МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНСТИТУТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКИ

Разработка интерактивного учебного пособия с ответами на естественном языке на основе Retrieval Augmented Generation

Сыренный Илья Игоревич
Бакалавриат
Курс 4, группа 21930

Научный руководитель:
Оглезнев Никита Сергеевич,
сотрудник КафИСТИИР, ассистент

Новосибирск 2025

Введение

Цель работы:

Разработать систему, использующую подход Retrieval Augmented Generation (RAG) для помощи пользователям в изучении научных статей в формате PDF. Система должна отвечать на вопросы пользователя по загруженному документу, а также предоставлять релевантные фрагменты

Задачи:

Поиск и анализ литературы в рамках изучения предметной области

Проектирование и разработка системы

Разработка способов оценки системы

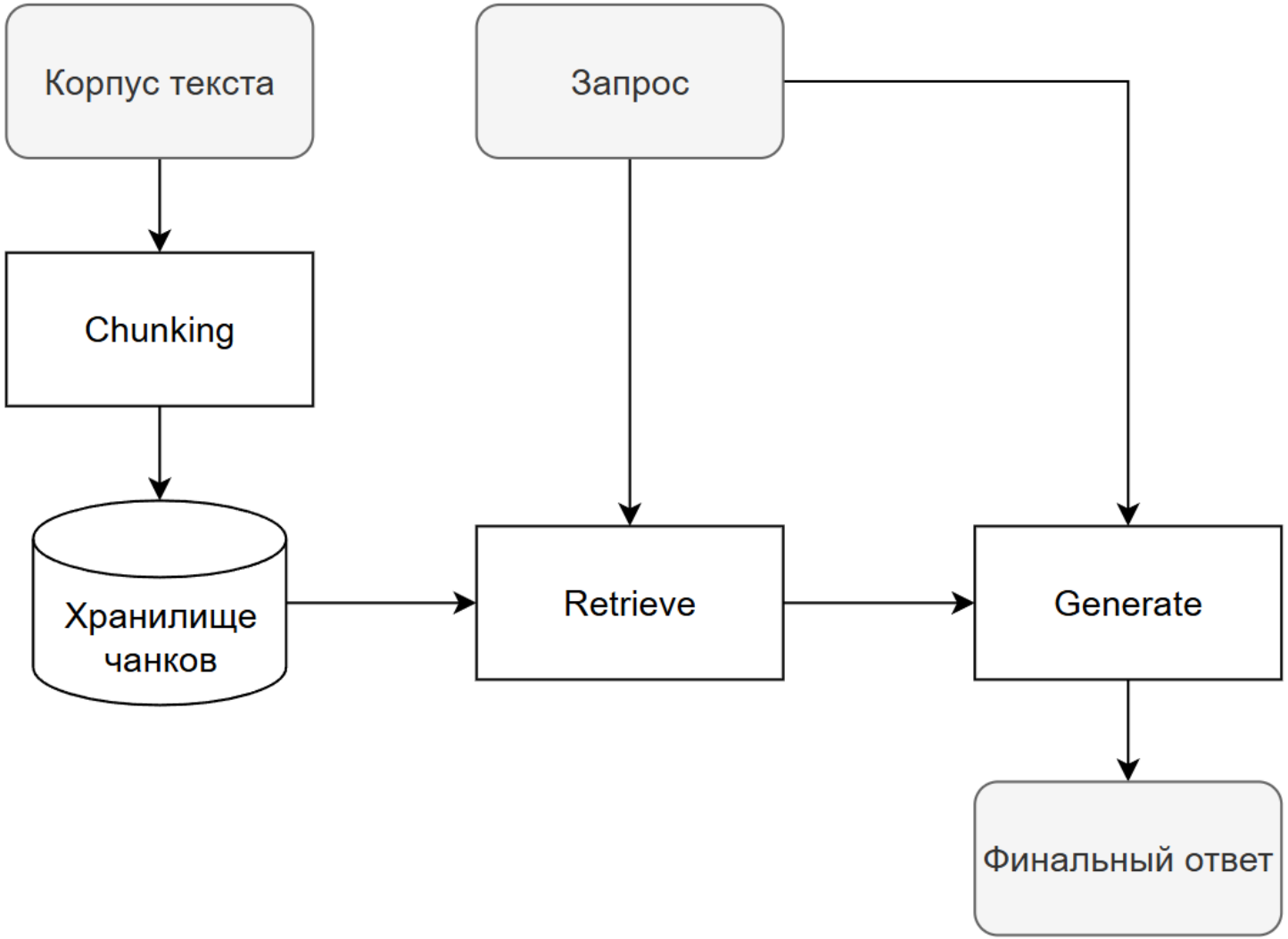
Retrieval Augmented Generation

Проблема:

Большие текстовые массивы сложно использовать напрямую из-за ограниченного контекста моделей. Это затрудняет извлечение точной и актуальной информации

Решение:

