

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н. Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математического и компьютерного модели-
рования

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ
СИСТЕМЫ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ
СКЛАДСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 5 курса 561 группы
направления 09.03.03 — Прикладная информатика

механико-математического факультета
Ефименко Данила Алексеевича

Научный руководитель
доцент, к. ф.-м. н.

О. С. Кузнецова

Заведующий кафедрой
д. ф.-м. н., доцент

Ю. А. Блинков

Саратов 2025

ВВЕДЕНИЕ

Целью бакалаврской работы является проектирование и разработка прототипа информационной системы для управления и оптимизации складских процессов, основанной на принципах систем управления складом (Warehouse Management System, WMS), с использованием современных технологий и подходов к автоматизации логистических операций.

Объект исследования – информационные системы управления складскими процессами (WMS), представляющие собой программные решения, используемые предприятиями для автоматизации и оптимизации процессов приемки, хранения, комплектации и отгрузки товаров.

Предмет исследования – анализ принципов проектирования и разработки информационных систем для управления и оптимизации складских процессов.

Для достижения поставленных целей в работе необходимо решить следующие **задачи**:

- провести анализ предметной области и современных технологий управления складскими процессами;
- изучить функциональные возможности и архитектуру существующих WMS-систем;
- спроектировать архитектуру информационной системы;
- реализовать прототип информационной системы с использованием современных инструментов разработки.

Актуальность темы. Актуальность темы выпускной квалификационной работы «Проектирование и разработка информационной системы для управления и оптимизации складских процессов» обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, в условиях роста электронной коммерции и усложнения логистических цепочек предприятия сталкиваются с необходимостью повышения эффективности складских операций. Во-вторых, автоматизация процессов приемки, размещения, комплектации и отгрузки с использованием WMS-систем позволяет сократить время обработки заказов, минимизировать ошибки и снизить операционные затраты. В-третьих, развитие технологий, таких как штрихкодирование, RFID и алгоритмы оптимизации

маршрутов, открывает новые возможности для создания конкурентоспособных решений в сфере складской логистики.

Также актуальность темы обусловлена необходимостью обеспечения прозрачности и точности данных о складских операциях, что позволяет предприятиям оперативно реагировать на изменения спроса и повышать качество обслуживания клиентов.

Практическая значимость проводимого исследования заключается в том, что разработанный прототип информационной системы позволит предприятиям складской логистики повысить эффективность управления процессами, оптимизировать использование складских ресурсов и сократить время выполнения операций благодаря автоматизации и централизации данных.

Структура и содержание бакалаврской работы. Работа состоит из введения, трех разделов, заключения, списка использованных источников, содержащего 20 наименований, и приложения. Общий объем работы составляет 71 страницу.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение обосновывает актуальность темы, формулирует цель и задачи исследования, определяет объект и предмет исследования, а также описывает методы, использованные в работе. Подчеркивается значимость автоматизации складских процессов в условиях роста электронной коммерции и усложнения логистических цепочек.

Первый раздел посвящен анализу предметной области и обзору современных технологий управления складскими процессами. Рассмотрены ключевые процессы складского управления:

- *Приемка товаров*: контроль количества и качества, документальное оформление, штрихкодирование.
- *Хранение и размещение*: оптимизация складского пространства, соблюдение условий хранения, использование методов FIFO/FEFO.
- *Комплектация заказов*: применение алгоритмов волнового и зонного отбора, минимизация маршрутов комплектовщиков.
- *Отгрузка*: планирование графиков, проверка соответствия заказов, использование RFID для автоматизации.

- *Инвентаризация*: регулярные проверки, устранение расхождений, обновление данных.

Проведен сравнительный анализ популярных WMS-систем:

- *SAP EWM*: поддержка сложных сценариев, таких как кросс-докинг и управление возвратами, глубокая интеграция с SAP-экосистемой.
- *1C:WMS*: адаптивность для российского рынка, поддержка маркировки и ЕГАИС, доступная стоимость.
- *Oracle WMS*: масштабируемость, интеграция с Oracle ERP, поддержка волнового планирования.

