

«Городское пространство ИИ: трансформации, тенденции и ответы планирования» - академическая дискуссия

Авторы

Отхайн Херцог, Юань Фэн, Ван Синпин, Лун Ин, Чжан Сяочунь, Хуан Цзиннань, Ян Цзюньянь, Чжан Шаньци, Чжэнь Фэн, Янь Лунсюй

Аннотация / редакционная заметка

Технологии искусственного интеллекта нового поколения с беспрецедентной глубиной и широтой перестраивают социально-экономическую деятельность человека и все глубже встраиваются в городские пространственные системы. ИИ постепенно становится одним из ключевых факторов, определяющих будущую форму города, модели управления и правила его функционирования. Переход от традиционного «умного города» к более глубокому «городу ИИ» ставит перед планировочной наукой важный теоретический и практический вопрос: каким образом алгоритмы, вычислительные мощности и данные будут реконструировать городское пространство, как прогнозировать траектории его эволюции и как на это должно отвечать планирование. Для обсуждения этих вопросов редакция пригласила десять экспертов к академической дискуссии о «городском пространстве ИИ: трансформациях, тенденциях и ответах планирования», сосредоточенной на городском познании, виртуально-реальном пространстве, инфраструктуре, экономико-социальных отношениях и планировочном управлении.

Во-первых, меняются способы городского познания и методы планирования. ИИ прежде всего трансформирует то, как город воспринимается и описывается: город постепенно становится сложной системой, которую можно чувствовать в реальном времени, динамически моделировать и интеллектуально интерпретировать. Юань Фэн подчеркивает, что ядро города ИИ состоит в переходе от вызова инструментов к автономному выводу, когда планировщики и интеллектуальные агенты совместно формулируют вопросы, организуют моделирование и проверяют результаты. Он предлагает трехуровневую пространственную методологию: гипермоделирование, гиперкартирование и гиперсопряжение, ориентированную на параллельную симуляцию множества городских систем и двустороннее отображение физического и цифрового пространства в реальном времени. Отхайн Херцог, исходя из цифровых двойников и больших языковых моделей, указывает, что будущему планированию потребуются мультимодальные агенты и механизмы обратной связи для работы со сложными отношениями между множеством акторов, целей и масштабов. ИИ не только повышает эффективность планирования, но и переводит его от экспертного суждения и однофакторного анализа к системному выводу и совместному принятию решений.

Во-вторых, объект городского пространства расширяется от физического пространства к виртуально-реальной составной системе. Город состоит не только из земли, зданий, дорог и инженерных объектов, но также из данных, моделей, алгоритмов, правил и цифровых сцен. Ян Цзюньянь считает, что кибергород не является цифровой копией физического города: он соэволюционирует с реальным городом через соединение элементов и двустороннюю обратную связь. Чжан Сяочунь, опираясь на практику цифровых двойников в Шэньчжэне, показывает, что цифровые двойники поддерживают переход пространственного планирования от разрозненных и изолированных действий к комплексной координации всей территории, а также от единственного

физического предложения пространства к синхронному предложению виртуального и реального пространства. Шэньчжэнь исследует интеграцию универсальных больших моделей с отраслевыми профессиональными моделями, чтобы обеспечить динамический и точный междисциплинарный вывод.

В-третьих, новая инфраструктура переводит город от плоскостного порядка к трехмерной координации. Сочетание ИИ с низковысотной экономикой, автономным вождением, умной логистикой и другими новыми сценариями меняет организацию городской инфраструктуры. Хуан Цзиннань отмечает, что низковысотная инфраструктура характеризуется изоморфизмом физических объектов и информационных сетей; площадки взлета и посадки, маршрутные сети, связь и навигация, микрометеорологическая среда, высота зданий и права на пространство должны оцениваться в единой рамке. Лун Ин фокусируется на проектировании жилых районов и показывает, как большие модели помогают выявлять пространственные проблемы существующих районов и переводить новые образы жизни - беспилотную доставку, низковысотную логистику, роботизированные сервисы - в конкретные прототипы жилого пространства. В конечном счете город ИИ должен перейти из облаков и платформ в кварталы, сообщества, крыши, дороги и повседневные сцены жизни.

В-четвертых, алгоритмы заново организуют экономическое пространство и социальные отношения. Ван Синпин показывает, что вычислительные мощности, данные, алгоритмы и платформы формируют новую промышленную географию, а сельское хозяйство, производство и услуги под воздействием автоматизации подвергаются пространственной перестройке. Одновременно могут возникнуть новые региональные дисбалансы и риски цифровой маргинализации. Чжан Шаньци и Чжэнь Фэн, исходя из координации «человек - земля - алгоритм», указывают, что ИИ также несет алгоритмическую предвзятость, раскрытие приватности и пространственную гомогенизацию, превращая город ИИ в новый предмет публичного управления.

