

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)

Бизнес-информатика

(наименование профиля, специализации)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ
РАБОТА)**

На тему:

«Разработка информационной системы онлайн-резервирования заказов на
промышленном предприятии»

Обучающийся

Е. А. Лямин

(И.О.Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель д-р социол. н., доцент Е. В. Желнина

(ученая степень, звание, И.О.Фамилия)

Тольятти 2024 г.

Аннотация

Данная выпускная квалификационная работа посвящена разработке информационной системы онлайн-резервирования заказов на примере крупного завода по производству метизной продукции и крепежа. Целью данной работы является создание информационной системы, которая обеспечит эффективную обработку потока заказов в режиме онлайн. Это необходимо для оперативного формирования заказа, подбора номенклатуры складов, планирования точных дат отгрузок и актуализации складских остатков в режиме реального времени.

В работе решены следующие задачи:

- 1) Проанализированы текущие бизнес-процессы и выявлены проблемы, которые необходимо решить в рамках проекта.
- 2) Рассмотрены существующие программные решения по онлайн-обработке заказов и систем управления складом (WMS-системы).
- 3) Составлен план-график проекта и рассчитаны затраты на его реализацию.
- 4) Проведен анализ бизнес-требований, составлены функциональные схемы «Как есть» и «Как должно быть».
- 5) Выполнено общее проектирование архитектуры системы. Выбрана архитектура приложения, основанная на микросервисах.
- 6) Приведены примеры организации базы данных.
- 7) Приведены примеры пользовательского интерфейса.
- 8) Составлены тест-кейсы для проверки функциональности системы.

Работа состоит из трех, глав в которых решены поставленные задачи. Объем работы составляет 51 страниц без учета приложений. Работа содержит 11 рисунков, 15 таблиц, 28 литературных источника, 4 приложения.

При проектировании информационной системы использовались методологии IDEF0, BPMN и UML, программные продукты MS Visio, Bizagi Modeler, PgAdmin4, среда разработки Visual Paradigm. Календарный план проекта был построен в MS Project.

Материалы, представленные в работе, могут быть использованы как примеры для реализации реальных ИТ-проектов по разработке программного обеспечения.

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Анализ предметной области.....	6
1.1 Характеристика предприятия	6
1.2 Обзор существующих систем онлайн резервирования заказов	12
1.3 План реализации проекта	16
Глава 2. Анализ требований к системе онлайн резервирования заказов	21
2.1 Определение и анализ требований	21
2.2 Разработка функциональной модели системы.....	27
Глава 3. Разработка системы онлайн резервирования заказов «Мультисклад»	31
3.1 Выбор технологий и инструментов для разработки системы.....	31
3.2 Разработка архитектуры бэкенда	34
3.3 Разработка интерфейса системы	39
3.4 Тестирование системы.....	43
Заключение	47
Список используемой литературы	49
Приложение А План реализации проекта разработки информационной системы «Мультисклад».....	52
Приложение Б Процесс обработки заказа покупателя в системе «Мультисклад»	53
Приложение В Архитектура взаимодействия информационных систем..	54
Приложение Г Таблица Г-1 – Тест-кейсы проверки справочника складов	55

Введение

Тема работы: «Разработка информационной системы онлайн-резервирования заказов на промышленном предприятии» особенно актуальна для крупных производственных компаний [1]. Промышленные предприятия действительно сталкиваются с вызовами, связанными с управлением сложными бизнес-процессами, инертностью и необходимостью автоматизации [4]. Действующие на предприятии информационные системы со временем становятся сложными, громоздкими, и затрудняют адаптацию к современным требованиям рынка [5].

Мы займемся разработкой корпоративной информационной системы для крупного промышленного предприятия, специализирующегося на производстве метизной продукции [14].

Объектом исследования бакалаврской работы является деятельность промышленного предприятия «Альфа-Метиз» по обработке заказов покупателей.

Предмет исследования – это реализация проекта разработки информационной системы онлайн-резервирования заказов.

Целью работы является создание информационной системы, которая обеспечит эффективную обработку потока заказов в режиме онлайн. Это необходимо для оперативного формирования заказа, подбора номенклатуры разных складов, планирования точных дат отгрузок и актуализации складских остатков в режиме реального времени. В результате удовлетворенность клиентов повысится, а предприятие сможет увеличить свою эффективность и прибыль.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1) Изучить деятельность предприятия, выявить существующие проблемы, которые необходимо решить в рамках проекта.

- 2) Проанализировать рынок программных продуктов по онлайн-обработке заказов и систем управления складом (WMS-систем).
- 3) Провести планирование реализации проекта по разработке системы, рассчитать затраты на проект.
- 4) Провести анализ бизнес-требований и общее проектирование архитектуры системы.
- 5) Выбрать технологии и инструменты, которые будут использоваться для разработки системы, учитывая ее масштабируемость и надежность.
- 6) Спроектировать пользовательский интерфейс.
- 7) Подготовить тестовые сценарии для проверки функциональности системы.

Современные тенденции в развитии информационных систем подталкивают к переходу от монолитных решений, таких как 1С: УПП, к микросервисной архитектуре. Микросервисы позволят разделить функциональность продукта на рабочие модули, каждый из которых будет отвечать за выполнение своей задачи. Микросервисная архитектура обеспечит гибкость проектирования, быстрое внедрение новых функций и обновлений системы [2]. Также, микросервисы могут быть развернуты в облаке, обеспечивая высокую масштабируемость и надежность системы. Все эти принципы мы учтем при разработке нашей новой системы «Мультисклад».

Глава 1. Анализ предметной области

1.1 Характеристика предприятия

Компания «Альфа-Метиз» – крупнейший производитель и поставщик метизной продукции в России. Предприятие занимает крупную долю рынка и предлагает широкий ассортимент крепежных изделий, которые широко применяются в различных секторах строительства и промышленности. Широкий ассортимент продукции насчитывает более 50 000 позиций и включает следующие виды продукции: болты, гайки, шурупы, саморезы, шайбы, винты, стержни, шпильки, гвозди и прочие метизы.

Одним из ключевых преимуществ компании является наличие распределенной сети складов и системы логистики, разбросанных по всей стране. Обширная сеть складов, размещенная в 16 регионах России, позволяет быть локальным и оперативным поставщиком изделий своим клиентам по всей стране. Клиенты «Альфа-Метиз» – это промышленные и производственные предприятия, которые заказывают продукцию для использования в своих изделиях. Крепеж является неотъемлемой частью производственных процессов на многих предприятиях, обеспечивая надежность и долговечность продукции. Компания «Альфа-Метиз», используя инновации современных технологий, стремится к постоянному совершенствованию, чтобы удовлетворить потребности клиентов и оставаться лидером на рынке метизной продукции.

На предприятии действует функциональная организационная структура, позволяющая передавать ответственность функциональным руководителям, не теряя при этом контроль и сохраняя вертикаль управления. Верхнеуровневая организационная структура предприятия «Альфа-Метиз» представлена на рисунке 1.

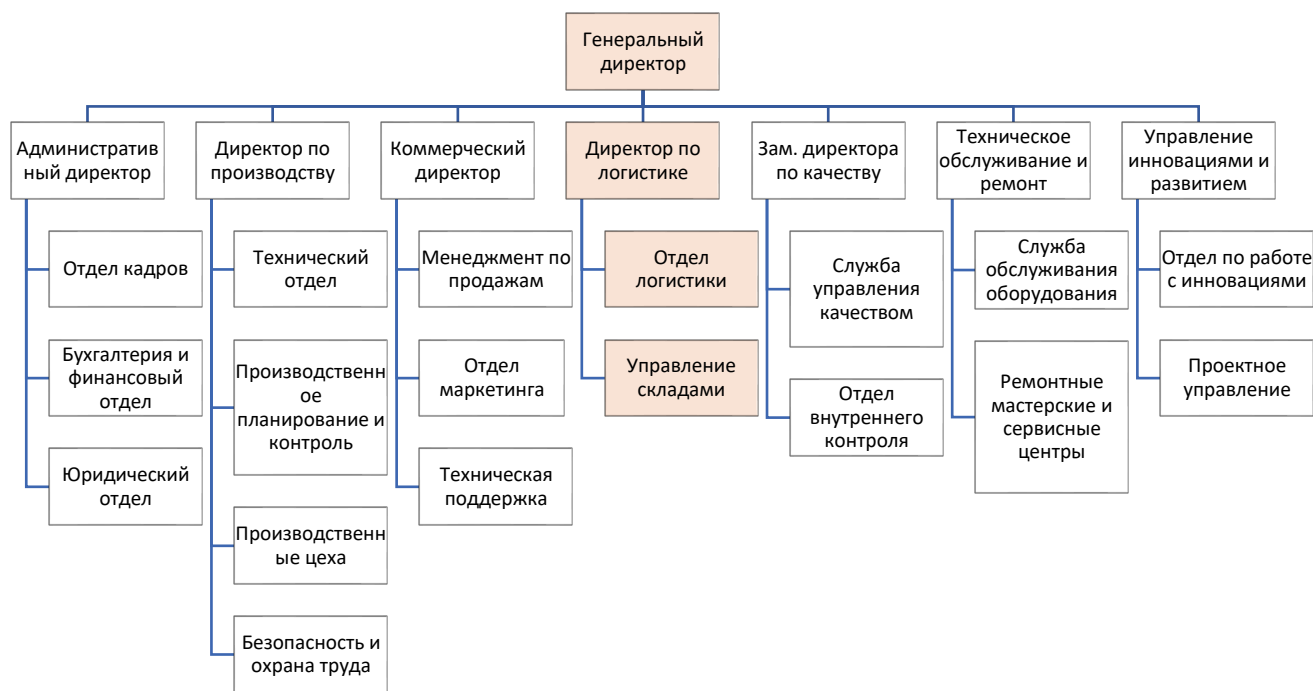


Рисунок 1 - Организационная структура «Альфа-Метиз»

Пояснение к организационной структуре:

Генеральный директор - руководит всей компанией и отвечает за стратегические решения.

1) Служба административного директора:

- Отдел кадров - занимается управлением персоналом, наймом, обучением и кадровой политикой.
- Бухгалтерия и финансовый отдел - отвечает за финансовое планирование, бухгалтерский учет и финансовые операции.
- Юридический отдел - занимается юридическими вопросами, контрактами и соблюдением законодательства.

2) Служба директора по производству:

- Технический отдел отвечает за технические аспекты производства, оборудование и технологические процессы.

- Производственное планирование и контроль - занимается планированием производства и контролем его выполнения.
 - Производственные цеха - подразделения, где происходит непосредственное производство крепежа и метизов.
 - Безопасность и охрана труда - обеспечивает безопасность сотрудников и соблюдение норм охраны труда.
- 3) Служба коммерческого директора:
- Менеджмент по продажам - отвечает за продажи и взаимодействие с клиентами.
 - Отдел маркетинга - занимается маркетинговыми стратегиями и продвижением продукции.
 - Техническая поддержка - предоставляет техническую помощь клиентам.
- 4) Служба директора по логистике:
- Отдел логистики - занимается логистическими процессами, доставкой и складированием товаров.
 - Управление складами - отвечает за управление складскими запасами.
- 5) Управление качеством:
- Служба управления качеством - отвечает за контроль качества продукции.
 - Отдел внутреннего контроля - занимается внутренним аудитом и проверкой процессов.
- 6) Техническое обслуживание и ремонт:
- Служба обслуживания оборудования - занимается техническим обслуживанием и ремонтом оборудования.
 - Ремонтные мастерские и сервисные центры - отвечают за ремонт и обслуживание оборудования.
- 7) Служба директора по развитию:
- Отдел по работе с инновациями занимается внедрением новых технологий и разработкой.

– Проектное управление отвечает за управление проектами и их реализацию [7].

Предприятие «Альфа-Метиз» обладает следующими характеристиками:

- 1) Предприятие выпускает широкую номенклатуру изделий, более 50 000 позиций.
- 2) На предприятии сосредоточены значительные производственные мощности, расположенные на Урале.
- 3) Компания работает с крупными промышленными предприятиями, строительными компаниями и оптовыми базами. По этой причине, каждый заказ в среднем содержит по 100 позиций разных номенклатурных изделий. Это значительно усложняет процесс обработки заказов и требует большого количества времени на проверку наличия каждого изделия на складах.
- 4) Распределенная сеть складов насчитывает 16 складов, расположенных по разным регионам России.
- 5) Распределенная сеть складов требует слаженной логистической инфраструктуры и транспорта для эффективного управления запасами и доставки изделий. В связи с этим, предприятие несет высокие операционные затраты из-за необходимости поддержания большого количества складов, транспортных средств и персонала.