Выявлены преимущества и недостатки каждой системы, включая сложность внедрения, стоимость и адаптивность. Описаны технологические тренды, такие как:

- Полная автоматизация и роботизация (AMR, AS/RS).
- Искусственный интеллект для прогнозирования спроса и оптимизации зонирования.
- Дополненная реальность для навигации и комплектации.
- Блокчейн для прозрачности цепочек поставок.

Раздел завершается выводом о необходимости разработки WMS, адаптированной для малых и средних предприятий с упрощенной архитектурой.

Второй раздел описывает проектирование информационной системы.

Выбрана архитектура на основе паттерна MVC, обеспечивающего разделение бизнес-логики, пользовательского интерфейса и данных:

- *Model*: структуры данных для учета товаров, заказов, складских операций, а также методы взаимодействия с базой данных.
- *View*: пользовательский интерфейс для отображения данных (таблицы, формы, отчеты).
- *Controller*: обработка пользовательских запросов, координация между моделью и представлением.

Описание системы управления складом

Определение сущностей

Для системы управления складскими операциями были определены ключевые сущности, которые легли в основу моделей данных:

1. **Sac** — сущность складских движений. Содержит:

- Уникальный идентификатор (Id),
- Дату операции (Date),
- Тип движения (MovementType),
- Код товара (Sku),
- Количество (Quantity),
- Ответственное лицо (Responsible).

2. **SaleMovement** — сущность движений продаж. Содержит:

- Уникальный идентификатор (Id),
- Дату операции (Date),
- Название продукта (Product),
- Код товара (Sku),
- Количество (Quantity),
- Ответственное лицо (Responsible).

3. **TechnicalService** — сущность технического обслуживания. Содержит:

- Уникальный идентификатор (Id),
- Дату операции (Date),
- Название продукта (Product),
- Ответственное лицо (Responsible).

4. **Reception** — сущность поступления товаров. Содержит:

- Уникальный идентификатор (Id),
- Дату операции (Date),
- Код отдела (Department),
- Количество (Quantity),
- Ответственное лицо (Responsible).

Контроллеры

Были реализованы контроллеры, обеспечивающие бизнес-логику приложения:

1. **SalesMovementController** — управляет движением продаж, поддерживал создание, редактирование, удаление записей и их экспорт.
2. **WithdrawalsController** — управляет списаниями товаров с аналогичным функционалом.
3. **UsersController** — обеспечивает регистрацию, аутентификацию и управление пользователями.

4. **TechnicalServicesController** — управляет записями технического обслуживания.
5. **ExportSalesController** — экспортирует данные продаж в Excel.
6. **ExportTechnicalServiceController** — экспортирует данные технического обслуживания.
7. **HomeController** — обеспечивает базовую навигацию.
8. **ReceiptsController** — управляет поступлениями товаров.
9. **ExportSacController** — экспортирует данные транзакций.

Представления

Были разработаны представления для взаимодействия с системой:

1. **Экран входа и регистрации** — минималистичный интерфейс с формами для авторизации и регистрации.
2. **Страницы управления операциями** — включают таблицы с данными, поддерживали поиск, пагинацию, экспорт в Excel, а также создание, редактирование и удаление записей.
3. **Главная страница** — содержит приветственное сообщение и общую информацию.

Инструментальные средства

Для разработки был использован стек технологий:

- C# 9.0 и ASP.NET Core 6 — для серверной логики.
- Entity Framework Core 6 и Microsoft SQL Server 2022 — для работы с базой данных.
- HTML5, CSS3, Bootstrap 5 — для клиентской части.
- Visual Studio 2022 — для разработки и контроля версий.

Третий раздел посвящен разработке информационной системы.

Реализация моделей

Для системы управления складскими операциями были разработаны модели данных, обеспечивающие структурирование информации. Рассмотрим ключевые классы **SaleMovement** и **Sac**.

