

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра математической теории упругости и биомеханики

Разработка рекомендательной системы формирования

личного стиля

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 442 группы

направления 09.03.03 – Прикладная информатика

механико-математического факультета

Сорокиной Дарьи Дмитриевны

Научный руководитель
доцент, к.ю.н.

Р.В. Амелин

Зав. кафедрой
зав. кафедрой, д.ф.-м.н., профессор

Л.Ю. Коссович

Саратов 2025

Введение. Современная индустрия моды переживает беспрецедентный рост предложения - ежегодно на рынок поступают десятки тысяч новых коллекций от различных брендов, а социальные сети и цифровые платформы множат это разнообразие, создавая настоящий парадокс выбора. В условиях такого изобилия потребители все чаще сталкиваются с трудностями формирования гардероба, который бы одновременно отражал их индивидуальность, соответствовал актуальным трендам и учитывал особенности телосложения, цветотипа и образа жизни. Традиционные подходы к формированию стиля через консультации с персональными стилистами остаются малодоступными для большинства из-за высокой стоимости, в то время как существующие цифровые решения (такие как Pinterest, Instagram или агрегаторы моды) предлагают лишь обобщенные рекомендации, не учитывающие уникальные параметры каждого пользователя.

Таким образом, актуальность данного исследования обусловлена стремительным развитием цифровых технологий в сфере моды и возрастающим спросом на персонализированные сервисы. Это создает необходимость в интеллектуальной системе, способной анализировать персональные данные и генерировать адаптивные рекомендации.

Цель работы – создание прототипа веб-сервиса, обеспечивающего формирование персонализированных комплектов одежды на основе данных о внешности пользователя, характеристик гардероба, принципов сочетания цветов и актуальных погодных условий.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи:**

- исследование теоретических основ построения рекомендательных систем и принципов персонализации в контексте модной индустрии;
- анализ существующих программных решений и технологий хранения, классификации и обработки данных о гардеробе;
- формализация требований к системе и проектирование архитектуры

веб-сервиса;

- разработка функционального прототипа, включающего модули виртуального гардероба и алгоритма рекомендаций.

Структура и объём работы. Работа включает в себя введение, три раздела, заключение, приложения и содержит 73 страницы. Список использованных источников включает 36 наименований.

Раздел 1. Анализ предметной области.

Раздел 2. Проектирование системы.

Раздел 3. Разработка и реализация прототипа системы.

Основное содержание работы. Работа посвящена разработке прототипа рекомендательной системы, которая помогает пользователям быстро и эффективно подбирать готовые комплекты одежды, ориентируясь на персональные данные и внешние условия.

Во введении содержится общая информация по теме бакалаврской работы, обоснование её актуальности и формулировка цели и задач исследования.

Первый раздел включает изучение следующих аспектов:

- модели рекомендательных систем;
- психология восприятия стиля и цветотипирования;
- влияние внешних факторов на выбор одежды;
- анализ существующих решений.

Современные рекомендательные системы широко применяются в различных сферах, включая моду. Они помогают пользователям выбирать одежду на основе их предпочтений, внешних данных и контекста (погода, сезон и т.д.). Однако существующие решения часто не учитывают индивидуальные особенности, такие как цветотип или погодные условия, что ограничивает их эффективность.

В ходе изучения различных методов рекомендательных систем был проведен сравнительный анализ их применимости в контексте сервиса персонализированного подбора одежды. Основное внимание уделялось трем

ключевым аспектам:

- способность работать с уникальными пользовательскими гардеробами;
- устойчивость к проблеме "холодного старта";
- возможность учитывать специфические атрибуты одежды и внешние факторы.

Коллаборативная фильтрация, несмотря на свою популярность в e-commerce, показала ограниченную применимость для нашей задачи. Основные недостатки:

- сильная зависимость от данных о поведении пользовательской массы;
- низкая эффективность для индивидуальных стилевых предпочтений;
- неспособность работать с уникальными предметами гардероба.

