

# Создание интеллектуального агента для поиска информации регулятивного детального планирования, ориентированного на общественное участие: метод построения и применение в сценариях доброго управления

## Авторы

Ван Шифу, Ли Юнхао, Хуан До, Ли Синьцзянь

## Аннотация

На фоне продвижения идеи «города, ориентированного на человека», и глубокой цифровой трансформации территориально-пространственного планирования существующие исследования пока недостаточно отвечают на общественную потребность в точном, удобном и малозатратном интеллектуальном поиске информации регулятивного детального планирования. В статье сначала рассматривается процессно-ориентированная траектория развития агентов планирования, затем раскрывается логика построения агента поиска планировочной информации, объединяющего большие языковые модели и графы знаний в рамках retrieval-augmented generation (RAG). На этой основе предлагается трехэтапный метод создания агента ZoKnow, ориентированного на общественное участие и реализованного с использованием low-code платформы Dify. Для прикладной проверки использованы семь законодательно утвержденных планов района Футянь города Шэньчжэнь, включающие около 80 тыс. китайских иероглифов планировочного текста и 1185 контрольных показателей на уровне земельных участков. Проверка включает разработку прототипа, оценку эффективности ответов на вопросы и сопоставление с публичной версией платформы «Единая карта». Результаты показывают, что предложенный метод осуществим и обеспечивает более высокую поисковую эффективность, особенно в объяснении терминологии, прослеживаемости законодательно утвержденных материалов и анализе данных в общественном участии в регулятивном планировании. Статья также обсуждает потенциал расширения агентов поиска планировочной информации к различным типам агентов планирования и их долгосрочное значение для трансформации отрасли. Исследование предлагает малозатратную, воспроизводимую и масштабируемую парадигму построения агентов планирования, способную поддержать цифрово-интеллектуальную трансформацию планирования и технологическое усиление пространственного доброго управления.

## Ключевые слова

большие языковые модели; регулятивное детальное планирование; интеллектуальный агент; граф знаний; общественное участие; управление

## Введение

Идея «города, ориентированного на человека», подчеркивает, что город создается людьми и служит людям. Формирование в Китае системы территориально-пространственного планирования ознаменовало переход к комплексной координации развития и охраны пространства во всем его объеме и по всем элементам [1-2]. В этой институциональной трансформации регулятивное детальное планирование, далее - регулятивное планирование, выступает ключевым звеном, связывающим вышестоящее территориально-пространственное планирование с контролем развития на средних и микроуровнях. Через определение функций землепользования,

интенсивности застройки, размещения общественных услуг и контрольных показателей городского дизайна оно переводит требования строительства «города, ориентированного на человека», в материальную форму и пространственное распределение выгод в конкретных местах [3-4].

Обычные граждане обладают правом на информацию, участие и надзор на всех этапах территориально-пространственного планирования, строительства и управления. Поэтому качественное общественное участие необходимо для эффективности и справедливости подготовки и реализации регулятивного планирования. Получение точного содержания регулятивного планирования с помощью цифровизации и интеллектуальной обработки территориально-пространственной информации является важным способом повышения качества такого участия [5-16]. Однако существующие системы интеллектуального поиска регулятивного планирования недостаточны в трех отношениях: они слабо отвечают на потребности общественного участия, не обеспечивают достаточной функциональной удобства и требуют высоких затрат на обработку данных [6,10-12,17-19]. Во-первых, цифровые платформы нового поколения, такие как система «Единая карта» территориально-пространственного планирования и China Spatial Planning Observation Network (CSPON), в основном ориентированы на государственные ведомства и профессиональных планировщиков [6-9]. Во-вторых, публичные цифровые платформы поиска по регулятивному планированию недостаточно поддерживают быстрое получение результатов, понимание пространственного смысла и прослеживание правовых оснований, что снижает мотивацию и качество общественного участия [10-12]. В-третьих, результаты регулятивного планирования, включая тексты планов и законодательно утвержденные атласы, отличаются высокой неоднородностью и неструктурированностью; для достижения высокой точности поиска требуются значительные затраты на обработку данных [20-22].

Развитие больших языковых моделей, RAG и графов знаний придало новый импульс цифровой трансформации планировочных технологий [23-25]. В сфере планирования уже появились первые разработки: графы знаний генеральных планов с поддержкой программного запроса [26], методы динамического городского познания на основе графов знаний [24], а также помощники генерации планировочных текстов на основе RAG [27]. Тем не менее исследований, посвященных созданию агента поиска информации регулятивного планирования, который позволял бы обычным гражданам точно получать релевантные сведения, быстро понимать смысл планов и пользоваться системой с низкими затратами, пока немного. Этот пробел ограничивает дальнейшее повышение уровня общественного участия [26-28].

В связи с этим данное исследование предлагает метод построения ZoKnow - агента поиска информации регулятивного планирования, ориентированного на общественное участие и объединяющего LLMs и графы знаний в рамках RAG, - и проверяет его применение. Сначала обсуждается процессная траектория развития агентов планирования и объясняются принципы построения агентов поиска информации регулятивного планирования. Затем предлагается трехэтапный метод создания ZoKnow. На основе текстов и атласов законодательно утвержденных планов района Футянь в Шэньчжэне разработан прототип, оценена эффективность ответов на вопросы и проведено сопоставление сценариев управления с публичной версией платформы «Единая карта». В заключение определяются направления дальнейшего развития метода и

раскрывается потенциал агентов поиска планировочной информации в приложениях доброго управления и отраслевой трансформации.

## **1 Траектория развития агентов планирования и принципы построения агента поиска информации регулятивного планирования**

### **1.1 Процессно-ориентированная траектория развития агентов планирования**

Агент - это цифровая система, обладающая автономностью, реактивностью, инициативностью и социальностью. Опираясь на многоисточниковые данные и передовые алгоритмы, она способна воспринимать среду, формировать память, принимать решения, взаимодействовать с человеком и выполнять действия для достижения заданных целей [29]. По мере того как LLMs продемонстрировали широкие возможности в понимании и порождении естественного языка, агенты эволюционировали от фиксированных модульных систем взаимодействия к автономным системам, способным выполнять многошаговые действия в сложной среде. Используя LLMs как центр рассуждения и принятия решений, агенты через планирование, память и вызов внешних инструментов могут непрерывно получать информацию, корректировать стратегии и завершать задачи в ходе взаимодействия [30]. Современная литература классифицирует автономных агентов на базе LLMs как универсальных, инструментальных, имитационных, воплощенных, игровых, сетевых и ассистентских агентов, исходя из целей применения, функциональных границ и логики построения [30].

