

## ЦИФРОВОЙ ПОМОЩНИК ГЕОЛОГА-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ

В. С. Ерёменко<sup>1</sup> [0000-0002-5250-5743], В. В. Наумова<sup>2</sup> [0000-0002-3001-1638]

<sup>1, 2</sup>Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН,  
г. Москва, Россия

<sup>1</sup>vitaer@gmail.com, <sup>2</sup>naumova\_new@mail.ru

### Аннотация

Представлены концепция и архитектура мультиагентной системы, пред назначенной для функционирования в роли цифрового ассистента геолога-исследователя. Система нацелена на автоматизацию ключевых этапов научного исследования: от формулировки темы и анализа литературы до выдвижения гипотез и оформления результатов. Описана интеграция системы с платформой GeologyScience.ru, обеспечивающей доступ к разнородным геологическим данным и инструментам анализа, а также подходы к адаптации больших языковых моделей (LLM) для решения специализированных научных задач.

**Ключевые слова:** цифровой помощник геолога-исследователя, мультиагентная система, искусственный интеллект, LLM.

### ВВЕДЕНИЕ

Искусственный интеллект (ИИ) используется в геологии для автоматизации анализа данных, моделирования процессов и предсказания природных явлений. Это позволяет ускорить исследовательские процессы и повысить точность результатов, особенно в областях, где классические методы теряют эффективность.

Примеры использования мультиагентных систем для решения научных задач встречаются в различных научных областях [1]. Эффективность мультиагентных систем для решения сложных геологических задач подтверждается рядом успешных работ. Среди них можно выделить обнаружение месторождений железной руды в Западной Австралии [2], выявление дополнительных запасов нефти в уже разрабатываемых пластах [3]. Эти примеры демонстрируют потенциал ИИ систем для интеллектуального анализа данных и поддержки принятия

решений в геологии. Имеются и другие примеры использования ИИ в рассматриваемой области [3].

## **ЦИФРОВОЙ АССИСТЕНТ И ЦИФРОВЫЕ ИИ-АГЕНТЫ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ И СОПРОВОЖДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГЕОЛОГИИ**

Цифровой помощник геолога-исследователя определяется как программа, взаимодействующая с пользователем в диалоговом режиме на естественном языке. Его ключевая задача – это сопровождение пользователя через протокол научного исследования.

Базовой основой цифрового ассистента геолога-исследователя на Портале <https://geologyscience.ru> является чат-бот по формализации и сопровождению научного исследования на всех его этапах: это помочь в формулировке темы, поиск возможных путей исследования, поиск и анализ литературных источников, различных видов данных.

Использование современных больших языковых моделей (LLM) общего назначения без дополнительной адаптации не обеспечивает необходимого качества для постановки научных задач. Для повышения качества получаемых результатов предлагается использовать комбинацию следующих подходов:

- составление специализированных промптов для управления диалогом и фокусировки на научной проблематике;
- генерация, дополненная поиском, (Retrieval-Augmented Generation, RAG) для доступа к актуальным и релевантным данным из научных публикаций и базам знаний платформы;
- тонкая настройка (Fine-tuning) для повышения компетентности модели в предметной области геологии.

Предлагаемая нами в качестве сопровождения мультиагентная система представляет собой комбинацию небольших узкоспециализированных программных ИИ-агентов, контролируемых общим управляемым агентом (рис. 1).



Рис. 1. Концептуальная схема работы мультиагентной системы.

Мультиагентная система функционирует как управляющий узел, взаимодействующий с ресурсами и сервисами платформы GeologyScience.ru [4]. Платформа предоставляет доступ к геологическим данным, таким как пространственные данные, количественные данные, спутниковые снимки, научные публикации, тематические и государственные геологические базы данных; а также к инструментам обработки и анализа, таким как ИИ-анализ геологических текстов, обработка геохимических данных, статистический анализ, визуализация [5].

Пользовательский интерфейс для взаимодействия с сервисами реализован как виртуальный рабочий кабинет с возможностью совместной работы, доступный через веб-браузер (рис. 2). Функциональность системы расширяется за счет подключения плагинов [6].

