ОИЯИ
ОБЪЕДИНЁННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Заявка на участие в конкурсе грантов ОМУС ОИЯИ
для молодых учёных и специалистов на 2027 год

Методология построения интеллектуальных агентов и баз знаний для автоматизации наполнения пространственных данных и поддержки исследовательских сценариев

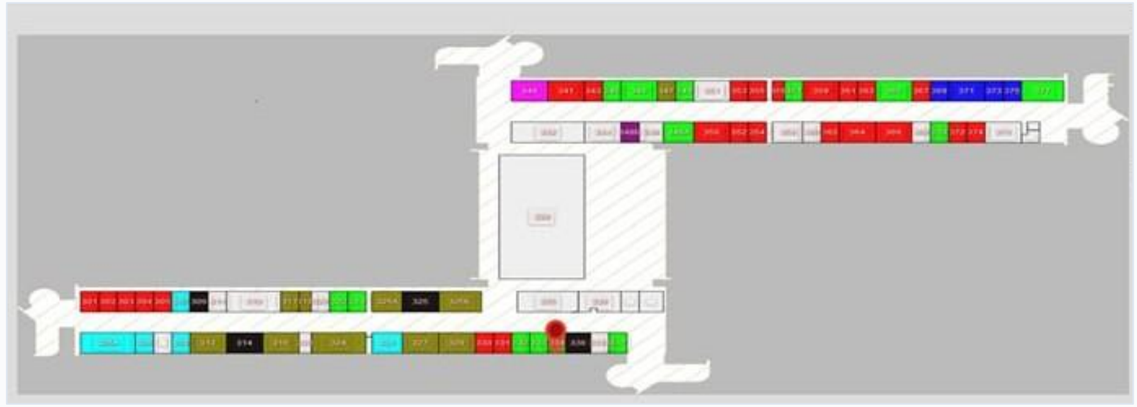
Сведения о соискателе:
Трофимов Юрий Владиславович
НТОВКиРИС, младший научный сотрудник

Непосредственный руководитель:
Белов Сергей Дмитриевич
Начальник сектора №4 ЦЭС / НТОВКиРИС

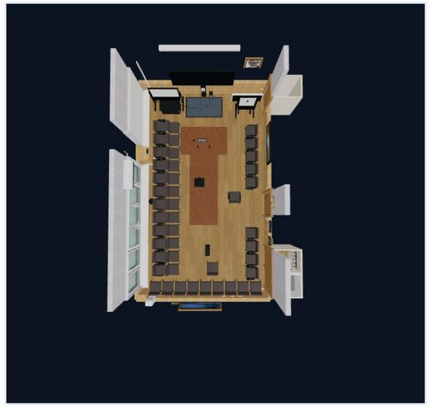
Контактные данные:
+7-915-386-82-57
ytrofimov@jinr.ru
Стаж работы в ОИЯИ: 1 год

DUBNA

Развитие Цифровой экосистемы ОИЯИ требует автоматизации наполнения данных и поддержки исследовательских сценариев. Существующие методы ручного ввода и верификации не масштабируются. Проект направлен на разработку методологии построения интеллектуальных агентов и баз знаний, управляемых мягкими измерениями и продукционными правилами.



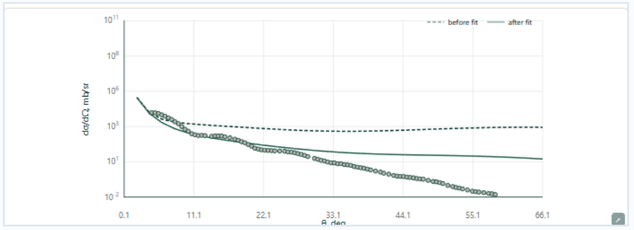
Источник 1. Поэтажная схема прежней ГИС, 3-й этаж корпуса №134: помещения заданы прямоугольниками с номерами



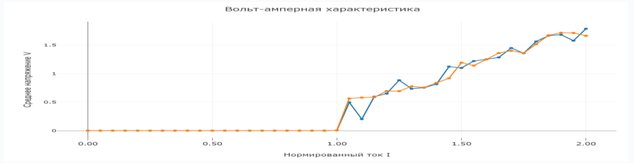
Источник 2. Приложение ЛИТ: геометрия комнаты №310 с мебелью

Эксперимент 1. Пространственные данные

Одно помещение описано в двух источниках с разными контурами, обозначениями и детализацией. Соответствие между ними приходится устанавливать и проверять вручную.