Агенты планирования - это интеллектуальные системы, ориентированные на полный цикл подготовки, утверждения, изменения, реализации и контроля планов. Они способны автономно воспринимать, запоминать, принимать решения, взаимодействовать и выполнять действия. Соединение технической логики агентов на основе LLMs с практическим опытом планировочной сферы позволяет выделить процессно-ориентированную траекторию их развития. Она включает выявление потребностей сценария, построение базы знаний, формирование базы данных, адаптацию инструментов планирования, оркестрацию процесса задач, а также оценку, обратную связь и управление. База знаний является исходным условием для создания конкретного агента планирования: она интегрирует профессиональные знания и формирует качественные корпуса, обеспечивая структурное представление, семантическое согласование и поисковую доступность планировочного знания. База данных подключает многоисточниковые неоднородные данные, поддерживает многомерное восприятие и динамическое описание пространственных элементов, усиливая понимание сложных городских состояний. Адаптация инструментов планирования встраивает методы планирования в агента как вызываемые цифровые функциональные модули - алгоритмы, протоколы или инструменты. Оркестрация процесса задач обеспечивает согласованную работу восприятия, оценки, анализа и принятия решений в разных ситуациях. Наконец, оценка и обратная связь позволяют постоянно проверять и оптимизировать агента, повышая его надежность и практическую результативность.

### **1.2 Ключевые принципы построения агента поиска информации регулятивного планирования**

Агент поиска информации регулятивного планирования - это интеллектуальная система, отвечающая на потребности общественного участия в поиске информации регулятивного планирования. Она обеспечивает низкий порог взаимодействия, планирование и оркестрацию задач, хранение профессиональных знаний, вызов внешних инструментов и выполнение исполнимых планировочных задач. Хотя у обычных граждан часто ограничены планировочные

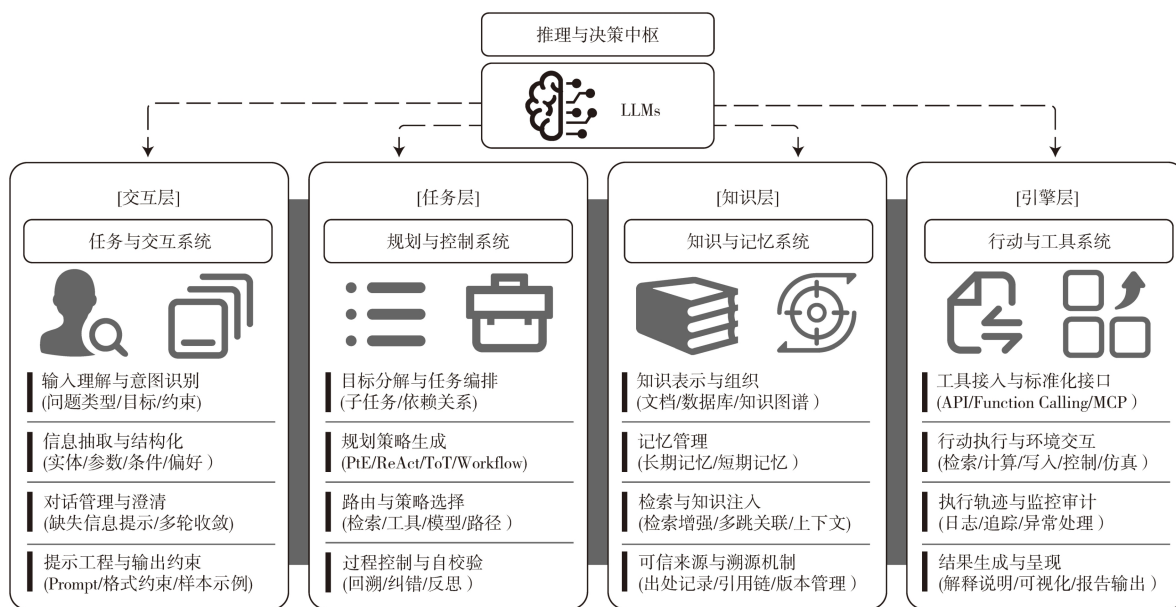
знания и технические навыки, им необходимо эффективно получать, понимать и анализировать информацию регулятивного планирования для полноценного участия. Поэтому инструментальный агент планирования является подходящей технической траекторией. Его центральная особенность - вызов внешних инструментов для выполнения конкретных задач планирования. Основная логика может быть выражена рамкой «3W»: whether - нужно ли вызывать инструмент, which - какой инструмент выбрать, how - как использовать инструмент. Это позволяет вызывать подходящие внешние инструменты в нужный момент для профессиональных вопросов и ответов, запросов к данным и других задач в сфере планирования.

Опираясь на логику построения инструментальных агентов [30] и требования разработки информационных систем, ключевую архитектуру агента поиска информации регулятивного планирования можно представить как четыре компонента: систему задач и взаимодействия, или слой взаимодействия; систему планирования и контроля, или слой задач; систему знаний и памяти, или слой знаний; систему действий и инструментов, или слой движка (рисунок 1).

Система задач и взаимодействия образует границу ввода и вывода, через которую агент обменивается информацией с внешней средой; ее основная способность - преобразовывать естественно-языковое выражение пользователя в исполнимое описание задачи. Система планирования и контроля организует решения и управление задачей в ходе исполнения: в заранее заданной рамке рассуждения она разбивает сложную проблему на исполнимые шаги, а затем по доказательствам и обратной связи выполняет возврат, исправление и дополнение действий. Система знаний и памяти сочетает базу знаний и механизм управления памятью, необходимые для получения информации. С одной стороны, агенту нужны обновляемые внешние источники знаний, чтобы получать надежные фактические основания для конкретных задач. С другой стороны, он должен сохранять и считывать состояние задачи и ключевую информацию между раундами диалога, лучше понимая ход исполнения и реальные потребности пользователя. Система действий и инструментов состоит из функциональных модулей вызова и исполнения внешних инструментов. Она выносит ключевые операции, такие как вычисление и проверка, в исполнимые цепочки инструментов, превращая анализ в проверяемый процесс.

Эти четыре системы образуют взаимозависимую и динамически реагирующую операционную структуру. Система задач и взаимодействия отвечает на вопрос «какую проблему нужно решить»; система планирования и контроля организует «какими шагами решать проблему»; система знаний и памяти предоставляет «на каких доказательствах решать проблему»; система действий и инструментов реализует «какими средствами решать проблему». Благодаря этому агент поиска информации регулятивного планирования переходит от простой интерактивности к сложной способности решать задачи, оставаясь понятным, проверяемым и аналитически полезным.