В-пятых, планировочное управление должно перейти от статического контроля к динамической адаптации. Перед лицом сложных изменений города ИИ традиционная логика планировочного регулирования также нуждается в обновлении. Янь Лунсюй подчеркивает, что город ИИ бросает вызов традиционному планированию на трех уровнях: макроструктуре пространства, мезоуровневому функциональному размещению и микроуровневому использованию пространства. Системы центров становятся более динамичными, функциональные границы размываются, а пространственные использования становятся более смешанными и гибкими. Будущее планирование должно усилить способность распознавать, регулировать и направлять динамические процессы, а также выстроить новые институциональные интерфейсы между технологической эволюцией и общественной ценностью.

Город ИИ, представленный в этой дискуссии, является сложной системой, включающей городское познание, пространственные объекты, инфраструктуру, экономико-социальные отношения и управленческую логику. ИИ требует алгоритмов и вычислительных мощностей, но также нуждается в общественных ценностях и профессиональном суждении; он требует цифрового пространства, но обязан отвечать реальной жизни. Ответственность планировочной дисциплины состоит в том, чтобы вернуть ИИ к базовым вопросам городского развития: как функционирует город, как организовано пространство и кому в конечном счете служит технология.

Ключевые слова

городское пространство ИИ; город ИИ; городские цифровые двойники; большие языковые модели; кибергород; низковисотная инфраструктура; управление пространственным планированием

Городские цифровые двойники и большие языковые модели: значение для планирования реальных городов

Отхайн Херцог (иностраннный член Китайской академии инженерии; член Национальной академии наук и инженерии Германии; профессор Университета Тунцзи; профессор Бременского университета, Германия)

Город или его часть можно понимать как долговременную социотехническую систему, эволюция которой определяется множеством интересов и взаимозависимостей. К ним относятся пространственное встраивание объекта планирования в более крупную иерархию, например город, государство или транспортную систему, с усиливающимися отношениями с соседними регионами и с третьим измерением; требования и ресурсы граждан и органов управления, связанные с мобильностью, логистикой товаров, энергии, воды и данных, промышленным и деловым развитием, устойчивостью, резильентностью, здоровьем, безопасностью и защищенностью; а также исторический опыт, инфраструктуры, ценности, созданные прежними решениями, и конкретные современные проблемы.

Следовательно, город можно рассматривать и как интерактивный узел в сложной сети целей и зависимостей. Чтобы распутать эту сложность, городское планирование и управление работают как минимум в двух временных режимах и с учетом структурных и динамических свойств города. Долгосрочное планирование, исходя из определенного момента и заданного горизонта будущего, создает потенциал развития инфраструктуры под цели привлекательности для жителей, бизнеса и туризма, финансовой, экологической и институциональной устойчивости, адаптивности к будущим идеям и инновациям, а также резильентности к широкому спектру угроз. Почти реальное операционное планирование, мониторинг и контроль фокусируются на подсистемах и их взаимодействии, опираясь на данные Интернета вещей и связанные аналитические инструменты ИИ.

Хотя эти два слоя можно во многом изучать независимо, необходимо также понимать их взаимные связи. Статистика и проблемы, наблюдаемые на операционном уровне через IoT и другие данные, могут улучшать городское планирование; в свою очередь, знания, зафиксированные на уровне планирования, могут интеллектуально использоваться для операционных задач.

Для охвата всех аспектов городского планирования недостаточно карт и хранилищ данных; необходимы модели соответствующих планировочных аспектов. Цифровые двойники уже успешно применяются во многих отдельных задачах городского планирования. Цифровые двойники на базе ИИ, вместе с инфраструктурами обмена данными и моделирования, помогают представлять реальные объекты и их взаимозависимости. Они могут строиться в рамках широкой системы концептуальных моделей и сервисов ядра цифрового двойника. Согласно международному промышленному консорциуму IoT, цифровой двойник представляет собой виртуальное представление реальных сущностей и процессов, синхронизируемое с определенной частотой и точностью; такие системы ускоряют целостное понимание, оптимальное принятие

решений и эффективное действие; используют реальные и исторические данные для представления прошлого и настоящего и симуляции будущего; ориентированы на результаты, адаптированы к вариантам использования, основаны на интеграции и данных, направляются предметным знанием и реализуются в ИТ/ОТ-системах.

Совокупность технологических концептуальных моделей, называемая ядром цифрового двойника, сосредоточена на совместимости моделей данных и вычислительных моделей, а также на метаданных, предварительной обработке, потоках данных и моделях валидации. Она демонстрирует чрезвычайно сложную технологическую среду цифровых двойников с точки зрения объектно-ориентированного анализа и проектирования.

