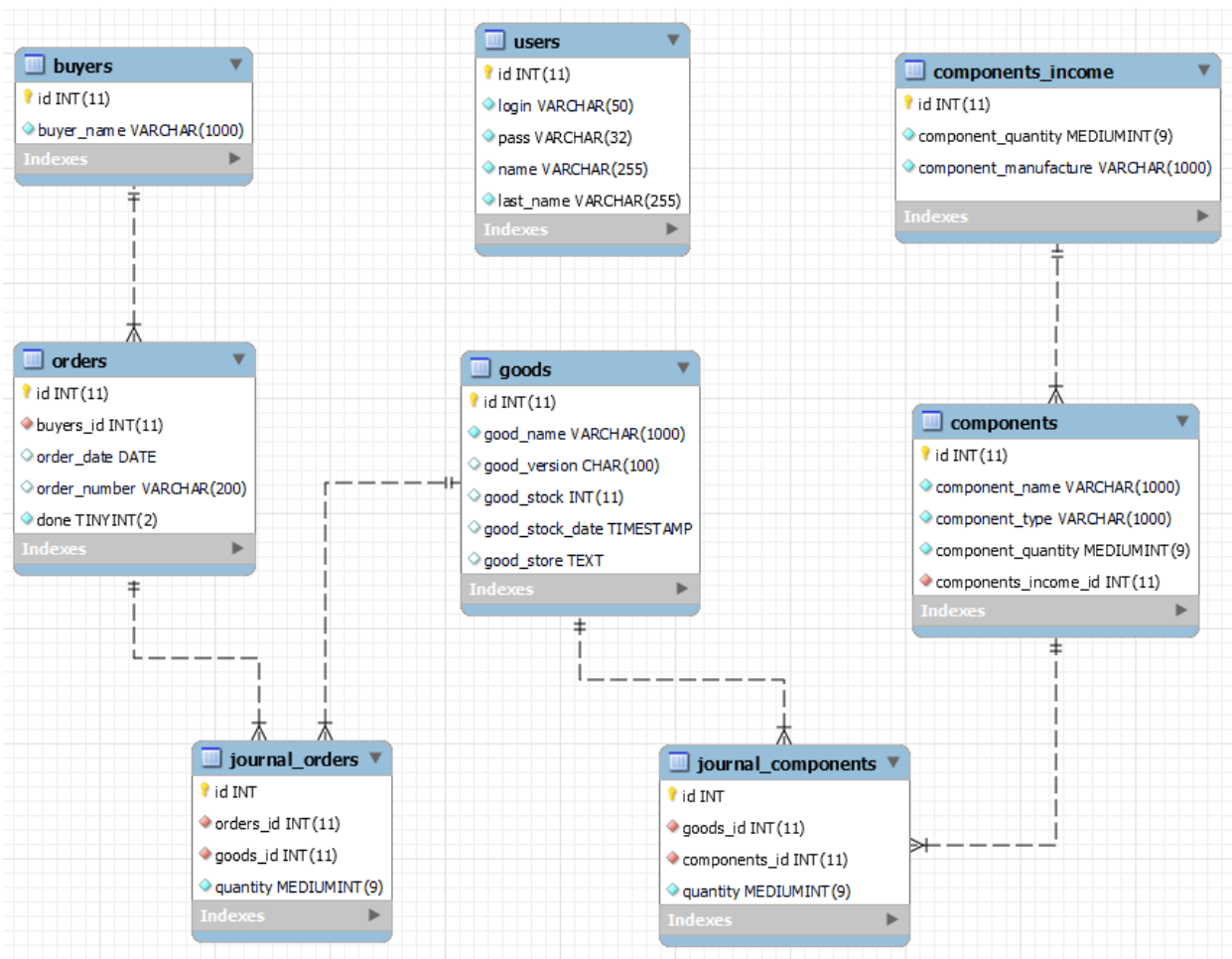


Рисунок 14 - Физическая модель базы данных АИС

Модель классов, разработанная на предыдущем этапе для информационной системы, преобразуется на этапе проектирования базы данных в модель реляционной базы данных, где классы становятся таблицами, а атрибуты - столбцами. Связи между таблицами описываются с помощью внешних ключей, которые обеспечивают целостность данных и позволяют выполнять операции соединения таблиц.

Для базы данных АИС была выбрана реляционная модель данных, которая обеспечивает эффективное хранение и обработку большого объема данных, а также гибкость в изменении структуры базы данных. Пример получившейся базы данных представлен на рисунке 15.

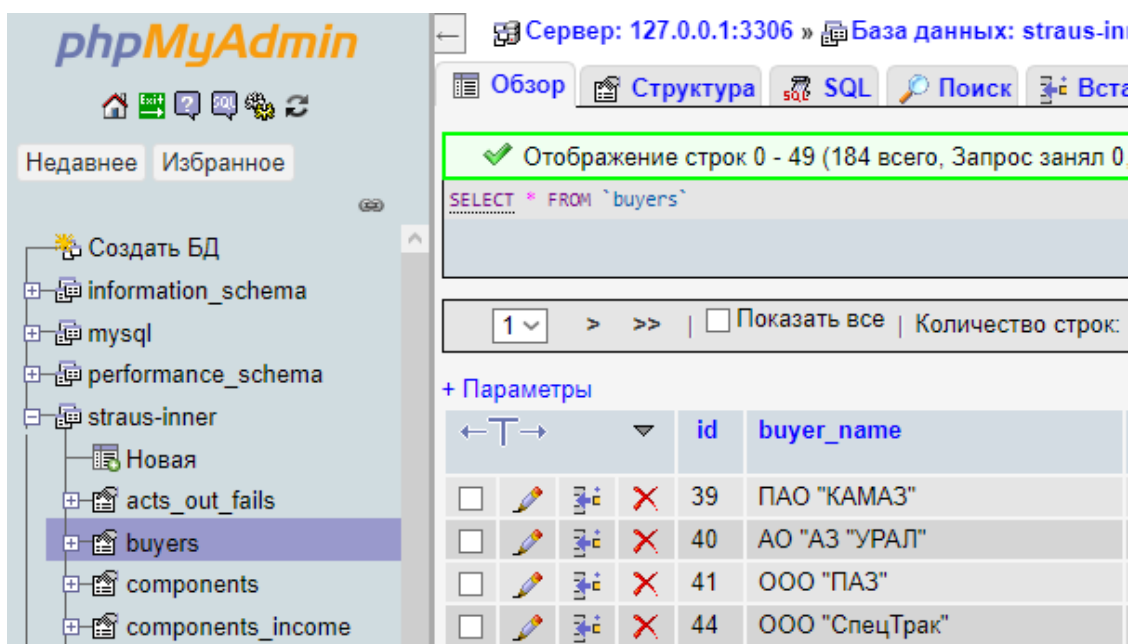


Рисунок 15 – Фрагмент базы данных

Реляционная модель данных строится на основе таблиц, состоящих из столбцов и строк. Каждая таблица в этой модели является хранилищем данных, связанных между собой и описывающих конкретную сущность из предметной области. Реляционная модель обеспечивает структурированное представление данных, что упрощает их анализ и обработку.

Выбор реляционной модели данных для базы данных АИС обеспечивает эффективное хранение и обработку большого объема данных, а также гибкость в изменении структуры базы данных. Это позволяет обеспечить высокую производительность и надежность работы информационной системы [22].

2.7 Контрольный пример реализации проекта

Пользовательский интерфейс (ПИ) - это часть программного обеспечения, которая обеспечивает взаимодействие между пользователем и программой. Это графический или текстовый интерфейс, который позволяет пользователю управлять программой, вводить данные, получать результаты и выполнять другие действия.

«Разработка ПИ требует значительных затрат времени и ресурсов. В первую очередь это связано с тем, что от успешной разработки ПИ в большой степени зависит эффективность и конкурентоспособность всей ИС.» [15].

Контрольный пример реализации проекта и внешний вид созданных страниц и форм приложения показан на рисунках 16-25.