**Рисунок 1. Четырехслойная ключевая архитектура агента поиска информации регулятивного детального планирования.**

### 1.3 Техническая логика встраивания графа знаний в слой знаний в рамках RAG

Для агента поиска информации регулятивного планирования встраивание графа знаний в слой знаний в рамках RAG дает три преимущества: высокую точность, низкую стоимость эксплуатации и удобство разработки. Во-первых, RAG вводит планировочные тексты как внешний источник знаний и извлекает их через семантическое сходство, предоставляя LLMs более полный и контролируемый контекст. Это в определенной мере снижает вероятность галлюцинаций при ответах на вопросы, связанные с объяснением понятий регулятивного планирования. Во-вторых, граф знаний хранит сведения в форме триплетов «сущность - отношение - сущность» и формирует структурированную базу данных. При встраивании в слой знаний агента он через графовый поиск и построение цепочек рассуждения существенно повышает точность и контролируемость LLMs в задачах вопросов и ответов и многопереходного вывода. В-третьих, без специального предобучения LLMs могут через подсказки автоматически извлекать из результатов планирования триплеты «сущность - отношение - сущность», ускоряя построение графа знаний. Они также могут служить эффективным интерфейсом к запросам и рассуждению в графовой базе данных, преобразуя естественный язык в запросы и обеспечивая интерактивное получение знаний гражданами.

## 2 Метод построения агента поиска информации регулятивного планирования, ориентированного на общественное участие

Агент поиска информации регулятивного планирования, ориентированный на общественное участие, относится к типичным инструментальным агентам планирования. Его функция состоит в том, чтобы использовать четко ограниченную нормативную информацию и данные как внешние источники, предоставлять обычным гражданам точную, быструю и доступную поддержку поиска, проверки и объяснения, а затем преобразовывать результаты в планировочные доказательства для обсуждения и согласования. Исходя из этого функционального позиционирования, принципов

построения агента и low-code платформы Dify, статья предлагает трехэтапный метод построения ZoKnow.

### **2.1 Предварительная обработка текстов и атласов регулятивного планирования**

Для текстов регулятивного планирования важно, что китайский язык является языком с сильной контекстной связностью и относительно слабой формальной маркированностью синтаксиса; семантические отношения в нем существенно зависят от контекста. Поэтому используется пакет HanLP, который дополняет естественный язык синтаксической информацией и снижает ошибки извлечения триплетов, возникающие из-за неоднозначности при обработке LLMs. Атласы регулятивного планирования уже обладают определенной структурированностью. Поэтому при сохранении полноты и читаемости таблиц и графических материалов применяется сегментация изображений на ячейки, что снижает информационную плотность каждого входа и помогает LLMs яснее распознавать показатели, объекты и отношения ограничений в таблицах и схемах.

### **2.2 Автоматическое построение графа знаний на основе LLMs**

После предварительной обработки мультимодальных данных создается рабочий процесс с LLMs в качестве ядра, обеспечивающий автоматическое построение графа знаний регулятивного планирования. Задача построения графа знаний делится на три шага: распознавание именованных сущностей, извлечение отношений и назначение меток. Благодаря этому неструктурированные тексты регулятивного планирования и таблично-графическая информация в законодательно утвержденных планах стабильно преобразуются в структурированные сведения и организуются как графовая база данных.

### **2.3 Построение ZoKnow на платформе Dify с четырехслойной ключевой архитектурой**

В соответствии с принципами построения агента поиска информации регулятивного планирования ZoKnow проектируется на платформе Dify на основе архитектуры «слой взаимодействия - слой задач - слой знаний - слой движка». Граф знаний регулятивного планирования встраивается в слой знаний для поддержки точного поиска информации, организации доказательств и генерации объяснимых ответов (рисунок 2).

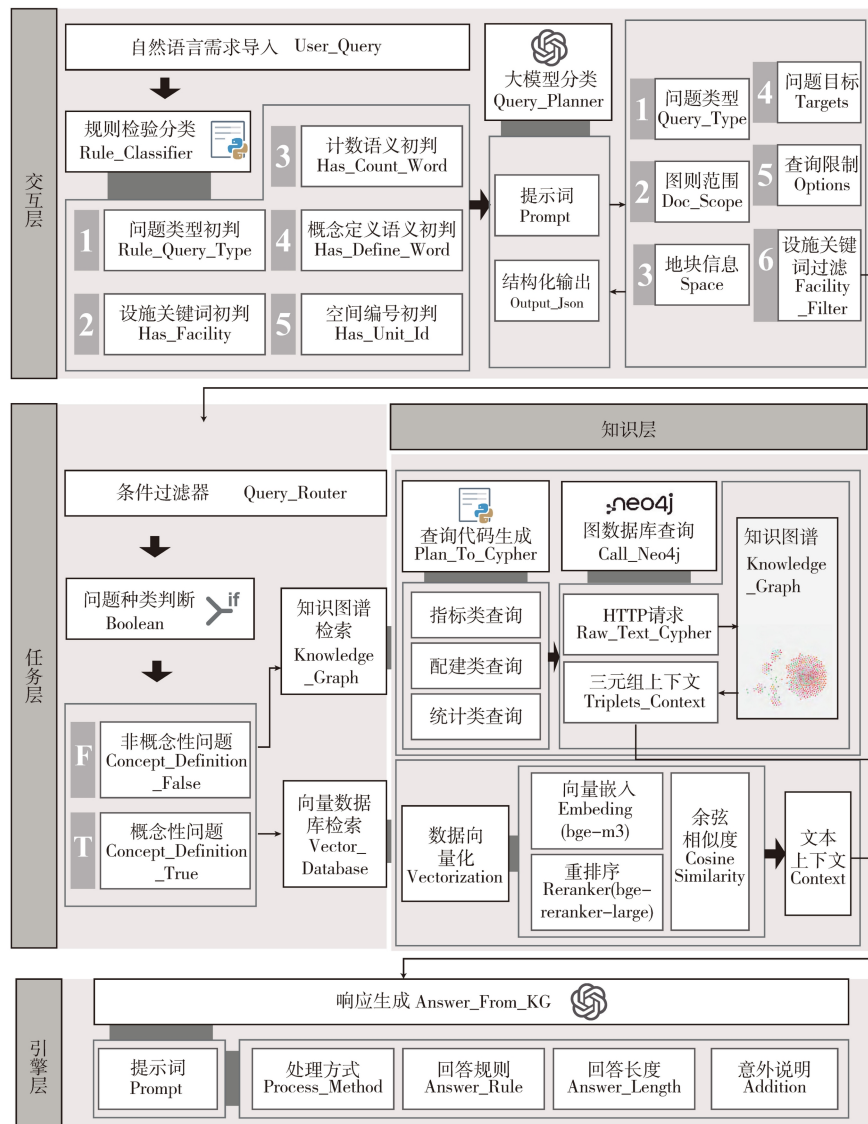


Рисунок 2. Четырехслойная структура ZoKnow.