Научные данные. NRV (ЛЯР): сечение из EXFOR (точки) и расчёт оптической модели до и после подгонки (линии). Вывод зависит от выбранной модели и условий расчёта.



Эксперимент 2. Научные расчёты

Инженерные планы, пространственные базы данных и научные расчёты описывают связанные объекты, но используют разные форматы и уровни детализации. При автоматическом сопоставлении данных возникают неполные и противоречивые связи. Прежде чем использовать такие сведения, необходимо проверить их происхождение и предметные ограничения.

Знания формируются из нескольких источников, каждое отношение проходит предметную проверку

Предлагается исследовать методы формирования графов знаний из документов, моделей и расчётов. Языковые модели и алгоритмические обработчики выделяют объекты и предполагаемые отношения. Продукционные правила проверяют обязательные ограничения, мягкие измерения учитывают неопределённость, а агенты выбирают действия для уточнения и подтверждения результатов.

1

Источник и версия

планы, база ГИС, 3D-модели, документы, расчёты

2

Кандидатная связь

извлекают LLM и алгоритмы: OCR, анализ CAD, геометрия

3

Граф знаний

объект, отношение, ссылка на источник, статус проверки

4

Обязательные правила

геометрия, топология, порты, диапазоны параметров модели

5

Мягкие измерения

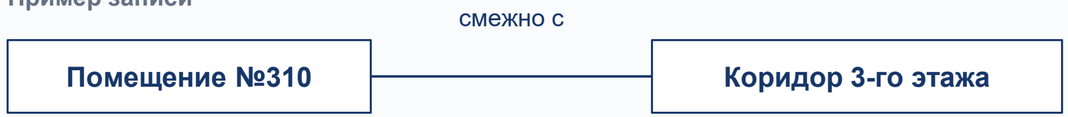
согласованность свидетельств, совпадение контуров, погрешность