Появление больших языковых моделей расширило этот подход. Они уже играют заметную роль в городском планировании, а в последнее время развиваются в агентные системы ИИ, поддерживающие мультимодальность, приобретение знаний, проверку планов, симуляцию и принятие решений. Эта технология позволяет строить типичные агентные социальные системы ИИ для городского планирования, объединяющие проверенные технологии многоагентных систем с мультимодальными LLM. Такой подход гибок, модулен и расширяем; он позволяет создавать распределенные системы сотрудничества и конкуренции агентов, фиксирующие взаимозависимости городских аспектов в агентной социальной системе ИИ.

В задачах планирования такая система может моделировать статические городские структуры, необходимые городские динамики, а также правила, требования и вклады заинтересованных сторон. Она предполагает интерактивный рабочий процесс с циклами обратной связи и проверкой планов. Ее задача состоит не в замене планировщика, а в интеллектуальной поддержке его работы через кооперативное и интерактивное взаимодействие с картами, изображениями, отчетами и голосом.

Цель такого цикла - сформировать городской цифровой двойник, который содержит статические и динамические детали плана, необходимые для последующей реализации, и балансирует многочисленные требования существующего планировочного знания, технологических ограничений, административных правил и запросов виртуальных, а затем реальных городских стейкхолдеров. Итеративный процесс включает запросы граждан, регламенты, финансовые ограничения, условия жизни и труда. Он также помогает выявлять и согласовывать зависимости между различными аспектами планирования, например между запросами жителей, землепользованием, дорогами, мобильностью, энергией, водой, парками, резильентностью и здоровьем населения. Поэтому статические структурные элементы плана должны быть завершены первыми, чтобы затем включать динамические элементы для процессно-ориентированной проверки и симуляции.

На следующем этапе предварительный цифровой двойник может быть проверен и улучшен с помощью моделей стейкхолдеров на основе LLM, реализованных как аргументативные цифровые двойники и поддержанных специализированными мультимодальными агентными моделями ИИ. Такие модели могут вводить в разработку и переговоры по плану специфические и даже противоположные позиции, включая модели человеческого поведения. Благодаря этому дорогостоящие и трудоемкие вклады граждан могут быть учтены на более поздних стадиях, когда реальные люди получают возможность критиковать план.

Эти системы также позволяют оценивать операционную реализуемость планов с помощью симуляции: тестировать архитектуры IoT, распределение и управление данными, масштабируемость, надежность, резильентность и открытость будущим инновациям. Они способны решать и семантические вопросы, необходимые для сотрудничества или конкуренции огромного числа цифровых двойников в операционной среде.

Понятие городских цифровых двойников, реализованных обществом мультимодальных LLM-агентов, то есть агентной социальной системой ИИ, явно расширяет первоначальное определение цифрового двойника с точки зрения совместимости и сложности. Однако с учетом сложности городов и городского планирования такая рамка необходима для планирования пригодных для жизни городов. Она также может служить основой для планирования, мониторинга и управления городскими подсистемами в реальном времени.

Эпоха городских суперагентов, основанная на рефлексивном интеллектуальном пространстве

Юань Фэн (декан и профессор с долгосрочным назначением, Колледж архитектуры и городского планирования, Университет Тунцзи)

Искусственный интеллект нового поколения выходит за пределы инструментального подхода. Он переходит от повышения эффективности к перестройке когнитивных режимов и глубоко встраивается во все процессы интеллектуализации городского пространства, включая сцены производства, жизни и экологии. Как отмечал философ Юк Хуэй, человечество переживает переход от *homo faber* к *homo sapiens* и даже к *homo deus*. Отношение «человек - интеллектуальный агент - природа» на более равных основаниях переопределяет содержание города. Поэтому главный вопрос AI City уже не сводится к тому, как сделать город умнее; он состоит в том, как перестроить познание, открыть закономерности и создать будущее. Это не установка роскошного седла на повозку, а смена парадигмы, подобная переходу в автомобильную эпоху.

1. От автономного вызова к интеллектуальному вычислительному выводу: городская интеллектуализация при совместном управлении человека и машины

В традиционном планировании симуляции ветровой среды, потоков людей, энергопотребления, света, звука, тепла, транспорта и эвакуации разрознены и зависят от экспертов. Планировщик должен последовательно выбирать программу, настраивать параметры и соединять данные. Этот «лес инструментов» затрудняет сопряжение множества целей и долгое время препятствует целостному межмасштабному и междисциплинарному пониманию.