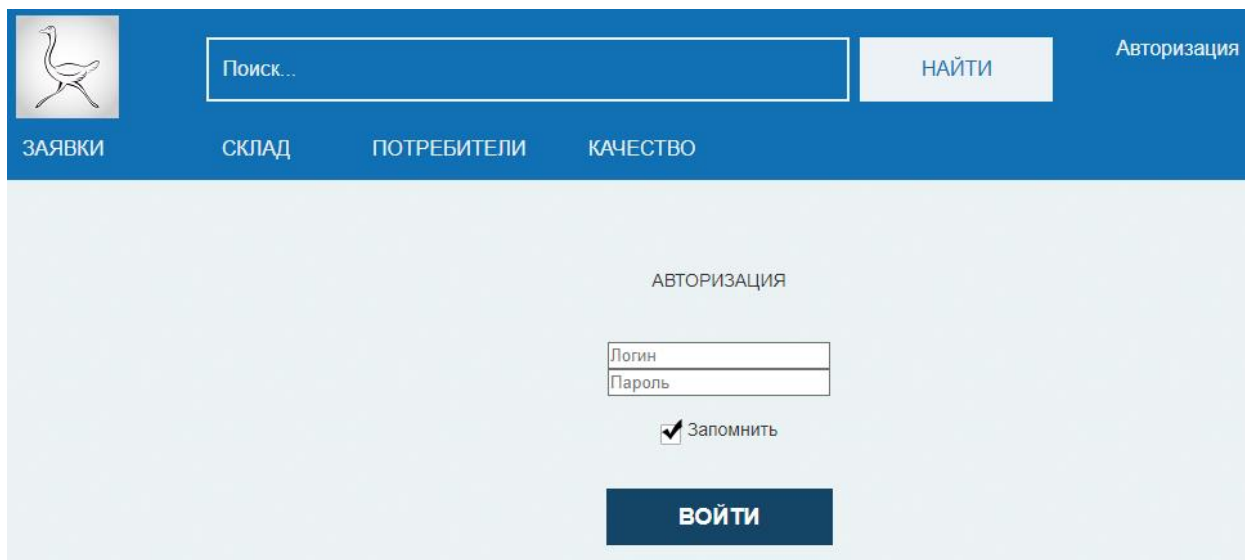


Рисунок 16 – Авторизация в системе

Каждый пользователь получает определённые права на просмотр тех или иных страниц. Администратор получает доступ ко всем страницам. Работники склада получают доступ к страницам, которые связаны с их профессиональными задачами. Такое разделение прав доступа служит целям безопасности. Позволяет ограничить несанкционированное изменение данных.

Моргунов В. / Выход

Поиск... НАЙТИ

ЗАЯВКИ СКЛАД ПОТРЕБИТЕЛИ КАЧЕСТВО

Остатки готовых преобразователей на складе:

S4015	1	на 27.03.2024
S4050	3	на 27.03.2024
S4055	1	на 27.03.2024
S4065	1	на 27.03.2024
S4065K4	2	на 27.03.2024

Наименование потребителя: ООО "АЗ "ГАЗ" | Номер заявки: 1029 | Дата заявки: 27.03.2024 | Статус: В работе

Детализация заявки: // S4052 в количестве 360 // S4050 в количестве 708 // S4042 в количестве 220 // S4072 в количестве 242 //

Наименование продукции	К отгрузке	Отгружено	Долг	Дата отгрузки (план)	Статус
S4052	91	0	нет		В работе

СТОК КАМАЗ | 1040 | 27.03.2024 | В работе

Детализация заявки: // S4065 в количестве 20 // S4015 в количестве 15 // S4055 в количестве 10 //

Рисунок 17 – Результат авторизации, переход на главную страницу

На главной странице представлена самая важная информация: остатки готовой продукции на складе и заявки от потребителей, их статусы и состояние готовности.

Моргунов В. / Выход

Поиск... НАЙТИ

ЗАЯВКИ СКЛАД ПОТРЕБИТЕЛИ КАЧЕСТВО

Задания на производство (автопром)

НАЛ ЗАДАНИЙ НА ПРОИЗВОДСТВО (АВТОПРОМ) - ВСЕ В РАБОТЕ

Тип операции	Приоритет	Кому назначено	Статус					
49	✓	S4065	796	пайка	средний	Участок пайки	Новая	Готово
50	✓	S4050	216	сборка	средний	Герасимов Андрей	Новая	Готово
51	✓	S4065	796	сборка	средний	Герасимов Андрей	Новая	Готово
52	✓	S4015	100	пайка	средний	Участок пайки	Новая	Готово

Рисунок 18 – Отображение страницы «Заявки»

Страница «Заявки» с формой ввода новой заявки. На этой странице показаны заявки от потребителей. Указаны тип, количество заказанных изделий, тип операций, на котором находится изделие в настоящее время, приоритет заявки. После изготовления изделия нажимается кнопка «Готово». Изделие

переходит в статус готовых. Для внесения новой заявки необходимо нажать на кнопку «Добавить новую запись»

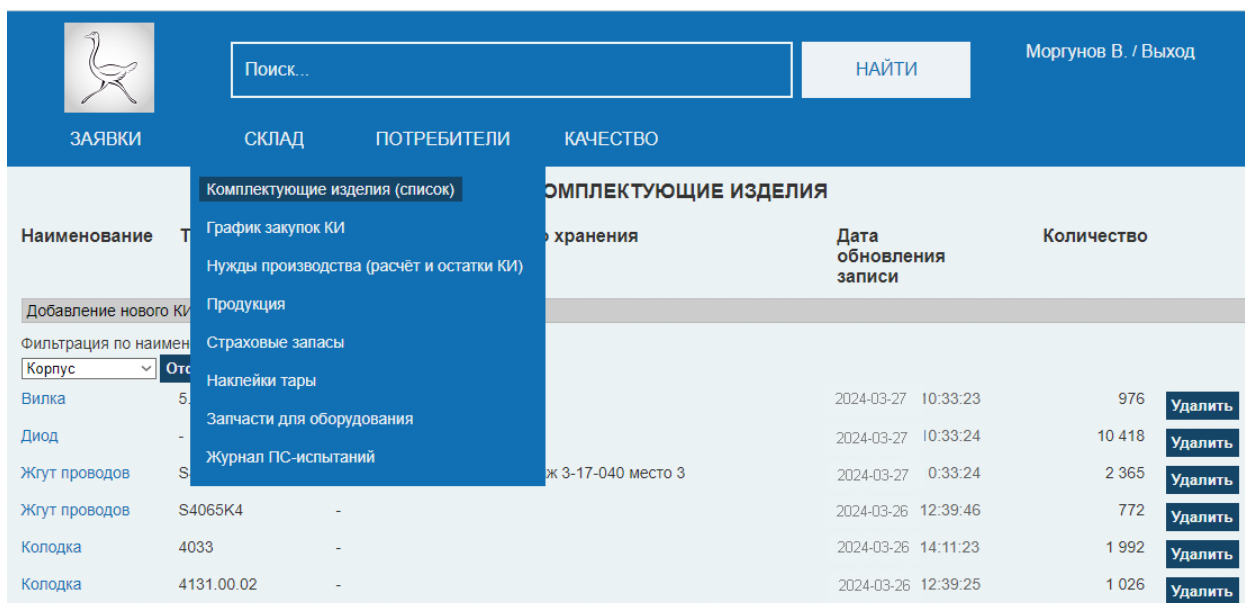


Рисунок 19 – Отображение работы меню «Склад»

Показано основное меню, которое используют пользователи в соответствии с определенными ролями и уровнем доступа.