RAG сочетает поиск данных и генерацию текста. Поисковая система (Retrieval) находит релевантные фрагменты текста из базы данных. Генерация (Generation) создает ответ, основываясь на найденных данных



Устройство RAG-пайплайна

Разработка системы

Проектирование:

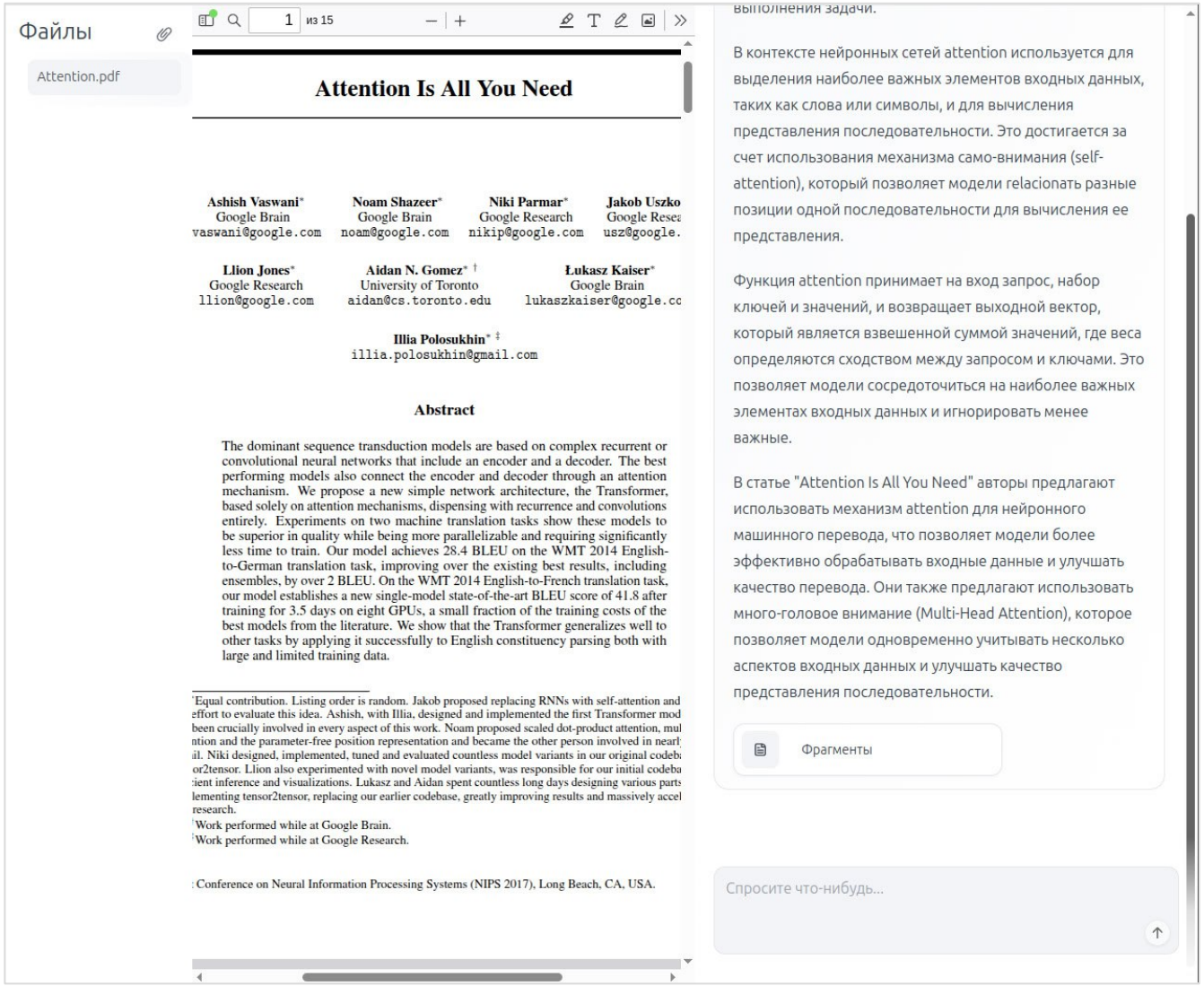
Для проектирования системы были использованы UML-диаграммы, которые позволили структурировать требования, визуализировать архитектуру и глубже понять функциональность системы

Архитектура

Разработано веб-приложение в виде чата для общения с пользователем, пользователь может загружать документы, задавать вопросы, получать ответы в потоковом режиме

Поисковая система

Для поддержки мультиязычного поиска реализован векторный поиск, учитывающий семантические особенности текста



Пользовательский интерфейс веб-приложения

Работа с PDF-файлами

Индексация

Система загружает PDF-файлы и разбивает их на логические фрагменты в реальном времени. Для восстановления макета документа используется CRF-модель, обученная на разметке научных статей. Затем применяется алгоритм семантического чанкинга для формирования базы знаний

Скорость загрузки документов

Книга “Deep Learning” (Goodfellow et al., ~800 страниц) индексируется за ~7 минут