В настоящее время весь процесс обработки и резервирования заказов реализуется в рамках одной информационной системы: 1С: Управление производственным предприятием (1С: УПП) [11].

Функциональная схема обработки заказа в системе 1С УПП «Как есть» представлена на рисунке 2.

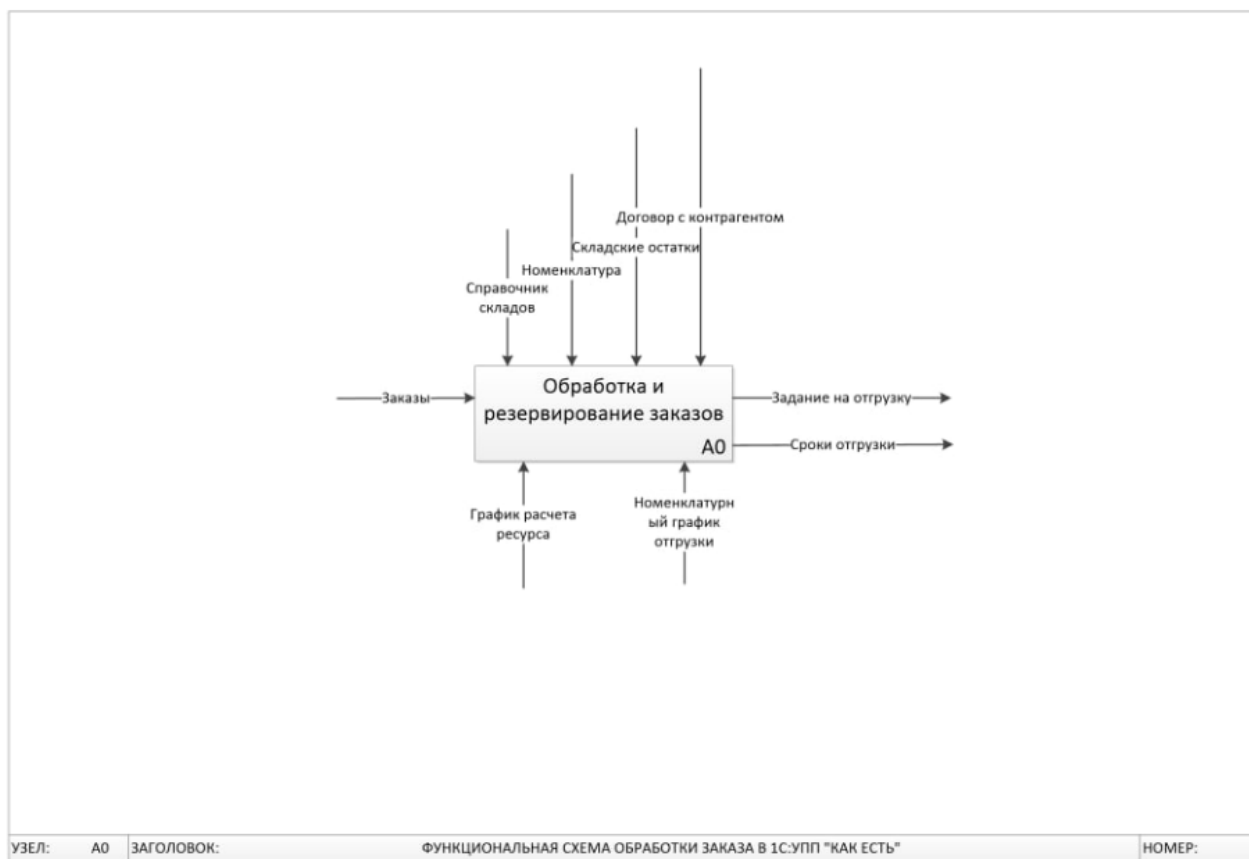


Рисунок 2 - Функциональная схема обработки заказа в системе 1С УПП «Как есть»

1С УПП автоматизирует следующие основные бизнес-процессы предприятия [10]:

1) Управление производственными процессами:

- Контроль исполнения производственных планов и сроков выполнения заказов.
- Мониторинг процесса производства, включая учет затрат на производство и использование ресурсов.

2) Управление складом и запасами:

- Учет и контроль складских запасов сырья, комплектующих и готовой продукции
- Учет складских остатков

- Оптимизация уровня запасов для обеспечения непрерывности производства и минимизации издержек.

3) Управление ресурсами:

- График расчета ресурса

4) Управление отгрузками

- Номенклатурный график отгрузок

- Планирование поставок

5) Финансовый учет:

- Учет основных средств и оборотных средств.

- Финансовые лимиты на контрагента

6) Мастер-система по справным данным

- Справочник номенклатуры

- Справочник складов

- Справочник контрагентов

В действующей информационной системе 1С: УПП среднее время обработки одного заказа покупателя составляет 7,5 часов, что является недостаточным для оперативной деятельности специалистов по логистике и менеджеров по работе с клиентами. Ресурсы системы 1С: УПП не позволяют обрабатывать заказы в режиме реального времени и выполнять процессы оформления параллельно [17]. Для обработки одного заказа необходима информация о наличии остатков товаров на складах, о будущих поступлениях товара на основании плана производства, о нормативном запасе некоторых категорий товаров, о финансовых лимитах, регулирующих отгрузку определенным клиентам, и информация о перемещениях и заказах дня. Еще одним недостатком текущей системы является то, что она не учитывает приоритетность заказов разных групп покупателей [15].

Система 1С УПП является «узким горлышком» и сильно перегружена. Для улучшения системы нужны следующие шаги:

- 1) Проанализировать пути оптимизации обработки заказов, чтобы сократить время обработки.

- 2) Внедрить механизм учета приоритетности заказов разных групп покупателей.
- 3) Передать часть функций в специальную информационную систему, чтобы обеспечить обработку заказов в режиме онлайн.

В следующем разделе рассмотрим альтернативные варианты информационных систем по онлайн-обработке заказов.

1.2 Обзор существующих систем онлайн резервирования заказов

Для онлайн обработки заказов существует несколько информационных систем, которые могут помочь управлять заказами, отслеживать товары на складах и управлять логистикой. Данные системы называются - WMS (Warehouse Management System) или системы управления складами. Такое программное решение помогает компаниям управлять ежедневными складскими операциями начиная с момента поставки товаров на склад, их упаковку, хранение, перемещение, и до момента их отгрузки клиенту [18].

Системы WMS являются ключевым компонентом управления цепочкой поставок и обеспечивают прозрачность всех запасов компании, находящихся на складах или в пути, в реальном времени [19]. Они также поддерживают инструменты для комплектования и упаковки заказов, утилизации ресурсов, аналитики и многого другого.

Современные WMS-системы способны интегрироваться с другим программным обеспечением, такими как сканирование штрихкодов и меток RFID, усовершенствованная робототехника и носимые устройства дополненной реальности (AR), а также другие критически важные решения, такие как системы управления перевозками (TMS), ERP и логистическое программное обеспечение.

Рассмотрим программные продукты глобального рынка. Вот несколько основных WMS-систем, которые широко представлены на рынке:

Manhattan Associates - Предлагает WMS-систему под названием Manhattan Warehouse Management System, которая предоставляет комплексное управление складскими операциями и логистикой.

Oracle - Oracle WMS - мощная система управления складом, интегрируемая с другими продуктами Oracle для обеспечения единого цифрового окружения для складских операций.

SAP - SAP Extended Warehouse Management (EWM) - интегрируемая система управления складом, предоставляющая возможности для оптимизации складских операций и управления инвентаризацией.

JDA Software (теперь Blue Yonder) - JDA Warehouse Management - эта система обеспечивает автоматизацию складских операций и управление инвентаризацией, а также включает функционал для управления транспортом и логистикой.

HighJump (часть Körber) - Предлагает WMS-систему под названием HighJump Warehouse Advantage, которая обеспечивает масштабируемое управление складскими операциями и интеграцию с другими системами предприятия.

Сравнительная характеристики WMS продуктов глобального рынка представлена в таблице 1.

Проанализируем российский рынок WMS продуктов.

Technolink предлагает WMS-систему под названием "Warehouse Expert", которая включает в себя функции управления складскими операциями, инвентаризации, отчетности и многие другие.

INFOLine предлагает WMS-систему "IL: Magister Warehouse", которая обеспечивает автоматизацию и оптимизацию складских процессов, включая управление запасами, приемку и отгрузку товаров.

AsstrA предлагает WMS-систему "AsstrA WMS", разработанную для управления складскими операциями и логистикой, включая учет товаров, планирование и оптимизацию процессов.

Таблица 1 – Сравнительная характеристики WMS продуктов глобального рынка.

Критерий	Oracle WMS	SAP Extended Warehouse Management	JDA Warehouse Management	HighJump
Функционал	Широкий функционал, подходит для сложных логистических схем	Мощное решение для крупных международных компаний	Богатый функционал, подходит для многопользовательской среды	Гибкие настройки, подходит для компаний с нестандартными требованиями
Масштабируемость	Хорошо масштабируется	Хорошо масштабируется	Хорошо масштабируется	Хорошо масштабируется
Интеграция	Хорошо интегрируется с другими Oracle-продуктами	Хорошо интегрируется с другими SAP-продуктами	Хорошо интегрируется с другими JDA-продуктами	Хорошо интегрируется с другими системами
Цена	Дорогостоящая	Дорогостоящая	Дорогостоящая	Доступная
Облачная версия	Доступна	Доступна	Доступна	Доступна
Преимущества	Широкий функционал, высокая степень контроля, подходит для сложных логистических схем	Мощное решение, высокая степень контроля, подходит для крупных международных компаний	Богатый функционал, подходит для многопользовательской среды	Гибкие настройки, подходит для компаний с нестандартными требованиями
Недостатки	Дорогостоящая, сложная в настройке	Дорогостоящая, сложная в настройке	Дорогостоящая	Доступная, но менее функциональная

PSL Group предлагает WMS-систему "iTrack: WMS", которая включает в себя функции складского учета, управления инвентаризацией, отчетности и аналитики.

СКБ Контур предлагает WMS-систему "СКБ-Склад", которая предоставляет возможности для автоматизации складских операций, контроля запасов и отчетности.

Сравнительная характеристики WMS продуктов на российском рынке [16] представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнительная характеристики WMS продуктов российского рынка.

Критерий	Technolink	INFOLine	AsstrA	PSL Group
Функционал	Базовый функционал, подходит для небольших и средних компаний	Расширенный функционал, подходит для крупных компаний	Базовый функционал, подходит для небольших и средних компаний	Расширенный функционал, подходит для крупных компаний
Масштабируемость	Ограниченная масштабируемость	Хорошо масштабируется	Ограниченная масштабируемость	Хорошо масштабируется
Интеграция	Хорошо интегрируется с 1С	Хорошо интегрируется с другими системами	Хорошо интегрируется с 1С	Хорошо интегрируется с другими системами
Цена	Доступная	Дорогостоящая	Доступная	Дорогостоящая
Облачная версия	Доступна	Доступна	Доступна	Доступна
Преимущества	Доступная цена, простота использования	Широкий функционал, высокая степень контроля	Доступная цена, простота использования	Широкий функционал, высокая степень контроля
Недостатки	Ограниченная функциональность, ограниченная масштабируемость	Дорогостоящая	Ограниченная функциональность, ограниченная масштабируемость	Дорогостоящая

При анализе существующих программных продуктов иностранные разработчики из-за существующей санкционной политики не рассматривались к приобретению. Российские компании имеют либо ограниченный функционал, либо высокую стоимость. Необходимо также учесть, что на предприятие «Альфа-Метиз» действуют устоявшиеся бизнес-процессы, которые можно учесть только при условии разработки собственной информационной системы.

В итоге, для реализации поставленных задач проекта предлагается использовать не готовые коробочные решения, а заключить контракт на заказную разработку новой информационной системы «Мультисклад».

