

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.396

Пресняцкий  
Виктор Юрьевич

Рекомендательная система для финансовых организаций

## **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра

по специальности 1-40 80 04 – Информатика и технологии программирования

Научный руководитель

Егорова Н.Г.

к.т.н., доцент

Минск 2021

## ВВЕДЕНИЕ

Рекомендательные системы успешно применяются во многих областях, в том числе в электронной коммерции и развлечениях, для увеличения продаж. Однако в большинстве существующих рекомендательных систем используется коллаборативный подход, основанный на предпочтениях или поведении других пользователей в сочетании с предпочтениями целевого пользователя. Этот подход может быть неприменим к таким доменам, как финансы.

Существует ряд проблем, с которыми ежедневно сталкиваются финансовые организации. Основная из них – это огромный поток информации, за которым невозможно уследить вручную. Изначально на помощь пришли различного рода агрегаторы данных, которые позволяли группировать контент по ряду признаков и тем. Затем на основе этих структурированных данных работники финансовых организаций, например, банков или фондов, могли связываться со своими клиентами, имея при этом уже готовую тему для обсуждения с ним. Однако с увеличением количества клиентов это становится делать всё сложнее. Информационная перегрузка стремительно растёт: с одной стороны – это огромный массив новостных ресурсов в финансовой сфере, и становится невозможным уследить за всеми изменениями на финансовом рынке. С другой – организации обслуживают всё большее количество клиентов, и становится проблематичным отслеживать состояние портфеля активов каждого клиента. Всё это влечёт за собой огромные временные затраты специалистов для предоставления качественного персонализированного сервиса.

Из-за большого количества информации, доступной в сети, например огромного количества текстовых статей, клиенты не полностью осведомлены о своих возможностях. В таких случаях на помощь приходят рекомендательные системы. Система, способная обрабатывать информацию таким образом, чтобы направлять специалистов финансовых организаций к клиентам, на которых необходимо обратить внимание, о чём с ними необходимо побеседовать, а также смоделировать их коммуникацию, таким образом, может значительно повысить ценность для компаний. У системы есть потенциал для повышения удовлетворенности и лояльности клиентов. Эти преимущества могут оказаться очень ценными для организаций, так как они могут увеличить доход и выделиться среди конкурентов.

Рекомендательная система является такой фильтрующей системой, которая пытается улучшить опыт специалиста финансовой сферы, рекомендуя релевантные для клиентов документы через эффективное использование доступной информации. Последние двадцать лет обсуждается вопрос: как правильно определить, что именно нужно рекомендовать? Будет ли клиенту

интересно то, что тесно связано с его предпочтениями, или ему стоит рекомендовать тенденции, которых клиент не ожидал, но которые все равно связаны с его областью интересов. Тем не менее, для большинства компаний конечной целью является увеличение доходов. Рекомендательные системы, которые лучше всего достигают этого, – это те, которые в наибольшей степени подбирают актуальную информацию для клиентов, повышают их лояльность, тем самым увеличивая время сотрудничества с организациями, при этом сокращая рабочее время, затраченное специалистами.

В целом, для предоставления рекомендаций выделяются три основных метода: фильтрация на основе содержимого или контент-ориентированная фильтрация (Content-based, CB), коллаборативная фильтрация (Collaborative Filtering, CF) и гибридные подходы. Они будут подробно рассмотрены далее в работе. Новым достижением в этой области является использование нейронных сетей, которые можно описать с помощью не вероятностного подхода.

Таким образом, применение рекомендательных систем в финансовой сфере является перспективным направлением, на что и направлено основное внимание данной работы.

В данной работе описаны методы, используемые в рекомендательных системах, а также построение комплексной системы на их основе. Разобраны алгоритмы машинного обучения по обработке естественного языка, которые являются частью созданной системы.

Магистерская диссертация проверена в системе «Антиплагиат». Процент оригинальности соответствует норме, установленной кафедрой информатики. Цитирования обозначены ссылками на публикации, указанные в «Списке использованных источников».

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Цель и задачи исследования**

*Целью* диссертационной работы является изучение алгоритмов и архитектур рекомендательных систем, а также разработка программной системы, включающую в себя изученные алгоритмы, для решения задач рекомендаций в сфере финансов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1) Исследовать существующие подходы, используемые в современных рекомендательных системах.

2) Проанализировать алгоритмы машинного обучения, используемые для обработки текстовых документов.

3) На основании произведенного анализа выбрать необходимые технологии и инструменты для реализации поставленной задачи.