Контентная фильтрация продемонстрировала лучшие результаты благодаря возможности анализа конкретных атрибутов одежды, независимости от данных о других пользователях, точечной персонализации рекомендаций.

Однако выявились и ее слабые стороны:

- тенденция к узкоспециализированным рекомендациям;
- ограниченное разнообразие предлагаемых вариантов;
- зависимость от качества разметки каталога.

Для проектируемого сервиса был выбран гибридный подход с преобладанием контентной фильтрации, дополненный элементами коллаборативного анализа и контекстными данными.

В ходе исследования психологических основ формирования стилевых предпочтений был проведен анализ факторов, влияющих на восприятие одежды и цветовых решений.

На основании проведенного анализа был разработан комплексный метод учета психологических аспектов в системе стилевых рекомендаций, включающий:

- автоматическое определение цветотипа с валидацией через пользовательские корректировки;

- динамическую адаптацию к изменяющимся условиям;
- гибкое сочетание теоретических принципов с индивидуальными предпочтениями;
- учет эмоционального воздействия цветовых сочетаний;
- анализ когнитивных схем пользователя через историю выборов;
- баланс между гармоничными сочетаниями и индивидуальной выразительностью;
- механизмы тонкой настройки рекомендаций на основе пользовательских оценок;
- возможность корректировки автоматических определений;
- постепенное обучение системы индивидуальным визуальным паттернам.

Исследование подтвердило, что выбор одежды существенно зависит от комплекса внешних условий. В отличие от традиционных систем, ориентированных только на стилевые предпочтения, интеллектуальный сервис должен учитывать динамические параметры окружающей среды и социального контекста.

Ключевое значение имеют погодные условия. Температура, осадки, ветер и солнечная активность напрямую определяют требования к функциональности одежды. Например, при температуре ниже -10°C система должна рекомендовать многослойные комплекты с ветрозащитой, тогда как в жаркую погоду - легкие дышащие ткани.

Сезонность влияет не только на утилитарные характеристики, но и на цвето-фактурные решения. Зимний период требует темных насыщенных оттенков и плотных текстур, весна допускает более яркие сочетания, а лето - светлую воздушную палитру.

Социальный контекст представляет отдельный пласт для анализа. Тип мероприятия (работа, свидание, спорт) определяет уровень формальности, тогда как культурные особенности региона могут вносить коррективы в допустимые

силуэты и сочетания.

Современный рынок предлагает несколько типов приложений для работы с гардеробом, однако ни одно из них не решает проблему комплексно. На основе изучения популярных сервисов можно выделить три ключевых направления, каждое из которых имеет существенные ограничения.

Приложения-гардеробы, такие как Stylebook, предлагают удобные инструменты для каталогизации одежды, но полностью лишены интеллектуальных функций. Пользователям приходится вручную создавать образы, что сводит на нет преимущества цифрового формата. Устаревшие интерфейсы и зависимость от качества загружаемых фотографий дополнительно ограничивают полезность таких решений.

Рекомендательные системы следующего поколения (Pureple, Cladwell) пытаются автоматизировать процесс подбора, но сталкиваются с другими проблемами. Большинство из них не адаптированы для российского рынка - не учитывают местные климатические условия, особенности фигур и стилевые предпочтения. Сервисы часто работают по закрытым алгоритмам, не позволяющим настроить рекомендации под конкретного пользователя.

Отдельно стоят коммерческие решения от маркетплейсов. Их главный недостаток - ориентация исключительно на увеличение продаж, а не на создание гармоничного стиля. Рекомендации строятся на анализе покупок, а не на реальных потребностях пользователя в формировании целостного образа.

К общим проблемам всех рассмотренных сервисов можно отнести:

- отсутствие анализа антропометрических данных;
- поверхностный учет погодных условий;
- ограниченные возможности персонализации;
- слабая адаптация к локальным особенностям.

Второй раздел посвящен проектированию системы и охватывает следующие ключевые аспекты:

- постановка задач и требований к системе;

- архитектура системы;
- модель данных.