### 3 Данные и методы прикладной проверки

#### 3.1 Выбор и источники данных кейса

##### 3.1.1 Выбор данных кейса

Для прикладной проверки выбраны законодательно утвержденные планы городских единиц детального планирования района Футянь в Шэньчжэне. За более чем двадцать лет постоянной оптимизации эти планы сформировали передовой на национальном уровне практический образец по правилам подготовки, структуре содержания и формам представления, поэтому обладают высокой репрезентативностью [18].

##### 3.1.2 Источники и типы данных

Данные в основном получены из законодательно утвержденных планов района Футянь и связанных материалов, опубликованных Шэньчжэньским управлением планирования и природных ресурсов. Они включают два основных типа.

Первый тип - атласы и таблицы законодательно утвержденных планов, представленные в форматах PDF или изображений. В них содержатся номера земельных участков, коды землепользования, функции использования земли, коэффициент плотности застройки, плотность застройки, высота зданий, доля зеленых насаждений и требования к обеспечению общественными услугами. Эти сведения образуют источник «жестких ограничений» в графе знаний регулятивного планирования, то есть обязательных требований контроля [31].

Второй тип - текстовые материалы законодательно утвержденных планов, включая пояснительные записки и материалы корректировки по городским единицам, в форматах PDF, HTML и др. Помимо «жестких ограничений», повторяющихся в атласах, эти тексты содержат планировочный контекст, цели планирования и требования к контролю городского дизайна, поэтому служат источником «мягких ограничений» в графе знаний регулятивного планирования, то есть рекомендательных требований [31].

Поскольку часть результатов законодательно утвержденного планирования была опубликована слишком давно, соответствующие тексты и атласы не обеспечивали необходимой для исследования точности данных, а часть содержания дублировалась с последующими обновленными планами, исследование провело ручной отбор планов городских единиц детального планирования района Футянь. В итоге были выбраны семь законодательно утвержденных планов с 2010 г. по настоящее время. Финальный набор включает почти 80 тыс. китайских иероглифов планировочного текста и контрольные показатели для 1185 участков в 118 кварталах, содержащихся в атласах.

### **3.2 Этапы прикладной проверки и методы оценки**

После разработки прототипа ZoKnow на данных района Футянь прикладная проверка включала два этапа: сравнительную оценку поисковой эффективности агента и сравнительный анализ сценариев управления (рисунок 3). На первом этапе в единой оценочной рамке сравнивались разные поисковые стратегии, чтобы подтвердить преимущество ZoKnow. На втором этапе проверялась его способность поддерживать общественное участие в реальных сценариях управления.

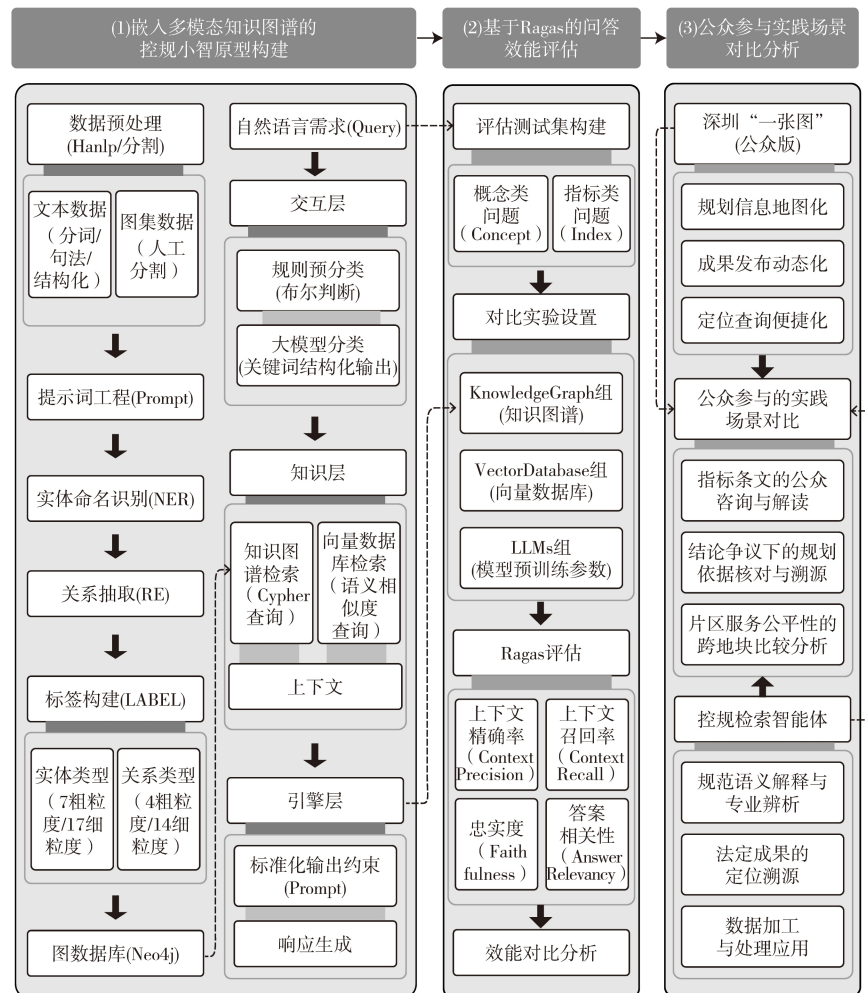


Рисунок 3. Этапы прикладной проверки.

