

XI Международная конференция "Суперкомпьютерные дни в России"
Семинар "Грид-системы из персональных компьютеров"
30.09.2025

Интеллектуальная система поддержки пользователей научных проектов на основе LLM с верификацией достоверности

Парчиев Р. Б., Антонов И. А., Исаченко М. К.
НИТУ МИСИС

Добровольные распределенные вычисления (ДРВ)

Возможность предоставить свои вычислительные ресурсы для вычислений.



Мотивация участия в проектах ДРВ

- желание помочь науке;
- причастность к научным открытиям;
- спортивный интерес;
- **общение (в том числе с организаторами проекта);**
- **понимание предметной области и значимости результатов научного исследования.**

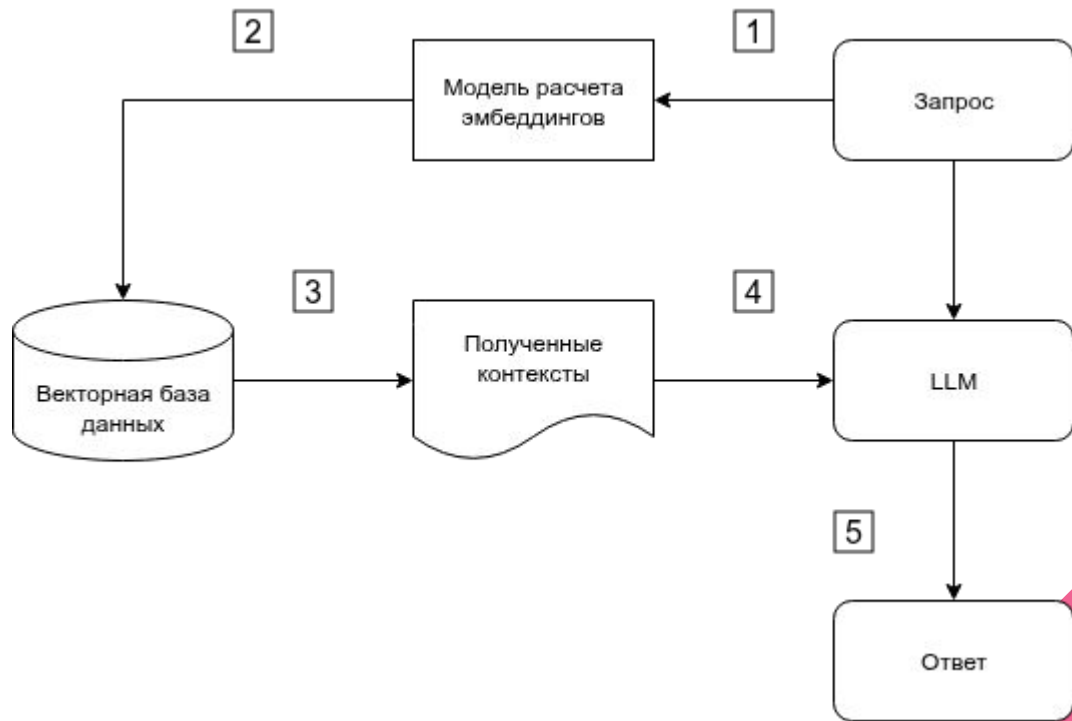
Научные проекты ДРВ

- Asteroids@home - определение формы и вращения значительной части популяции астероидов;
- LHC@home - моделирование поведения пучка заряженных частиц при различных параметрах воздействия на них управляющих магнитов ускорителя;
- MilkyWay@Home - попытка создания высокоточной трёхмерной динамической модели звездных потоков в галактике Млечный Путь;
- **RakeSearch - исследование свойств латинских квадратов.**