Научная статья (15 стр.) индексируется за ~2 секунды

Система оптимизирована для работы в интерактивном режиме: индексация начинается сразу после загрузки документа

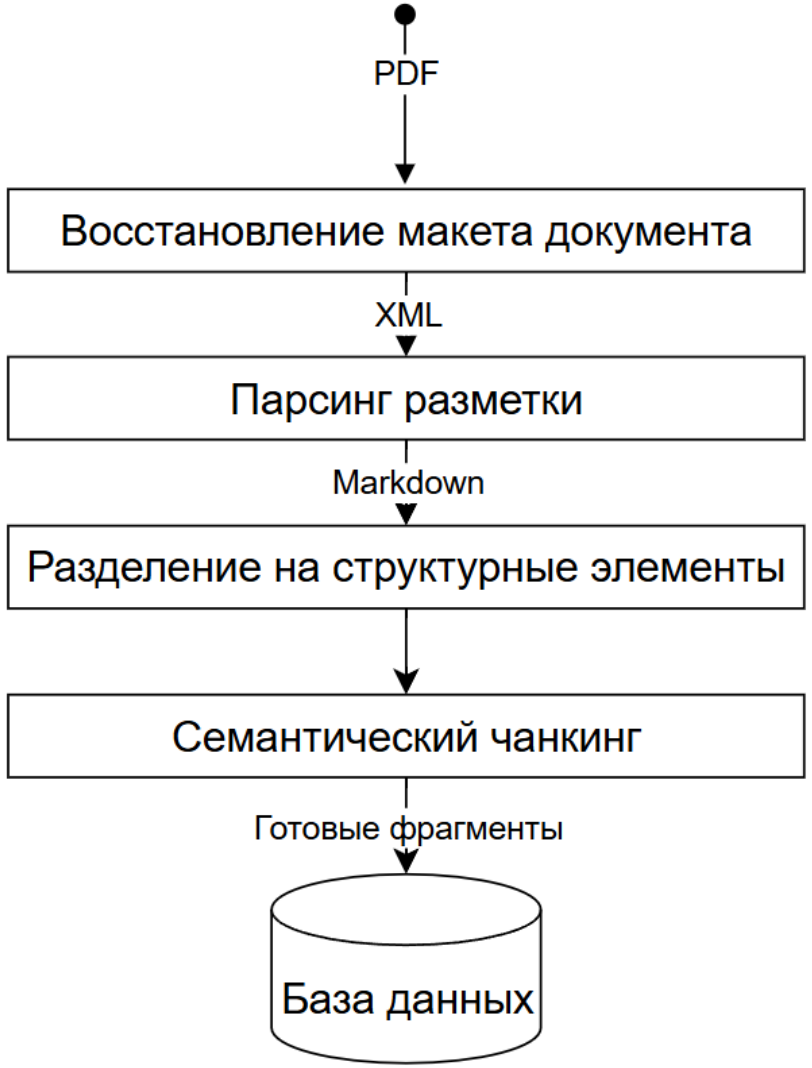


Схема работы этапа индексации

Оценка системы

Датасет: FRAMES

Содержит 824 вопроса, требующих информации из 2-15 статей из Wikipedia. Для каждого вопроса представлен эталонный ответ, а также список релевантных статей из Wikipedia

Метрики: RAGAS

Использованы метрики LLM-as-Judge для оценки качества генерации, а также релевантности найденных для ответа фрагментов

Пилотное тестирование

Приложение было развернуто и передано 6 студентам НГУ для сбора обратной связи о работе системы. Собрана обратная связь по качеству ответов, удобству интерфейса и скорости работы системы

Метрики системы

Сравнение метрик на разных конфигурациях

В таблице приведены метрики, рассчитанные на основе датасета FRAMES и метрик LLM-as-Judge из библиотеки RAGAS. Метрики рассчитаны на выборке из 50 вопросов и 330 статей из Wikipedia.

Наименование метрики	Agentic-RAG	RAG	LLM
Релевантность поиска	0.51	0.36	-
Достоверность генерации	0.68	0.54	-
Правильность генерации	0.62	0.48	0.26
Среднее время работы (с)	29	6.5	3

Метрики пилотного тестирования

Доверительные интервалы оценок пользователей

Поскольку выборка из 6 человек маленькая, были рассчитаны доверительные интервалы, которые помогли определить, в каком диапазоне с вероятностью 95 процентов лежат истинные значения для всей выборки.

Аспект приложения	Среднее	Нижняя оценка	Верхняя оценка
Точность ответов	4.16	2.93	5.39
Скорость работы	5.83	5.04	6.62
Удобство	4.5	3.39	5.6
Полезность	4.0	2.51	5.48
Общая оценка	4.83	3.6	6.06

Результаты и выводы

Использование RAG позволяет существенно повысить качество ответов, подключая внешние проверенные источники знаний.

Разработана модульная и масштабируемая RAG-система с возможностью индексации документов и генерации ответов в реальном времени.

Система успешно прошла пилотное испытание и готова к практическому применению.