4) Спроектировать модель базы данных.

5) Спроектировать архитектуру и разработать программную систему рекомендаций с применением исследованных алгоритмов и разработанной модели данных.

6) Развернуть систему в облачном сервисе.

*Объектом* исследования является сфера деятельности финансовых организаций.

*Предметом* исследования являются рекомендательные системы, способные рекомендовать сотрудникам финансовых организаций клиентов, с которым необходимо связаться по рабочему процессу, и документы, которые необходимо с ними обсудить.

Основной *гипотезой*, положенной в основу диссертационной работы, является возможность построения программной системы рекомендаций на основе конвейерной архитектуры, состоящей из модулей со своей зоной ответственности, и комбинирующей применение алгоритмов контент-ориентированной и коллаборативной фильтрации. Построенная система разворачивается в облаке, что повышает её доступность и позволяет использовать её в режиме реального времени, непрерывно генерируя рекомендации.

### **Связь работы с приоритетными направлениями научных исследований и запросами реального сектора экономики**

Работа выполнялась в соответствии научно-техническими заданиями и планами работ кафедры «Информатика».

### **Личный вклад соискателя**

Результаты, приведенные в диссертации, получены соискателем лично. Вклад научного руководителя Н.Г. Егоровой заключается в формулировке целей и задач исследования.

### **Апробация результатов диссертации**

Основные положения диссертационной работы использовались при разработке рекомендательной системы в ООО «Сампад».

### **Опубликованность результатов диссертации**

По теме диссертации опубликована 1 печатная работа, из них 1 статья в рецензируемом издании.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация состоит из введения, общей характеристики работы, четырех глав, заключения, списка использованных источников, списка публикаций автора и приложений. В первой главе представлен анализ предметной области, дан обзор методов решений задач рекомендаций, рассмотрены основные проблемы и способы их решения. Вторая глава посвящена методам предобработки текстовых документов. В третьей главе подробно разобран процесс проектирования и разработки программной системы рекомендаций. В четвертой главе описан процесс построения инфраструктуры программной системы и её развёртывания в облачном сервисе.

Общий объем работы составляет 68 страниц, из которых основного текста – 46 страниц, 14 рисунков на 12 страницах, 3 таблицы на 5 страницах, список использованных источников из 29 наименований на 3 страницах и 3 приложения на 16 страницах.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

В **введении** определена область и указано основное направление исследования, показана актуальность темы диссертационной работы, рассмотрены основные проблемы современных рекомендательных систем, обозначены методы решения поставленной задачи, обозначена практическая ценность работы.

В **первой главе** дан обзор основным методам решений задач рекомендаций, рассмотрены типы рекомендательных систем, описаны области их применения, показаны преимущества и недостатки.

Простыми словами, рекомендательная система – это техника, которая выдаёт список элементов, имеющих отношение к текущей задаче пользователя.

Пользовательские отзывы бывают двух типов: явные и неявные. Первый тип использует прямые отзывы пользователей, такие как рейтинги и оценки, а второй состоит из косвенных отзывов, таких как клики, просмотры, скачивания.

Явные отзывы количественно определяют интерес пользователя, так что, как правило, они более точны.

Из основных типов рекомендательных систем можно выделить следующие:

- 1) контент-ориентированная фильтрация;
- 2) коллаборативная фильтрация;
- 3) гибридные подходы.

Главным отличием первых двух типов является то, что первый работает на основе сходства рекомендуемых элементов (в данном случае документов), а второй – на основе сходства поведения пользователей. Гибридные подходы в свою очередь сочетают в себе первые два.

Также, были рассмотрены основные проблемы рекомендательных систем и способы их решения. Такими проблемами являются:

- 1) проблема холодного старта;
- 2) давность данных;
- 3) разнообразие рекомендуемых элементов;
- 4) новизна данных.

Наиболее новым способом решений задач рекомендацией являются нейронные сети, и в реальных условиях они применяются всё чаще, а их рекомендации становятся всё точнее.

Во **второй главе** рассматриваются алгоритмы машинного обучения, применяемые для обработки текстовых документов. Эти алгоритмы запускаются непосредственно перед модулем ранжирования. Поскольку в данной работе для клиентов производятся рекомендации документов, то предобработка текстовых данных является, одной из самых важных проблем при решении поставленной задачи. Для достижения требуемого результата используются методы обработки естественного языка.

Обработка естественного языка – это общее направление искусственного интеллекта и математической лингвистики.

