

## **РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ АНАЛИЗА НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ В ОБЛАСТИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Кротков Н.А.<sup>1</sup>, Алиев Т.А.<sup>1</sup>, Корниенко П.И.<sup>1</sup>, Пивень А.О.<sup>1</sup>  
Научный руководитель – д-р хим. наук, проф. Скорб Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Университет ИТМО  
krotkov.na@itmo.ru

### **Введение**

Современное материаловедение сталкивается с растущей потребностью в создании наноструктурированных материалов с заранее заданными свойствами для электроники, биомедицины и энергетики [1]. Традиционный подход к анализу научной литературы, такие как ручной поиск и обработка тысяч публикаций, является трудоёмким и ограничивает скорость научных исследований. Применение больших языковых моделей (БЯМ) открывает перспективы для автоматизации этого процесса, однако стандартные БЯМ подвержены генерации недостоверной информации (галлюцинаций) и не обладают актуальными доменными знаниями [2]. Подход на основе генерации дополненной поиском (RAG) позволяет преодолеть эти ограничения за счёт интеграции БЯМ с внешней базой знаний, обеспечивая формирование ответов, подкреплённых конкретными источниками [3].

### **Основная часть**

В данной работе разработана агентная RAG-система для автоматизированного извлечения и анализа информации из обширной базы научных публикаций, ориентированная на наноструктурированные материалы, получаемые методом двухфотонной полимеризации. Система построена на многоагентной архитектуре, включающей агент-декомпозитор для классификации запросов, генераторы формальных и неформальных ответов, агент-дирижёр для контроля качества ответов и агент переформулировки запросов. База данных сформирована путём ручного отбора более 300 научных документов (статьи, патенты, учебные материалы), охватывающих методы наноструктурирования, влияние наноструктур на клеточные культуры и применение машинного обучения в данной области.

Для векторного представления текстов использована модель multilingual-e5-large, поддерживающая более 100 языков, а хранение и семантический поиск реализованы на базе библиотеки FAISS. Сравнительная оценка нескольких БЯМ (ChatGPT-4, ChatGPT-4o, ChatGPT-4o-mini, ChatGPT-5, Llama 3.1, GigaChat Pro, YandexGPT Pro и др.) проведена на бенчмарке из 700 вопросов, составленных экспертами по каждой публикации. Модель ChatGPT-4o-mini продемонстрировала оптимальный баланс точности, семантической близости и вычислительной эффективности: точность составила 0,81, косинусное сходство – 0,82, BERTScore – 0,73. Система реализована в виде веб-приложения на основе Gradio с микросервисной архитектурой.

## Выводы

Разработанная платформа демонстрирует высокую семантическую точность и существенно снижает вероятность галлюцинаций БЯМ за счёт механизмов агентного контроля и переформулировки запросов. Система способна агрегировать информацию из множества источников, предоставляя исследователям обоснованные рекомендации по параметрам наноструктурирования и прогнозируемым биологическим эффектам. Практическое применение продемонстрировано на примере автономной лаборатории нейроинженерии, где платформа использовалась для выбора параметров наноструктурированных субстратов. Дальнейшее развитие системы предполагает расширение базы данных внешними ресурсами, доменное дообучение БЯМ с использованием LoRA и интеграцию улучшенных методов извлечения данных из таблиц и изображений.

## Литература

1. Kim E. et al. Materials synthesis insights from scientific literature via text extraction and machine learning // Chem. Mater. 2017. V. 29. P. 9436–9444. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.7b03500>
2. Ashikhmina M. S. et al. Large Language Model for Automating the Analysis of Cryoprotectants // J. Chem. Inf. Model. 2025. V. 65. P. 162–172. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.4c01570>
3. Lewis P. et al. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks // Advances in Neural Information Processing Systems. 2020. P. 9459–9474.