6

Решение агента

принять / уточнить / отклонить; запись в журнал изменений

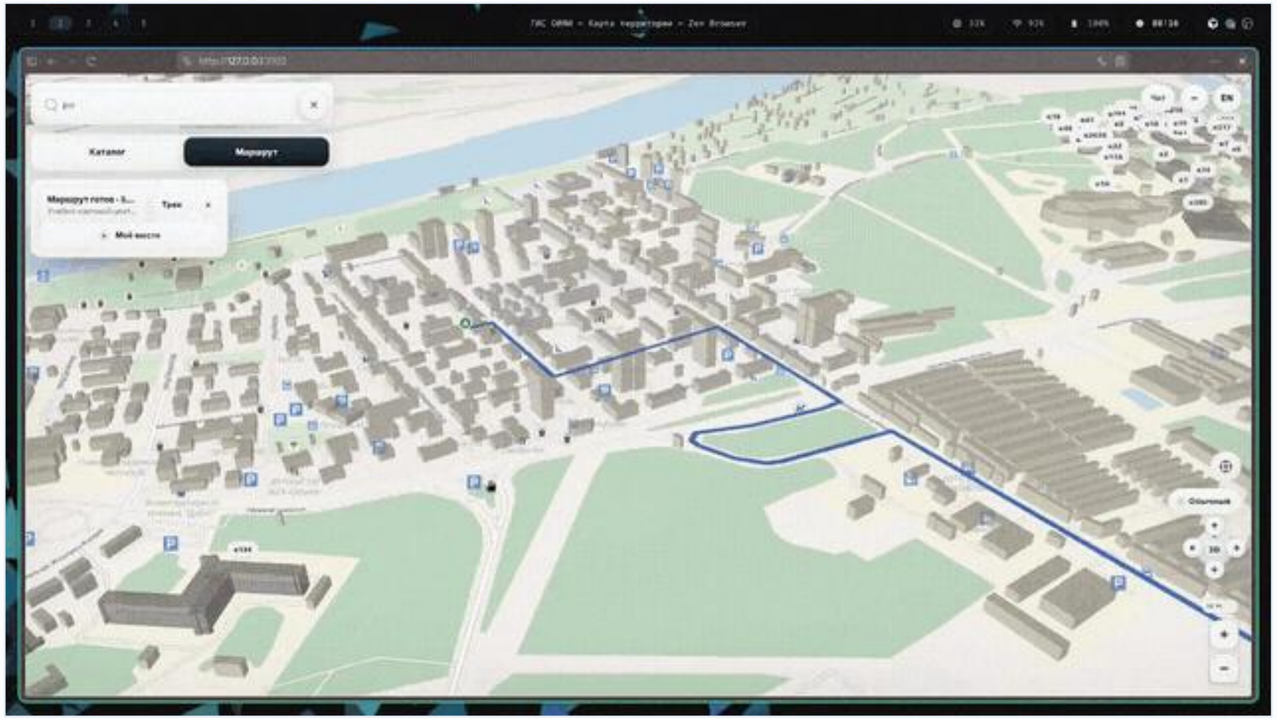
Пример записи



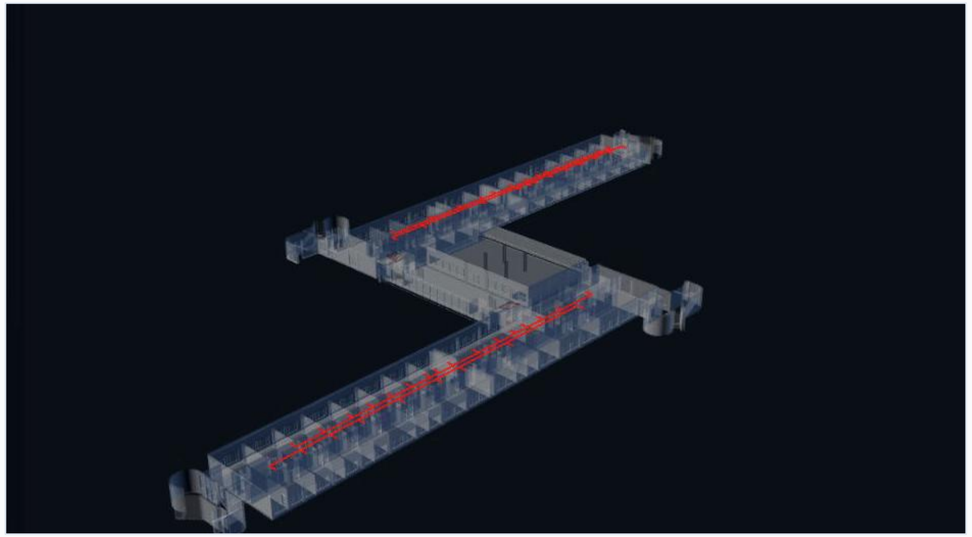
Источник: поэтажный план, версия и дата
правило: общая стена и проём
мягкая оценка: совпадение контуров

Агент — программный компонент: он может действовать по формальным правилам, алгоритму планирования или протоколу. LLM используется для языковой интерпретации и части извлечения и не заменяет валидаторы и решатели.

Пространственная инфраструктура ОИЯИ, на которой можно проверить метод



ГИС ОИЯИ. Поиск объектов, мобильный интерфейс, слои и наружная маршрутизация; запись построения маршрута



Приложение ЛИТ. Геометрия корпуса №134 и инженерные сведения; линии показывают логические подключения, кабельные трассы не восстанавливались