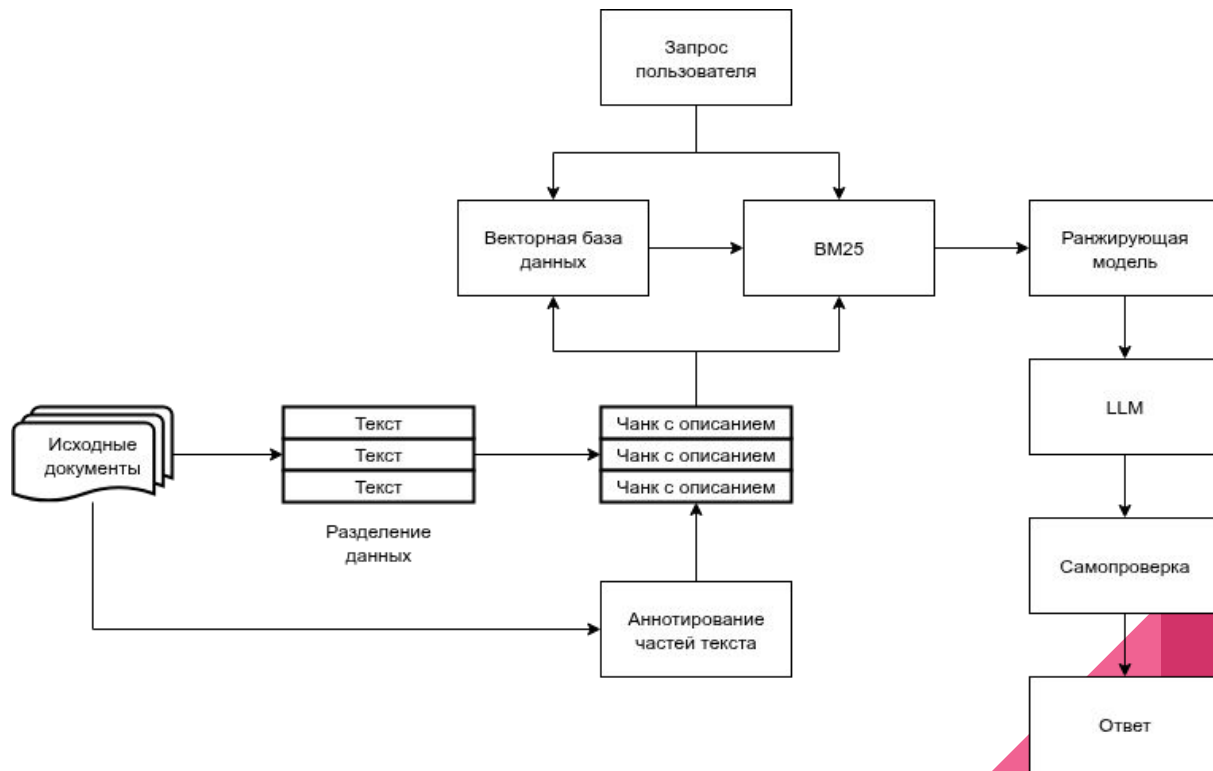
Вызовы проекта RakeSearch

- растущее количество участников проекта;
- достаточно узкая предметная область с высоким порогом вхождения для понимания целей исследования;
- разный начальный уровень подкованности участников.

Стандартная архитектура RAG



Архитектура разработанной системы



Данные и их предобработка

Использованные данные: научные статьи и более общие ресурсы посвященные теме латинских квадратов.

Предобработка данных:

1. Загрузка.
2. Разбиение на чанки.
3. Генерация описания для каждого чанка.
4. Подготовка результирующих документов.
5. Расчет эмбеддингов документов и внесение в БД.

Двухуровневая модель поиска

1. Векторный поиск по документам.
2. Поиск с помощью BM25.
3. Слияние результатов (Fusion).
4. Дополнительная проверка релевантности с помощью модели классификации cross-encoder).

Топ-5 текстов с наивысшей релевантностью автоматически добавляются в запрос для языковой модели.

Проверка достоверности ответа

1. Получение предварительного ответа.
2. Передача полученного ответа и контекста снова на вход модели.
3. Решение о релевантности ответа.
4. Выдача исходного или скорректированного ответа пользователю.

Внешний вид разработанной системы

About the Bot

The enormous size of the diagonal Latin squares space makes it unfeasible to enumerate all its objects straightforwardly in reasonable time. So, in order to discover the structure of this space, sophisticated search methods are needed. In RakeSearch project, we implement an application that picks up separate pairs of mutually orthogonal DLSs, which allows to reconstruct full graphs of their orthogonality. See

<https://rake.boinfast.ru/rakesearch/>

Ask a question, and the bot will provide an answer, considering the previous context.



RAG Chatbot for Latin squares explanation.



Что такое латинский квадрат, и где он используется?



Латинский квадрат — это квадратная таблица, в которой символы не должны повторяться в каждой строке и в каждом столбце. Например, латинский квадрат порядка n это матрица размера $n \times n$, заполненная элементами некоторого множества Ω , где $|\Omega| = n$, таким образом, что в каждой её строке и в каждом её столбце все элементы различны.