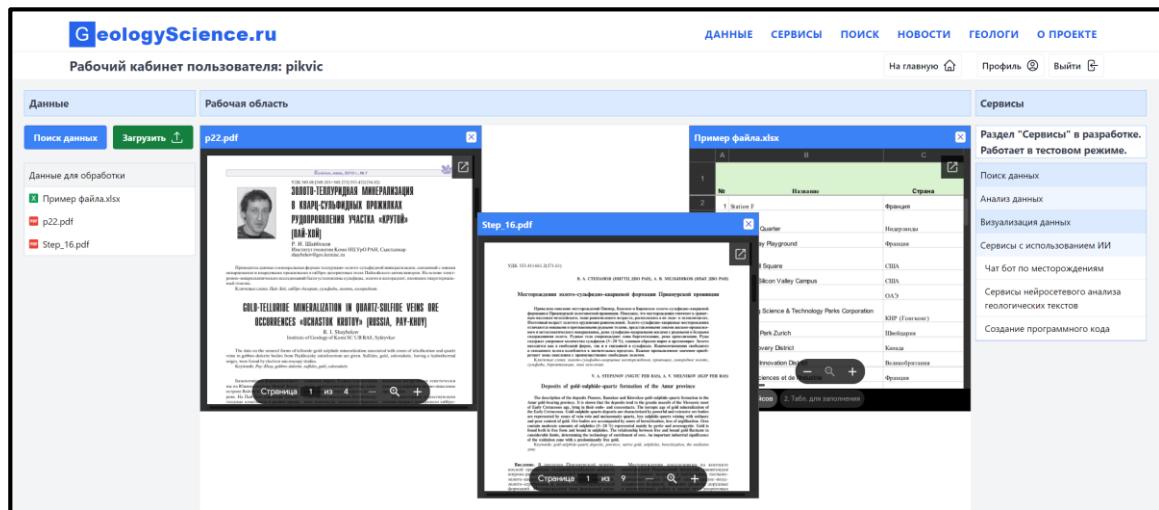


Рис. 2. Интерфейс рабочего кабинета пользователя

Взаимодействие с системой происходит через чат-интерфейс на естественном языке (рис. 3).

Чат-бот

Проверка гипотезы

Создан: 07.07.2025, 17:34:12

План работы  
21.08.2025

Тестирование работы  
21.08.2025

Проверка гипотезы  
07.07.2025

Анализ  
21.08.2025

**Сихотэ-Алинский пояс:**  
Khanchuk A.I. et al. (2016) *Geodynamics of the Sikhote-Alin Orogen*.  
Работы ГИН РАН по Дальнему Востоку.

**Геохимия базитов:**  
Pearce, J.A. (2008) *Geochemical fingerprinting of oceanic basalts*.

**5. Ожидаемая научная новизна**  
Уточнение геодинамической позиции Калиновского комплекса.  
Выявление специфики его магматизма (плаунье-мантийное взаимодействие, метасоматоз).  
Сравнение с другими оphiолитами Восточной Азии (например, Ханкайский массив).

**6. Практическая значимость**  
Понимание эволюции Сихотэ-Алиня как аккреционного орогена.  
Возможные металлогенические аспекты (Cr, Ni, PGE минерализация).

**7. План работы**  
Введение (актуальность, цели).  
Литературный обзор (офиолиты, геология Сихотэ-Алиня).  
Методы (полевые, лабораторные).  
Результаты (описание комплекса, геохимия).  
Обсуждение (сравнение с океаническими аналогами, геодинамика).  
Заключение (выводы, перспективы).  
Если у тебя есть конкретные данные (геохимия, карты), можно углубиться в детали. Также полезно посмотреть [цифровые геологические карты](#) (USGS, Геолкарта России) и базы данных (EarthChem, PetDB).  
Нужна помощь с анализом конкретных данных или подбором литературы?

17:39:58  
Можешь ли ты порекомендовать литературу из репозитория научных публикаций

Новый чат

Ведите сообщение...

Отправить

Рис. 3. Пользовательский интерфейс для взаимодействия с прототипом цифрового ассистента

В процессе диалога помощник предлагает релевантные научные публикации с возможностью их скачивания, выделяет и формулирует гипотезы на основе проведенного анализа данных, а также обеспечивает доступ к инструментам обработки и визуализации в рамках виртуального рабочего кабинета.

Для реализации системы используются ИИ-модель DeepSeek R1 [7], Python фреймворки Ollama и LangChain. Пользовательский интерфейс реализован в виде веб-приложения с использованием фреймворка Vue 3, а также RESTful API для интеграции с инструментами и базами данных GeologyScience.ru.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представлен прототип цифрового ассистента геолога-исследователя, разработанный для поддержки научных исследований в геологии. Система позволяет структурировать процесс исследования, обеспечивая пользователя интеллектуальным интерфейсом взаимодействия с нейронной сетью, а также доступом к

научной информации и геологическим данным и цифровым инструментам обработки и анализа. Дальнейшее развитие проекта связано с расширением протоколов взаимодействия между агентскими системами, что позволит увеличить функциональность и автономность цифрового ассистента, а также возможность непрерывной адаптации используемых ИИ-моделей к актуальным научным задачам.

### **Благодарности**

Работа выполнена в рамках Государственной темы Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН (FMMR-2025-0001) Рег. №1022061000107-4-1.5.1 «Естественнонаучные музеи в едином цифровом пространстве геологических знаний».