Преимущества такого решения:

- 1) Система позволит ускорить выполнения заказов за счет перехода к онлайн-обработке.
- 2) Автоматизировать процессы в складской системе, улучшая точность, скорость и общую производительность.
- 3) Настроить выбор склада отгрузки в режиме реального времени:
- 4) Обеспечить интеграцию с другими информационными системами, действующими на предприятии (1С:УПП, Порталом продаж, Системой учета, ВІ-системой по управлению отчетами).

1.3 План реализации проекта

План проекта по разработке системы онлайн-резервирования заказов «Мультисклад» включает три основных этапа:

Этап 1. Бизнес-анализ и архитектурное проектирование

Этап 2. Разработка и тестирование

Этап 3. Внедрение

Требования к срокам и отчётности [21] по закрытию каждого этапа указаны в таблице 3.

Таблица 3 - Сроки и отчетность по этапам проекта.

Содержание	Сроки	Отчетные документы
Этап 1. Бизнес-анализ и архитектурное проектирование		
Сбор и анализ требований	Не более 40 рабочих дней с даты заключения договора	Спецификация требования
Проектирование	Не более 10 рабочих дней с даты завершения подэтапа «Сбор и анализ требований»	Архитектура решения Архитектура приложения Акт сдачи-приемки выполненных работ по этапу № 1
Этап 2. Разработка и тестирование		
Системный анализ	Не более 100 рабочих дней с даты заключения договора	Проволочные макеты Макеты «в дизайне» Спецификация сценариев использования Описание реализация функций Описание сервиса Спецификация взаимодействия UI с сервисами
Разработка системы и тестирование	Не более 200 рабочих дней с даты заключения договора	Программный код Программа и методика приемочных испытаний Отчет о тестировании Отчет о нагрузочном тестировании
Сборка и развертывание	Не более 200 рабочих дней с даты заключения договора	Анкета КТС Инструкция по сборке и развертыванию
Опытно-проектная эксплуатация	Не более 30 рабочих дней с даты завершения подэтапа «Разработка и тестирование»	Акт завершения опытно-проектной эксплуатации Акт сдачи-приемки выполненных работ по этапу № 2
Этап 3. Внедрение		
Разработка эксплуатационной документации	Не более 30 рабочих дней с даты завершения подэтапа «Разработка и тестирование»	Инструкция пользователя Инструкция администратора системы Инструкция технического администратора Руководство администратора
Проведение приёмочных испытаний Системы	Не более 10 рабочих дней с даты завершения подэтапа «Разработка эксплуатационной документации»	Протокол приемо-сдаточный испытаний
Обучение пользователей и внедрение системы	Не более 30 рабочих дней с даты завершения подэтапа «Разработка эксплуатационной документации»	Протокол проведения обучения и передачи системы в эксплуатацию. Акт сдачи-приемки выполненных работ по этапу № 3

Для оценки трудозатрат команды на проекте нужно учесть следующие параметры состав команды и длительность участия на проекте.

Требуемое количество членов команды: 3 бекенд-разработчика, 3 фронтенд-разработчика, 2 аналитика, 2 тестировщика, 1 руководитель проекта. Общий срок реализации проекта составляет 12 месяцев.

Рассчитаем ФОТ (фонд оплаты труда) с учетом среднемесячной зарплаты специалиста, срока участия на проекте, заложим НДС 20%. Расчет стоимости реализации проекта представлен в таблице 4.

Таблица 4 - Стоимость проекта

Должность	Количество чел.	Зар.плата с учетом соц.взносов/мес.	Количество месяцев	Сумма
Бекенд-разработчик	3	290 000,00	8	6 960 000,00
Фронтенд-разработчика	3	250 000,00	8	6 000 000,00
Аналитик	2	230 000,00	10	4 600 000,00
Тестировщик	2	180 000,00	8	2 880 000,00
Руководитель проекта	1	220 000,00	12	2 640 000,00
ФОТ	-	-	-	23 080 000,00
Накладные расходы	10%	-	12	2 308 000,00
Затраты на проект	-	-	-	25 388 000,00
Финансирование проекта	0%	-	12	0,00
Гарантийные обязательства	2%	-	24	1 015 520,00
Риск (тех.+фин.)	2%	-	12	507 760,00
Себестоимость	-	-	-	26 911 280,00
Рентабельность	10%	-	-	2 691 128,00
Стоимость проекта	-	-	-	29 602 408,00
НДС	20%	-	-	5 920 481,60
			ИТОГО	35 522 889,60

Общие затраты на разработку проекта составляют 35 522 889,60 рублей.

Для оценки стоимости проекта помимо трудозатрат команды нужно учесть следующие:

- 1) Затраты на оборудование и программное обеспечение (стоимость серверов, баз данных, лицензий на программное обеспечение)
- 2) Затраты на инфраструктуру (расходы на хостинг, обслуживание серверов, обновления и поддержку системы).

У Заказчика в распоряжении имеется свободное оборудование и сервера, оценка этих затрат будет лежать на стороне Заказчика проекта.

План реализации проекта по разработке информационной системы онлайн-бронирования заказов «Мультисклад» приведен в Приложении А.

Выводы по главе 1

В данной главе была представлена характеристика предприятия и выделены следующие особенности:

- 1) широкий ассортимент изделий (50 000 номенклатур);
- 2) заказчиками предприятия являются крупные заводы и оптовики;
- 3) широкая распределённая сеть складов (16 складов) и сложную логистику.

Выделены следующие проблемы, которые необходимо решить в рамках проекта разработки системы:

- 1) Ограниченные возможности системы 1С: УПП не позволяют обрабатывать заказы в режиме реального времени и запараллеливать процессы.
- 2) Среднее время обработки одного заказа покупателя составляет 7,5 часов, что неприемлемо долго. За это время информация о наличии ресурса на складах теряет свою актуальность.

- 3) Система не учитывает приоритетность заказов разных групп покупателей, что приводит к неоптимальному распределению ресурсов.
- 4) Текущие процессы не позволяют точно рассчитать дату отгрузки клиенту, из-за чего компания несет репутационные риски.
- 5) Не учитываются изменения финансовых лимитов под отгрузку клиенту.

В ходе рассмотрения существующих систем по онлайн-резервированию заказов приоритет отдан не готовым коробочным решениям, а заказной разработке под потребности предприятия.

Для реализации проекта корпоративной системы онлайн-резервирования заказов выделены этапы проекта, определен состав команды, рассчитана стоимость и сроки реализации проекта.

Глава 2. Анализ требований к системе онлайн резервирования заказов

2.1 Определение и анализ требований

В рамках проекта планируется вынести процесс обработки заказа из информационной системы 1С: УПП в новую информационную систему онлайн-обработка заказов под названием «Мультисклад».

Целью проекта является создание и внедрение единой информационной системы по управлению складскими запасами, онлайн обработки и резервирования заказов, с возможностью точного планирования отгрузок заказчиком.

Проект включает следующие **задачи**:

- 1) Ускорение выполнения заказов за счет перехода на онлайн обработку заказов (из наличия, а также из графика поставки).
- 2) Выбор оптимального склада отгрузки в режиме реального времени.
- 3) Расчет плановых дат отгрузки с учетом графиков поставок, а также возможной отгрузки в режиме реального времени.
- 4) Резервирование запасов под заказы с учетом приоритета заказа в режиме реального времени.
- 5) Управление ожиданиями заказчиков при помощи транслирования сроков отгрузки.
- 6) Формирование распоряжений для складов на комплектацию товара к отгрузке из зарезервированных количеств с учётом финансовых лимитов.

Разрабатываемая система предназначена для двух категорий пользователей: специалистов по логистике и менеджеров по продажам.

Специалистам по логистике (с учетом прав доступа) должны быть доступны следующие функции системы:

- 1) Поиск и просмотр данных по обработке заказов покупателей
- 2) Поиск и просмотр графиков доступности запаса/ресурса
- 3) Поиск и просмотр справочников системы

- 4) Настройка внутренних справочников системы, регулирующих обработку заказов покупателей
- 5) Настройка параметров формул расчета графиков доступности запаса/ресурса
- 6) Назначение приоритета заказам покупателей вручную
- 7) Формирование отчетов

Менеджерам по продажам (с учетом прав доступа) должны быть доступны следующие функции системы:

- 1) Поиск и просмотр данных по обработке заказов покупателей
- 2) Поиск и просмотр графиков доступности запаса/ресурса
- 3) Поиск и просмотр справочников системы
- 4) Формирование отчетов.

Рассмотрим общие требования к системе «Мультисклад».

К обработке заказов покупателя относятся два основных этапа:

- 1) Подбор обеспечения по позиции заказа (из наличия на складе или из будущего поступления – т.е. ресурса) с подбором складов отгрузки,
- 2) Резервирование изделия и выдача распоряжения на отгрузку.

2.1.1 Обработка заказа покупателя

Для выполнения обработки заказа могут использоваться отгрузки с основного склада, а также перемещение по цепочке между промежуточными складами. Таким образом система должна учитывать два вида отгрузки:

Прямая отгрузка. Это способ доставки со склада комплектации напрямую грузополучателю, минуя промежуточные склады. При прямой отгрузке склад комплектации = складу отгрузки.

Отгрузка по цепочке складов. Эта процедура резервирования еще не поступившего товара на склад отгрузки. В этом способе создается заказ, который свяжет заказ на отпуск с ожидаемым заказом на поставку. При поступлении заказа на поставку запас сразу же будет передан в ЗНО (задание

на отгрузку).

При обработке заказа выполняется операция резервирования, которая обещает запас определенному заказу покупателя. Таким образом, если резервирование выполнено, то это гарантирует, что никакой другой менее приоритетный заказ покупателя не сможет забрать запас без ручного вмешательства.

В проектном решении необходимо выделить следующие виды ресурса:

- Наличный запас - это запас, который находится в наличии на складах предприятия.
- Свободный запас – это часть наличного запаса, который можно использовать для любых целей.
- Зарезервированный запас - это зарезервированный запас под конкретные заказы покупателя.
- В пути - это запас, который едет на склады предприятия. Для заказов на закупку товаром в пути считается ожидаемое поступление, на которое сделано задание на поставку товаров.

Из системы 1С: УПП должны передаваться в систему «Мультисклад» заказы покупателя с соответствующей атрибутивной структурой, которая будет использоваться Системой для дальнейшей обработки.

У пользователя должна быть возможность просматривать заказы покупателя в Системе.

При изменении статуса по Заказу покупателя (на стороне 1С: УПП) необходимо передавать новый статус в Систему для дальнейшей обработки и учитывать значение статуса при выполнении процессов. В таблице 5 приведены возможные статусы заказа покупателя и пути их обработки в системе «Мультисклад».

Таблица 5 - Статусы заказа покупателя

Статус заказа покупателя	Шаг в системе «Мультисклад»
К выполнению	Старт передачи заказа в OMS, а также разрешает резервирование.
Запрет на резервирование	Блокирует новое резервирование, но не снимает установленные резервы.
Запрет на ЗНО	Устанавливает запрет на отправку рекомендаций по ЗНО и/или перемещений, при этом резерв не снимается и резервирование не останавливается.
Закрыт	Переводит складской заказ в статус "выполнено". В систему должны уходить данные, которые уменьшают остаток.
Запрет на обработку	Устанавливает запрет на обработку заказа покупателя

В процессе исполнения заказа покупателя, пользователю должен быть доступен просмотр процента исполнения как заказа целиком, так и в разрезе номенклатурной позиции.

На основании поступившего заказа покупателя в Системе «Мультисклад» должны автоматически создаваться Складские заказы. При создании складского заказа следует руководствоваться принципом уникальности цепочки обеспечения. Пользователь должен иметь возможность видеть все связанные Заказы покупателя и Задания на поставку со Складским заказом, иметь возможность открыть их и просмотреть. Если у заказа покупателя нет соответствующего типа складского заказа, то пользователь должен получать соответствующую индикацию. Резервирование запасов производится под конкретный складской заказ.

У пользователя должна быть возможность просматривать как журнал складских заказов, так и детальную информацию о нем, проводить анализ и контролировать ход исполнения складских заказов, направлять на резервирование и отпуск партии отгрузки. Для этого должны быть разработаны соответствующие представления и состояния складских заказов, отвечающие требованиям процесса.