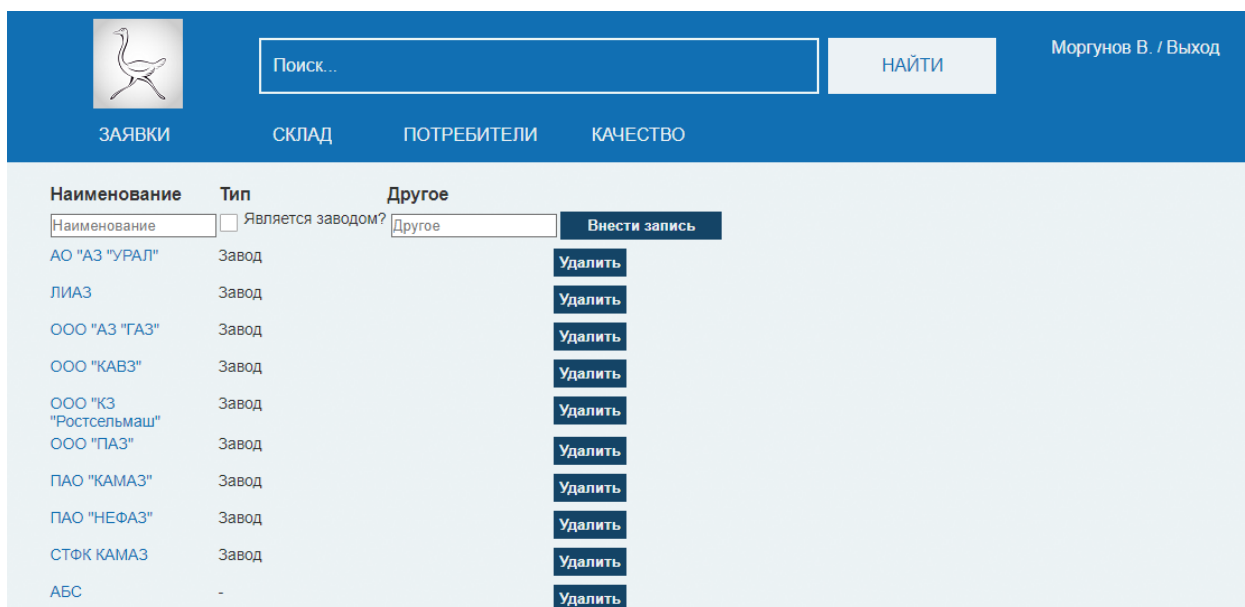


Рисунок 20 – Отображение страницы «Потребители»

На страницу добавлена форма ввода записи нового потребителя. Предназначена для внесения в базу данных нового клиента. Выставлен приоритет для заводов, которые закупают большими партиями и на постоянной основе.

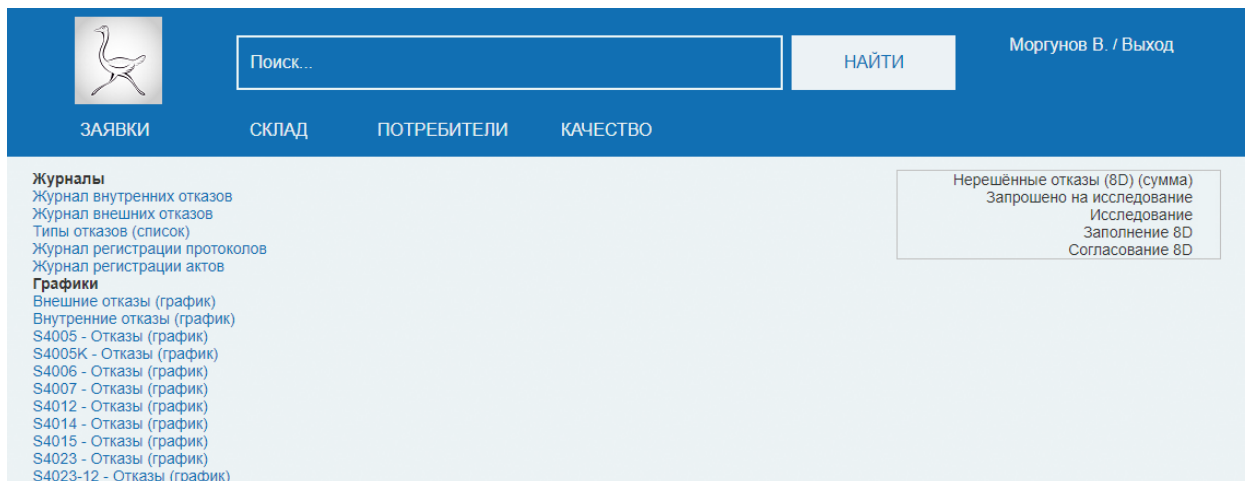


Рисунок 21 - Отображение страницы «Качество»

На странице находится список журналов, графиков и качественных показателей.

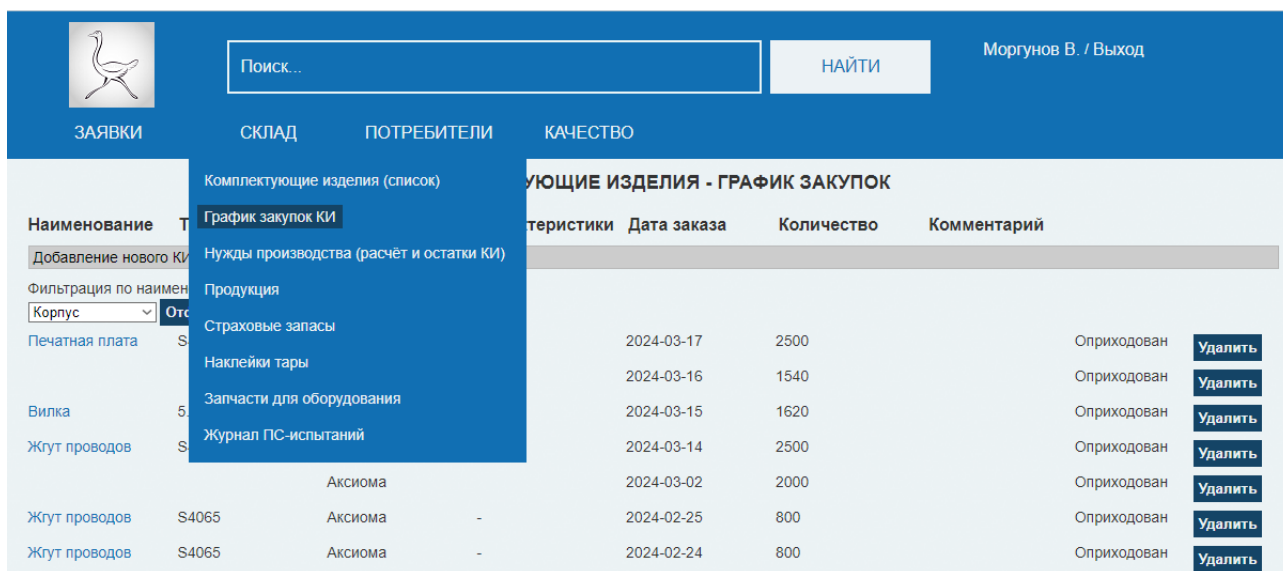


Рисунок 22 - Отображение страницы «График закупок КИ»

Показан численный график закупок комплектующих изделий (КИ) у поставщиков. Комплектующие изделия из которых состоят готовые изделия

закупаются заранее, чтобы успеть выполнить заказы клиентов. На это требуется определенное время и денежные ресурсы.

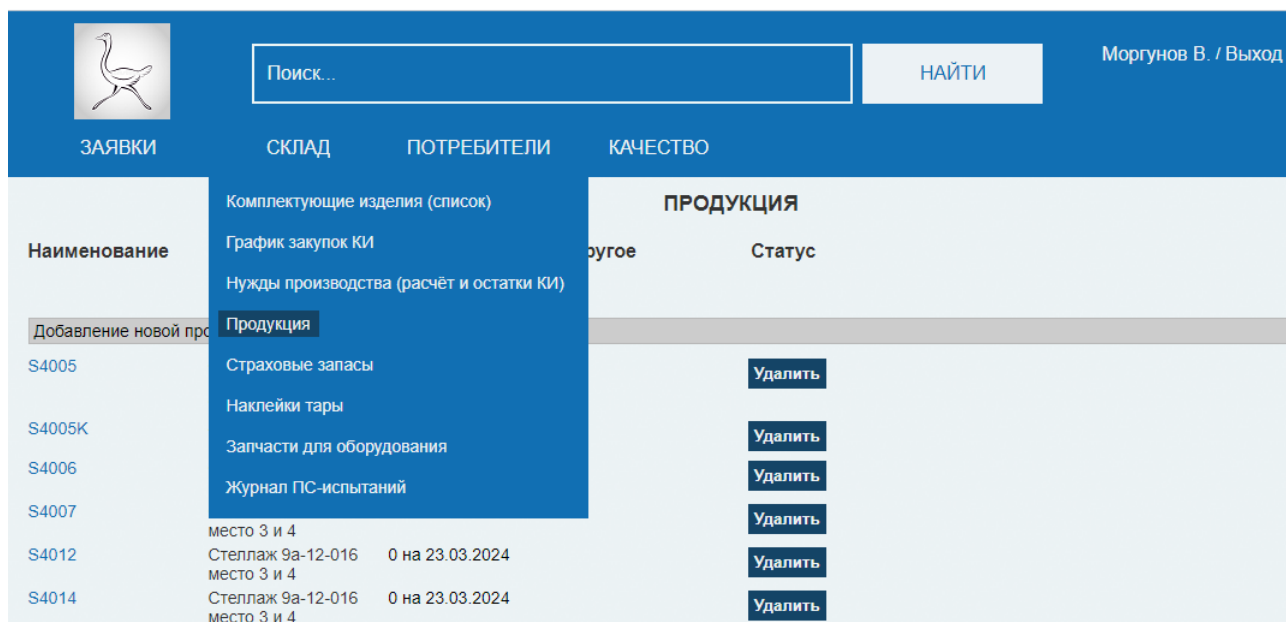


Рисунок 23 - Отображение страницы «Продукция»

Представлена информация о готовой продукции и показаны места хранения продукции на складе готовой продукции.

