

УДК 004.896

Многоагентная система сбора, хранения и обработки данных радиофизических измерений: оркестрация сети

Косилов Илья Олегович¹

KosilovIO@mpei.ru

Щирий Андрей Олегович^{2(*)}

sao@izmiran.ru

SPIN-код: 8078-9492

¹ ФБГОУ ВО «НИУ «МЭИ», Москва, Россия² Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн РАН им. Н.В. Пушкова, Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрена организация верхнего слоя систем автоматизации научных измерений на основе агентов больших языковых моделей (БЯМ). Представлена иерархия агентов: базовые интерфейсные модули, специализированные эксперты и агенты-оркестраторы. Показано, что предложенная архитектура обеспечивает интеграцию радиофизических данных, гибкое управление инструментами и поддержку естественно-языковых запросов. Особое внимание уделено мультимодальным моделям, объединяющим текст, числовые ряды и изображения. Сделаны выводы, что применение БЯМ-агентов позволяет повысить воспроизводимость, адаптивность и объяснимость исследований, а также использовать разработку для мониторинга ионосферы и задач связи.

Ключевые слова: БЯМ-агенты, многоагентная архитектура, оркестрация, мультимодальность, радиофизические измерения, ионограмма

Введение. Системы автоматизации научных измерений всегда традиционно создавались в монолитной архитектуре (вариант — конгломертам монолитов, «пакет программ»), пусть даже архитектура внутренней реализации монолита обладала многоуровневостью и другими признаками развитой декомпозиции [1]. Современные технологические и методологические возможности заставляют задуматься о преимуществах многоагентной архитектуры для построения указанных систем.

Методы и материалы; результаты. Слой интеллектуальных агентов на основе больших языковых моделей (БЯМ) предназначен для интеграции данных радиофизических измерений с внешними источниками знаний и аналитическими инструментами [2]. В отличие от нижних уровней, где преобладают формализованные алгоритмы и потоковая обработка сигналов, верхний слой обеспечивает гибкую интерпретацию, принятие решений и формирование стратегий экспериментов. Архитектура верхнего слоя иерархична. Базовые агенты предоставляют интерфейсы к данным и инструментам: от вызова процедур фильтрации сигналов до SQL-запросов. Выше расположены специализированные агенты-эксперты для анализа ионограмм, сопоставления с моделями многолучевости, прогнозов состояния радиоперехвата. Управление координируют агенты-оркестраторы, распределяющие задачи и поддержива-

ющие диалог с исследователем [3]. Такая организация обеспечивает модульность и адаптивность, упрощая масштабирование под новые задачи. Входными данными служат артефакты нижних уровней: отсчеты оцифрованного сигнала измерительной аппаратуры, спектры помех, треки мод и др. Агенты также принимают естественно-языковые запросы и преобразуют их в вызовы инструментов — фильтров, визуализаторов, графовой подсистемы происхождения данных. Особое внимание уделяется мультимодальности. Научные данные часто включают текстовые описания, числовые ряды и изображения (например, ионограммы). Мультимодальные модели способны объединять эти форматы, повышая качество анализа и диагностики, хотя остаются вопросы согласования форматов и воспроизводимости результатов.

Функционирование верхнего уровня строится на распределенном управлении: агенты решают узкие задачи, а оркестратор обеспечивает согласованность и балансировку нагрузки. Это позволяет быстро наращивать функционал без изменения базовой логики.

Заключение. Использование БЯМ-агентов облегчает создание воспроизводимых и адаптивных систем, применимых, разумеется, не только в радиофизических исследованиях.

Список источников

- [1] Щирий А.О. Алгоритмы и программное обеспечение автоматизации процессов измерений и обработки данных оперативной диагностики ионосферы и ионосферных радиополитов. *Журнал радиоэлектроники*, 2022, № 10. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2022.10.4>
- [2] Zhang W. et al. AgentOrchestra: A Hierarchical Multi-Agent Framework for General-Purpose Task Solving. URL: <https://arxiv.org/abs/2506.12508> (accessed 18.09.2025).
- [3] Kandogan E., Bhutani N., Zhang D., Chen R.L., Gurajada S., Hruschka E. Orchestrating Agents and Data for Enterprise: A Blueprint Architecture for Compound AI. URL: <https://arxiv.org/abs/2504.08148> (accessed 21.09.2025).