На основании складского заказа Система «Мультисклад» должна сформировать заявки на создание Заданий на отгрузку и направить эти заявки в систему 1С: УПП, для дальнейшего формирования задания на отгрузку.

Ниже, на рисунке 2, представлена схема обработки Заказов покупателей «Как должно быть».

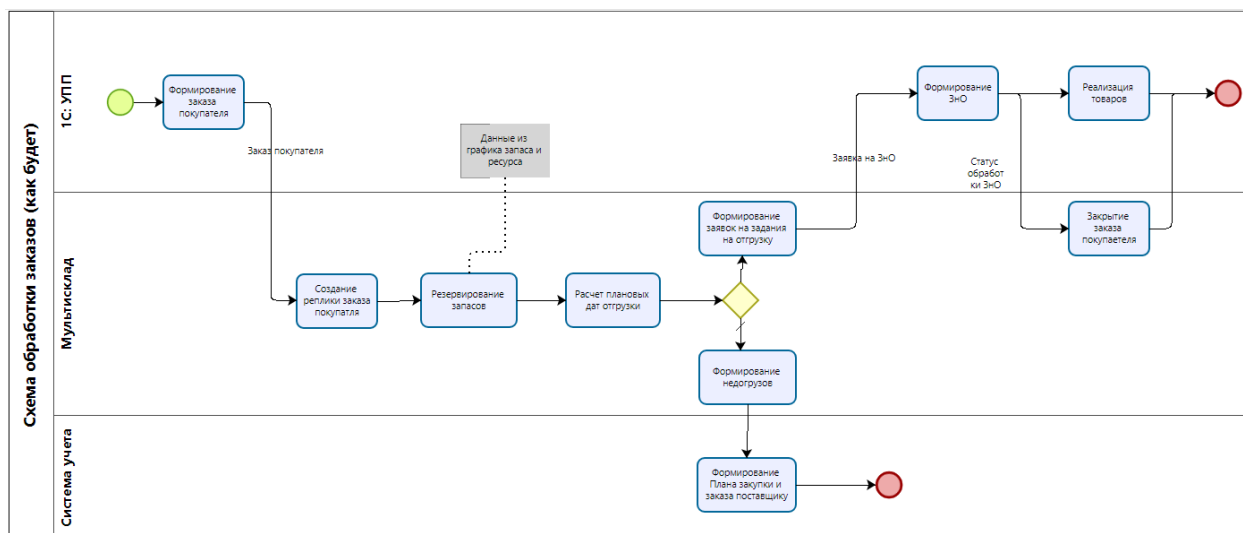


Рисунок 3 - Схема обработки заказов покупателей «Как должно быть».

2.1.2 Графики доступности

В системе должен быть реализован процесс, обеспечивающий управление расчетом графиков доступного запаса и ресурса.

График доступного запаса/ресурса — это количество товарной номенклатуры в наличии и/или ожидаемой к поступлению, доступной для бронирования и/или резервирования в зависимости от уровня доступа заказа в момент обращения или на определенную дату.

Ведение графика доступного запаса/ресурса должно осуществляться в разрезе номенклатуры, склада, календарной даты и категории доступности: запас или ресурс. Если категория доступности-запас, то резервирование будет осуществляться из наличия на складе. Если категория доступности - ресурс, то будет осуществляться бронирование на дату в будущем.

Должна быть реализована возможность настраивать формулы расчета величин доступного запаса/ресурса в рамках заданной категории доступности.

2.1.3 Контроль финансовых лимитов

В системе «Мультисклад» должен быть реализован функционал, выполняющий контроль финансовых лимитов. Этот контроль должен производиться до выдачи задания на отгрузку (далее ЗНО).

Система должна получать финансовые лимиты интеграцией из 1С: УПП в рамках полного обновления лимитов (обновление проходит по всем лимитам по регламенту), а также в момент изменения конкретных лимитов онлайн.

Если сумма резерва Складских заказов превышает финансовый лимит, то Система должна выдавать в ЗНО только те строки складских заказов с резервами, которые по объему покрываются лимитом: проверяются каждая строка на соответствие лимиту. Если строка не превышает лимит, она добавляется в ЗНО, уменьшая доступный лимит. Как только по строке лимит заканчивается, перебор строк складского заказа с резервами останавливается.

При исчерпании объема лимита, должна быть индикация на интерфейсе, и пользователь не должен иметь возможность отправить запрос на формирование ЗНО в 1С:УПП. При этом не выданная в ЗНО часть складского заказа должна сохранять резерв, и при изменении лимита становиться доступной для выдачи в ЗНО при последующем подборе обеспечения по заказу.

2.1.4 Отчеты системы

В Системе должны быть разработаны следующие отчеты:

- 1) Отчет по исполнению заказов покупателей

Отчет предназначен для визуализации процесса исполнения Заказа Покупателя на возможных стадиях его отработки: заказано, сформирован складской заказ, забронировано, зарезервировано, в задании на отгрузку, отгружено, остаток. Отчет должен формироваться по оперативным данным по позициям Заказа Покупателя. Вывод значений в отчет должен быть реализован

в единице измерения изделия. Должна быть реализована возможность вывода данных не только по количеству изделий, но и в пересчете на рубли.

2) Отчет по анализу наличия товаров на складах

Отчет предназначен для визуализации наличия доступных остатков на складах, доступного ресурса по каждой категории доступности, а также просмотра данных по дефициту и запасу. Отчет формируется на текущий день и время. Дополнительно, чтобы была возможность просмотреть исторические данные за прошлые даты, предполагается реализация выгрузки и сохранение отчета по регламентному заданию. Вывод значений в отчет должен быть реализован в единице измерения изделия.

В системе «Мультисклад» должна быть реализована возможность включить в отчет документы-основания по обеспечению потребности. Данная опция «Включить документы-основания» должна регулироваться настройкой пользователя.

3) Отчет по результатам резервирования

Отчет предназначен для визуализации информации по обеспечению потребности на всех этапах онлайн-обработки заказа покупателя, включая вывод информации об ошибках резервирования.

Глубина хранения данных, которые могут быть использованы для построения отчета, должна вычисляться Системой, как «срок жизни Заказа Покупателя» плюс системная настройка «X дней».

Для всех отчетов Системы через интерфейс пользователя должна быть обеспечена настройка параметров отчета, его формирование, просмотр отчета на графическом пользовательском интерфейсе, а также выгрузка отчета в Excel-файл.

2.2 Разработка функциональной модели системы

Функциональная схема IT-проекта представляет собой графическое представление функциональности разрабатываемой информационной системы. Данная схема позволяет понять, как система будет работать и какие задачи она

будет выполнять. Для функционального моделирования используется методология IDEF0 – и графическая нотация, предназначенная для формализации и описания бизнес-процессов. Отличительной особенностью IDEF0 является её акцент на соподчинённость объектов. В IDEF0 рассматриваются логические отношения между работами, а не их временная последовательность (поток работ) [8].

Функциональная модель онлайн-обработки заказов покупателей «Как должно быть» системы «Мультисклад» представлена на рисунке 4.

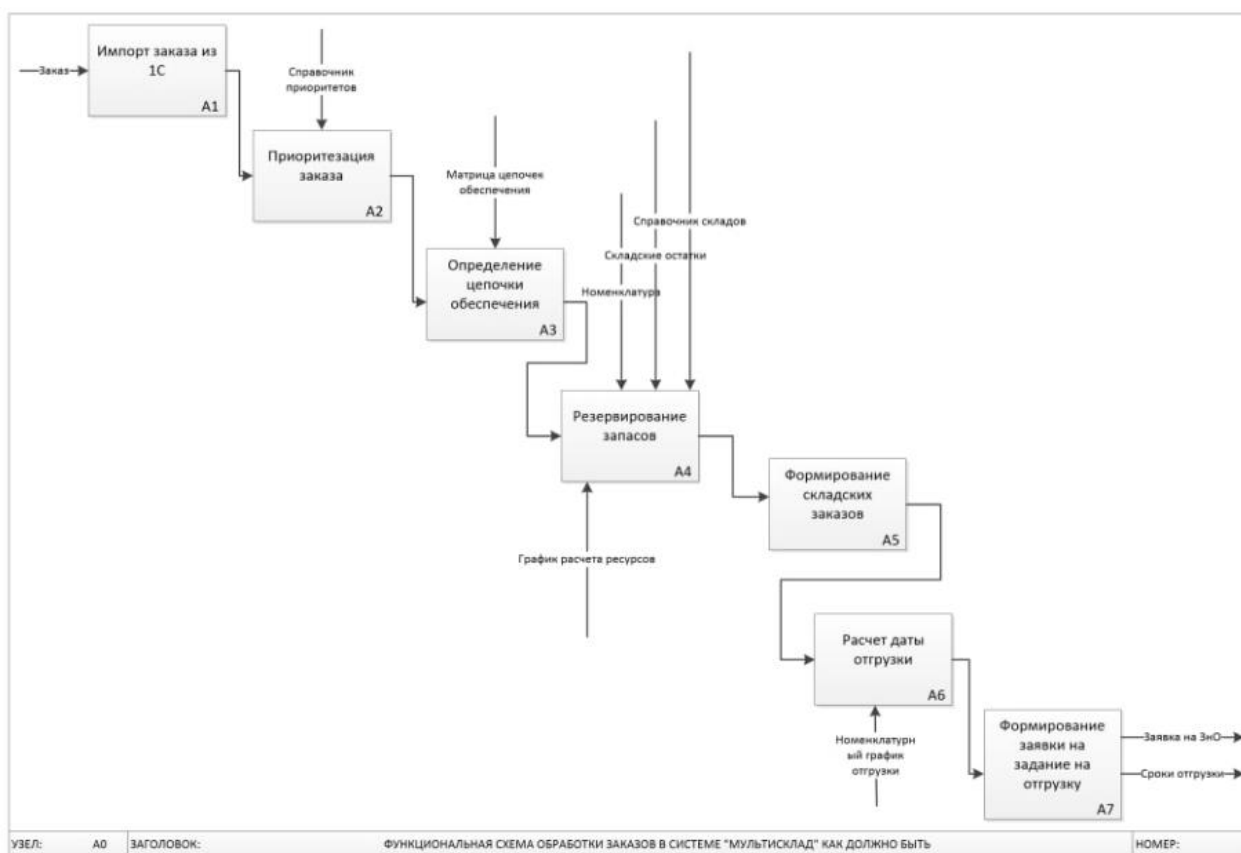


Рисунок 4 Функциональная схема обработки заказов «Как должно быть»

На рисунке 4 выделены основные функциональные блоки системы: На блок «Обработка и резервирование заказов» влияют такие процессы, как «Управление доступностью запасов и резервов», а так типы цепочек обеспечения, доступных для заказа. Выдача задания на отгрузку невозможно

без контроля финансовых лимитов по контрагенту. Отгрузка клиенту должна осуществляться партиями согласно номенклатурного графика отгрузок.

На рисунке 5 представлены потоки документов между информационными системами: 1С УПП, системой онлайн обработки заказов и системой учета в рамках процесса обработки заказа.