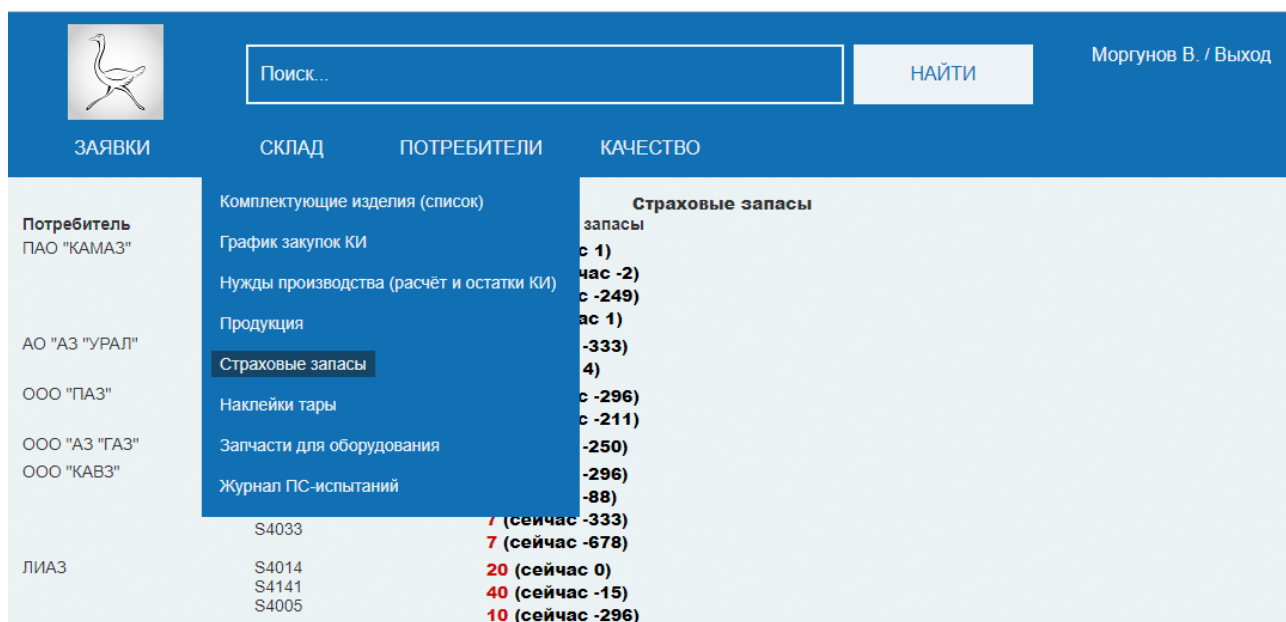


Рисунок 24 - Отображение страницы «Страховые запасы»

Показаны страховые запасы готовых изделий на складе для покупателей. Расчётные значения на основе предыдущих заказов (выделены красным

цветом) и реальные запасы (отрицательные значения означают долг страховых запасов).

Наименование	Замечание	Минимум	Остатки на складе	Удалить
Защитный кожух	штуки	1	2	Удалить
Пильный диск В-29321 260x33мм СОЖ	штуки	1	3	Удалить
Щётки "МАКИТА" СВ-153	шт	1	6	Удалить
Литол	штуки	2	6	Удалить
Матрица	штуки	500	1	Удалить
Матрица	штуки	1	1	Удалить

Рисунок 25 - Отображение страницы «Запчасти для оборудования»

Показаны наличие и остатки на складе запчастей для собственного оборудования производства.

2.8 Тестирование программного проекта

До передачи готового проекта заказчику и его запуска для общего использования, крайне важно выполнить проверку программы на возможные ошибки и недоработки, провести процесс тестирования.

«Цель тестирования состоит в выявлении ошибок, которые в будущем могут серьезно повлиять на работу системы и привести к неожиданным финансовым потерям. Для избегания подобных проблем необходимо своевременно обнаружить и исправить ошибки до запуска системы» [11].

Приемочное, критическое, расширенное и нагрузочное тестирование являются неотъемлемыми этапами проверки программного обеспечения, направленными на обеспечение его надежности, функциональности и

безопасности. Использование тестирования позволяет повысить качество программного продукта и минимизировать риски при его эксплуатации.

Приемочное тестирование является первичным и наиболее кратким этапом проверки основных компонентов программного обеспечения и его общей функциональности. На этом этапе проводится функциональное тестирование, направленное на проверку базовых функций приложения.

Результаты данного теста являются основой для принятия решения о приемке версии программного продукта и продолжении более глубокого тестирования текущей версии.

Критическое тестирование применяется как основной вид тестовых испытаний, в ходе которых проверяются важные и критические в работе элементы, и действия.

Расширенное тестирование представляет собой более глубокий вид тестирования, направленный на проверку нестандартного использования программного продукта, предельных значений массивов данных, ввода специальных символов и других аналогичных аспектов. Целью данного вида тестирования является выявление скрытых ошибок и недочетов в работе приложения. Нагрузочный текст используется для проверки работы программы под нагрузкой. Этот тест не используем, так как АИС работает в локальной сети с незначительной нагрузкой [2].

Используем критический тест. Проверим основные тестовые случаи. Такие как: «Форма авторизации», «Главное меню», добавление значений и удаление данных из базы.

Результаты сведены в таблицу 4.

Таблица 4 – Тестирование системы

Наименование	Описание тестового случая	Результат
Форма авторизации	Ввод логина и пароля	Произошёл переход в систему. Авторизация прошла. Успешно.
Меню главное	Выбор из выпадающего списка	При нажатии на кнопку из выпадающего списка произошел переход на нужную страницу. Успешно.
Добавление значений в таблицу	На странице «Заявки» добавление новой заявки	Данные введены, новая запись добавлена. Успешно
Удаление данных в таблице	На странице «Комплекующие» удаление любых комплекующих изделий	Запись о комплектующем удалена. Успешно

Для оценки качества разработки и управления проектом возможно использование соответствующих метрик и инструментов, таких как представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Метрики и оценки качества разработки

Метрики	Оценка
Уровень соответствия кода и архитектуры программного продукта стандартам и рекомендациям	Соответствует
Уровень удовлетворенности заказчика качеством программного продукта и услугами по его разработке	Высокий уровень
Время выполнения работ и соответствие фактических сроков плановым	Соответствует

Кроме этих метрик можно рассмотреть затраты ресурсов и соответствие фактических затрат бюджету проекта – в данном случае соответствует, уровень риска и эффективность мер по его предотвращению – в данном случае низкий и уровень качества выполняемых работ, и эффективность мер по его контролю – в данном варианте соответствует.

Рассмотрим подробнее такой важный параметр как уровень риска и меры по его предотвращению. Данные сведены в таблицу 6.

Таблица 6 – возможные риски для АИС склада

Риски	Описание рисков
Связанные с надежностью АИС склада	Сбои в работе программного обеспечения, вызванных ошибками в коде или некорректной работой оборудования; потеря данных в результате сбоев в работе программного обеспечения или оборудования; невозможности доступа к данным в результате сбоев в работе сети или оборудования.
Связанные с безопасностью АИС склада	Несанкционированный доступ к данным, хранящимся в АИС склада; несанкционированное изменение или удаление данных, хранящихся в АИС склада; несанкционированный доступ к функциям АИС склада, таким как добавление, изменение или удаление данных;
Связанные с производительностью АИС склада	Недостаточная производительности программного обеспечения, вызванной недостаточной мощностью оборудования или некорректной настройкой программного обеспечения. недостаточная производительности сети, вызванной слабой пропускной способностью или некорректной настройкой сети.