Рассмотрены следующие алгоритмы обработки текста:

- 1) распознавание именованных сущностей;
- 2) анализ тональности;
- 3) суммаризация текста.

Для данных алгоритмов машинного обучения необходимо было определить методы оценки качества. В данной работе используется метрика F1 мера, которая рассчитывается на основе точности и полноты. Точность (precision) и полнота (recall) являются метриками, которые используются при оценке большей части алгоритмов извлечения информации. Иногда они

используются сами по себе, иногда в качестве базиса для производных метрик, таких как F1-мера или R-Precision. Суть точности и полноты очень проста.

Точность системы в пределах класса – это доля документов, действительно принадлежащих данному классу относительно всех документов, которые система отнесла к этому классу. Полнота системы – это доля найденных классификатором документов, принадлежащих классу относительно всех документов этого класса в тестовой выборке. F1 мера (F1 score) – это среднее гармоническое из предыдущих двух метрик.

Вышесказанное можно формализовать в математическом виде формулами (1-3):

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP} \quad (1)$$

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{2 \cdot Precision \cdot Recall}{(Precision + Recall)} \quad (3)$$

где TP – истинно-положительное решение,

FP – ложно-положительное решение,

FN – ложно-отрицательное решение.

Анализ текста, определение многих его параметров – семантический анализ, извлечение сущностей, анализ тональности текста и т.д. – есть одна из основных задач данной работы. Получение этих параметров приведет к возможности ранжирования соответствия интересам клиента.

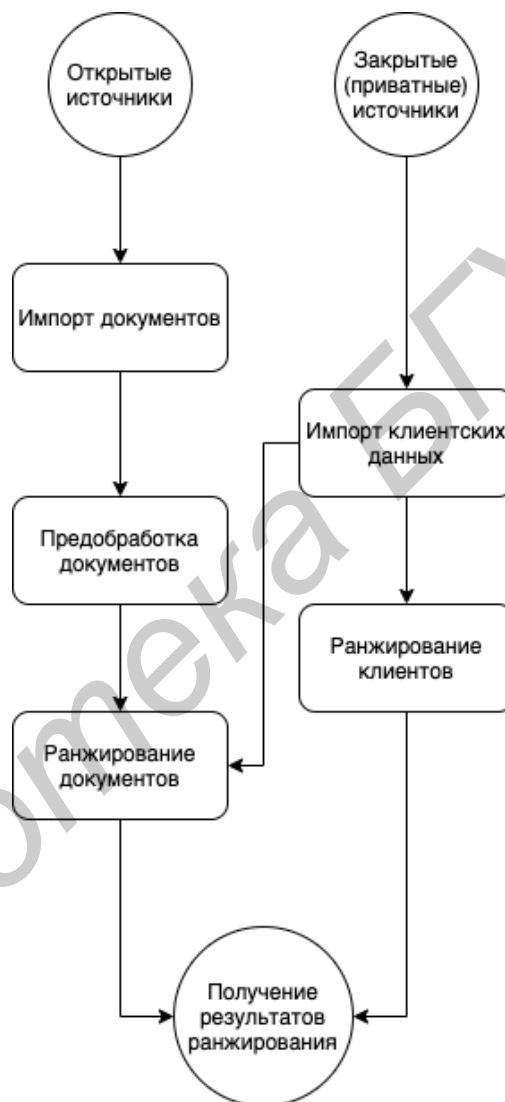
**Третья глава** посвящена проектированию архитектуры и разработке программной системы.

Была выбрана и реализована конвейерная архитектура. Конвейерная архитектура – это очень простая, надежная и достаточно мощная архитектура. Она состоит из множества модулей (фильтров), который фильтруют или обрабатывают информацию, прежде чем передать другим компонентам. Все модули работают одновременно. Архитектура часто используется как простая последовательность, но она также может использоваться для очень сложных структур.

В качестве фильтров в рамках заданной архитектуры выступают следующие модули:

- импорт клиентских данных из закрытых источников;
- получение документов из открытых из открытых источников;
- предобработка документов;
- ранжирование документов;
- предоставление рекомендаций.

На рисунке 1 представлена схема разработанной архитектуры:



**Рисунок 1 – Архитектура рекомендательной системы**

В данной системе участвует два пайплайна, один из которых частично зависит от другого. Первый пайплайн предназначен для ранжирования клиентов на основе данных о них, второй – ранжирования документов. Иными словами, для пользователя производятся рекомендации, с какими клиентами ему нужно связаться и какую тему (какой документ) им нужно обсудить.