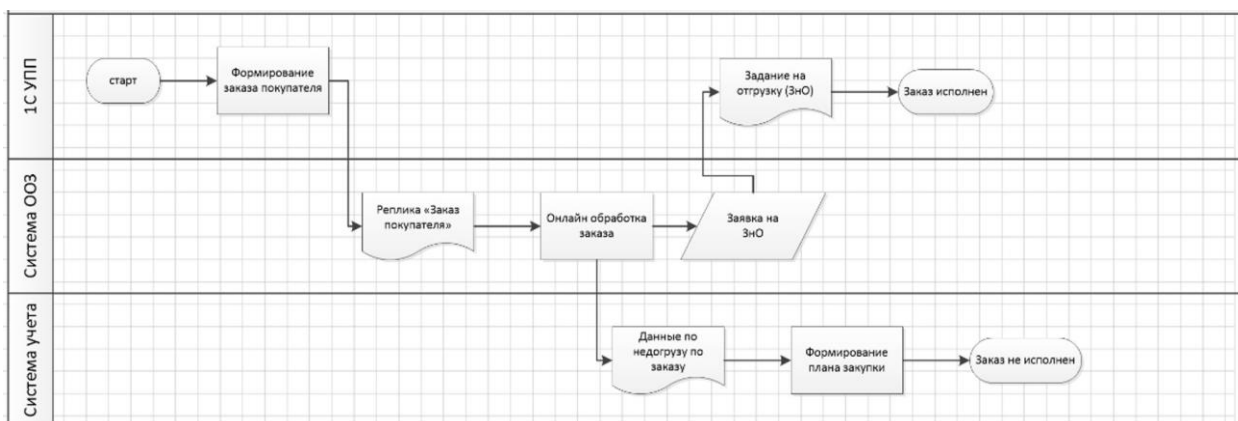


Рисунок 5 - Схема обработки заказа между информационными системами

Система «Мультисклад» должна делиться на основные функциональные блоки:

- 1) Обработка и резервирование заказов
- 2) Формирование и редактирование матрицы привязки контрагентов к складам и приоритезация обработки заказов
- 3) Расчет ресурса
- 4) Расчет партий номенклатурного графика отгрузки
- 5) Работа с финансовыми лимитами

Вся обработка заказа покупателя должна производиться в системе «Мультисклад». Обработка заказа включает следующие шаги:

- 1) Импорт заказа покупателя через интеграционную шину из 1С:УПП в систему «Мультисклад».
- 2) Приоретизация заказов покупателей
- 3) Определение цепочки обеспечения

- 4) Резервирование запасов
- 5) Формирование складских заказов
- 6) Расчет плановой даты отгрузки
- 7) Формирование заданий на отгрузку (ЗНО)
- 8) Подтверждение заданий на отгрузку (ЗНО)
- 9) Публикация заявки на ЗНО в 1С: УПП
- 10) Обработка статусов исполнения ЗНО

Схема процесса обработки заказа покупателя представлена в Приложении Б. Детальная проработка реализации каждого шага будет реализована в рамках первого этапа проекта.

Выводы по главе 2.

Во второй главе был проведен анализ бизнес-требований к разрабатываемой системе «Мультисклад». Определены цели, задачи проекта и пользователи системы.

Разработана функциональная схема обработки заказов «Как должно быть». Выделены основные блоки системы:

- 1) Обработка и резервирование заказов
- 2) Настройка матрицы привязки контрагентов к складам
- 3) Расчет ресурса
- 4) Расчет графика запаса
- 5) Расчет номенклатурного графика отгрузок
- 6) Работа с финансовыми лимитами

Глава 3. Разработка системы онлайн резервирования заказов «Мультисклад»

3.1 Выбор технологий и инструментов для разработки системы

К архитектуре информационных систем в рамках проекта предъявляются следующие требования:

1. В промышленной эксплуатации система «Мультисклад» должна располагаться на облачных мощностях и быть под управлением Заказчика.

Облачные серверы обеспечивают высокую доступность и отказоустойчивость [2]. Все компоненты виртуальной инфраструктуры зарезервированы и не имеют единой точки отказа [9]. При выборе облачных серверов не нужно нести затраты на физическое оборудование, что может быть более экономичным в долгосрочной перспективе.

Мощным облачным продуктом на российском ИТ-рынке является VK Cloud. При организации проекта перехода VK Cloud предоставляет серверы в России с высоким уровнем надежности, самостоятельное подключение и управление ресурсами через удобный веб-интерфейс, а также круглосуточную бесплатную поддержку [24]. Сервис предоставляет Kubernetes в облаке, что позволяет автоматизировать масштабирование приложений и управление кластерами.

2. Для обмена данными между внутренними подсистемами и системой «Мультисклад» должна использоваться единая интеграционная шина на базе NiFi и Kafka.

3. Внедряемая система «Мультисклад» должна быть покрыта мониторингами работоспособности технического и бизнесового характера, с соответствующими уведомлениями заинтересованных лиц.

В качестве языка разработки front-end приложения берем за основу TypeScript, обеспечивающий строгую типизацию, классические возможности

объектно-ориентированного программирования и обратную совместимость с JavaScript. В качестве языка разработки back-end берем за основу Java, обеспечивающий высокий уровень технологической поддержки, набор библиотек и фреймворков, а также широкий рынок высококвалифицированных программистов.

Архитектурно информационная система «Мультисклад» должна быть встроена в существующий на предприятии ИТ-ландшафт. Потоки данных между новой системой «Мультисклад» и текущими информационными системами изображены в Приложении В.

Для корректного функционирования системы «Мультисклад» необходима интеграция справочников и заказов из системы-источника 1С: УПП, а также обратная интеграция данных в 1С: УПП (заявок на задание на отгрузку) и в систему учета (данных по недогрузам для Плана продаж).

Система 1С: УПП содержит такие справочники, как Справочник номенклатуры, Справочник складов, Справочник контрагентов, Справочник соглашений с контрагентами, Справочник лимитов, Справочник маршрутов. В рамках проекта необходимо настроить интеграцию этих справочников и их изменений в системе «Мультисклад».

Как архитектурное решение для передачи актуальных справочных данных между информационными системами предлагается использовать брокер сообщений «Кafka». Схема интеграционного взаимодействия изображена ниже, на рисунке 6.

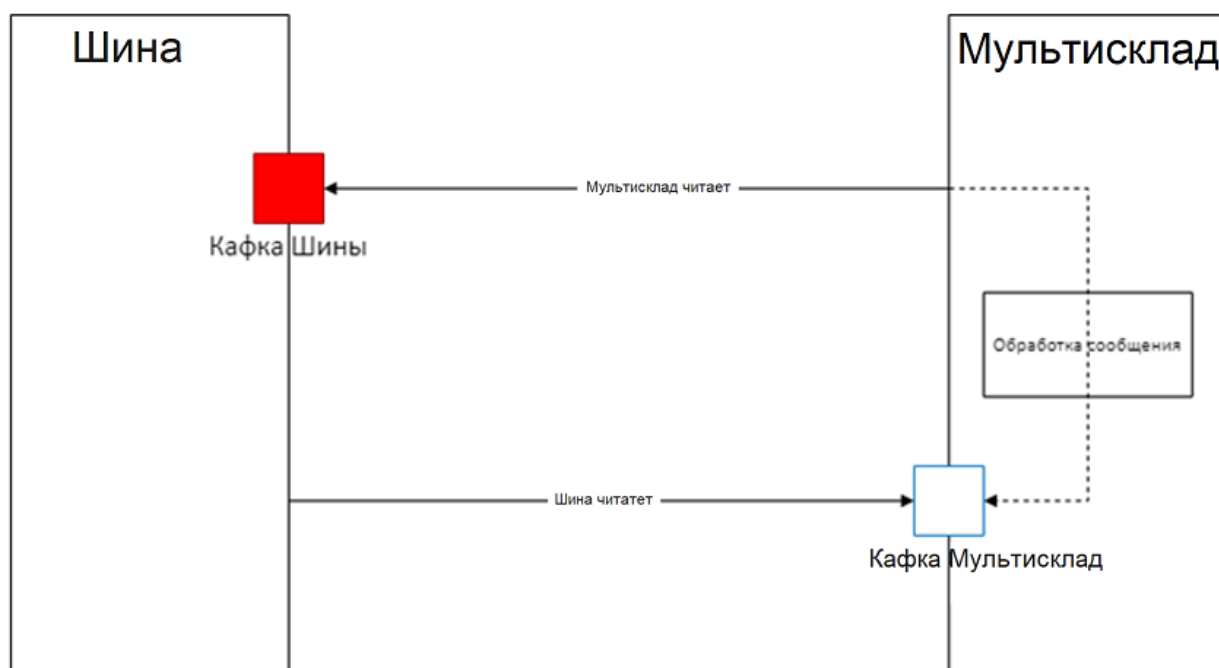


Рисунок 6 - Схема интеграционного взаимодействия ИС «Мультисклад» и транспортной шины

Интеграционное взаимодействие осуществляется следующим образом:

1. Шина на своей стороне публикует данные в топик Kafka, соответствующий типу запроса.
2. ИС «Мультисклад» подписывается на топики Kafka на стороне шины и забирает оттуда данные с помощью консьюмера.
3. ИС «Мультисклад» обрабатывает полученные данные, формирует ответ и публикует его в топике в Kafka ИС «Мультисклад», соответствующему типу запроса.
4. Интеграционная шина подписывается на топики Kafka на стороне ИС «Мультисклад» с помощью консьюмера и забирает данные от ИС «Мультисклад».

3.2 Разработка архитектуры бэкенда

Рассмотрим архитектуру бэкенда системы. Бэкенд необходим, чтобы обрабатывать данные, взаимодействуя с базой данных, и обеспечивает логику приложения.

Бэкенд планируется реализовать в виде нескольких микросервисов [22]. Важно правильно спроектировать базу данных, чтобы обеспечить эффективное взаимодействие между микросервисами и безопасность системы. Микросервисы — это небольшие, независимые компоненты, каждый из которых выполняет определенную функцию. Они разделяются на модули и собираются в отдельные артефакты. Хранилище артефактов позволяет хранить готовые компоненты для дальнейшей имплементации в других микросервисах.

Все микросервисы хранят свое состояние в выделенных схемах в базы данных PostgreSQL. «Главными достоинствами PostgreSQL является то, что эта СУБД имеет открытый исходный код и обладает широкими возможностями расширения. Именно благодаря этому СУБД PostgreSQL получила большую популярность в среде программной разработки. Управление данной СУБД происходит с помощью программы PgAdmin» [28].

Взаимодействие между микросервисами реализуется через REST API, либо через Apache Kafka при необходимости асинхронного обмена.

Создание физической архитектуры системы происходит с помощью диаграммы развертывания UML [6]. Эта диаграмма обеспечивает единообразное представление различных компонентов системы. Верхнеуровневая архитектура микросервиса приведена на рисунке 7.

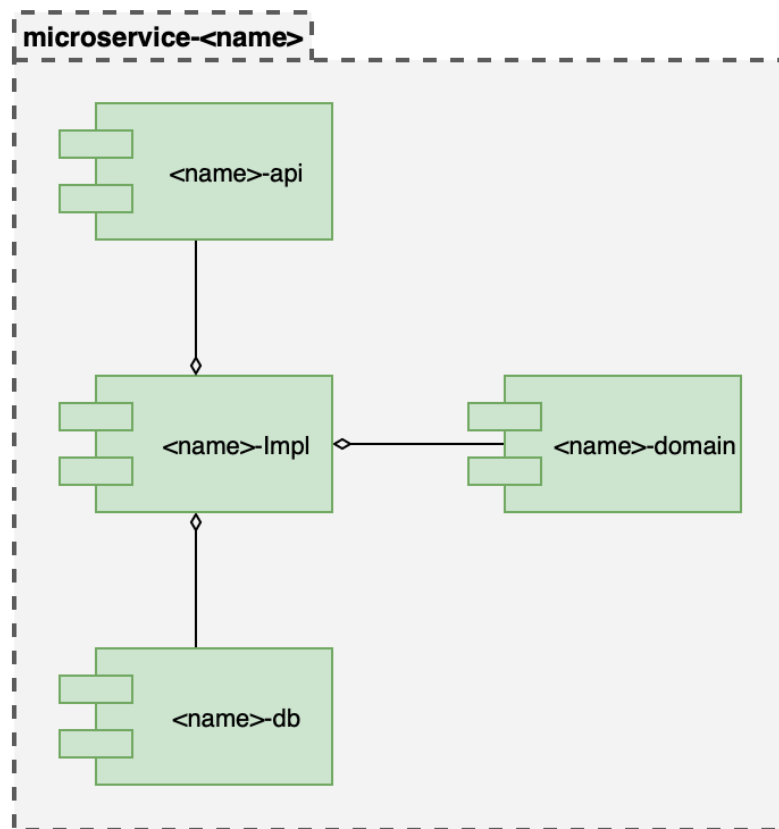


Рисунок 7 - Архитектура микросервиса

Описание модулей, входящих в состав микросервиса (microservice-<name>):

- <name>-api – модуль, который содержит в себе все контракты для взаимодействия с ним по различным протоколам (интерфейсы и dto);
- <name>-domain – модуль, содержащий в себе классы, описывающие доменную модель, которая накладывается на модель в базе данных;
- <name>-db – модуль, который содержит в себе версионные скрипты для развертки схемы базы данных;
- <name>-impl – модель, реализующий логику работы приложения, так же содержит в себе конфигурации, ресурсы, имплементации и т.д.