### 3.2.1 Метод сравнительной оценки поисковой эффективности агента

Для оценки практического эффекта ключевых поисковых функций ZoKnow в реальных планировочных сценариях был построен структурированный тестовый набор вопросов и ответов на основе потребностей поиска информации регулятивного планирования. Для каждого из семи законодательно утвержденных планов разработано по 30 пар «вопрос - ответ», всего 210 пар, что позволяет системно проверить комплексную эффективность разных поисковых схем. По содержанию набор ориентирован на действующие принципы оценки регулятивного планирования, учитывает его ключевые задачи - качественное определение, количественное регулирование и пространственно-формовое задание, - а также требования соответствия, сопряженности и реализуемости. Он моделирует поисковые потребности, возникающие в реальных планировочных ситуациях. По правилам построение пар строго следует шести ключевым правилам Ragas (Retrieval-Augmented Generation Assessment System), что обеспечивает научную структуру и валидность оценки.

На основе рамки Ragas исследование системно сравнивает работу LLMs в сочетании с различными поисковыми стратегиями в задачах вопросов и ответов по регулятивному планированию. ZoKnow

использует схему «LLM плюс граф знаний». В качестве двух контрольных групп заданы схема векторной базы данных и схема чистой LLM. Схема векторной базы данных подключает только векторную базу законодательно утвержденных планов как внешний источник. Схема чистой LLM не подключает внешних данных и генерирует ответы только на основе предобученных параметров модели. Для оценки выбраны четыре типовых показателя: точность контекста, полнота извлечения контекста, верность источнику и релевантность ответа.

### 3.2.2 Метод сравнительного анализа сценариев управления

Данный этап сосредоточен на трех ключевых требованиях, необходимых для повышения удобства общественного участия с помощью цифровых инструментов: более понятное объяснение, более точная прослеживаемость и более полный анализ. Сравняется публичная версия платформы «Единая карта» регулятивного детального планирования Шэньчжэня и ZoKnow в трех типичных сценариях управления: общественное консультирование и разъяснение показателей и пунктов, проверка и прослеживание планировочных оснований при споре о выводах, а также межучастковый сравнительный анализ справедливости общественных услуг в районе. Такое многомерное сопоставление оценивает прикладные возможности ZoKnow.

В сценарии общественного консультирования и разъяснения показателей обычные граждане при выборе жилья, обсуждении вопросов в сообществе или внимании к соседней застройке часто нуждаются в данных о коэффициенте плотности, предельной высоте, назначении земли и соответствующих пунктах по конкретному участку. Однако они сталкиваются с ситуацией «найти можно, понять трудно»: значение показателей и область их применения остаются неясными. Поэтому необходимы простое объяснение и понятийное различие, позволяющие быстро сформировать понятное суждение.

В сценарии проверки и прослеживания планировочных оснований граждане в спорах о размещении объектов или при надзоре за строительством часто сталкиваются с разными утверждениями из разных каналов и не имеют проверяемой доказательной цепочки для участия в консультациях. Система должна связывать выводы с конкретными текстами планов, таблицами показателей или источниками документов, помогая быстро находить нужную информацию и повышая эффективность и качество участия.

В сценарии межучасткового сравнения общественных услуг гражданам, обсуждающим баланс услуг или дефицит объектов, обычно необходимо агрегировать, сравнивать и просто статистически обрабатывать данные по нескольким участкам или районам, а затем формировать содержательные темы для общественного обсуждения. Поэтому статистика показателей по участкам, сравнение различий и проверка порогов превращают разрозненные запросы в базовые аналитические результаты для публичных консультаций.

## 4 Результаты прикладной проверки

### 4.1 Сравнительная оценка поисковой эффективности ZoKnow

Сравнительные результаты поисковой эффективности по рамке Ragas представлены в таблице 1.

**Таблица 1. Оценка эффективности ответов различных поисковых схем на основе Ragas.**

| Тип оценки | Поисковая схема | Точность контекста | Полнота контекста | Верность источнику | Релевантность ответа |
|------------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|
|------------|-----------------|--------------------|-------------------|--------------------|----------------------|

|                         |                             |      |      |      |      |
|-------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|
| Общая эффективность     | ZoKnow (схема графа знаний) | 0.92 | 0.84 | 0.99 | 0.68 |
| Общая эффективность     | Схема векторной базы данных | 0.64 | 0.57 | 0.99 | 0.40 |
| Общая эффективность     | Схема чистой LLM            | 0.19 | 0.12 | 0.99 | 0.00 |
| Вопросы по показателю м | ZoKnow (схема графа знаний) | 0.97 | 0.92 | 0.98 | 0.70 |
| Вопросы по показателю м | Схема векторной базы данных | 0.37 | 0.31 | 0.98 | 0.26 |
| Вопросы по показателю м | Схема чистой LLM            | 0.01 | 0.01 | 0.99 | 0.00 |
| Понятийные вопросы      | ZoKnow (схема графа знаний) | 0.88 | 0.76 | 0.99 | 0.65 |
| Понятийные вопросы      | Схема векторной базы данных | 0.91 | 0.82 | 0.99 | 0.54 |
| Понятийные вопросы      | Схема чистой LLM            | 0.37 | 0.24 | 0.99 | 0.00 |

В общей оценке ZoKnow демонстрирует заметные преимущества в точности поиска и фокусированности ответа. За исключением верности источнику, ZoKnow превосходит схему векторной базы данных и схему чистой LLM по точности контекста, полноте контекста и релевантности ответа. Это показывает, что после введения графа знаний ZoKnow точнее определяет поисковую потребность и полнее охватывает ключевые пункты и показатели, необходимые для ответа. Векторная база данных, напротив, главным образом опирается на семантическое сходство при извлечении релевантных фрагментов; в сложных ситуациях смешения пунктов и показателей она склонна выдавать избыточные результаты и хуже выражает структурированные контрольные показатели. Схема чистой LLM, не имея внешних профессиональных данных, показывает низкие результаты по всем показателям. Следовательно, для предметных задач вопросов и ответов в планировании подключение внешних источников данных является ключевым условием повышения точности поиска.



В понятийных вопросах векторный поиск обладает преимуществом семантического охвата, но ZoKnow остается более устойчивым по фокусированности ответа. Поиск на основе семантического сходства способен охватить часть объяснений планировочной терминологии и связанных пунктов. Однако ZoKnow сохраняет лидерство по релевантности ответа. Это означает, что при использовании тех же векторных данных агент дополняет поиск сведениями о сущностях, отношениях и структурных ограничениях, вводимых графом знаний, что помогает организовать ответ вокруг ядра вопроса и уменьшить обобщенные объяснения и нерелевантные добавления.