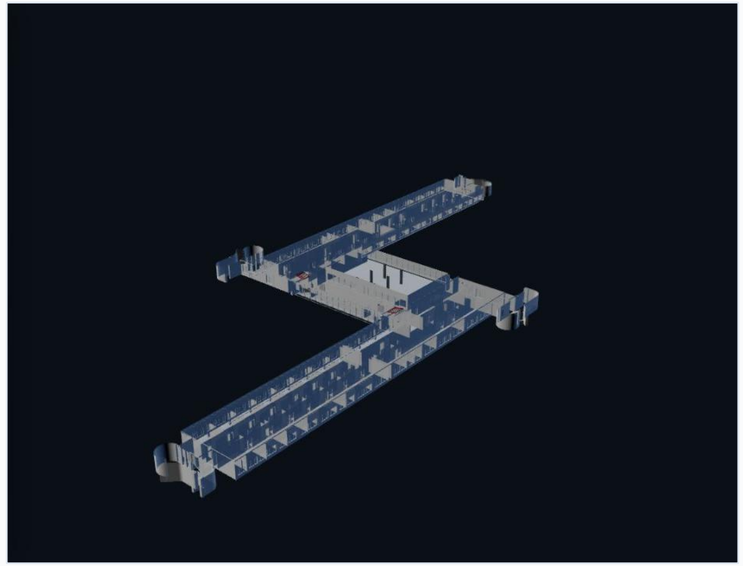
366

помещений с подготовленной геометрией

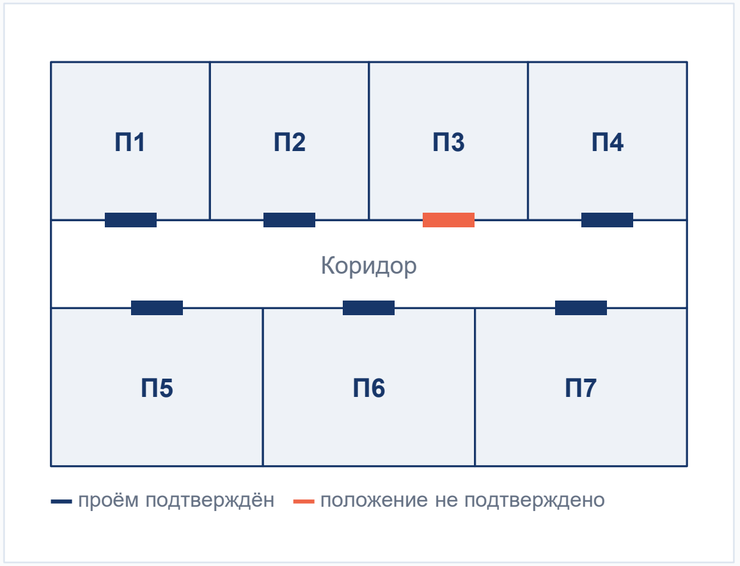
Эти данные и проверки можно использовать как исходный материал и независимые ограничения для исследовательских экспериментов.

Восстановление топологии этажа и автоматическое пополнение данных

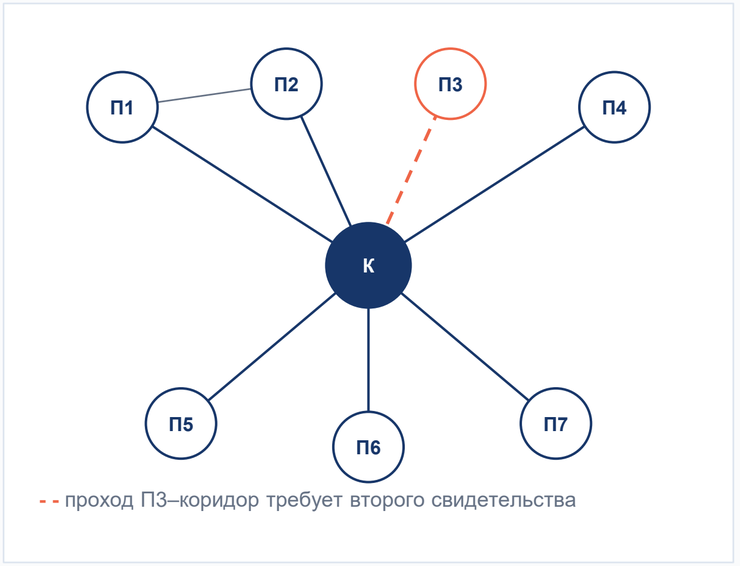
Предлагается восстанавливать помещения, стены, проёмы и связи между ними по имеющимся планам и геометрическим данным. Алгоритм должен устанавливать смежность и доступность помещений, обнаруживать противоречия между источниками и проверять согласованность инженерных атрибутов. Проверенные сведения могут пополнять пространственную базу данных и использоваться для маршрутизации и формирования черновых элементов BIM.