Меры по снижению рисков: регулярное тестирование программного обеспечения и оборудования на надежность и производительность. Регулярное обновление программного обеспечения и оборудования для устранения ошибок и улучшения безопасности. Регулярное резервное

копирование данных для предотвращения потери данных в результате сбоев в работе программного обеспечения или оборудования.

Использование систем авторизации и аутентификации для предотвращения несанкционированного доступа к данным и функциям АИС склада. Использование систем мониторинга и контроля за работой программного обеспечения и оборудования для своевременного выявления, и устранения сбоев в работе.

Вывод и результаты по главе.

Рассмотрены основные этапы разработки автоматизированной информационной системы склада. Предложен подход к разработке АИС склада, основанный на создании информационной модели, прототипа базы данных, логической модели данных и контрольного примера реализации проекта.

На первом этапе дано описание и обоснование решения по системной архитектуре проекта, которая включает в себя выбор подходящей модели данных, платформы для разработки и среды исполнения. Затем проводится анализ требований к АИС, которые будут использоваться для разработки логической модели данных. На следующем этапе определяются сущности и атрибуты, которые будут храниться в базе данных, а также связи между ними.

После этого следует проектирование базы данных, где модель классов преобразуется в модель реляционной базы данных: классы представлены в виде таблиц, атрибуты - в виде столбцов, ассоциации - в виде связей между таблицами. На этапе реализации программного обеспечения проводится написание кода и создание пользовательского интерфейса. После этого проводится тестирование программного проекта, которое включает в себя приемочный тест, функциональное тестирование, критический тест.

3 Расчет экономической эффективности

3.1 Оценка затрат на разработку программного продукта

Эффективность внедрения программного обеспечения (ПО) является ключевым фактором для успешного функционирования предприятия. Рассмотрим факторы от которых зависит эффективность. Это три основные группы: информационные, организационные и экономические.

Информационные факторы зависят от качества и доступности информации. К ним относятся: наличие полной и точной информации о потребностях организации, ее бизнес-процессах и информационных потоках; наличие качественной и актуальной документации по программному обеспечению; наличие квалифицированных специалистов, способных обеспечить эффективное использование ПО.

Организационные факторы связаны с особенностями организационной структуры и культуры предприятия, а также с уровнем подготовки сотрудников к работе с новым ПО. К ним относятся: наличие программы обучения и переподготовки сотрудников; наличие эффективной системы технической поддержки и обслуживания ПО. Кроме того, важным фактором является наличие положительного отношения сотрудников к внедрению новых технологий и готовность к изменениям.

Экономические факторы связаны с финансовыми аспектами внедрения ПО. К ним относятся: наличие необходимых финансовых ресурсов для приобретения и внедрения ПО; наличие эффективной системы контроля затрат на приобретение и обслуживание ПО; наличие эффективной системы оценки экономической эффективности внедрения ПО.

Прямые экономические показатели эффективности внедрения ПО включают в себя: снижение затрат на обработку информации, увеличение скорости прохождения потока информационного, увеличение

производительности труда, увеличение объема продаж, сокращение сроков выполнения работ, уменьшение количества ошибок и брака. Косвенные показатели эффективности включают в себя: повышение уровня обслуживания клиентов, улучшение качества продукции, увеличение лояльности сотрудников, улучшение имиджа компании.

Этапы разработки программного продукта [21]:

Значительное варьирование фактических затрат на каждом этапе разработки программного продукта зависит от разных факторов, таких как: сложность проекта, квалификация команды разработчиков и т.д. Можно выделить несколько основных этапов разработки имеющих временные и финансовые затраты.

Анализ требований - это первый этап разработки программного продукта. На нем определяются требования к будущему продукту.

Следующий этап – это проектирование. На основе анализа требований из предыдущего этапа определяется концептуальная архитектура и основные компоненты программного продукта.

Кодирование - это следующий и основной этап разработки программного продукта. На этом этапе пишется основной код программы. Заработная плата программиста является основной статьей затрат. Она сильно зависит от квалификации привлекаемого к разработке специалиста.

Тестирование - это этап, на котором проверяется работоспособность программного продукта и выявляются ошибки и недочеты.

Установка программного продукта - это этап, на котором происходит установка программы на сервер и подключение рабочих станций пользователей. Здесь рассчитываются затраты на установку ПО.

На этапе поддержки происходит обучение персонала работе с программой. Соответственно затраты связаны с обучением персонала. На этом этапе программный продукт поддерживается и обновляется для устранения ошибок и добавления новых функций.

Процесс создания программного продукта может занимать различное количество времени, в зависимости от множества факторов, влияющих на этот процесс. Шаги проектирования и фактически затраченное время сведены в таблицу 7.

Таблица 7 – Фактические затраты времени на каждом шаге проектирования

	Шаги проектирования	Фактические затраты времени, час
1	Анализ поставленной задачи	8
2	Определение способов решения	16
3	Разработка методики решения	24
4	Написание программного обеспечения	32
5	Тестирование и устранение ошибок в программе	88
6	Разработка документации	12
7	Подготовка данных для завершения проекта.	8
8	Корректировка и сдача документации	8
	Итого:	196

«Коэффициент, учитывающий затраты на корректировку и сложность разработки $K_{сл}$:

$$K_{сл} = c \cdot (1 + \rho), \quad (1)$$

где c — коэффициент сложности программы;

ρ — коэффициент коррекции программы в процессе разработки.» [4].

По таблице 8 выбираем необходимый коэффициент для расчета.

Таблица 8 — Коэффициенты по категориям

Наименование коэффициента	Категория			
	1	2	3	4
Коэффициент сложности программы.	1,25	1,5	1,6	2,0
Коэффициент коррекции программы.	0,05	0,1	0,5	1,0

Производится расчет с учетом коэффициента:» [4].

$$K_{сл} = 1,6 \cdot (1 + 0,5) = 2,4$$

«Затраты времени на разработку:

$$t_{разрсл} = t_{разрф} \cdot K_{сл} \quad (2)$$

где: $t_{разрф}$ - фактические временные затраты на разработку;

$K_{сл}$ - коэффициент сложности.» [4].

$$t_{разрсл} = 196 \cdot 2,4 = 470 \text{ час}$$

Получившееся время можно пропорционально разделить по шагам разработки программного продукта, ранее представленных в таблице 7.

Средняя оплата за час работы программиста находится через его годовой фонд оплаты труда, учитывая вычеты в Социальный фонд Российской Федерации (СФР).

Заработная плата программиста за месяц находится по средней зарплате по городу. Кроме этого учитывается премии, в данном случае 20%. Также учитывается удержания в Социальный Фонд России. Это еще 30% (по данным на 2024 год).

3.2 Вычисление заработной платы за месяц

«Месячный оклад с учётом квалификации и всех надбавок:

$$З_{пм} = З_{посн} \cdot (1 + K_{доп}) \cdot (1 + K_{есн}), \quad (3)$$

где $Z_{\text{ПОСН}}$ — месячная оплата труда;

$K_{\text{ДОП}}$ — коэффициент надбавок и премий;

$K_{\text{ЕСН}}$ — коэффициент, учитывающий норму взноса в фонд СФР.» [4].

Принимается оплата труда за месяц (средняя по городу) равная 68687 р.

$$Z_{\text{ПМ}} = 68687 \cdot (1+0,2) \cdot (1+0,3) = 107152 \text{ р.}$$

«Годовой фонд заработной платы с учетом отчислений:

$$\Phi_{\text{ЗРГ}} = Z_{\text{ПМ}} \cdot 12, \quad (4)$$

где 12 - количество месяцев в году.» [4].

$$\Phi_{\text{ЗРГ}} = 107152 \cdot 12 = 1285824 \text{ р.}$$

Согласно производственному календарю на 2024 год количество рабочих часов при 40-часовой рабочей неделе составляет 1979 часов.