Мы продвигаем направление «автономный вывод - исследовательский агент». За счет семантического понимания больших моделей можно напрямую вызывать распределенные кластеры открытых симуляционных движков на GitHub, позволяя ИИ самостоятельно искать, сопоставлять и комбинировать наиболее подходящие инструменты моделирования в соответствии с проектной семантикой, а затем проверять надежность результатов в диалоге человека и машины. Это переход от «назначения инструмента» к «автономному поиску пути». Исследовательский процесс перестает быть программно-центричным и становится проблемно-семантическим: инструменты декомпозируются, способности агрегируются, а городское планирование достигает методологического перелома качественного скачка. Сотрудничество планировщика и ИИ становится не «передачей задания», а «совместной постановкой вопросов».

Техническое ядро этой парадигмы включает три слоя. Слой «данные + знания» объединяет многослойные городские пространственно-временные данные - дистанционное зондирование, IoT, мобильные сигналы, BIM/CIM, архивы планирования - с предметными графами знаний, включая нормы, механистические модели и проектный опыт. Слой «вызов + алгоритм» сопрягает симуляционные движки, генеративные модели, оптимизационные решатели и объяснимый логический вывод, включая причинность, правила и этические ограничения. Слой «интеллектуального ведения рабочего процесса» обеспечивает программируемые, прослеживаемые и проверяемые агентные конвейеры для конкретных проектных и исследовательских задач.

2. Городское пространство как ключевая сцена интеллектуального пространства:

гипермоделирование, гиперкартирование, гиперсопряжение

Если ядро «умного пространства» состоит в визуализации данных и операционном мониторинге, то ядро «города ИИ» - в генерации, принятии решений и совместной эволюции. Его пространственную методологию можно описать тремя взаимосвязанными понятиями.

Гипермоделирование преодолевает закрытую симуляцию отдельных физических процессов и создает параллельное моделирование многих городских систем, масштабов и акторов. Оно позволяет физическим пространствам города - коридорам автономного транспорта, сетям низковысотной логистики, инфраструктуре интеллектуального реагирования - резонировать в одном движении с потоками поведения, энергии и информации.

Гиперкартирование преодолевает однонаправленный цифровой двойник «физическое - цифровое» и создает двустороннее, реальное и семантическое отображение между физическим и цифровым пространством. Цифровое городское пространство перестает быть «тенью» физического пространства и становится предварительным полем его эволюции: планировочные схемы сначала формируются, проверяются и оспариваются в цифровой среде, а затем возвращаются для управления строительством и преобразованием физического пространства.

Гиперсопряжение преодолевает разделение дисциплин и систем, позволяя транспорту, энергии, экологии, обществу, экономике и управлению глубоко связываться на алгоритмическом уровне. Выбор коридора низковысотной логистики одновременно является вопросом шума, промышленного пространства и социальной справедливости. Впервые ИИ дает возможность обрабатывать такую принципиально недекомпозируемую сложность в одной модели решения.

3. Ответы планировочной и архитектурной дисциплин

Перед лицом этой трансформации планирование и архитектура должны сделать три вещи. Во-первых, перестроить систему знаний для сосуществования с суперагентами, включив алгоритмическую грамотность, инженерное моделирование и агентное сотрудничество в базовые компетенции планировщиков и архитекторов. Во-вторых, создать открытую цифрово-интеллектуальную инфраструктуру: общие городские библиотеки симуляционных движков, графы знаний и интерфейсы данных, чтобы каждая команда не изобретала заново одно и то же. В-третьих, заново сформулировать этическую позицию эпохи постгуманизма: по мере расширения автономии ИИ нужно внимательно относиться к алгоритмическим черным ящикам, цифровым разрывам и вопросам пространственной справедливости. Чем автономнее технология, тем важнее ценностное суждение планировщика.

Интеллектуальный город - это не город, пассивно приспосабливающийся к технологии, а город, эволюционирующий вместе с ней. Миссия планировочной науки - на основе гипермоделирования, гиперкартирования и гиперсопряжения вновь поставить фундаментальный вопрос: почему будущий город должен стать лучше?

ИИ и производство и реорганизация экономического пространства

Ван Синпин (профессор, Школа архитектуры, Юго-Восточный университет; директор Международного центра сотрудничества по исследованиям развития и планирования устойчивых промышленных парков, Юго-Восточный университет)

Искусственный интеллект - это технологическая система, способная имитировать, расширять и продолжать человеческий интеллект, позволяя машинам выполнять сложные задачи, обычно требующие человеческих когнитивных способностей. Технологии и индустрию ИИ можно условно разделить на две группы: разработку программного и аппаратного обеспечения самого ИИ и его интеграцию с различными отраслями. Человеческое общество входит в новую эпоху цивилизации ИИ. Хотя нынешняя стадия развития и применения еще напоминает «эмбриональный период» и выражается преимущественно во всеобщей автоматизации, а глубокая автономизация и замещение человеческого интеллекта еще не стали реальностью, именно эта ранняя стадия уже глубоко «производит» и «перестраивает» экономическое пространство - как физическое и цифровое пространство цепочки ИИ-индустрии, так и повсеместное экономическое пространство, куда проникают приложения ИИ.