В вопросах по показателям преимущество ZoKnow наиболее существенно и обеспечивает его лидерство в общей оценке. Различия между поисковыми схемами здесь максимальны. ZoKnow сохраняет явное преимущество по точности контекста, полноте контекста и релевантности ответа, что указывает на большую устойчивость и объяснимость схемы графа знаний при работе с высокоструктурированной информацией, такой как номера участков, контрольные показатели и числовые атрибуты. Это главная причина его общего превосходства. Векторная база данных в этой категории заметно теряет эффективность, что показывает трудность стабильного улавливания соответствий между графической и табличной информацией только через векторное сходство. Результат подтверждает: без структурированной внешней поддержки LLMs плохо справляются с поиском показателей регулятивного планирования, требующим высокой точности и прослеживаемости.

В целом, по сравнению с контрольными схемами, ZoKnow демонстрирует низкую склонность к галлюцинациям и высокую точность в точном ответе, поиске показателей и фокусированном изложении. Он особенно пригоден для рабочих сценариев регулятивного планирования, где центральны проверка показателей и сверка пунктов, и создает техническую основу для эффективной общественной поддержки.

#### **4.2 Сравнительный анализ сценариев управления: ZoKnow и публичная версия «Единой карты»**

Для потребностей общественного участия, связанных с консультированием и разъяснением показателей, проверкой и прослеживанием планировочных оснований, а также межучастковым сравнительным анализом общественных услуг, публичная версия шэньчжэньской платформы «Единая карта» предоставляет главным образом базовые функции отображения, поиска и перечисления информации (рисунок 4). ZoKnow, напротив, предоставляет более полные функции интерпретации, прослеживаемости и анализа и способен эффективно обслуживать конкретные задачи управления (рисунок 5).



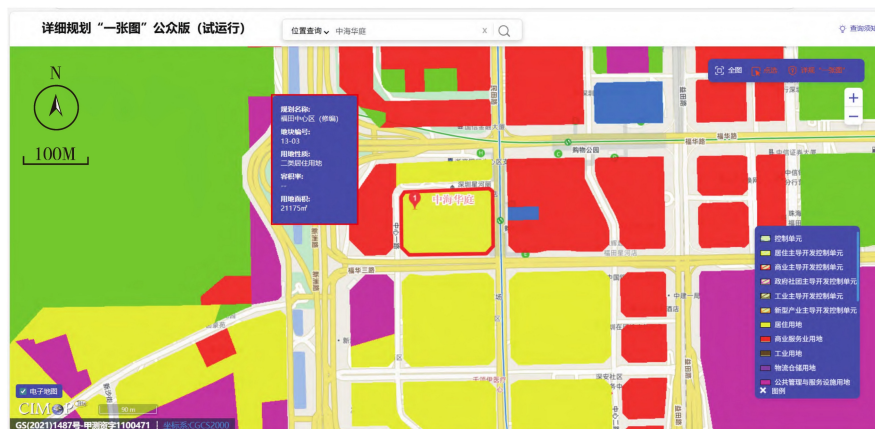


Рисунок 4. Публичная версия платформы «Единая карта» для регулятивных детальных планов Шэньчжэня.



Рисунок 5. Отдельные приложения ZoKnow в сценариях управления.

Во-первых, ZoKnow обеспечивает понятное объяснение нормативной семантики и профессиональное различие понятий. Порог общественного участия в регулятивном планировании состоит не только в том, можно ли найти показатель или пункт по участку, но и в том, можно ли преобразовать высокопрофессиональные формулировки планировочных результатов в смысл, понятный обычным гражданам. Публичная версия шэньчжэньской «Единой карты» уже позволяет находить коэффициент плотности, назначение земли, предельную высоту зданий и другие сведения, но не раскрывает планировочный смысл этих показателей, что снижает удобство использования. ZoKnow вместе с результатом поиска дает простое объяснение терминов и различие понятий, формируя ответы, более соответствующие привычкам понимания обычных граждан.

Во-вторых, ZoKnow обеспечивает проверяемость законодательно утвержденных результатов и прослеживание источников. В сценариях размещения объектов, надзора за реализацией и обратной связи по корректировкам граждане часто сталкиваются с ситуациями «есть вывод, но

нет основания» или «основание есть, но его трудно найти». Они либо не имеют проверяемой доказательной цепочки, либо тратят много времени на сопоставление своих требований с планировочными документами. По сравнению с функцией запроса и отображения в публичной версии «Единой карты» ZoKnow одновременно предоставляет структурированные сведения о происхождении законодательно утвержденных результатов: соответствующие текстовые фрагменты, таблицы показателей и источники документов. Это поддерживает доказательное согласование и установление ответственности в общественном участии, позволяя гражданам опираться на основания и правила и повышая качество участия.

В-третьих, ZoKnow обеспечивает анализируемые расчеты данных общественных услуг между районами и участками. В процессе участия в регулятивном планировании гражданам нужны не только простые сведения об участке, но и ответы на вопросы межучасткового сравнения: сбалансированы ли общественные услуги в районе, есть ли дефицит объектов, имеются ли аномальные различия между показателями разных участков. Публичная версия «Единой карты» имеет ограниченную способность к обработке данных и в основном остается на уровне простого перечисления. ZoKnow способен с помощью LLMs переводить естественно-языковые запросы в структурированный поиск и вычисление, выполнять сводку показателей, сравнение различий, проверку порогов и статистический вывод. Это помогает гражданам лучше анализировать и понимать планировочные данные и характеристики развития района.

## **5 Заключение и перспективы**

### **5.1 Обобщение метода построения и направления его углубления**

В статье рассмотрена процессно-ориентированная траектория развития агентов планирования и объяснены принципы построения агента поиска информации регулятивного планирования, ориентированного на общественное участие. На этой основе, с использованием платформы Dify, предложен трехэтапный метод: обработка текстовых и атласных данных, автоматическое построение графа знаний, а затем формирование ключевой архитектуры из слоев взаимодействия, задач, знаний и движка. Прикладная проверка на данных района Футянь города Шэньчжэнь показывает, что созданный агент значительно превосходит традиционную схему LLM с векторным поиском и схему чистой LLM по точности контекста, полноте извлечения и другим показателям, особенно в вопросах и ответах по жестко заданным показателям. По сравнению с публичной версией шэньчжэньской платформы «Единая карта» агент позволяет обычным гражданам с помощью естественного языка объяснять термины регулятивного планирования, запрашивать показатели участков и проследивать основания утвержденных результатов, снижая технический порог понимания и участия в делах регулятивного планирования.