На основе данных, полученных при анализе предметной области была сформулирована концепция рекомендательной системы. В ходе проектирования определены основные функциональные блоки: модуль авторизации, профиль пользователя, виртуальный гардероб, система генерации образов и механизм обратной связи. Для каждого модуля разработаны детальные требования к функциональности.

Была спроектирована диаграмма прецедентов, определяющая взаимодействие пользователей с системой (рисунок 1). Выделены две основные роли - обычный пользователь и администратор. Для пользовательского сценария разработаны четыре ключевых варианта взаимодействия: настройка профиля, управление гардеробом, получение рекомендаций и предоставление обратной связи.



Рисунок 1 - Диаграмма прецедентов

Особое внимание уделено требованиям к пользовательскому интерфейсу. Система должна обеспечивать интуитивное взаимодействие с минимальным

количеством действий для выполнения основных задач. Разработаны принципы адаптивного дизайна, гарантирующего корректное отображение на устройствах с различными разрешениями экрана - от смартфонов до десктопных компьютеров.

Была разработана клиент-серверная архитектура с использованием паттерна MVC, что обеспечивает четкое разделение компонентов системы. Такой подход был выбран для достижения высокой масштабируемости и удобства дальнейшего сопровождения приложения.

На клиентской стороне для реализации интерфейса был выбран фреймворк React, который позволяет создавать динамические и адаптивные пользовательские интерфейсы.

Для серверной части была выбрана связка Python + FastAPI, что обеспечивает высокую производительность и удобство разработки API. Выбор Uvicorn в качестве ASGI-сервера позволяет эффективно обрабатывать асинхронные запросы. Для хранения данных выбрана PostgreSQL, которая хорошо подходит для работы со сложными структурами данных, включая информацию о пользователях и их гардеробах.

Для реализации интеллектуальных функций системы были выбраны следующие технологии машинного обучения:

- scikit-learn - для базовых алгоритмов классификации;
- OpenCV - для обработки изображений;
- PyTorch - для сложных нейросетевых моделей.

Система разделена на несколько логических модулей:

1. Модуль аутентификации реализует механизмы регистрации и авторизации с использованием JWT-токенов.
2. Модуль профиля пользователя отвечает за хранение персональных данных и предпочтений.
3. Модуль гардероба обеспечивает работу с коллекцией одежды пользователя.

4. Модуль рекомендаций генерирует персонализированные образы с учетом множества параметров.
5. Административный модуль предоставляет инструменты для управления системой.

Архитектура системы была визуализирована в виде диаграммы (рисунок системы). Выбранные технологические решения обеспечивают необходимую производительность, гибкость и возможности для дальнейшего развития системы.