В ИС «Мультисклад» планируется реализовать следующие микросервисы (Таблица 6).

Таблица 6 - Микросервисы системы

Название микросервиса	Описание
Склады: ms-warehouse	Микросервис складов, складских остатков и нормативного запаса
Изделия: ms-product	Микросервис номенклатуры
Управление запасами: ms-availability	Микросервис графиков доступности запаса, ресурса
Контрагенты: ms-counterparty	Микросервис управления контрагентами и договорами
Логистика: ms-logistic	Микросервис управления маршрутами поставок
Управление заказами: ms-order	Микросервис заказов покупателей
Управление пользователями: ms-authorization	Микросервис по регистрации, аутентификации, управления ролями пользователей

Каждый микросервис может иметь свою собственную базу данных или использовать общую базу данных. Выбор базы данных зависит от требований к производительности, масштабируемости и структуры данных [23]. В качестве примера организации базы данных рассмотрим справочник складов микросервиса **ms-warehouse**. Логическая модель справочника приведена в таблице 7.

Таблица 7. Логическая модель справочника складов.

Атрибут	Обяз	Описание
ID склада	+	Идентификатор склада в системе-источнике
ID группы	-	Идентификатор группы складов
Наименование группы	-	Наименование группы складов из системы-источника.
Код склада	+	Код склада в 1С
Наименование	+	Полное наименование склада
Дата регистрации	+	Дата и время регистрации склада в системе-источнике.
Дата обновления данных	+	Дата и время обновления данных о складе в системе-источнике.
Статус	-	Состояние склада: 1) Активный. 2) Удален

В таблице 8 приведено описание участников процесса (акторов).

Таблица 8 - Импорт информации о складах (из 1С). Акторы

Актор	Описание
1С УПП	Является источником информации о складах. 1С УПП публикует информацию в интеграционную шину при выполнении следующих действий: (а) Регистрация нового склада в справочнике складов; (б) Изменение реквизитов или состояния склада в справочнике складов.
Интеграционная шина	Получает из 1С УПП информацию о складе. Передает полученную информацию о складе в адрес Системы (ИС «Мультисклад»).
Система (ИС «Мультисклад»)	Получает и обрабатывает информацию о складе из интеграционной шины.

Опираясь на логическую модель данных, разработаем структуру базы данных для информационной системы. Для этого необходимо создать таблицы, которые представляют собой сущности, а также определить связи между ними. Важно учесть, что логическая модель абстрагирует данные от физической реализации и позволяет определить, какие объекты и каким образом будут храниться в базе [13].

Физическая модель справочника складов приведена на рисунке 7 в базе данных системы «Мультисклад». Схема организации базы данных спроектирована при помощи среды разработки Visual Paradigm [12].



Рисунок 8- Схема организации базы данных информации о складах

Назначение таблиц:

- 1) Таблица «warehouse» обеспечивает хранение последних редакций (версий) информации о складах.
- 2) Таблица «warehouse_history» обеспечивает хранение архивных редакций (истории версий) информации о складах.
- 3) Таблица «warehouse_group» обеспечивает хранение последних редакций (версий) информации о группах складов.
- 4) Таблица «warehouse_group_history» обеспечивает хранение архивных редакций (истории версий) информации о группах складов.

В таблице 9 приведено описание атрибутов сущности «Склад».

Таблица 9 - warehouse. Склад. Атрибуты

Атрибут	Тип данных	Об	Описание
id	Bigint (serial)	+	Наименование: Идентификатор склада в ИС «Мультисклад». Назначение: Хранит внутренний идентификатор склада в ИС «Мультисклад»
<u>external_id</u>	Text	+	Наименование: Идентификатор склада во внешней ИС. Назначение: Хранит идентификатор склада, переданный из внешней ИС (ИС УПП).
status	Text	+	Наименование: Статус склада. Назначение: Хранит код статуса склада. Допустимые значения: [ACTIVE] - действующий [DELETED] – удаленный (не действующий)
warehouse_group_id	Bigint	-	Наименование: Идентификатор группы складов. Назначение: Хранит идентификатор группы складов, к которой относится данный склад. Ссылка: на запись таблицы «warehouse_group»
warehouse_name	Text	-	Наименование: Полное наименование склада. Назначение: Хранит полное наименование склада.
created_date	Timestamp	+	Наименование: Дата/время создания объекта. Назначение: Хранит дату и время первого сохранения объекта в ИС «Мультисклад».
last_modified_date	Timestamp	+	Наименование: Дата/время последнего изменения объекта. Назначение: Хранит дату и время последнего изменения объекта.
is_deleted	Boolean	-	Наименование: Признак удаления склада во внешней ИС. Назначение: Хранит признак пометки на удаление склада во внешней ИС.

В таблице 10 приведено описание атрибутов сущности «Группа склада».

Таблица 10. warehouse_group. Атрибуты

Атрибут	Тип данных	Об	Описание
id	Bigint (serial)	+	Наименование: Идентификатор группы складов в «Мультисклад». Назначение: Хранит внутренний идентификатор группы складов в системе «Мультисклад»
<u>external_id</u>	Text	+	Наименование: Идентификатор группы складов в 1С:УПП. Назначение: Хранит идентификатор группы складов, переданный из внешней ИС (1С УПП).
<u>code</u>	Text	+	Наименование: Код группы складов. Назначение: Хранит код группы складов, переданный из внешней ИС (1С УПП).
<u>name</u>	Text	+	Наименование: Наименование группы складов. Назначение: Хранит наименование группы складов, переданный из внешней ИС (1С УПП).
<u>created_by</u>	JSONB	+	Наименование: Пользователь, создавший запись. Назначение: Хранит JSON объект с информацией о пользователе (или ТУЗ), создавшем запись.
<u>created_date</u>	Timestamp	+	Наименование: Дата/время создания записи. Назначение: Хранит дату и время создания записи в БД.
<u>last_modified_by</u>	JSONB	+	Наименование: Пользователь, изменивший запись. Назначение: Хранит JSON объект с информацией о пользователе (или ТУЗ), изменившем запись. Объект типа «UserInfoDto».
<u>last_modified_date</u>	Timestamp	+	Наименование: Дата/время последнего изменения записи. Назначение: Хранит дату и время последнего изменения записи в БД.
<u>is_deleted</u>	Boolean	-	Наименование: Признак удаленной записи. Назначение: Хранит признак того, что запись удалена (не должна использоваться).

Далее рассмотрим требования к интерфейсу пользователя на примере справочника складов.

3.3 Разработка интерфейса системы

Пользовательский интерфейс (UI) — это средство, через которое пользователь взаимодействует с компьютерными программами, веб-сайтами и другими устройствами. UI включает в себя разнообразные кнопки, поля ввода,

меню, иконки и шрифты. Главная цель UI — обеспечить удобство и эффективность взаимодействия пользователя с системой, делая ее интуитивно понятной и легкой в использовании [20].

В части поддержки процесса управления справочником складов в системе «Мультисклад» должны быть реализованы графические интерфейсы, перечисленные в таблице 11.

Таблица 11 - Управление справочником складов. GUI

Интерфейс	Краткое описание
Справочник складов	<p>Интерфейс предназначен для просмотра содержимого справочника складов, учет которых ведется в ИС «Мультисклад».</p> <p>Обеспечивает выполнение следующих функций:</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) Просмотр списка складов; (2) Просмотр иерархии (группировки) складов (3) Фильтрация и поиск складов; (4) Сортировка списка складов по значению любой из колонок; (5) Персонализация колонок списка складов (настройка перечня и последовательности отображения колонок в табличной части интерфейса). (6) Открытие карточки склада с детальной информацией о таковом. <p>Интерфейс должен быть доступен только авторизованным пользователям ИС «Мультисклад» (регулируется ролями и полномочиями пользователя).</p>
Карточка склада	<p>Интерфейс предназначен для просмотра детальной информации о складе (элементе справочника), для просмотра истории изменения информации о данном элементе справочника.</p> <p>Интерфейс должен быть доступен только авторизованным пользователям ИС «Мультисклад» (регулируется ролями и полномочиями пользователя).</p>

Визуальный блок «Список складов» содержит табличный блок, обеспечивающий отображение списка элементов справочника складов в соответствии с заданными критериями фильтрации. На рисунке 8 приведен эскиз списка складов.

Справочник складов

☰ Столбцы ☰ Фильтры Применены фильтры ×

Код склада ↑	Наименование группы	Наименование склада	Статус
00004	Склад Воронеж	Склад №4	Активный
00005	Склад Воронеж	Склад №5	Активный
00006	Склад Екатеринбург	Склад №6	Активный
00008	Склад Екатеринбург	Склад №8	Активный
00009	Склад Москва	Склад №9	Активный
00010	Склад Москва	Склад №10	Активный

Рисунок 9 - Справочник складов. Эскиз

В данном визуальном блоке должно быть реализовано отображение информации, согласно таблицы 12.

При клике на склад в списке осуществляется переход в карточку склада, эскиз которой приведен на рисунке 10.

Склад «Склад №35» (Склад №35)

Группа		▼
ID группы	34	
Наименование группы	Склады отгрузки	
Склад		▼
Код склада	1681	
ID склада в 1С	7f047486-7f97-4de1-b11b-09b132910680	
Наименование полное	Склад №35	
Наименование краткое	Склад №35	
Статус	Активный	

Рисунок 10 - Карточка склада. Эскиз

Таблица 12 - Справочник складов. Поля формы

Атрибут/поле формы	Описание
Колонка «Код склада»	Назначение: обеспечивает отображение кода склада. Возможность скрытия: да Возможность изменения положения: да Персональная настройка: да Возможность сортировки: да
Колонка «Группа складов»	Назначение: обеспечивает отображение наименования группы складов, в которую входит соответствующий склад. Возможность скрытия: да Возможность изменения положения: да Персональная настройка: да Возможность сортировки: да
Колонка «Полное наименование склада»	Назначение: обеспечивает отображение полного наименования склада. Возможность скрытия: да Возможность изменения положения: да Персональная настройка: да Возможность сортировки: да
Колонка «Краткое наименование склада»	Назначение: обеспечивает отображение краткого наименования склада. Возможность скрытия: да Возможность изменения положения: да Персональная настройка: да Возможность сортировки: да
Колонка «Статус»	Назначение: обеспечивает отображение наименования статуса склада. Возможность скрытия: да Возможность изменения положения: да Персональная настройка: да Возможность сортировки: да
Колонка «Дата обновления»	Назначение: обеспечивает отображение даты и времени обновления склада. Формат отображения: DD.MM.YYYY HH:MI:SS Возможность скрытия: да Возможность изменения положения: да Персональная настройка: да Возможность сортировки: да

Данная экранная форма предназначена для просмотра детальной информации о заданном элементе справочника складов.

Создание и изменение складов (в справочнике складов) с помощью данного графического интерфейса в системе «Мультисклад» не предусмотрено, т.к. все изменения по складам регистрируются в мастер-системе 1С: УПП.

3.4 Тестирование системы

Этап тестирования информационной системы необходим, чтобы найти ошибки, убедиться в правильной работе системы и обеспечить ее качество [25]. Рассмотрим сценарии тестирования системы на примере справочника складов .

Данный справочник будет получен импортом из системы 1С: УПП [3]. Поэтому необходимо выполнить два вида тестирования:

- 1) Интеграционное тестирование
- 2) Функциональное тестирование

Для проверки корректности интеграционного тестирования нужно симитировать обмен [26]. Для этого подойдет интерфейс Kafka UI. Через интерфейс

Kafka UI нужно создать новый склад в виде Json-объекта [27]. Формат данных о складе в виде Json-объекта представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Спецификация формата обмена данных о складе. Json

```
{  "guidMasterProcessID": "7f047486-7f97-4de1-b11b-09b132910ab1",
  "timestamp": "2024-04-03T08:34:06.000Z",
  "data": [
    {
      "id": "7f047486-7f97-4de1-b11b-09b132910ab2",
      "groupId": "7f047486-7f97-4de1-b11b-09b13777ab3",
      "groupName": "Основные",
      "groupCode": "0274",
      "warehouseCode": "1234",
      "warehouseName": "Склад №1",
      "updateDate": "2024-05-23T08:34:06.000Z",
      "status": "ACTIVE"
    }
  ]
}
```

Результат тестирования:

1) Сценарий успеха: в базе данных добавлен новый склад. Для этого нужно сделать SQL запрос и убедиться в наличие новой записи в таблице базы данных Warehouse микросервиса ms_warehouse, см. пример запроса в таблице 14.