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. KoBold used AI to find copper — now investors are piling in to the tune of \$537M. URL: <https://techcrunch.com/2025/01/02/kobold-used-ai-to-find-copper-now-investors-are-piling-in-to-the-tune-of-537m/>
  2. Цифровая система «Газпром нефти» нашла новые пласты нефти в ЯНАО. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/tsifrovaya-sistema-gazprom-nefti-nashla-novye-plasty-nefti-v-yanao/>
  3. Gottweis J., Wei-Hung Weng, Daryin A. et al. Towards an AI co-scientist // arxiv.org. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.18864>
  4. Наумова В.В., Еременко В.С., Загуменнов А.А., Патук М.И. Научный портал Geologyscience.ru: текущее состояние и перспективы развития// Геоинформатика. 2023. № 3. С. 33–43.
  5. Наумова В.В., Патук М.И., Еременко А.С., Загуменнов А.А., Еременко В.С. Цифровые технологии будущего – современные решения в науках о Земле // Геоинформатика. 2024. № 3. С. 53–63.
  6. Еременко В.С., Наумова В.В., Загуменнов А.А. Разработка виртуальных пространств с интеллектуальным адаптивным интерфейсом для цифровых геологических систем // Информационные и математические технологии в науке и управлении. 2024. № 1 (33). С. 146–153.
  7. DeepSeek 1R. URL: <https://www.deepseek.com>
-

## DIGITAL ASSISTANT FOR GEOLOGIST-RESEARCHERS

V. S. Eremenko<sup>1</sup> [0000-0002-5250-5743], V. V. Naumova<sup>2</sup> [0000-0002-3001-1638]

Vernadsky State Geological Museum of Russian Academy of Sciences, Moscow;

<sup>2</sup>vitaer@gmail.com, <sup>2</sup>naumova\_new@mail.ru

### **Abstract**

This article presents the concept and architecture of a multi-agent system designed to function as a digital assistant for geologist researchers. The system aims to automate key stages of scientific research: from topic formulation and literature review to hypothesis generation and presentation of results. The article describes the system's integration with the GeologyScience.ru platform, which provides access to diverse geological data and analysis tools, as well as approaches to adapting large-scale language models (LLM) to solve specialized scientific problems.

**Keywords:** *multi-agent system, artificial intelligence, digital assistant, LLM.*

### **REFERENCES**

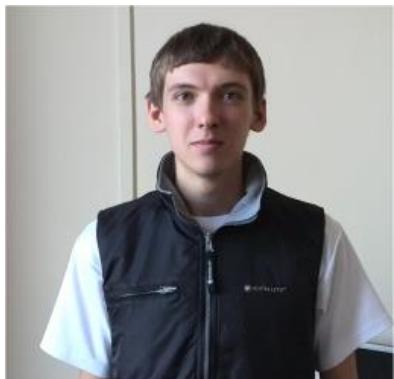
1. KoBold used AI to find copper — now investors are piling in to the tune of \$537M. URL: <https://techcrunch.com/2025/01/02/kobold-used-ai-to-find-copper-now-investors-are-piling-in-to-the-tune-of-537m/>
2. Cifrovaja sistema «Gazprom nefti» nashla novye plasty nefti v JaNAO. URL: <https://www.gazprom-neft.ru/press-center/news/tsifrovaya-sistema-gazprom-nefti-nashla-novye-plasty-nefti-v-yanao/>
3. Gottweis J., Wei-Hung Weng, Daryin A. et al. Towards an AI co-scientist // arxiv.org. 2025. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2502.18864>
4. Naumova V.V., Eremenko V.S., Zagumennov A.A., Patuk M.I. Nauchnyj portal Geologyscience.ru: tekushhee sostojanie i perspektivy razvitiya// Geoinformatika. 2023. № 3. S. 33–43.
5. Naumova V.V., Patuk M.I., Eremenko A.S., Zagumennov A.A., Eremenko V.S. Cifrovye tehnologii budushhego — sovremennye reshenija v naukah o Zemle // Geoinformatika. 2024. № 3. S. 53–63.
6. Eremenko V.S., Naumova V.V., Zagumennov A.A. Razrabotka virtual'nyh prostranstv s intellektual'nym adaptivnym interfejsom dlja cifrovych geologicheskikh sistem

// Informacionnye i matematicheskie tehnologii v nauke i upravlenii. 2024. № 1 (33).  
Р. 146–153.

7. DeepSeek 1R. URL: <https://www.deepseek.com>

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



**ЕРЕМЕНКО Виталий Сергеевич** – научный сотрудник, Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, Москва.

**Vitaliy S. EREMENKO** – researcher of the SGM scientific department, Vernadsky State Geological Museum RAS, Moscow.

email: vitaer@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5250-5743



**НАУМОВА Вера Викторовна** – д. г.-м. н., г. н. с., зав. Научным отделом Государственного геологического музея им. В.И. Вернадского РАН, Москва.

**Vera V. NAUMOVA** – Prof., head of the SGM scientific department, Vernadsky State Geological Museum RAS, Moscow.

email: naumova\_new@mail.ru

ORCID: 0000-0002-3001-1638

*Материал поступил в редакцию 31 августа 2025 года*