Дальнейшие исследования должны углублять метод в трех направлениях. Первое - расширять сценарии применения агента и проверять его способность к обобщению в сложных ситуациях конкретных пространственных конфликтов интересов. Второе - продвигать автономное итеративное обновление агента, чтобы обеспечить его адаптивную эволюцию в ответ на реальные потребности общественного участия и обновление планировочного знания. Третье - исследовать механизм сопряжения информационного поиска с процессом достижения согласия в ходе консультаций, усиливая участие множества заинтересованных сторон. Эти направления помогут агенту перейти от единичного приложения поиска информации регулятивного планирования к

открытому инструменту управления, встроенному в общественное участие, и сформировать переносимую, воспроизводимую парадигму общественной городской инфраструктуры знаний.

### **5.2 Техническое позиционирование агентов поиска планировочной информации и расширение их приложений в добром управлении**

Предложенный в статье агент поиска информации регулятивного планирования является конкретной ветвью инструментальных агентов планирования в области регулятивного детального планирования. Его ключевая особенность - преобразование многоисточникового неоднородного профессионального знания в сфере планирования в универсальные данные, понятные обществу и распознаваемые машиной. Подобные агенты поиска планировочной информации могут служить «базой знаний» в процессной траектории развития агентов планирования или встраиваться как «субагенты» в универсальные, ассистентские, имитационные и другие типы агентов планирования. Они предоставляют им высокоточную, прослеживаемую и итеративно обновляемую профессиональную информацию, усиливая поддержку решений в планировочной практике.

За пределами сценария общественно ориентированного поиска информации регулятивного планирования агенты планирования постепенно становятся важными техническими носителями, связывающими профессиональные знания, многоисточниковые данные, цифровые инструменты и разные группы пользователей. Они могут поддерживать проверку результатов, помощь в подготовке планов, пространственный анализ, распределение объектов, моделирование вариантов, городское sensing-наблюдение, партисипативные консультации и обучение планированию. Соответствующие примеры показывают, что границы применения агентов планирования расширяются от одиночного поиска и вопросов-ответов к более сложным практическим процессам: вызову инструментов, оркестрации задач, генерации вариантов, моделированию процессов и поддержке решений, что помогает достижению целей доброго управления.

### **5.3 Долгосрочное значение агентов планирования для трансформации отрасли в логику доброго управления**

Городское доброе управление подчеркивает множественность, инклюзивность, совместное обсуждение, совместное строительство и совместное пользование результатами. С этой позиции развитие и применение агентов планирования могут существенно продвинуть традиционное планирование к более открытой социальной практике. Они повышают точность и эффективность обработки планировочной информации и принятия решений, а также перестраивают способы производства, взаимодействия и использования планировочного знания. Они являются не просто «цифровыми двойниками» планировщиков, а инклюзивными платформами поддержки управления для участия многих субъектов, обеспечивая цифрово-интеллектуальные пути профессионального расширения возможностей, поддержки данными, институциональной адаптации и формирования консенсуса.

Агенты планирования глубоко изменяют рабочие процессы планирования и систему компетенций планировщиков. В будущем агенты могут быть встроены во все этапы подготовки, утверждения, изменения, реализации и надзора за планами, значительно повышая автоматизацию и интеллектуализацию планировочной работы, усиливая ее научность и реализуемость и снижая трудозатраты. Соответственно, ключевые компетенции планировщиков также должны обновляться: на основе традиционного проектирования, подготовки планов и управленческой

координации необходимо укреплять способность изучать и применять инструменты ИИ и методы обработки данных, интегрируя их во весь процесс, посредством которого планирование служит городскому доброму управлению, и тем самым переопределять профессиональную ценность.

Раскрытие потенциала агентов планирования для «города, ориентированного на человека», и доброго управления будет долгосрочным процессом для отрасли. С одной стороны, искусственный интеллект развивается быстро, модели, алгоритмы и платформы постоянно обновляются, а скорость итерации «между технологиями» резко возрастает. С другой стороны, перестройка отношений «между человеком и технологией» и «между людьми» остается постепенной и ограничивается социальной этикой, структурами управления, общественным восприятием и другими факторами. Планировочные решения по-прежнему требуют динамического баланса между социальной справедливостью, общественным интересом и защитой частных прав. Глубокое напряжение между технологией и обществом означает, что агенты планирования - не просто технические инструменты, а будущая инфраструктура пространственного доброго управления. Они способны снижать пороги доступа к информации, ее понимания и анализа, перестраивать коммуникацию между государством, обществом и планировочной профессией, а также повышать инклюзивность и эффективность планирования. Ключ к их полноценному использованию заключается не только в технической продвинутой, но и в способности выстроить эффективную связь между быстро меняющейся технологической системой и относительно устойчивыми социальными институтами, чтобы каждый в городе становился частью территориального сообщества, которое совместно учится, влияет и развивается.

#### Примечания

[1] Галлюцинация LLMs означает содержание, которое выглядит семантически правдоподобным, но фактически или с точки зрения нормативных пунктов является неточным.

[2] Шесть правил формирования пар «вопрос - ответ» в Ragas таковы: ответ может быть полностью получен из заданного контекста; информация не является простой фактической единицей; ответ не содержит ссылок; сложность умеренная; вопрос разумен и может быть отвечен человеком; формулировки вроде «предоставьте контекст» не включаются.

[3] Публичная версия шэньчжэньской платформы «Единая карта» регулятивного детального планирования публикует результаты детального планирования в форме электронной карты. Ее особенности включают, но не ограничиваются, картографизацию планировочной информации, динамическую публикацию результатов и удобный позиционный поиск (<https://pnr.sz.gov.cn/d-xgmap/>).

[4] В оценке Ragas подсказка требовала от модели избегать выдумывания при отсутствии поискового основания, а Temperature была установлена равной 0. Релевантность ответа, равная 0 в схеме чистой LLM, означает, что по ответу нельзя «обратно вывести» исходный вопрос; это не оценка фактической правильности. Кроме того, поскольку само содержание вопроса было включено в контекст, высокие показатели верности источнику во всех трех экспериментах означают только поддержку ответа данным контекстом, но не обязательно его фактическую истинность.

#### Список литературы

[1] LIU Y S, ZHOU Y. Территориально-пространственное планирование и система национального управления в Китае[J]. Land Use Policy, 2021, 102: 105288.