«Средняя часовая оплата программиста определяется соотношением

$$C_{\text{разр}} = \frac{\Phi_{\text{ЗРГ}}}{n_p} \quad (5)$$

где $\Phi_{\text{ЗРГ}}$ — годовой фонд заработной платы с учетом отчислений;

n_p — число рабочих часов в году.» [4].

$$C_{\text{разр}} = 1285824/1979=649,73 \text{ р./час}$$

«Расходы по оплате труда сотрудника определяются по следующей формуле:

$$Z_{\text{РАЗР}} = t_{\text{разр.сл}} \cdot C_{\text{разр}}, \quad (6)$$

где $t_{\text{разр.сл}}$ — трудоемкость создания программы, с учетом сложности программы, выраженная в часах;

$C_{\text{разр}}$ — средняя часовая оплата труда инженера-программиста.» [4].

$$Z_{\text{РАЗР}} = 588 * 649,73 = 305373 \text{ р.}$$

Оценка времени, затраченного на работу на персональном ПК за год работы.

После определения реального годового бюджета рабочего времени на персональном компьютере в часах, возможно оценить стоимость часа машинного времени. Время на техническое обслуживание: ежедневно 0.5 часа, ежемесячно - 10 часов, ежегодно - 120 часов.

«Годовой фонд времени работы персонального компьютера

$$n_{\text{РПК}} = n_{\text{р}} - N_{\text{РЕМ}} \quad (7)$$

где $N_{\text{РЕМ}}$ — время на проведение профилактических мероприятий.» [4].

$$n_{\text{РПК}} = 1779 - 120 = 1659 \text{ ч.}$$

В процессе работы оборудование изнашивается, проведем оценку амортизации:

«Балансовая стоимость ПК

$$C_{\text{ПК}} = C_{\text{р}} \cdot (1 + K_{\text{УН}}) , \quad (8)$$

где $C_{\text{р}}$ — рыночная стоимость ПК (определяется по прайсу);

$K_{\text{УН}}$ — коэффициент, учитывающий затраты на установку и наладку (0,1).» [4].

$$C_{\text{ПК}} = 52000 \cdot (1+0,1) = 57200 \text{ р.}$$

«Сумма годовых амортизационных отчислений определяется по формуле:

$$Z_{\text{ГАМ}} = C_{\text{ПК}} \cdot N_{\text{А}} , \quad (9)$$

где $C_{\text{ПК}}$ — балансовая стоимость ПК;

$N_{\text{А}}$ — норма амортизационных отчислений за год. (0,2)» [4].

$$Z_{\text{ГАМ}} = 57200 \cdot 0,2 = 11440 \text{ р.}$$

«Затраты на электроэнергию

$$Z_{\text{ГЭЛ}} = P_{\text{чПК}} \cdot T_{\text{ГПК}} \cdot C_{\text{ЭЛ}} \cdot K_{\text{ИНТ}}, \quad (10)$$

где $P_{\text{чПК}}$ — установочная мощность ПК;

$T_{\text{ГПК}}$ — годовой фонд полезного времени работы машины;

$C_{\text{ЭЛ}}$ — стоимость 1 кВт/ч. электроэнергии;

$K_{\text{ИНТ}}$ — коэффициент интенсивного использования ПК (0,9).» [4].

По региону работы программиста принимаем $C_{\text{ЭЛ}} = 9,3$ р./кВт/ч;

$$Z_{\text{ГЭЛ}} = 0,35 \cdot 1659 \cdot 9,3 \cdot 0,9 = 4860,04 \text{ р.}$$

«Текущие затраты на эксплуатацию ПК рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{ГПК}} = Z_{\text{ГАМ}} + Z_{\text{ГЭЛ}}, \quad (11)$$

где $Z_{\text{ГАМ}}$ — годовые отчисления на амортизацию;

$Z_{\text{ГЭЛ}}$ — годовые затраты на электроэнергию для компьютера.» [4].

$$Z_{\text{ГПК}} = 11440 + 4860,04 = 16300,04 \text{ р.}$$

«Себестоимость часа работы компьютера:

$$C_{\text{ПК}} = \frac{Z_{\text{ГПК}}}{n_{\text{РПК}}}, \quad (12)$$

где $Z_{\text{ГПК}}$ — годовые затраты на ПК;

$n_{\text{РПК}}$ — годовой фонд полезного времени работы машины.» [4].

$$C_{\text{ПК}} = \frac{16300,04}{1659} = 9,82 \text{ р./час}$$

Для установки программного продукта, отладки и подготовки документации, необходимо машинное время.

«Совокупные затраты машинного времени составляют:

$$t_{\text{МАШ}} = t_{\text{ПФ}} + t_{\text{ОТЛФ}} + t_{\text{ДФ}} \cdot K_{\text{СЛ}}, \quad (13)$$

Расчет проводится с учетом принятых ранее значений (таблица 7).» [4].

$$t_{\text{МАШ}} = (32+88+12) \cdot 3 = 396 \text{ час.}$$

«Затраты на оплату машинного времени рассчитываются по формуле:

$$Z_{\text{МАШ}} = t_{\text{МАШ}} \cdot C_{\text{ПК}}, \quad (14)$$

Расчет проводится с учетом рассчитанных ранее значений.» [4].

$$Z_{\text{МАШ}} = 396 \cdot 9,82 = 3889 \text{ р.}$$

Затраты на разработку программы плюс оплата машинного времени составляют общие затраты на внедрение программы.

«Общие затраты на внедрение программы

$$Z_{\text{ОБЩ}} = Z_{\text{РАЗР}} + Z_{\text{МАШ}}, \quad (15)$$

Расчет проводится с учетом рассчитанных ранее значений.» [4].

$$Z_{\text{ОБЩ}} = 305373 + 3889 = 309262 \text{ р.}$$

Далее проводится расчет цены приложения с учетом нормы прибыли.

«Вычислим предполагаемую цену продукта с учетом нормы прибыли:

$$C = C_{\text{ОБЩ}} \cdot (1 + N) \quad (16)$$

где $C_{\text{ОБЩ}}$ — общие затраты на внедрение программного продукта;

N — норма ожидаемой прибыли (0,2)» [4].

$$C = 309262 (1+0,2) = 371114 \text{ р.}$$

3.3 Расчет экономической эффективности программы

Показатель окупаемости инвестиций (ROI) является одной из ключевых метрик, используемых для оценки эффективности внедрения программного обеспечения.

Эта метрика показывает, насколько быстро и эффективно внедрение программного обеспечения принесет прибыль и окупит затраты на его внедрение.

«Показатель окупаемости инвестиций ROI вычисляется как отношение получаемой прибыли и сэкономленных при внедрении затрат к затратам на внедрение программы.

Эта метрика может быть выражена в процентах или в виде коэффициента. Например, если показатель окупаемости инвестиций ROI равен 150%, это означает, что прибыль и сэкономленные затраты превышают затраты на внедрение программы в 1,5 раза.» [4].

Прибыль от проекта и величина затрат по проекту и поддержке влияют на показатель ROI: чем выше прибыль и чем меньше затраты, тем больше показатель ROI. В таблице 9 указаны затраты на внедрение программы.

Таблица 9 - стоимость затрат при внедрении программы на 4 пользователя

Затраты	Цена, р.
Приобретаемая программа	
Программа АИС склада	371114
Стоимость внедрения	
Начальная настройка делается разработчиком	1000
Обучение пользователей	1000 x 4 чел = 4000
Стоимость сопровождения программы	
Абонентское обслуживание	5000 x 12 мес. = 60000
Сервисное обслуживание (в год)	10000
Итого:	446114

Внедрение программы позволит не нанимать дополнительно работника склада, причем высокой квалификации с большой заработной платой, который бы смог заменить менеджера склада в случае его отсутствия. Это приводит к экономии средств малого предприятия. То есть с помощью внедрения АИС склада получаем прежний кадровый состав, который делает больший объем работы за счет оптимизации складских операций, увеличения скорости

информационных потоков и уменьшения ошибок. В таблице 10 представлен расчет экономии.

Таблица 10 - Расчет годовой экономии от внедрения программы

Должность	Количество сэкономленных окладов	Сумма экономии (в год) , р.
Работник склада	1	50 000 x 12 = 600 000

Показатель ROI за год составит:

$$ROI = \frac{\text{сумма экономии} - \text{затраты}}{\text{затраты}} \cdot 100\% \quad (17)$$

за первый год

$$ROI = (600\,000 - 446\,114) / 446\,114 \cdot 100\% = 34,5\%$$

за второй год

$$ROI = (600\,000 - 70\,000) / 70\,000 \cdot 100\% = 757\%$$

Положительное значение ROI больше 100% говорит об экономической эффективности применения АИС склада.