Таблица 14 – Пример SQL запроса на выгрузку данных по складам

```
SELECT *  
FROM ms_warehouse.warehouse  
order by id desc
```

2) Сценарий ошибки: при интеграции возникла ошибка. В этом случае в Kafka UI должен быть выведено сообщение об ошибке, а в базе данных отсутствовать новая запись о складе.

Функциональное тестирование позволяет проверить, что система выполняет свои функции согласно спецификации и ожиданиям пользователей.

Сценарии функционального тестирования:

- 1) Создание нового склада
- 2) Изменение склада
- 3) Удаление склада
- 4) Поиск склада по параметрам на UI
- 5) Просмотр списка складов на UI
- 6) Просмотр карточки склада на UI

При взаимодействии пользователя с графическим интерфейсом (UI) системы UI направляет к сервису «ms-warehouse» следующие запросы:

- 1) Получение списка складов
- 2) Получение детальной информации о складе

На рисунке 10 приведена диаграмма последовательности [12] запроса списка складов, а также рассмотрены сценарии методов API при взаимодействии с UI.

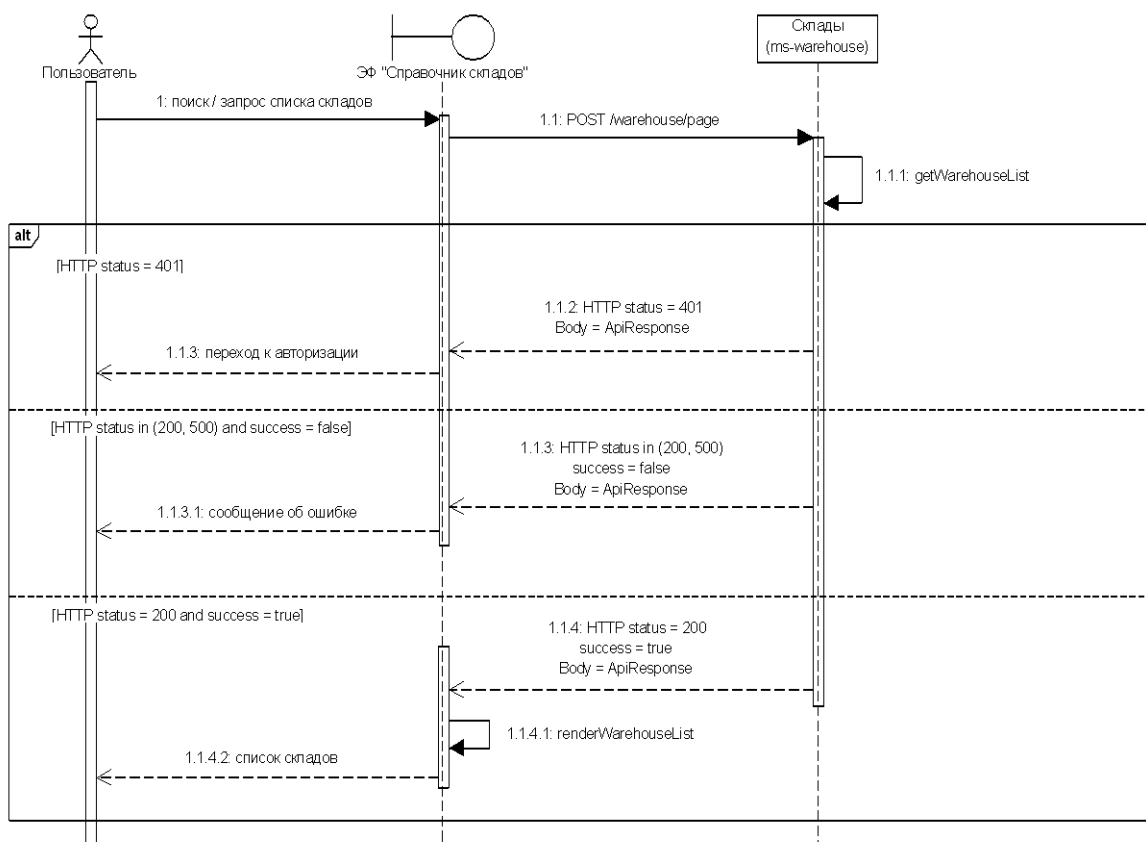


Рисунок 11 - Диаграмма последовательности запроса списка складов.

При тестировании справочника складов необходимо в базе данных добавить новый склад в таблицу Warehouse, пример SQL представлен в таблице 15.

Таблица 15 – SQL-запрос на добавление нового склада в БД.

```

INSERT INTO Warehouse (id, external_id, status, warehouse_group_id,
warehouse_name, created_date, last_modified_date, is_deleted)
VALUES (1, 'ext123', 'Active', 1001, 'Main Warehouse', '2024-04-08', '2024-04-08', 0)
    
```

Далее, используя графический интерфейс системы (UI) следует проверить следующие сценарии:

1. Успешный сценарий: условия: новый склад отображается на UI-интерфейсе. Все обязательные поля корректно заполнены.
2. Альтернативные сценарии: новый склад отображается, но заполнены не все обязательные поля.
3. Сценарий ошибки: метод вернул `status = 500`, фронт-приложение отображает сообщение об ошибке.

Более подробно тест-кейсы проверки справочника складов представлены в Приложении Г.

Выводы по главе 3.

В этой главе обоснован выбор технологий и инструментов для разработки системы. Определены требования к микросервисной архитектуре, выделен основной список требуемых микросервисов. Описаны требования к обмену данными между внутренними подсистемами с использованием брокера Kafka.

Обоснован выбор языков программирования front-end и back-end разработки, к серверам.

Составлена логическая и физическая модель базы данных на примере справочника складов. Приведены примеры интерфейса будущей системы. В конце работы приведены тест-кейсы по интеграционному и функциональному тестированию.

Заключение

Тема бакалаврской работы: «Разработка информационной системы онлайн-резервирования заказов на промышленном предприятии».

В главе 1 проведен анализ предметной области, а именно:

- 1) Дана текущая характеристика предприятия «Альфа-Метиз» и действующих в компании информационных систем, выявлены проблемы, которые необходимо решить в рамках проекта;
- 2) Проведено сравнение функционала систем по онлайн-обработке заказов, представленных на иностранном и российском рынках;
- 3) Составлен план реализации проекта по разработке собственной системы онлайн-резервирования заказов и рассчитана стоимость проекта.

На основе анализа состояния компании выявлено, что предприятие изготавливает широкий ассортимент изделий (50 000 номенклатур). Заказчиками предприятия являются крупные заводы и оптовики. Предприятие имеет большую распределённую сеть складов (16 складов) и сложную логистику.

Выделены следующие проблемы, которые необходимо решить в рамках проекта разработки КИС:

- 1) Ограниченные мощности системы 1С: УПП не позволяют обрабатывать заказы в режиме реального времени и запараллеливать процессы.
- 2) Среднее время обработки одного заказа покупателя составляет 7,5 часов, что неприемлемо долго. За это время информация о наличии ресурса на складах теряет свою актуальность.
- 3) Система не учитывает приоритетность заказов разных групп покупателей, что приводит к неоптимальному распределению ресурсов.
- 4) Текущие процессы не позволяют точно рассчитать дату отгрузки клиенту, из-за чего компания несет репутационные риски.
- 5) Не учитываются изменения финансовых лимитов под отгрузку клиенту.

В ходе рассмотрения существующих систем по онлайн-резервированию заказов приоритет отдан не готовым коробочным решениям, а заказной разработке под потребности предприятия.

Для реализации проекта корпоративной системы онлайн-резервирования заказов выделены этапы проекта, состав команды, рассчитана стоимость и сроки реализации проекта.

Во второй главе был проведен анализ бизнес-требований к разрабатываемой системе «Мультисклад». Определены цели и задачи проекта, пользователи системы. Разработана функциональная модель проекта, в рамках которой выделены основные блоки системы:

- 1) Обработка и резервирование заказов
- 2) Настройка матрицы привязки контрагентов к складам
- 3) Расчет ресурса
- 4) Расчет графика запаса
- 5) Расчет номенклатурного графика отгрузок
- 6) Работа с финансовыми лимитами

Третья глава посвящена непосредственной разработке системы «Мультисклад». Определены требования к микросервисной архитектуре, выделен основной список требуемых микросервисов. Описаны требования к обмену данными между внутренними подсистемами с использованием брокера Kafka. Обоснован выбор языков программирования front-end и back-end разработки, а также требования к серверам.

Составлена логическая и физическая модель базы данных на примере справочника складов. Приведены примеры интерфейса будущей системы. В конце работы приведены тест-кейсы по интеграционному и функциональному тестированию.

Материалы, представленные в работе, могут быть использованы как примеры для описания системных требований в реальных ИТ-проектах на разработку программного обеспечения.

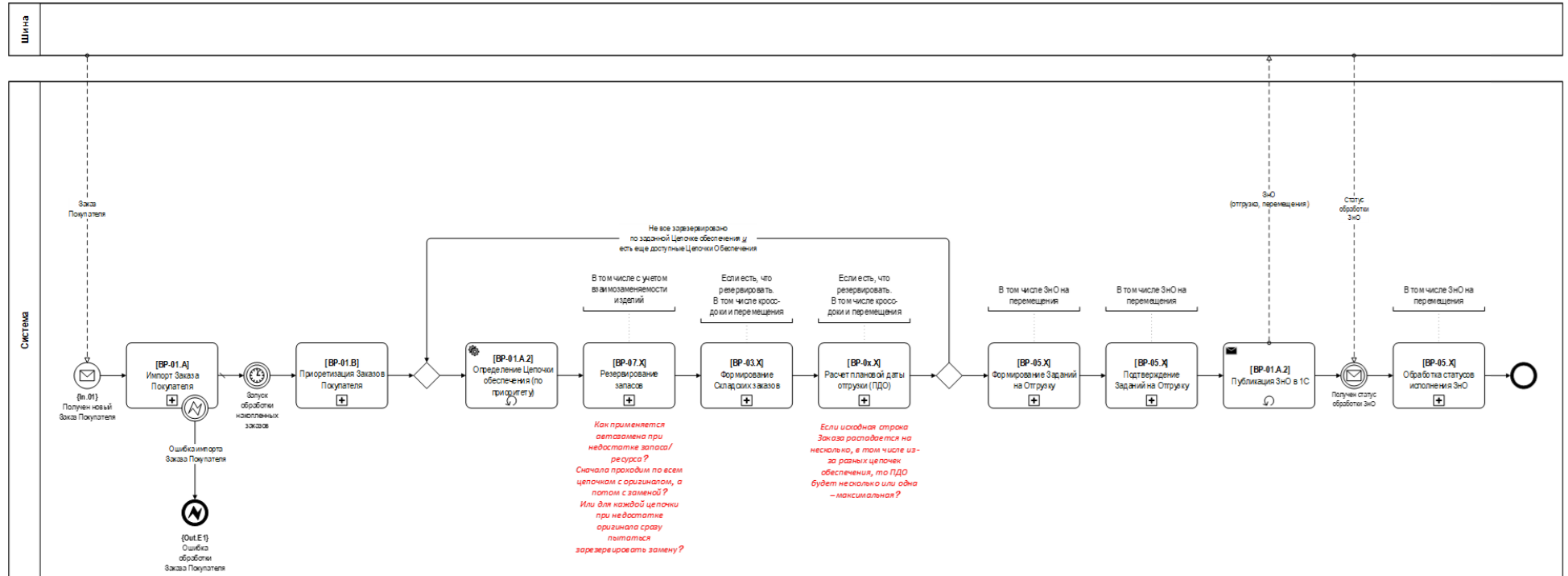
Список используемой литературы

1. Альбеков, А. У. Коммерческая логистика : учебник [Текст] // А. У. Альбеков, О. А. Митько. – Ростов н/Д. : Феникс, - 2002. – 416 с.
2. Альджавадех, Х., Сабри, М., & Маграби, Л. (2023). К серверным и микросервисным архитектурам: литература, методы и лучшие практики.[Электронный ресурс]: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-43300-9_47
3. Грекул, В.И. Управление внедрением информационных систем: учебник / В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. – Москва : ИНТУИТ, 2017 ; Саратов : Вузовское образование, 2017. – 224 с.
4. Григорьев В.Г. Информационные технологии управления. Ч. 2. Управление проектами - Чебоксары : РИО ЧПИ МГОУ, 2012. - 95 с.
5. Горлушкина Н.Н. Системный анализ и моделирование информационных процессов и систем. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 120 с. [Электронный ресурс]: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/2140.pdf>
6. Диаграмма развертывания: учебник UML [Электронный ресурс] <https://www.guru99.com/ru/deployment-diagram-uml-example.html>
7. Емельянова, Н.З. Проектирование информационных систем: учебное пособие / Н.З. Емельянова, Т.Л. Партыка, И.И. Попов. - М.:Форум, 2014. - 432 с.
8. Золотов С.Ю. Проектирование информационных систем: учеб. пособие / С.Ю. Золотов; Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники. – Томск: Эль Контент, 2013.- 86с.
9. Клементьев, И. П. Введение в облачные вычисления : учебное пособие для СПО / И. П. Клементьев, В. А. Устинов. — Саратов : Профобразование, 2019. — 298 с. — ISBN 978-5-4488-0359-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/86193> (дата обращения: 14.04.2024).