Китай придает этой исторической возможности большое значение и находится среди лидеров глобального развития ИИ. Были последовательно приняты «План развития искусственного интеллекта нового поколения» (2017), «Временные меры по управлению сервисами генеративного ИИ» (2023), «Мнения Государственного совета о глубокой реализации инициативы "Искусственный интеллект плюс"» (2025) и другие документы. Они задают цель довести объем ядра ИИ-индустрии к 2030 году до более чем 1 трлн юаней и стимулировать связанные отрасли на сумму более 10 трлн юаней, формируя целостную систему руководства от НИОКР и инфраструктуры до внедрения и нормативного управления.

Влияние ИИ на экономическое пространство уже проявляется в трех аспектах.

1. Цепочка ИИ-индустрии порождает новые типы и конфигурации экономического пространства

Производство программного и аппаратного обеспечения ИИ формирует и перестраивает промышленную географию и логику распределения стоимости. С одной стороны, исследования, разработки и производство в сфере ИИ возникают и концентрируются в городском пространстве, порождая новые формы, такие как AI-сообщества и OPC-сообщества. С другой стороны, предпочтения ИИ переопределяют географию связанных аппаратных и программных отраслей. На аппаратном уровне огромный спрос на вычисления для обучения больших моделей направляет гипермасштабные дата-центры в энергообеспеченные и прохладные регионы, такие как Гуйчжоу и Уланчаб; производство передовых чипов концентрируется вокруг ведущих предприятий, формируя разделение между «ядром вычислительной мощности» и «периферией вычислительной мощности». На программном уровне сообщества открытого кода и облачные платформы модельных сервисов (MaaS) снимают физические ограничения, позволяя разработчикам участвовать в создании ценности ИИ из любой точки и формируя безграничное цифровое инновационное пространство виртуально-реального взаимодействия.

2. Приложения ИИ перестраивают повсеместное экономическое пространство

Автоматизация ИИ способствует сосуществованию и сотрудничеству людей и гуманоидных роботов, системно перестраивая пространственные формы трех секторов экономики. В сельском хозяйстве беспилотники для осмотра полей, мониторинг влажности почвы и прогноз вредителей позволяют одному технику управлять тысячами гектарами земли, а производственное пространство смещается от разрозненных семейных ферм к централизованным цифровым фермам. В промышленности визуальный контроль качества, предиктивное обслуживание и интеллектуальное планирование производства снижают зависимость от традиционного труда, создают «темные фабрики» и «безлюдные парки» и стимулируют перенос производственных звеньев в регионы с развитой цифровой инфраструктурой и более низкими трудовыми издержками. В сфере услуг телемедицина, AI-образование и интеллектуальные сервисы поддержки разрывают жесткую связь между сервисом и физическим местом, позволяя жителям удаленных районов получать медицинские и образовательные ресурсы городов первого уровня. Это сокращает разрыв доступности услуг между городом и деревней, но одновременно ведет к сокращению части традиционных сервисных рабочих мест в центрах городов. ИИ тем самым формирует новую ситуацию сосуществования виртуальной агломерации и физического рассредоточения.

3. Специфические предпочтения ИИ усиливают региональную неравномерность экономического пространства

Выгоды от повышения эффективности, создаваемые ИИ, пока главным образом концентрируются у платформенных компаний и в регионах, располагающих данными, вычислительными мощностями и алгоритмами. Пекин, Шэньчжэнь, Кремниевая долина и другие территории с инфраструктурой вычислений и ресурсами данных укрепляют статус новых полюсов роста ИИ. Одновременно периферийные районы с богатыми энергетическими ресурсами и подходящим климатом получают новые возможности позднего рывка. Но регионы, лишённые этих факторов, сталкиваются с риском цифровой маргинализации; обычные работники и малые и средние производители получают меньшую долю выгод, что может усилить структуру «центр - периферия» между региональными экономическими пространствами и создать риски нерациональной перестройки отношений регионального развития.

«Эмбриональная» стадия означает, что направление развития ИИ все еще высоко пластично. Автоматизация является необходимым этапом на пути к автономному взаимодействию человека и машины. Текущая реконструкция экономического пространства содержит возможности оптимизации распределения ресурсов и сокращения городско-сельского разрыва в услугах, но также порождает вызовы регионального дисбаланса. ИИ меняет способы размещения производительных сил и формы человеческого существования: отношения «человек - земля» расширяются до сложной связи между людьми, человекоподобным ИИ и виртуально-реальными пространствами, переписывая традиционные отношения производства и города. Чтобы направлять ИИ к благу, нельзя оставлять технологию самопроизвольной эволюции. Нужны институциональные конструкции - инклюзивные вычислительные мощности, развитие исходных экосистем, совершенствование механизмов распределения - и научное планировочное руководство, соответствующее законам благого развития ИИ. Только так пространственное производство ИИ станет более инклюзивным, а дивиденды технологического развития - общими.