В этой главе были подробно разобраны все модули заданной архитектуры, их предназначение и зона ответственности, даны примеры выходных данных.



В качестве хранилища промежуточных результатов между модулями используется база данных PostgreSQL. Эта база данных была выбрана, потому что она является достаточно мощным, гибким и удобным инструментом, предназначенным для эффективного хранения и обработки данных.

PostgreSQL, часто просто Postgres, является объектно-реляционной системой управления базами данных с возможностью расширения. Как сервер базы данных, его основная функция заключается в безопасном хранении данных, поддержке передовых методов по манипуляции данными и обеспечении возможности поиска по запросу других программных приложений. Он может справляться с рабочими нагрузками, начиная от небольших приложений на одной машине и заканчивая большими веб-приложениями со большим количеством пользователей, осуществляющих одновременный доступ.

Для работы с данными был использован инструмент, который позволяет простым образом получать данные из БД. Таким инструментом является ORM. ORM – технология программирования, которая связывает базы данных с концепциями объектно-ориентированных языков программирования, создавая «виртуальную объектную базу данных».

Также в этой главе была предложена модель базы данных и описание всех сущностей, которые в ней хранятся. Разработанная структура базы данных позволяет избежать избыточности данных, а также повышает производительность работы программной системы.

В **четвёртой главе** описывается инфраструктура программной системы. Для её построения была выбрана микросервисная архитектура. Данная архитектура чаще всего сравнивается с монолитной архитектурой. Микросервисное приложение состоит из множества мелких независимых и слабо связанных между собой сервисов, в то время как в монолите все его компоненты тесно взаимосвязаны и работают как единый сервис. Это значит, что если какой-то один процесс в приложении с монолитной архитектурой становится более востребованным, то приходится масштабировать всё приложение в целом. Сбой в каком-то одном процессе может поставить под угрозу всю систему. Наконец, такая сложность ограничивает возможности модернизации и затрудняет внедрение новых идей.

Была описана разработка серверной части приложения. Сервер построен на базе фреймворка Django. Django предоставляет инструменты для создания проекта и построения его архитектуры. Проект состоит из приложений. Каждое приложение создаётся по возможности независимым от других приложений. Базой каждого приложения являются модели, представления, шаблоны.

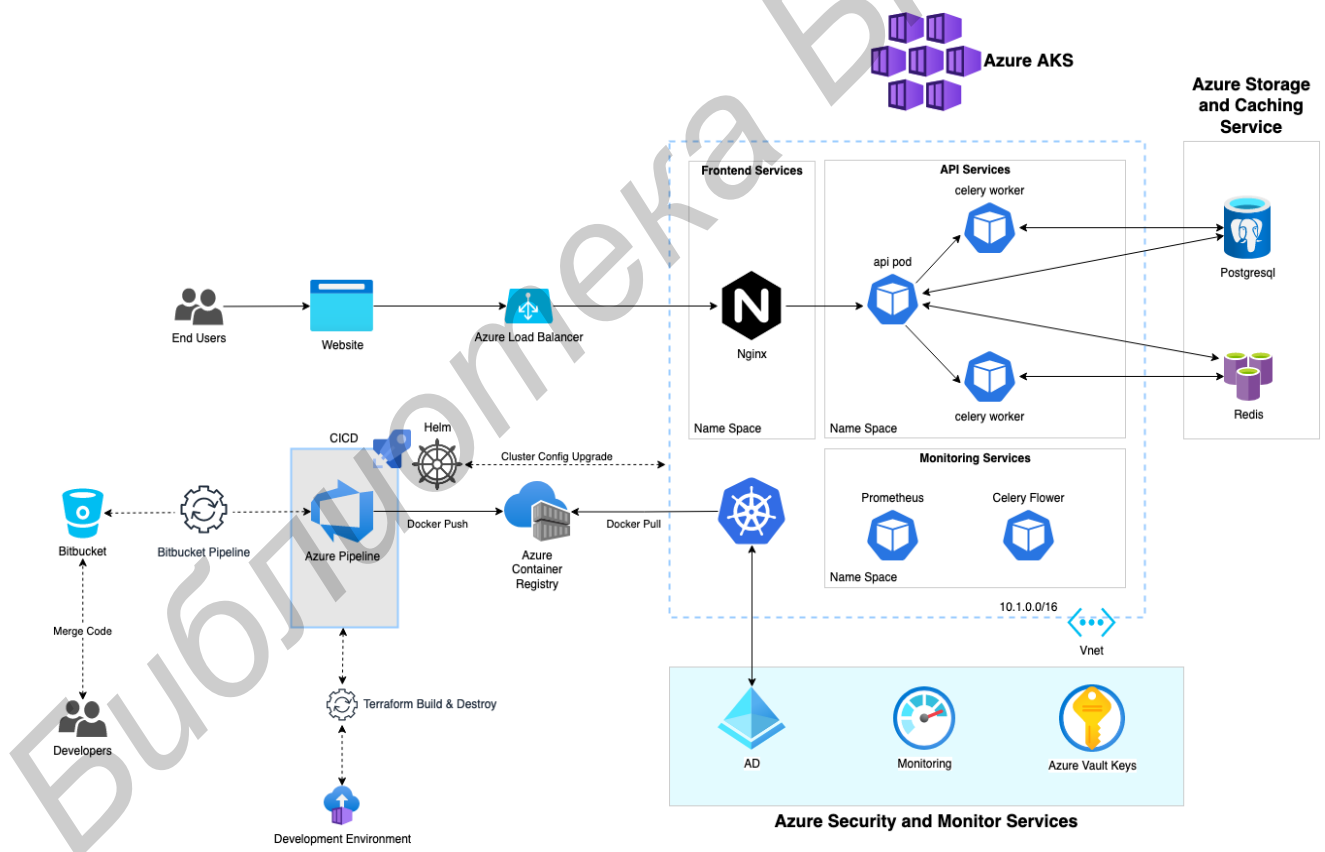
Так как данная программная система реализует микросервисную архитектуру, она разделена на ряд сервисов, которые выполняют свои