А. Исходные данные. Геометрия 2-го этажа корпуса №134 (приложение ЛИТ, реальные данные)



Б. Помещения, проёмы, проходы. Проектируемый эксперимент, схема

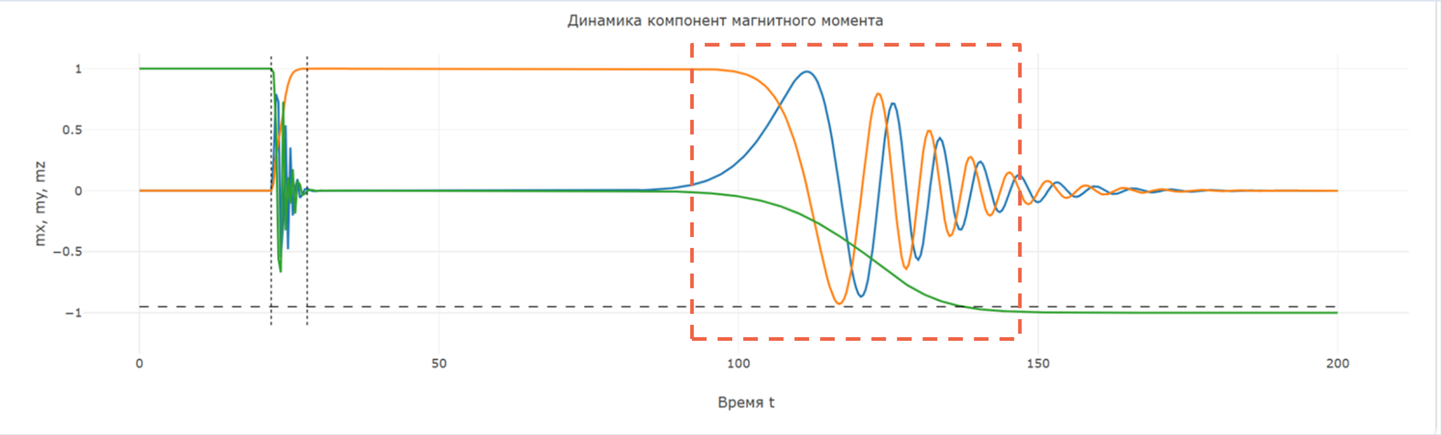


В. Топологический граф и проверка. Проектируемый эксперимент, схема

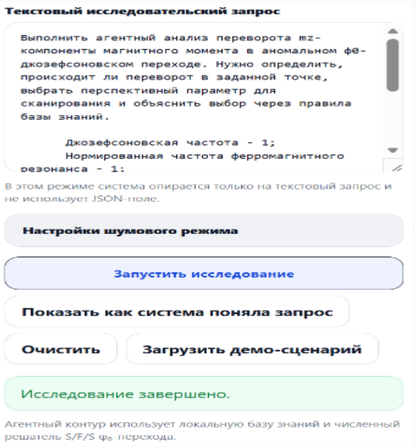
Пилот: один этаж с эталонной разметкой стен, дверей и отношений. Облака точек подключаются только при наличии реального набора и привязки; экспорт части объектов в IFC — возможный результат пилота.

Установление кандидатных зависимостей и выбор проверочных расчётов

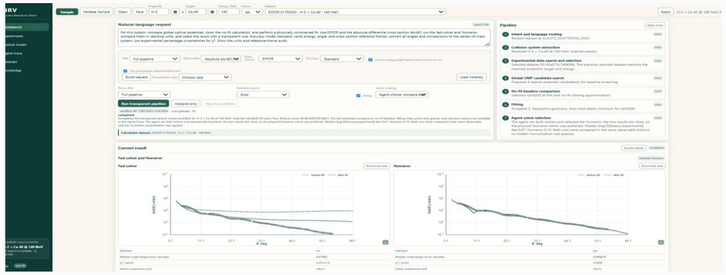
Агент сопоставляет описание задачи, параметры модели и предыдущие результаты. Он выделяет возможные зависимости и выбирает расчёт, который позволит проверить предположение. Продукционные правила ограничивают допустимые действия; неопределённость исходных данных учитывается отдельно. Вывод сохраняет условия расчёта и ссылку на результат проверки.