Заявление об использовании ИИ: автор сформулировал ключевые идеи и основную структуру и предоставил основную информацию; текст был подготовлен при содействии ИИ, ответственность за содержание несет автор.

Проектирование жилых районов при поддержке больших моделей: выявление проблем, адаптация к тенденциям и практический ответ

Лун Ин (профессор с долгосрочным назначением, Школа архитектуры, Университет Цинхуа)

Технологии ИИ нового поколения, представленные большими моделями, быстро развиваются. Их способности к пониманию естественного языка, межмодальной обработке информации и логическому выводу дают городскому планированию и пространственному дизайну новые инструменты поддержки. Жилой район как базовая пространственная единица города требует анализа сложной информации и интеграции многих элементов, поэтому является важным сценарием внедрения больших моделей. Моя команда исследует три ключевых звена: выявление проблем и извлечение опыта в существующих районах, адаптацию к новым образам жизни и практический ответ через сотрудничество человека и машины.

В части выявления проблем мы фокусируемся на системном извлечении методов пространственного вмешательства для существующих жилых районов. Раньше ограниченные возможности ручной обработки не позволяли быстро анализировать большие массивы неструктурированных кейсов и превращать их в проектные ориентиры. Теперь способность больших моделей понимать изображения и текст помогает преодолеть этот барьер. Мы собираем большие массивы графических и текстовых материалов по существующим районам, задаем в промптах правила извлечения признаков и направляем модель на быстрый анализ кейсов, автоматическое выделение типовых объектов - зданий, общественных пространств, зеленой инфраструктуры, транспортной организации - и суммирование пространственных проблем. Параллельно проводится текстовый анализ кейсов, извлекаются детальные проектные методы, а векторизация текста и кластеризация помогают классифицировать разрозненные и нестандартизированные методические описания. После ручной проверки формируются сотни методов для разных пространственных элементов. Такой процесс превращает массив кейсов в структурированную «карту проблем существующих жилых районов» и соответствующий «набор методов проектирования жилых районов».

В части адаптации к тенденциям новые технологии порождают в жилых районах сценарии роботизированных сервисов, доставки дронами и стыковки автономных автомобилей. Вопрос о том, как отвечать на новые способы жизни жителей, становится важным для проектирования. На примере «низковисотной экономики и умной логистики» мы используем веб-поиск и межмодальный анализ больших моделей, чтобы изучать внедренные технологические проекты, обобщать пространственные характеристики и зрелые модели применения новых технологий в открытых пространствах, а затем через полевые исследования оценивать их переносимость в физическое пространство жилого района. Готовые городские применения переводятся в жилые пространственные прототипы, на основе которых создается библиотека сценариев для общественных пространств, дорожных объектов и жилой среды, включая узлы взлета и посадки дронов и коридоры беспилотной доставки.

В практическом проектировании большие модели служат не только аналитическим инструментом раннего этапа, но и средством генерации и оценки проектных решений. В конкретном проекте в

модель вводятся данные о площадке, тексты политик, реальные потребности жителей, «набор проектных методов» и «библиотека сценариев реагирования на тенденции». С учетом разных проектных ориентаций модель быстро формирует несколько альтернативных решений, включая пояснительные тексты и проектные узлы. На этапе оценки модель, исходя из заданных портретов жителей, имитирует взгляды и требования разных групп и проводит количественное сравнение и качественную оценку вариантов. Замкнутый процесс «анализ данных обследования - генерация нескольких вариантов - имитационная оценка и обратная связь» подтверждает большой потенциал моделей в поддержке проектирования жилых районов.

Подрывные технологии четвертой промышленной революции неизбежно меняют онтологию городского пространства и методологию планирования. ИИ нового поколения уже не просто инструмент обработки данных, а мощный движок генерации и рассуждения. Как и в истории других технологий, важно как можно раньше освоить его и поставить на службу обществу. Поэтому я призываю исследователей и практиков городского планирования внимательно следить за развитием технологий, реально включать большие модели и другие передовые инструменты во все звенья городских исследований и пространственного дизайна и совместно искать новые пути интеллектуально поддержанного строительства среды обитания.

Цифровые двойники как инструмент планирования городского пространства в новую эпоху

Чжан Сяочунь (председатель Shenzhen Smart City Technology Development Group; национальный мастер инженерных изысканий и проектирования; старший инженер профессорского уровня)

1. Основные вызовы городского пространственного планирования в новую эпоху

Новая технологическая революция, представленная большими данными и ИИ, глубоко перестраивает социально-экономическую жизнь и функционирование городов. Высокочастотное обновление функций становится новой важной характеристикой, а городское пространственное планирование сталкивается с тремя вызовами: межуровневой координацией, межпрофессиональным сотрудничеством и адаптацией к новым качественным производительным силам.