Класс SaleMovement

Класс **SaleMovement** был создан для учета операций продаж товаров. Он содержит следующие свойства:

- **Id**: Уникальный идентификатор операции, используется как первичный

ключ.

- **Date:** Дата проведения операции.
- **Product:** Название или идентификатор продукта, участвующего в продаже.
- **Sku:** Артикул товара, уникальный код для идентификации.
- **Quantity:** Количество проданных единиц товара.
- **Responsible:** Ответственное лицо, выполнившее операцию.

Атрибуты отображения обеспечивают корректное представление данных в пользовательском интерфейсе.

Класс Sac

Класс **Sac** был реализован для учета операций возвратов и других движений, связанных с обслуживанием клиентов. Он включает свойства:

- **Id:** Уникальный идентификатор операции.
- **Date:** Дата выполнения операции.
- **MovementType:** Тип движения, например, возврат или замена.
- **Sku:** Артикул товара.
- **Quantity:** Количество единиц товара в операции.
- **Responsible:** Ответственное лицо, выполнившее операцию.

Атрибуты отображения упрощали интеграцию с интерфейсом.

Реализация контроллеров

Были реализованы контроллеры, обеспечивающие управление бизнес-логикой системы. Рассмотрим основные примеры.

WithdrawalsController

Контроллер **WithdrawalsController** управлял операциями изъятия товаров со склада. Он поддерживает:

- Отображение списка изъятий с пагинацией (15 записей на страницу) и поиском по описанию.
- Просмотр деталей конкретной записи.
- Создание, редактирование и удаление записей об изъятиях.

SalesMovementController

Контроллер **SalesMovementController** управляет операциями продаж, предоставляя функционал:

- Отображение списка продаж с пагинацией и поиском по продукту или артикулу.
- Просмотр деталей продажи.
- Создание, редактирование и удаление записей о продажах.

ExportSalesController

Контроллер **ExportSalesController** был разработан для экспорта данных о продажах в формат Excel. Он поддерживает:

- Экспорт всех записей.
- Экспорт ограниченного числа записей (например, последние 100 или 1000).

Реализация сайта

Экран входа и регистрации

Основной макет страниц был создан для обеспечения единообразного оформления с использованием стилей и скриптов. Страница регистрации позволяет новым пользователям создавать учетные записи, включая поля для ввода электронной почты и пароля с валидацией. Страница входа обеспечивает аутентификацию пользователей с возможностью запомнить сессию.

Страницы управления складскими операциями

Страница реестра продаж отображает список операций с поддержкой поиска по продукту или артикулу, пагинации и экспорта данных в Excel. Страница технического обслуживания предоставляет интерфейс для управления записями, включая поиск по номеру отслеживания и пагинацию. Страница службы поддержки клиентов обеспечивает управление операциями возвратов с возможностью создания, редактирования и удаления записей.

Описание базы данных

База данных была спроектирована для управления пользователями и складскими операциями. Основные таблицы включали:

- **AspNetUsers**: Хранение данных пользователей, включая идентификатор, электронную почту и хэш пароля.
- **SalesMovement**: Учет операций продаж с полями для даты, продукта, артикула и количества.

- Reception: Регистрация приемки товаров с указанием отдела и количества.
- Sac: Учет операций службы поддержки, включая тип движения и артикул.
- TechnicalService: Регистрация операций технического обслуживания с полями для продукта и номера заказа.

В **заключении** приведены результаты бакалаврской работы.

Основные результаты

1. Определены ключевые понятия и изучены современные технологии, необходимые для описания систем управления складскими процессами.
2. Исследованы типы существующих WMS-систем, их функциональные возможности и архитектурные особенности.
3. Спроектирована архитектура информационной системы.
4. Реализована система, включающая основные функции, такие как управление складскими операциями, учет запасов, отображение аналитики и другие, с использованием современных инструментов разработки.