

запись ответа в редактор, а также предобработка данных перед индексацией с помощью промпта рафинирования. Оркестрация запросов к модели и подбор контекста сосредоточены в отдельном сервисе, подготовка данных и построение индексов — в сервисе индексации; единая точка входа для веб-клиента и сервис документов обращаются к оркестратору, не вызывая LLM напрямую. Один контур генерации обслуживает веб-интерфейс и иные каналы доступа при общих наборах данных; контекст формируется из предобработанных наборов с использованием эмбедингов и векторного поиска; ответ доставляется потоком, в том числе через очередь сообщений в документ.

Применяемые технологии интеграции сводятся к выделенному сервису оркестрации, RAG на основе индексированных наборов и векторного поиска, потоковой доставке ответа и унифицированному обращению к моделям по единому контракту API. Разделение индексации и генерации создаёт условия для асинхронной обработки данных и независимого масштабирования; выделенные решения применимы при проектировании иных веб-ориентированных систем с интеграцией LLM.

Заключение. В ходе выполнения работы была достигнута поставленная цель: на основе анализа референтной веб-системы проведена систематизация архитектурных решений и технологий интеграции больших языковых моделей (LLM). В отличие от существующих фрагментарных описаний, предложен целостный взгляд на архитектуру, объединяющую сценарии RAG, потоковую генерацию и асинхронную предобработку данных.

Анализ позволил выделить и описать три типовых сценария использования больших языковых моделей в веб-среде: диалог с опорой на предварительно собранные данные, встроенная генерация текста непосредственно в теле документа и подготовка исходных материалов для последующей индексации. Также была обоснована эффективность выделения специализированных составных частей.

Предложенная архитектура включает сервис оркестрации, механизм RAG на основе векторного поиска и унифицированный API-контракт. Обобщены ключевые технологические решения: потоковая доставка ответов, разделение контуров индексации и генерации, многоканальность при едином серверном контуре. Таким образом, предложенный набор архитектурных решений может служить типовой схемой при создании веб-ориентированных информационных систем, встраивающих большие языковые модели.

1. ТЕХНОЛОГИЯ RAG (RETRIEVAL-AUGMENTED GENERATION) КАК ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД В LLM / О. А. Науменко. – НИУ «БелГУ», 2025. – 10 с.
2. МЕТОДОЛОГИЯ СОЗДАНИЯ МНОГОСВЯЗНЫХ СТРУКТУР ДАННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ LLM В РАБОЧИХ ПРОЕКТАХ / М. Ф. Зимнуров, И. А. Астраханцева. – ИГХТУ, 2025. – 8 с.
3. ДООБУЧЕНИЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ЗАДАЧ / Т. А. Молчанова. – УрФУ, 2024. – 79 с.
4. Причины галлюцинаций в современных языковых моделях и методы их устранения с помощью формализованных моделей знаний / Ю. Д. Лыкова. – БГТУ, 2025. – 5 с.
5. Об одном подходе к разработке информационно-справочных систем на основе больших языковых моделей / С. Е. Попов, В. П. Потапов, Р. Ю. Замараев. – ФИЦ ИВТ, Новосибирск, 2025. – 21 с.
6. Механизмы адаптации генеративных моделей искусственного интеллекта для персонализации взаимодействия с пользователями / А. В. Барейша. – Витебск, 2025. – URL:<https://rep.vsu.by/handle/123456789/48448> (дата обращения: 28.02.2026). – Текст: электронный.

ТРЕХМЕРНАЯ РЕКОНСТРУКЦИЯ ЦЕРЕБРАЛЬНЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ: ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА МРТ- И КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ

Шуголь А.А.,

студент 4 курса ВГУ имени П.М. Машерова, г. Витебск, Республика Беларусь
Научный руководитель – Исаченко Ю.В., преподаватель

Каждый хирург, готовящийся к сложной операции на головном мозге, сталкивается с необходимостью мысленно воссоздать трехмерную архитектуру органов пациента, опираясь лишь на разрозненные плоские срезы КТ и МРТ. Однако человеческий мозг — это сложнейшая сеть, где опухоль может быть тесно переплетена с критически важными центрами и сосудами. В условиях ограниченного времени и плоской визуализации

малейшая неточность в определении границ новообразования или расположения артерий может привести к необратимым последствиям, потере функциональности или летальному исходу.

Для хирурга, приступающего к сложной операции на головном мозге, первоочередной задачей становится мысленное воссоздание трехмерной структуры мозга пациента. Эта задача осложняется тем, что исходными данными служат лишь плоские срезы КТ и МРТ. Поскольку человеческий мозг представляет собой невероятно сложную сеть, где опухоль может быть неразрывно связана с критически важными центрами и сосудами, любая неточность в определении границ новообразования или расположения артерий, особенно в условиях цейтнота и плоской визуализации, чревата необратимыми последствиями, утратой функций или даже летальным исходом.

Данная проблема приобретает в последние годы острый характер в связи с усложнением нейрохирургических вмешательств и необходимостью минимизировать травматичность доступа, что делает традиционные методы изучения снимков недостаточными, из-за чего возникает потребность в инновационных инструментах визуализации, способных объединять данные разных исследований в единую, интуитивно понятную модель.

Целью исследования является разработка высокотехнологичного комплекса цифровой 3D-реконструкции для преобразования данных лучевой диагностики (КТ, МРТ, ангиографии) в детализированные пространственные модели с их последующей интеграцией в среду виртуальной реальности для повышения точности и безопасности предоперационного планирования.

Материал и методы. Исходными данными для построения трехмерных моделей служили результаты компьютерной и магнитно-резонансной терапии, полученные на этапе обследования пациентов. В работе использовались цифровые изображения в формате DICOM, включающие нативные и контрастно усиленные серии компьютерной и магнитно-резонансной томографии в различных режимах.

При разработке программного комплекса ключевое внимание уделялось алгоритмам сегментации, позволяющим дифференцировать анатомические структуры по их плотностным и сигнальным характеристикам. Для выделения интересующих областей применялись алгоритмы атласной сегментации и морфологической обработки.

Результаты и их обсуждение. Разработанная программа — высокотехнологичный комплекс цифровой реконструкции, который позволяет преобразовывать данные КТ, МРТ, в том числе и с контрастом, а также снимков, полученных методом ангиографии, в детализированные 3D-модели. Система позволяет сегментировать ткани, выделяя костные структуры черепа, вещество головного мозга, сеть кровеносных сосудов и саму опухоль, создавая точную цифровую копию анатомии конкретного пациента. Результатом данной обработки становится точная цифровая копия анатомии конкретного пациента, представленная в формате интерактивной 3D-модели.

Заключение. Разработанное решение ориентировано на преодоление ограничений двухмерного планирования. В отличие от стандартных инструментов просмотра МРТ- и КТ-снимков, система интегрирует данные в среду виртуальной реальности, позволяя детально изучить взаиморасположение опухоли и сосудов со всех ракурсов и заранее отработать оптимальный хирургический путь. Это превращает процесс планирования из анализа черно-белых пятен в наглядную стратегическую сессию, гарантируя беспрецедентный уровень точности и безопасности оперативного вмешательства.

1. Гонсалес, Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс. — Москва : Техносфера, 2019. — 1104 с.

2. Бабкин, А. В. Возможности 3D-моделирования и прототипирования в планировании нейрохирургических операций / А. В. Бабкин, С. В. Арсентьев // Российский нейрохирургический журнал имени профессора А.Л. Поленова. — 2020.