10. Ломов, А.Ю. Apache, Perl, MySQL: практика создания динамических сайтов. Самоучитель. /А.Ю. Ломов. - СПб: БХВ-Петербург, 2011. –368 с.
11. Маглинец Ю.А. Анализ требований к автоматизированным информационным системам. учебное пособие [Электронный ресурс] : [учеб. пособие] / Ю. А. Маглинец – 3 – е изд.. – Москва, Саратов : ИНТУИТ, Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 191 с. <https://www.iprbookshop.ru/89417.html>
12. Малышко В. В. Создание UML-модели в среде Visual Paradigm 16.2. [Электронный ресурс] : <http://sp.cmc.msu.ru/courses/ooap/exerb2021.html>
13. Маклафлин, Б. PHP и MySQL. Исчерпывающее руководство / Б. Маклафлин – СПб,:Питер, 2013. - 512 с.
14. Мкртычев, С. В. Прикладная информатика. Бакалаврская работа : электрон. учеб.-метод. пособие / С. В. Мкртычев, О. М. Гущина, А. В. Очеповский ; Тольяттинский государственный университет. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019. – ISBN 978-5-8259-1386-5. – Текст : электронный. [Репозиторий ТГУ] <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8868>
15. Миротин, Л. Б., Некрасов, А. Г. Логистика интегрированных цепочек поставок: учеб. - М.: Экзамен, 2018. – 146 с. - ISBN 5-0133-0148-X.
16. Нильсен, Я.Р. Web-дизайн / Я.Р.Нильсен. - СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 512с.
17. Пак И. М., Санников И. А. Применение методов описания процессов при анализе качества результатов технологической подготовки производства приемопередающих модулей, Ученые записки УлГУ. Серия “Математика и информационные технологии”, 2021, выпуск 1, 55–66. [Электронный ресурс]: <https://www.mathnet.ru/links/d7599649d96b0b12e0d4eb15e0895fa0/ulsu40.pdf>
18. Сергеев, В. И., Сергеев, И. В. Логистические системы мониторинга цепей поставок: учеб. пособие. - М.: ИНФРА-М, 2017. - 184 с. - ISBN7-0572-1201-6.

19. Смелое, А. А. Основы транспортной логистики. - М.: Транспорт, 2018. - 162 с. - ISBN5-5932-3827-6.
20. Федорчук, А.Ф. Как создаются Web-сайты / А.Ф.Федорчук. - СПб.:Питер, 2011. – 224с.
21. Федосеева Т.А., Рыбакова А.О. Автоматизированные технологии управления проектами : учебно-методическое пособие, 2021. – 48с.
22. Sayone Technologies. (2023). Управление заказами и выполнение с помощью микросервисов. [Электронный ресурс]: <https://www.sayonetech.com/blog/order-management-and-fulfillment-using-microservices/>
23. Фуфаев Э.В., Фуфаев Д.Э. Базы данных-7-е изд.: Академия 2012-320 с. // Бесплатная электронная библиотека [Электронный ресурс]:<http://mexalib.com/view/26254>
24. Практические руководства платформы Yandex Cloud - - Документация [Электронный ресурс] <https://yandex.cloud/ru/docs/tutorials/>
25. Проектирование информационных систем [Электронный ресурс] : учебно – методическое пособие / составители О. И. Евдошенко, Ю. С. Андрианова, А. А. Морозова. – Астрахань : Астраханский государственный архитектурно – строительный университет, ЭБС АСВ, 2022. – 70 с. <https://www.iprbookshop.ru/123442.html>
26. ГОСТ Р 54593-2011 Информационные технологии. Свободное программное обеспечение. Общие положения.
27. ГОСТ 34.601-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания.
28. PostgreSQL Интервью Вопросы [Электронный ресурс] <https://ru.education-wiki.com/6187298-postgresql-interview-questions>

Процесс обработки заказа покупателя в системе «Мультисклад»



Архитектура взаимодействия информационных систем

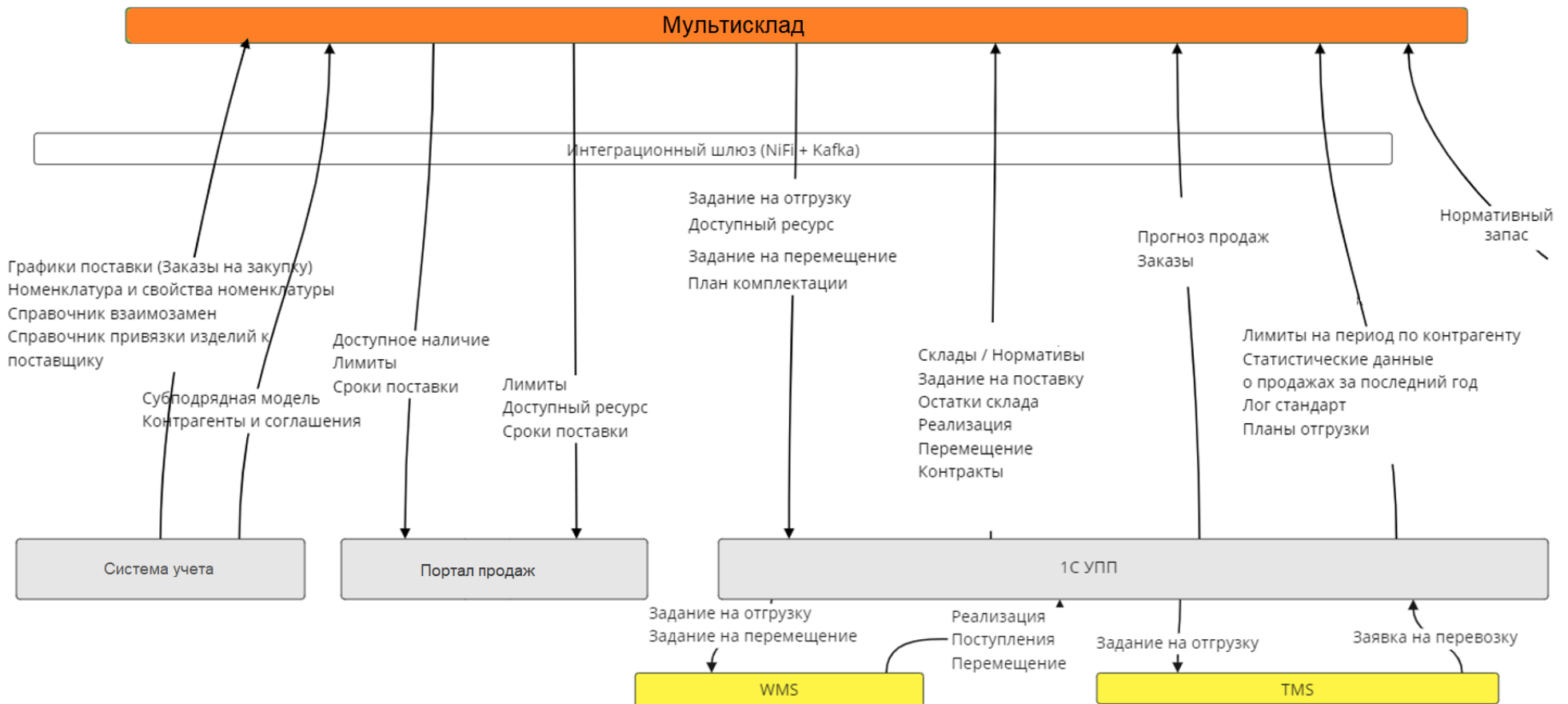


Таблица Г-1 – Тест-кейсы проверки справочника складов

№	Сценарий	Подсценарий	Тип	Входные данные	Шаг	Ожидаемый результат
1.	Импорт данных о складе	Создание нового склада	Основной		1. Выполнить передачу корректных (ранее не имеющих) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" создан новый склад
2.	Импорт данных о складе	Изменение склада	Основной	В ДТО ТК-1 выполнить корректировку данных	1. Выполнить передачу корректных (ранее имеющих) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" обновились данные по ранее загруженному складу
3.	Импорт данных о складе	Удаление склада	Основной	В ДТО ТК-1 выполнить корректировку данных. Поле status = "DELETED"	1. Выполнить передачу корректных (ранее имеющих) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" обновились данные по ранее загруженному складу. Статус склада = Удален
4.	Импорт данных о складе		Альтернативный		1. Выполнить передачу не корректных (нарушена структура) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" не создан новый склад. Некорректный формат сообщения
5.	Импорт данных о складе	Ошибка ФЛК	Альтернативный	Ошибки ФЛК - не заполнено поле id	1. Выполнить передачу не корректных (нарушена обязательность) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" не создан новый склад. Ошибки ФЛК
6.	Импорт данных о складе	Ошибка ФЛК	Альтернативный	Ошибки ФЛК - не заполнено поле groupName	1. Выполнить передачу не корректных (нарушена обязательность) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" не создан новый склад. Ошибки ФЛК
7.	Импорт данных о складе	Ошибка ФЛК	Альтернативный	Ошибки ФЛК - не заполнено поле groupCode	1. Выполнить передачу не корректных (нарушена обязательность) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" не создан новый склад. Ошибки ФЛК

Продолжение Приложения Г
Продолжение Таблицы Г1

8.	Импорт данных о складе	Ошибка ФЛК	Альтернативный	Ошибки ФЛК - не заполнено поле storageName	1. Выполнить передачу не корректных (нарушена обязательность) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" не создан новый склад. Ошибки ФЛК
9.	Импорт данных о складе	Ошибка ФЛК	Альтернативный	Ошибки ФЛК - не заполнено поле status	1. Выполнить передачу не корректных (нарушена обязательность) данных ДТО в систему Мультисклад	В "Справочник складов" не создан новый склад. Ошибки ФЛК
10.	Импорт данных о складе	Ошибка ФЛК	Альтернативный		(Предусловия) На системном уровне отключить сервиса ms-warehouse	
11.	Проверка доступности UI "Справочник складов"	Проверка доступности UI "Справочник складов"	Основной		1. Выполнить передачу корректных (ранее не имеющих) данных ДТО в систему Мультисклад	
12.	Поиск и просмотр списка складов	Проверка доступности UI "Справочник складов"	Основной		(Предусловия) У пользователя есть права для просмотра справочника складов	Отображается: Справочник складов
13.		Проверка доступности UI "Справочник складов"	Альтернативный		(Предусловия) У пользователя нет прав для просмотра справочника складов	Не отображается реестр "Справочник складов"
14.		Проверка доступности UI "Карточка склада"	Основной		(Предусловия) У пользователя есть права для просмотра справочника складов	Производится переход в карточку справочника. Производится переход в карточку справочника

Продолжение Приложения Г
Продолжение Таблицы Г1

15.		Проверка доступности UI "Карточка склада"	Альтернативный		(Предусловия) У пользователя нет прав для просмотра справочника складов	Реестр "Справочник складов" - не доступен
16.	Просмотр журнала (истории) изменений склада				Доступен просмотр Журнал изменений	В карточке склада отображается нужная редакция