Кроме показателя ROI, на основании данных таблицы рассчитаем основные показатели эффективности инвестиционного проекта:

- чистый дисконтированный доход (NPV);
- индекс рентабельности (PI);
- дисконтированный срок окупаемости (DPP).

Требуемая норма доходности составляет 20 %.

Данные сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Показатели эффективности проекта

№	Показатель	Денежный поток по годам			Итого
		0 год	1 год	2 год	
1	Суммарный денежный поток, р.	-446114	153886	530000	237772
1.1	Отток (инвестиции), р.	-446114			-446114
1.2	Приток, д. е.		153886	530000	
2	Коэффициент дисконтирования $1 / (1+r)^n$	1	$1/1,2=0,833$	$1/1,2^2=0,694$	
3	Дисконтированный суммарный денежный поток, р. (стр. 1 * стр. 2)	-446114	128190	367820	49896
3.1	Дисконтированный отток (инвестиции), р.	-446114			-446114
3.2	Дисконтированный приток, р.		128190	367820	496010
4	Дисконтированный суммарный денежный поток нарастающим итогом, р.	-446114	-317924	49896	49896

1. Чистый дисконтированный доход

$$NPV = -446114 + 128190 + 367820 = 49896$$

$NPV > 0$ Проект эффективен

2. Индекс доходности

$$PI = 496010 / 446114 = 1,12$$

$PI > 1$ Проект эффективен

3. Срок окупаемости

$$DPP = 1 + (|-317924| / 367820) = 1,71$$

Проект эффективен. Так как чистый дисконтированный доход - положительное значение, индекс доходности больше единицы, срок окупаемости в пределах срока реализации проекта говорит об эффективности проекта.

3.4 Сравнение показателей до и после внедрения АИС склада

Для сравнения затрат до и после внедрения автоматизированной информационной системы (АИС) склада, можно использовать следующий подход. Исходим из предположения, что без использования АИС склада пришлось бы нанимать еще одного работника – помощника менеджера склада. Определим ключевые показатели эффективности (KPI): общие затраты на персонал склада и затраты на персонал на единицу работы (например, на один заказ). На основе наблюдений и полученных данных составляется таблица и строится диаграмма.

Таблица 12 – Сравнительная таблица затрат

Наименование затрат	До внедрения АИС	После внедрения АИС
Затраты на персонал склада: менеджер, помощник менеджера, кладовщик, грузчик (тыс. р.)	190	140
Количество заказов (шт.)	300	400
Затраты на один заказ (р.)	633	350

После внедрения АИС склада помощник менеджера не учитывается, так как больше не участвует в бизнес-процессе. Кладовщик проходит обучение работе с АИС склада и в случае отсутствия менеджера заменяет его. Сравнение затраты на персонал на один заказ до и после внедрения АИС склада за 1 месяц представлено на рисунке 26.

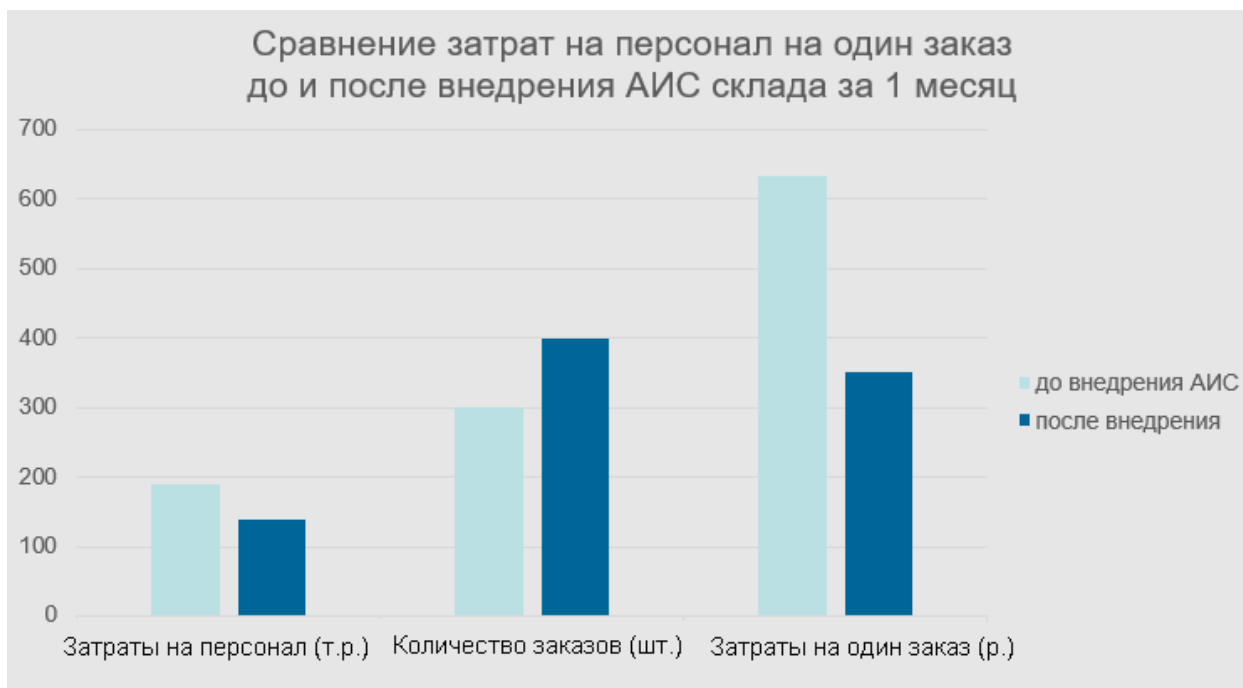


Рисунок 26 - Сравнение затрат на персонал на один заказ

В этом примере видно, что не только общие затраты на персонал уменьшились, увеличилось количество заказов за счет уменьшения времени обработки заказа, но и затраты на один заказ также снизились. Это указывает на экономию средств после внедрения АИС.

Вывод и результаты по главе:

В главе рассматривается расчет экономической эффективности автоматизированной информационной системы склада. Для этого проводится оценка затрат на разработку программного продукта. На основе этих данных проводится расчет экономической эффективности программы. Результатом расчетов является срок окупаемости. За второй год и далее компания будет получать прибыль. Это означает, что затраты на разработку АИС склада окупятся за счет экономии средств. На основании вышеизложенного можно сделать вывод об экономической эффективности и целесообразности внедрения АИС склада.

Заключение

В соответствии с поставленными задачами:

- поставлены и определены задачи и цели разработки, основываясь на которых, выявлена необходимость разработки АИС складом;
- проанализированы известные ИТ-решения АИС складом;
- создана диаграмма основных процессов деятельности фирмы.
- описана технико-экономическая характеристика деятельности фирмы, разработана концептуальная модель в нотации IDEF0 модели «КАК ЕСТЬ» и модель "КАК ДОЛЖНО БЫТЬ";
- описана локальная сеть, состоящая из терминалов и сервера, связывающая всех акторов разрабатываемой предметной области;
- разработана база данных, необходимая для АИС склада;
- создан интерфейс пользователей в соответствии с их ролями в системе;
- проведен расчет экономической эффективности проекта.

В результате выполнения поставленных задач ожидается достижение следующих результатов:

- Увеличение объема производства на существующих мощностях приводит к оптимизации операционных расходов и повышению эффективности производственного процесса;
- Улучшение качества работы достигается за счет минимизации количества ошибок, снижения вероятности возникновения ошибок, обусловленных человеческим фактором, и ускорения процесса принятия решений;
- Минимизация рисков и повышение надежности. Это касается не только технической надежности, но также исключает проблемы, связанные с

болезнью, отпуском или увольнением ключевых сотрудников, которые считаются «незаменимыми», например, менеджера склада.

Внедрение АИС позволит повысить организацию складского учета и сделать его более быстрым и эффективным.

Спроектированная АИС склада выполняет необходимые функции. В результате тестирования приложения определена его работоспособность. Интерфейс пользователя также обладает необходимым функционалом. Есть перспективы развития проекта.

Перспективы развития системы.