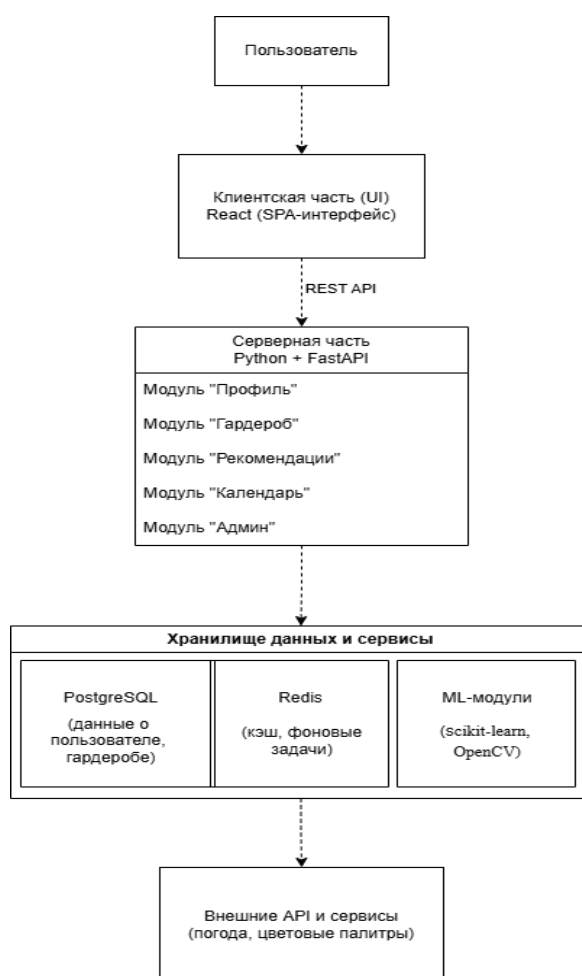


Рисунок 2 - Архитектура системы

Была разработана комплексная ER-модель данных, формирующая основу для хранения и обработки информации в рекомендательной системе. Модель построена с учетом ключевых требований к функциональности системы и

обеспечивает надежное хранение данных о пользователях, элементах гардероба и параметрах формирования образов.

Основу модели составляют шесть ключевых сущностей:

- пользователь (User) - хранит персональные данные и предпочтения;
- одежда (Clothes) - содержит информацию о предметах гардероба;
- погода (Weather) - учитывает метеорологические условия;
- повод (Event) - определяет сценарии использования образов;
- готовый образ (Outfit) - представляет сформированные комплекты;
- связующая таблица outfit_clothes - реализует отношение многие-ко-многим между образами и предметами одежды.

Е

R

диа

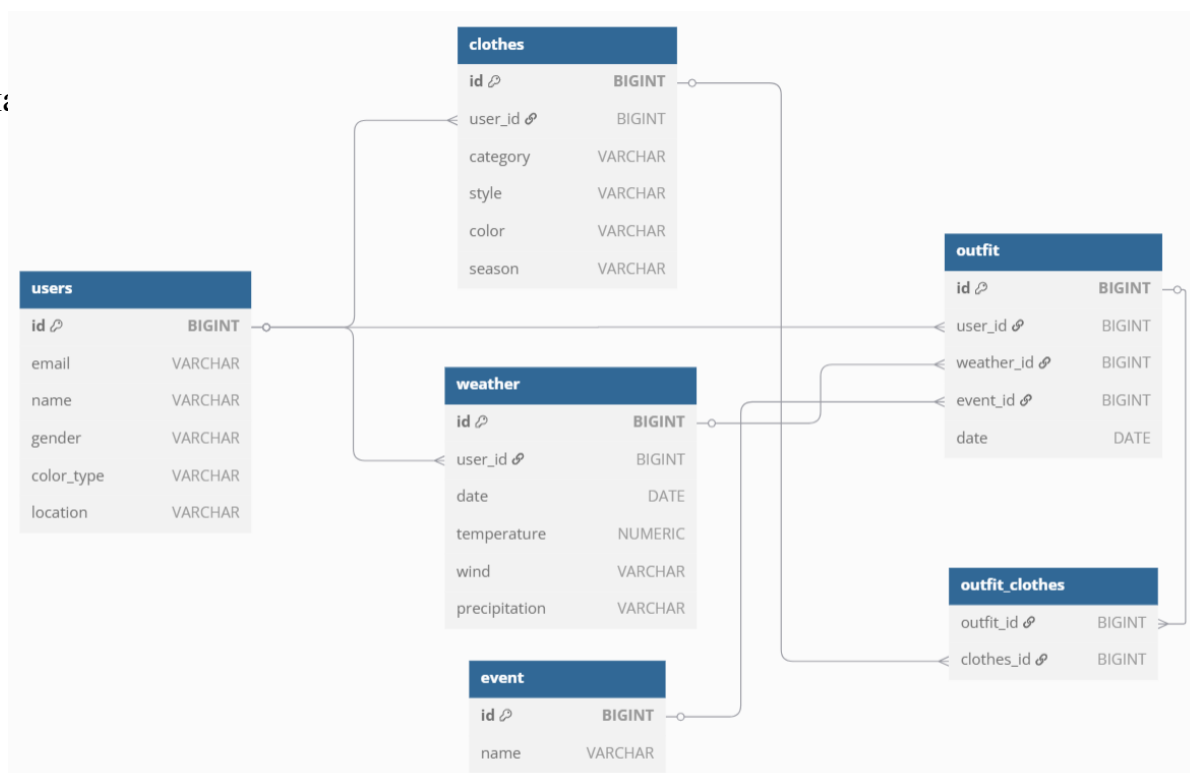


Рисунок 3 - ER-диаграмма

Особенностью разработанного решения стало строгое соблюдение принципов нормализации. Это обеспечило минимальную избыточность данных и защитило систему от возможных аномалий при обновлении информации. Одновременно была сохранена необходимая гибкость для будущего расширения

функциональности.