Латинские квадраты находят применение в различных областях:

- **Криптография:** Латинские квадраты используются в алгоритмах и стандартах шифрования благодаря свойству совершенной секретности, показанному К. Шенноном. Они также применяются в схемах разделения секрета, где порядок латинского квадрата публикуется, но сам квадрат держится в секрете и используется как ключ.
- **Игры и головоломки:** Наиболее известной игрой, использующей латинские квадраты, является sudoku, где требуется дополнить частичный квадрат до латинского квадрата 9-го порядка с дополнительным свойством: все девять его подквадратов содержат по одному разу все натуральные числа от 1 до 9.
- **Планирование экспериментов:** Латинские квадраты используются для минимизации влияния разных экспериментов друг на друга, например, в агрономических исследованиях.
- **Теория кодирования и коммуникационные протоколы:** Латинские квадраты применяются для коррекции ошибок и в протоколах шифрования, как, например, в потоковом шифре Edon80, где используется конвейер из 80-ти специально подобранных латинских квадратов.

Rfr|

Deploy

Метрики на бенчмарках

	Qwen2.5-Math-7B-Instruct	Qwen2.5-7B-Instruct
Ru RAG Test Dataset	0,76	0,92
Custom Benchmark	0,91	0,82

Сравнение с аналогами

Критерий	Haystack	Langchain	Данный сервис
Поддержка 26 форматов документов	Нет	Есть	Есть
Поддержка таблиц	Есть	Нет	Есть
Гибридный поиск	Нет	Есть	Есть
Интерфейс для добавления данных	Нет	Нет	Есть
Модуль самопроверки на галлюцинации	Нет	Нет	Есть, исследование подходов
Поддержка изображений	Есть	Нет	Нет, но планируется

Примеры работы (1)

Вопрос пользователя	Отрывок ответа модели
Что такое латинский квадрат, и где он используется?	Латинский квадрат — это таблица размером $(n \times n)$, заполненная (n) элементами множества (M) таким образом, что в каждой строке и в каждом столбце таблицы каждый элемент из (M) встречается в точности один раз. Например, латинский квадрат 3-го порядка может быть представлен следующим образом: ... Латинские квадраты широко используются в различных областях математики и кибернетики: ...

Примеры работы (2)

Вопрос пользователя	Отрывок ответа модели
Что такое «правильное семейство функций» в контексте латинских квадратов?	В контексте латинских квадратов, «правильное семейство функций» определяется как набор функций, который удовлетворяет определенным условиям, обеспечивающим корректное построение латинского квадрата. Правильность семейства функций связана с отсутствием циклов в графе существенной зависимости и другими свойствами, которые гарантируют, что функции могут быть использованы для создания латинского квадрата. Вот ключевые моменты, извлеченные из документов: ...

Примеры работы (3)

Вопрос пользователя	Отрывок ответа модели
Какие особенности имеют латинские квадраты над абелевыми группами?	Латинские квадраты над абелевыми группами имеют несколько ключевых особенностей, которые описаны в предоставленных документах. Вот основные из них: 1. Задание латинского квадрата над абелевой группой: ... 2. Критерий правильности семейства функций: ... 3. Отсутствие циклов в графе существенной зависимости: ... 4. Простое достаточное условие построения правильных семейств: ...

Примеры работы (4)

Вопрос пользователя	Отрывок ответа модели
В каких играх и головоломках используются латинские квадраты?	В документах упоминаются следующие игры и головоломки, в которых используются латинские квадраты: 1. Судоку: ... 2. Футошки: ... 3. Задачи построения латинских квадратов: ...

Преимущества разработанной системы

- повышение интереса участников через персонализированное взаимодействие и доступные объяснения научных целей проекта;
- мотивация участников благодаря понятным объяснениям сложных концепций;
- повышенная достоверность предоставляемых данных благодаря методам фактчекинга;
- возможность динамического обновления информации в векторной БД;
- возможность адаптирования системы для других научных проектов.

Дальнейшая работа

- улучшение модуля самопроверки;
- добавление поддержки работы с изображениями.

Спасибо за внимание!

Контакты авторов:

Парчиев Р. Б.: leomessi7799@yandex.ru

Антонов И. А.: m1908142@edu.misis.ru

Исаченко М. К.: isachenko.mikhail.k@gmail.com