В дальнейшем, система может быть дополнена следующими функциями:

Разработка модулей для интеграции с другими системами, такими как система управления финансами, система управления персоналом, система управления качеством и т.д. Это позволит объединить данные из разных систем и получить более полную картину деятельности предприятия.

Разработка мобильной версии приложения, которая позволит пользователям работать с системой с любого устройства, где есть доступ к интернету.

Облачное хранение — это процесс переноса базы данных и программного обеспечения в облачную среду. Это улучшает доступ к данным, делает его более надежным. Снижение расходов на обслуживание и поддержку системы является большим преимуществом данного решения. Предприятие сможет эффективно управлять своими ресурсами. Не беспокоится о локальных инфраструктурных проблемах.

Разработка систем мониторинга и аналитики. Набирать и обрабатывать статистические данные необходимо для определения и прогноза будущих заказов готовых изделий на основе заказов за предыдущий период, прогноза

страховых запасов комплектующих изделий, а также для оценки и улучшения качества выпускаемой продукции.

Внедрение автоматизированной системы склада представляет собой значительный шаг к оптимизации процессов хранения и управления запасами, уменьшению влияния ошибок, связанных с человеческим фактором. Анализ экономической эффективности, в частности затрат на внедрение и обслуживание автоматизированной системы показал, что изначальные инвестиции в реализацию данного проекта могут быть значительными, но окупятся в перспективе за счет улучшения эффективности складского хозяйства, экономии на дополнительном персонале склада и сокращении издержек на управление складскими процессами.

Прогнозируемые экономические выгоды от использования автоматизированной системы склада оправдывают вложения в данное обновление. Благодаря повышению точности учета запасов, сокращению временных и трудовых затрат на обработку и отбор товаров, упрощению мониторинга запасов и улучшению планирования поставок, компания имеет возможность увеличить эффективность своей деятельности, сможет увеличить конкурентоспособность на рынке, повысить общую производительность, снизить операционные риски, повысить уровень обслуживания клиентов и обеспечить стабильный рост прибыли компании.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Алфёров, В. В. Автоматизация системы управления складской деятельностью: учебное пособие / В. В. Алфёров, Ю. М. Миронов. — Москва: Московская государственная академия водного транспорта, 2017. — 176 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76704.html> (дата обращения: 10.02.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
2. Баланов, А. Н. Бэкенд-разработка веб-приложений: архитектура, проектирование и управление проектами: учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 312 с. — ISBN 978-5-507-48818-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394556> (дата обращения: 03.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Баланов, А. Н. Построение микросервисной архитектуры и разработка высоконагруженных приложений: учебное пособие для вузов / А. Н. Баланов. — Санкт-Петербург: Лань, 2024. — 244 с. — ISBN 978-5-507-48747-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/394538> (дата обращения: 15.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Братченко С.А. Бизнес-планирование как эффективный инструмент управления компанией: монография. – М.: Издательский дом «НАУЧНАЯ БИБЛИОТЕКА», 2019. – 172 с
5. Бурганов, Р. А. Планирование на предприятии / Р. А. Бурганов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 260 с. — ISBN 978-5-507-46856-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/322631> (дата обращения: 12.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6. Волк, В. К. Базы данных. Проектирование, программирование, управление и администрирование / В. К. Волк. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2023. — 244 с. — ISBN 978-5-507-47243-7. — Текст :

электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/346439> (дата обращения: 14.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Гагарина, Л. Г. Разработка и эксплуатация автоматизированных информационных систем: учебное пособие / Л. Г. Гагарина. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2021. — 384 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-8199-0735-1. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1214882> (дата обращения: 18.04.2024). — Режим доступа: по подписке.

8. Голицына, О. Л. Базы данных: учебное пособие / О.Л. Голицына, Н.В. Максимов, И.И. Попов. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2023. — 400 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-00091-516-5. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1937956> (дата обращения: 17.03.2024). — Режим доступа: по подписке.

9. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010. Информационная технология. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла программных средств.

10. Гриценко, Ю. Б. Архитектура предприятия: учебное пособие / Ю. Б. Гриценко. — Москва: ТУСУР, 2014. — 260 с. — ISBN 978-5-86889-512-8. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110370> (дата обращения: 10.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

11. Зубкова, Т. М. Технология разработки программного обеспечения: учебное пособие / Т. М. Зубкова. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 324 с. — ISBN 978-5-8114-3842-6. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206882> (дата обращения: 21.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

12. Иванов, В. Н. Производственный менеджмент: учебное пособие / В. Н. Иванов, Д. В. Рудаков. — Омск : ОмГТУ, 2022. — 121 с. — ISBN 978-5-

8149-3450-5. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/343631> (дата обращения: 03.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Ицкович, Э. Л. Методы рациональной автоматизации производства: учебное пособие / Э. Л. Ицкович. — Вологда: Инфра-Инженерия, 2009. — 256 с. — ISBN 5-9729-0020-6. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/5061.html> (дата обращения: 10.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

14. Основы системной и программной инженерии: учебное пособие / К. В. Гусев, А. Н. Миронов, Е. А. Чернов, М. Б. Туманова. — Москва: РТУ МИРЭА, 2023 — Часть 1 — 2023. — ISBN 978-5-7339-1761-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/368930> (дата обращения: 25.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 31.

15. Остроух, А. В. Проектирование информационных систем: монография / А. В. Остроух, Н. Е. Суркова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — ISBN 978-5-8114-8377-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/175513> (дата обращения: 10.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Павлов, Л. А. Структуры и алгоритмы обработки данных: учебник для вузов / Л. А. Павлов, Н. В. Первова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-7259-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156929> (дата обращения: 10.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

17. Рочев, К. В. Информационные технологии. Анализ и проектирование информационных систем: учебное пособие для вузов / К. В. Рочев. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — ISBN 978-5-507-

44339-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/223442> (дата обращения: 18.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 51.

18. Сергеев, А. Н. Основы локальных компьютерных сетей : учебное пособие для вузов / А. Н. Сергеев. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 184 с. — ISBN 978-5-507-44766-4. — Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/242867> (дата обращения: 14.04.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

19. Сергушичева, А. П. Информационные технологии: курс лекций / А. П. Сергушичева, Е. Н. Давыдова, Д. В. Кочкин. — Вологда: ВоГУ, 2017. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171276> (дата обращения: 03.03.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей. — С. 83.

20. Сиразов Ф.С. Методы анализа предметных областей: курс лекций для студентов факультета математики и информатики (по направлению подготовки 09.03.03 прикладная информатика в дизайне) / составители Сиразов Ф. С.— Набережные Челны: Набережночелнинский государственный педагогический университет, 2018. — 66 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/76444.html> (дата обращения: 08.04.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

21. Сорокин, А. Б. Этап проектирования для программной инженерии : учебно-методическое пособие / А. Б. Сорокин. — Москва: РТУ МИРЭА, 2021. — 65 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171553> (дата обращения: 21.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей

22. Сьоре, Э. Проектирование и реализация систем управления базами данных / Э. Сьоре ; перевод А. Н. Киселева ; под редакцией Е. В. Рогова. — Москва: ДМК Пресс, 2021. — 466 с. — ISBN 978-5-97060-488-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. —

URL: <https://www.iprbookshop.ru/125184.html> (дата обращения: 12.04.2024). —

Режим доступа: для авторизир. пользователей

23. Туманова, М. Б. Проектирование программных систем: учебное пособие / М. Б. Туманова, Е. К. Михайлова, Е. А. Муравьева. — Москва: РТУ МИРЭА, 2023. — 138 с. — ISBN 978-5-7339-2050-4. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/398273> (дата обращения: 20.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

24. Улыбина, Ю. Н. Искусство управления складом / Ю. Н. Улыбина, С. Н. Бердышев. — Москва: Дашков и К, Ай Пи Эр Медиа, 2010. — 195 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/823.html> (дата обращения: 24.03.2024). — Режим доступа: для авторизир. пользователей

25. Шёнталер, Ф. Бизнес-процессы: языки моделирования, методы, инструменты: практическое руководство / Франк Шёнталер, Готфрид Фоссен, Андреас Обервайс, Томас Карле ; пер. с нем. - Москва : Альпина Паблишер, 2019. - 264 с. - ISBN 978-5-96142-482-9. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1078471> (дата обращения: 12.03.2024).