определённые задачи. Зоны ответственности каждого сервиса также описаны в этой главе.

Программная системы была развёрнута в облаке Azure. Azure предоставляет огромный набор сервисов, с помощью которых можно полностью развернуть программные системы любой сложности. Основные сервисы, используемые при развёртывании:

- 1) Azure Kubernetes Service (AKS);
- 2) Azure Load Balancer;
- 3) Azure Pipelines;
- 4) Azure Database for PostgreSQL;
- 5) Azure Cache for Redis.

Чтобы описать графически разработанную инфраструктуру, была создана инфраструктурная диаграмма, показанная на рисунке 2. Все связи между компонентами диаграммы также описаны в этой главе.



**Рисунок 2 – Диаграмма инфраструктуры программной системы**

Таким образом, построенная инфраструктура позволяет гибко и эффективно управлять программной системой, делая её предсказуемой, стабильной, надёжной и отказоустойчивой.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## Основные научные результаты диссертации

1. Дан обзор методов решения задач рекомендаций. Рассмотрены основные подходы реализации рекомендательных систем: на основе пользовательских отзывов, на основе схожести контента или пользователей, нейросетевые подходы. Описаны три класса методов рекомендательных систем: контент-ориентированная фильтрация, коллаборативная фильтрация, гибридные подходы. Разобраны основные проблемы при построении итогового алгоритма рекомендаций. Проведены исследования различных методов обработки текста, которые используются рекомендательной системой для предварительного анализа и структуризации документов.

2. Разработана рекомендательная система с применением алгоритмов контент-ориентированной и коллаборативной фильтрации. Данная система интегрирована в программную систему на основе конвейерной архитектуры, которая содержит несколько модулей, таких как модуль импорта клиентских данных и документов, предобработки документов, ранжирования клиентов и документов. Разработана модель БД, которая эффективно структурирует данные и позволяет обрабатывать их с наилучшей производительностью.

3. Спроектирована инфраструктура программного средства на основе микросервисной архитектуры. Серверная часть системы была реализована с помощью фреймворка Django и языка программирования Python. Система была развёрнута в облаке Azure.

## Рекомендации по практическому использованию

1. Полученные результаты формируют теоретическую и практическую базу для разработки программных систем для решения задач рекомендаций клиентов или документов в организациях финансовой сферы.

2. Разработанная система может использоваться сотрудниками финансовых организаций с целью непрерывного отслеживания активности своих клиентов. Система рекомендует сотрудникам, с какими клиентами нужно связаться о чём с ними вести диалог, тем самым повышая лояльность клиентов.

3. Предложенная инфраструктура позволяет разворачивать систему как SaaS продукт (т.е. на своих серверах), так и устанавливать её on-premise (на серверах клиентов-организаций).

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1-А. Пресняцкий В.Ю., Холодок Д.А., Лецук Р.А. Микросервисы как архитектурный стиль. Образование и наука в России и за рубежом, выпуск №14(2019) Vol.62.

Библиотека БГУИР