Во-первых, пространственная база неясна, а цифровое пространство разорвано, что затрудняет комплексную координацию планирования на разных масштабах. Пространственные данные распределены по ведомствам, их временно-пространственные основы, статистические стандарты и определения атрибутов различаются; наземные и подземные, 2D и 3D, статические и динамические данные фрагментированы и плохо совместимы, что ведет к недостаточной координации и конфликтам между планами.

Во-вторых, профессиональные вертикальные модели разрозненны, а технологии больших и малых моделей разделены, что мешает точному междисциплинарному выводу. Модели строятся под собственные ведомственные задачи, различаются по данным и масштабам, а механизмы больших моделей трудно совмещаются с традиционными профессиональными моделями. В результате возникают дисбалансы междоменных функций и ошибки межведомственных решений. В-третьих, традиционная одномерная и статическая модель предложения пространства плохо соответствует глубокой интеграции цифрового и физического развития новых качественных производительных сил. Низковисотная экономика, автономное вождение, воплощенный интеллект и другие стратегические отрасли требуют одновременно цифрового моделирования и синхронной связи с физическим пространством.

2. Практика Шэньчжэня по использованию цифровых двойников в пространственном планировании

За последние три года Шэньчжэнь реализовал более 450 приложений цифровых двойников в городском строительстве, экономическом функционировании и других сферах, продвигая комплексную цифровую трансформацию. В пространственном планировании поддержка осуществляется через единую базу данных, ключевые технологии и модели применения.

Во-первых, построена единая городская база цифрового двойника для многоуровневой координации планирования. Шэньчжэнь создал систему стандартных базовых карт, сеть восприятия на архитектуре HarmonyOS и стандарт данных SZ-IFC, разработал алгоритмы интеллектуального управления и обновления данных, внедрил обязательную систему BIM/CIM при подаче строительных проектов, наладил межведомственное обновление данных и построил единую городскую пространственно-временную информационную платформу. Она интегрирует и динамически обновляет более 50 типов пространственных данных, включая планирование, землю и море. База цифрового двойника уже поддержала более 600 крупных проектов, включая территориально-пространственное планирование города, специальные планы рельсового транспорта и планирование территории главной площадки APEC 2026.

Во-вторых, создана вложенная система больших и малых моделей для динамического и точного междоменного вывода. На основе крупной модели городских научных вычислений и гиперконвергентной базы данных унифицированы стандарты данных, временно-пространственные масштабы и механизмы моделей; интегрированы универсальные и вертикальные модели, что заменяет традиционный одноотраслевой вывод. Для проблем праздничных заторов большие модели анализируют погоду, активности туристических зон, меры контроля и экономические колебания, быстро прогнозируют региональные потоки и предлагают общие стратегии оптимизации; малые модели сосредоточены на ключевых участках и узлах и формируют решения для съездов и перекрестков. Вложение временно-пространственных отношений обеспечивает синхронную локальную и общую оптимизацию, повышая точность прогнозов и эффективность регулирования.

В-третьих, Шэньчжэнь формирует модель «синхронного предложения и сонаправленной эволюции» виртуального и реального пространства. Опираясь на цифровой двойник, город одновременно выделяет землю для низковысотной экономики, новой энергетики и интеллектуально-связанных систем и предоставляет единую непрерывную цифровую среду, поддерживающую симуляцию воплощенного интеллекта, виртуально-реальную диспетчеризацию и взаимодействие человека и машины. В реализации строятся тренировочные площадки в Дапэне, Пиншане и других районах, формируя цепочку «виртуальная симуляция и вывод - тестирование на площадке - обобщение в пространственном планировании». Это поддерживает синхронную эволюцию виртуального и реального пространства и быструю модернизацию стратегических отраслей.

Опыт Шэньчжэня показывает, что цифровые двойники эффективно поддерживают переход от «разрозненного планирования» к «комплексной межмасштабной координации», от «решения одного ведомства» к «межведомственному сотрудничеству» и от «одномерного разового предложения» к «виртуально-реальному сосуществованию и сонаправленной эволюции».

Формирование городской низковисотной инфраструктуры «физическое - информационное» и ответы планирования

Хуан Цзиннань (профессор, кафедра городского планирования, Школа городского дизайна, Уханьский университет)

Рост низковисотной экономики вызвал волну строительства низковисотной городской инфраструктуры. Ее изоморфизм «физическое - информационное» требует учитывать глубоко переплетенные сети, сложные пространственно-временные изменения и повышенные требования к резильентности.