- [2] YU Y D, CAO X D, YE D, et al. Ключевые соображения в провинциальном территориально-пространственном планировании в Китае: качественный и пространственный анализ[J]. Humanities & Social Sciences Communications, 2025, 12(1): 1422.
- [3] WANG Yan, ZENG Xiangkun. Исследование оценки детального планирования в пределах городской границы развития с позиции управления полным циклом[J]. Urban Planning Forum, 2024(5): 113-118.
- [4] JIANG Tao, LI Yanxin, JIANG Mei. Исследование системы элементов контроля городского дизайна на этапе регулятивного детального планирования[J]. Urban Planning Forum, 2017(4): 65-73.
- [5] LIU Xiaochang, WU Zhiqiang. Построение теоретической парадигмы ИИ-ассистированной территориально-пространственной диагностики и трансформация методов мышления и практики[J]. Urban Planning Forum, 2026(1): 12-20.
- [6] JIANG Huaxiong. Трудности внедрения западных систем поддержки планирования, пути решения и их значение[J]. Urban Planning International, 2023, 38(1): 117-123.
- [7] DARGAN S, KUMAR M, AYYAGARI M R, et al. Обзор глубокого обучения и его приложений: новая парадигма машинного обучения[J]. Archives of Computational Methods in Engineering, 2020, 27(4): 1071-1092.
- [8] JIANG H, LI M, WITTE P, et al. Городской разговор: потенциал ChatGPT-подобного и генеративного ИИ для усиления поддержки планирования[J]. Cities, 2025, 158: 105701.
- [9] BATTY M. Цифровая трансформация планирования[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2021, 48(4): 593-597.
- [10] WILSON A, TEWDWR-JONES M, COMBER R. Городское планирование, общественное участие и цифровые технологии: разработка приложений как метод вовлечения граждан в процессы местного планирования[J]. Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science, 2019, 46(2): 286-302.
- [11] SHAHAB S, BAGHERI B, POTTS R. Барьеры применения электронного участия в иранской системе планирования[J]. Cities, 2021, 116: 103281.
- [12] ARANDA N R, DE WAEGEMAEKER J, VAN DE WEGHE N. Эволюция барьеров GIS общественного участия (PPGIS) в практике пространственного планирования[J]. Applied Geography, 2023, 155: 102999.
- [13] YANG Junyan, ZHANG Xun, SHI Yi, et al. Видеть объекты и людей: исследование городского дизайна на основе цифровых портретов городского населения[J]. Urban Planning Forum, 2025(4): 41-49.
- [14] CHEN Jun, ZHANG Shanqi, ZHANG Bing, et al. Направления развития территориально-пространственного планирования, усиленного пространственно-временной информацией[J]. Urban Planning Forum, 2025(2): 20-27.
- [15] HERZOG O, PAN Haixiao, DENG Zhituan, et al. Расширение возможностей городского планирования с помощью ИИ нового поколения: возможности и вызовы[J]. Urban Planning Forum, 2023(4): 1-11.
- [16] CHEN Yourong, ZHANG Lina. Размышления о цифровой трансформации детального планирования в системе территориально-пространственного планирования: пример района Наньху в Фучжоу[J]. Urban Planning Forum, 2025(4): 96-102.

- [17] MA Chenxi, YANG Jianqiang, XU Zun, et al. Реформа и адаптивная корректировка регулятивного детального планирования в контексте территориально-пространственного планирования[J]. *Urban Development Studies*, 2025, 31(1): 26-32.
- [18] WU Songtao, WANG Jingyuan, WEN Shipeng, et al. Иерархия, реагирование и координация: эволюция и размышления о единицах детального планирования, ориентированных на оптимизацию мезоуровневых инструментов[J]. *City Planning Review*, 2025, 49(1): 97-107.
- [19] WU Zhiqiang, SHEN Qingji, WANG Yajuan, et al. Новая парадигма планирования: постановка концепции, методологическая система и практический путь[J]. *Urban Planning Forum*, 2025(6): 11-17.
- [20] KACZMAREK I, IWANIAK A, SWIETLICKA A, et al. Подход машинного обучения к интеграции планов пространственного развития на основе обработки естественного языка[J]. *Sustainable Cities and Society*, 2022, 76.
- [21] DENG Z Y, FU X Y, LI C S. Автоматизация извлечения городской политики: рамка на основе большой языковой модели для извлечения локальных тепловых политик из планировочных документов[J]. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 2025.
- [22] SILVENNOINEN H, CHADZYNSKI A, FARAZI F, et al. Подход семантической сети к регулированию землепользования в городском планировании: онтология OntoZoning зон, видов землепользования и программ для Сингапура[J]. *Journal of Urban Management*, 2023, 12(2): 151-167.
- [23] NIU Xinyi, LIU Sihan, SANG Tian, et al. Профессиональное обучение больших моделей: создание модели генерации изображений, включающей знания о дизайне городской пространственной морфологии[J]. *Urban Planning Forum*, 2025(1): 55-63.
- [24] YAN Fengying, LU Yunmo. Метод динамического городского познания и микросценарные приложения на основе графов знаний[J]. *Urban Planning Forum*, 2025(5): 39-46.
- [25] YANG Junyan, ZHU Xiao, SHAO Dian. Взгляд назад в историю: столетняя эволюция технологий городского дизайна и перспективные тенденции на основе графов знаний[J]. *Urban Planning Forum*, 2021(6): 20-27.
- [26] ZHANG W S Q, CHEN Y M, LIU X P, et al. Подход на основе большой языковой модели к построению графа знаний генерального плана: пример Гуанчжоу, Китай[J]. *Land Use Policy*, 2025, 159: 106395.
- [27] ZHU H, ZHANG W J, HUANG N X, et al. PlanGPT: усиление городского планирования с помощью специализированной языковой модели и эффективного поиска[J/OL]. *ArXiv Preprint*, 2024. <https://arxiv.org/abs/2402.19273>.
- [28] WU Zhiqiang, YAN Juan, XU Haowen, et al. Десять ежегодных ключевых вопросов развития дисциплины городского и сельского планирования, 2024-2025[J]. *Urban Planning Forum*, 2024(6): 8-11.
- [29] WOOLDRIDGE M, JENNINGS N R. Интеллектуальные агенты: теория и практика[J]. *Knowledge Engineering Review*, 1995, 10(2): 115-152.
- [30] WANG L, MA C, FENG X Y, et al. Обзор автономных агентов на основе больших языковых моделей[J]. *Frontiers of Computer Science*, 2024, 18(6): 186345.

[31] ZHAO Guangying, LIU Shujuan. Рассуждение о логике планировочного руководства и контроля с позиции административного действия: обязательное содержание и жесткий контроль[J]. Urban Planning Forum, 2025(5): 31-38.

Перевод выполнен при содействии ИИ