Архитектура модели предусматривает простые механизмы интеграции с внешними сервисами, что особенно важно для работы с актуальными погодными данными. Диаграмма отношений между сущностями наглядно демонстрирует продуманную структуру хранения информации и логику взаимодействия компонентов системы.

Разработанное решение обеспечивает стабильную работу при росте количества пользователей и объема обрабатываемых данных. Модель легко адаптируется под новые требования, позволяя добавлять дополнительные параметры учета без изменения базовой структуры. Это создает прочный фундамент для дальнейшего развития рекомендательной системы.

Третий раздел посвящен описанию практической реализации системы и включает следующие ключевые аспекты:

- реализация пользовательского интерфейса;
- бэкенд и API;
- логика рекомендательной системы;

Была разработана клиентская часть веб-приложения с использованием компонентного подхода на React. Архитектура интерфейса построена вокруг ключевых пользовательских сценариев: работа с профилем, управление гардеробом и получение рекомендаций.

Основные экраны системы включают:

- главную страницу с кратким описанием сервиса;
- личный кабинет для настройки персональных параметров;
- виртуальный гардероб с возможностью добавления и редактирования вещей;
- страницу рекомендаций с подобранными образами.

Структура проекта организована таким образом, чтобы обеспечить максимальную модульность и простоту поддержки. Корневой компонент App.js управляет маршрутизацией между экранами, в то время как каждый отдельный

экран реализован как самостоятельный компонент со своими стилями.

Особое внимание уделялось usability-аспектам:

- интуитивной навигации между разделами;
- удобному представлению информации на экранах;
- адаптивности под разные устройства;
- доступности основных функций за минимальное число действий.

Визуальный дизайн интерфейса разработан с учетом принципов восприятия информации. Использована сдержанная цветовая гамма, четкая типографика и продуманная компоновка элементов. Все экраны сохраняют единый стиль, обеспечивая целостность пользовательского опыта.

Пример реализованного интерфейса представлен на рисунке 4.