ЛТФ, реальный расчёт динамики магнитного момента. **Пунктир — участок переворота mz,** где имеет смысл проверочный расчёт (пример)



Система самостоятельно формирует стратегию вычислительного эксперимента, предлагает наиболее перспективные области поиска, сопровождает результаты объяснениями и связывает их с накопленной базой знаний.



Второй научный полигон: NRV, ЛЯР

Данные EXFOR (точки) и расчёт оптической модели после подгонки (линия). Агент фиксирует систему столкновения, набор данных и выбранный решатель.

Найденная корреляция остаётся гипотезой, пока её не проверят расчёт и физические ограничения.

Вклад графа знаний, правил и мягких измерений проверяется по отдельности

Гипотеза: дополнение языковой модели и инструментов графом знаний, продукционными правилами и мягкими оценками согласованности снизит долю ошибочных отношений и повысит устойчивость многошаговых сценариев при неполных данных. Это предстоит доказать сравнительными экспериментами.

Вариант	LLM	Граф знаний	Правила	Мягкие измерения
A. Специализированные обработчики и эвристики	—	—	—	—
B. LLM с теми же инструментами	●	—	—	—
C. Агент + граф знаний и продукционные правила	●	●	●	—
D. Агент C + мягкие измерения	●	●	●	●

Критерии

- точность отношений: precision, recall, F1
- нарушения обязательных ограничений
- качество отказа при недостатке сведений
- время и стоимость вычислений

Испытания

одинаковые задания и инструменты, эталонные связи, удаление и искажение части входных сведений

Связь правильная?

Правила соблюдены?

Когда система отказывается от неверного вывода?

План исследований на 2027 год

I квартал

Модели знаний

Предметные структуры пространственных и научных данных, правила, типы отношений, критерии качества

Результат

спецификации представления знаний для двух областей и эталонные тестовые задания

II квартал

Извлечение и сопоставление

Объекты, атрибуты, отношения, контекст и происхождение информации из документов, пространственных данных и научных материалов

Результат

алгоритмы и измеренная точность кандидатных связей

III квартал

Агентное управление и проверки

Выбор инструментов, продукционные правила, мягкие измерения, поиск противоречий, контролируемое обновление данных

Результат

экспериментальная реализация и журнал решений агента

IV квартал

Сравнительная апробация

Пространственная топология и научные задачи, абляции, устойчивость к неполным данным, стоимость

Результат

количественное сравнение, апробированные методы, научная публикация

Научно-образовательная деятельность и достижения (2024–2026)

Публикации и доклады

28
статей в научных журналах белого списка (К1-К3)

20
международных научных конференций

6
свидетельств на программы для ЭВМ

Статьи: 2024 — 3, 2025 — 13, 2026 — 12

Конференции: NeuroNT, SCM, КИИ, IITI, ICIEAM и др.

За время работы в ОИЯИ (с 09.2025) — 14 с аффилиацией

Участие в IT-школе ОИЯИ

Руководство проектом ГИС ОИЯИ на Весенней школе по ИТ (2026)

Преподавательская деятельность

- ГУ «Дубна»: «Системы ИИ», «Управление знаниями в сложных системах», «Введение в ИИ»
- МФТИ: «Интеллектуальные методы анализа геопространственных данных»
- Филиал МГУ в Дубне: «Платформы, технологии и приложения Больших данных»

Другие достижения

- **Диссертация принята к защите, защита — 24.12.2026 (диссовет 24.1.224.03)**
- Победа в секции «ИИ в медицине», XIV Конгресс молодых учёных ИТМО (2025)
- Руководство ВКР: 2 + 5 работ в 2025/26 уч. году

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Трофимов Юрий // ytrofimov@jinr.ru