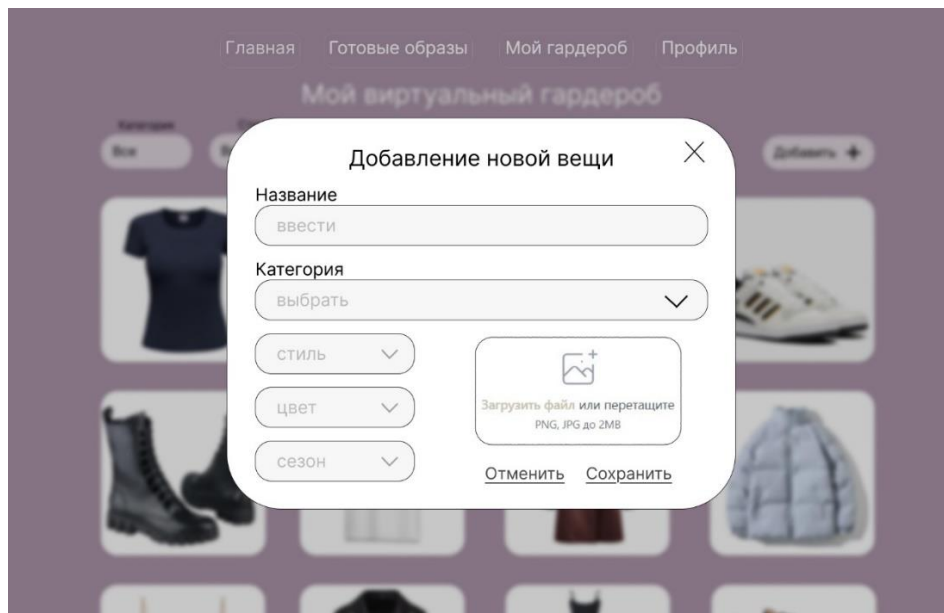


Рисунок 4 - Интерфейс сервиса

Была разработана масштабируемая серверная архитектура на базе FastAPI, обеспечивающая работу всех функций рекомендательной системы. Основное внимание уделялось созданию модульной и поддерживаемой структуры, способной эффективно обрабатывать пользовательские запросы и интегрироваться с внешними сервисами.

Серверная часть построена по принципу разделения ответственности:

1. Маршрутизация API вынесена в отдельные модули.

2. Логика работы с данными инкапсулирована в моделях.
3. Валидация запросов и ответов реализована через схемы.
4. Управление подключениями к БД централизовано.

Для хранения данных выбрана PostgreSQL, которая обеспечивает надежное хранение структурированной информации о пользователях, элементах гардероба и сгенерированных образах. Интеграция с ORM SQLAlchemy упрощает работу с базой данных и позволяет легко модифицировать структуру хранения при развитии системы.

Особенностью реализации стала интеграция с внешним погодным API (OpenWeatherMap). Система автоматически определяет актуальные метеоусловия для местоположения пользователя и учитывает их при формировании рекомендаций.

Серверная часть и клиентские части полностью реализуют заявленные функциональные требования, включая управление пользователями, работу с гардеробом и генерацию персонализированных рекомендаций. Модульная структура кода позволяет легко добавлять новые функции без нарушения работы существующей системы.

Для автоматического распознавания предметов одежды использовалась сверточная нейронная сеть (CNN), обученная на датасете Fashion-MNIST. Данные предварительно обрабатывались: нормализация, изменение размера и преобразование в тензоры. Архитектура модели включала два сверточных и два полносвязных слоя, что позволило достичь достаточной точности для интеграции в систему.

Обученная модель сохранена в формате PyTorch и подключена к API на основе FastAPI. Сервис принимает изображения от пользователя, обрабатывает их, выполняет классификацию и возвращает результат. Это позволяет веб-приложению использовать модель для формирования рекомендаций без необходимости переобучения.

Рекомендательная система анализирует цвет, стиль, сезонность и другие атрибуты одежды, а также учитывает предпочтения пользователя, погодные

условия и повод для ношения. Для оценки совместимости предметов применяется взвешенная функция, комбинирующая стилевую и цветовую гармонию, соответствие погоде и индивидуальным параметрам (формула 1). На основе этой функции система формирует топ-N оптимальных комплектов.

$$\begin{aligned} \text{Score}(O) &= \sum_{i \in O} \text{Score}(i, O), \text{ где } \text{Score}(i, O) = \\ &= w_1 \cdot \text{StyleCompatibility}(i, O) + w_2 \cdot \text{ColorCompatibility}(i, O) \\ &+ w_3 \cdot \text{WeatherMatch}(i, W) + w_4 \cdot \text{UserMatch}(i, P, CT) \end{aligned}$$

Формула 1 – Алгоритм подбора оптимального выбора

Заключение. В ходе выполнения бакалаврской работы были успешно решены все поставленные задачи. Проведен анализ существующих рекомендательных систем в сфере моды, исследованы потребности пользователей в персонализации стиля. Разработана архитектура системы, учитывающая ключевые параметры пользователя: цветотип, тип фигуры и индивидуальные предпочтения.

В результате выполнения работы была создана автоматизированная рекомендательная система формирования личного стиля с уникальными возможностями.

Перспективы развития системы включают интеграцию с IoT-устройствами для анализа реального гардероба, внедрение генеративного искусственного интеллекта для создания персонализированных образов и расширение партнерской программы с fashion-брендами. Разработанное решение не только отвечает современным запросам пользователей, но и открывает новые возможности для развития цифровых технологий в индустрии моды.