В последние годы распространение дронов и электрических летательных аппаратов вертикального взлета и посадки (eVTOL) стимулирует переход городского транспорта от наземной модели к интегрированной воздушно-наземной и вертикально слоистой форме. Низковисотная инфраструктура становится базовым условием и ключевым носителем этой экономики.

Главное отличие низковисотной инфраструктуры от традиционной состоит в том, что она образована двумя системами: физической и информационной. Физические объекты - это площадки взлета и посадки, зарядные станции и другие видимые сооружения; информационная инфраструктура - невидимая цифровая сеть связи и навигации. Только совместная работа обеих систем обеспечивает взлет, посадку и эксплуатацию летательных аппаратов. Несоответствие «есть площадка, но нет сети» или «есть сеть, но нет площадки» является типичной проблемой.

Такой изоморфизм также усиливает ограничения, связанные со сложной застроенной средой. Во-первых, городской низкий воздух - не однородное и статичное двумерное продолжение земли, а высокоплотное и неоднородное трехмерное пространство. Разноуровневые здания создают физические препятствия и ограничения видимости, а также микрометеорологические эффекты: «городские каньонные ветры», вихри следа и сильный сдвиг ветра. Во-вторых, полеты зависят от интегрированной сети связи и восприятия; плотная железобетонная среда и городской шум вызывают затухание сигналов, многолучевое отражение и слепые зоны. В-третьих, низковисотная система постоянно испытывает динамические возмущения от взаимодействия людей и территории: в обычных условиях потоки низковисотной логистики следуют ритмам человеческой активности, а при бедствиях или пожарах сеть может мгновенно перегружаться и парализоваться локально или на всей территории.

Планирование такой инфраструктуры сталкивается и с социальным регулированием и эффектом соседского неприятия. Конфликт прав пространственного использования наиболее очевиден: площадки и зарядные станции часто должны размещаться на крышах, в общественных пространствах сообществ или на фасадах, накладываясь на существующие функции. Необходимо заново определить права использования и механизмы распределения выгод. Кроме того, летательные аппараты входят в жилые зоны на близком расстоянии, а шум, приватность, безопасность и риск падения объектов затрагивают психологическую безопасность жителей и вопросы пространственно-экологической справедливости.

Ответ планирования может включать четыре направления. Первое - преодолеть двумерное землепользовательское мышление и построить метод комплексного анализа земли, подземья, воздуха и их связей. Высота зданий, несущая способность крыш, доступность воздушного пространства, покрытие связи и навигации и электромагнитная среда должны входить в единую

модель пространственной пригодности; алгоритмы ИИ и цифровые двойники могут совместно оптимизировать площадки взлета и маршрутные сети.

Второе - глубоко интегрировать низковысотные площадки с транспортом, медициной, чрезвычайным реагированием и логистикой, формируя компактные смешанные схемы размещения. В обычное время они могут поддерживать коммерческую логистику, а в бедствиях - использовать преимущества быстрых и гибких воздушных маршрутов для аварийных задач. Такое смешанное использование повышает эффективность пространства и резильентность системы.

Третье - включить социальное принятие и пространственную справедливость в ключевые переменные выбора площадок. Количественная оценка шума, приватности, безопасности и других социальных факторов должна быть встроена в многоцелевые модели оптимизации, чтобы снизить сопротивление жителей и не допустить непропорциональных негативных внешних эффектов для уязвимых сообществ.

Четвертое - исследовать новые механизмы координации использования воздушного пространства. Встраивание низковысотной инфраструктуры усложняет отношения пространственных прав, переводя использование пространства от исключительного владения к совместному и составному пользованию. Требуются межрегиональные и межсобственнические механизмы, определяющие права использования воздушного пространства, их распределение и оборот, чтобы перейти от логики «земельной собственности» к управлению «пространственными ресурсами».

Взаимоотражение и симбиоз виртуального и реального города: новая проблематика планировочной дисциплины

Ян Цзюньян (профессор, Школа архитектуры, Юго-Восточный университет)

Более 200 миллионов человек в мире уже проводят в киберпространстве больше времени, чем в реальной жизни. С углублением цифровых двойников, ИИ, метавселенной и других технологий человечество постепенно строит полноценное цифровое киберпространство, а городская форма расширяется от физического измерения к двойному виртуально-реальному измерению. Планировочная дисциплина должна ответить на три вопроса будущих поселений: возможность и механизм построения кибергорода, механизм взаимного отображения кибергорода и реального города, а также переход цифровых технологий от инструмента к цифровой парадигме городского планирования.

1. Кибергород: предсказуемая будущая форма города и отличие ее механизма от физического города

Кибергород - не научная фантастика, а закономерный результат глубокого соединения цифровых технологий и потребностей человеческого расселения. Его механизм построения принципиально отличается от физического города. Физический город основан на агломерации материального пространства, а кибергород - на агломерации данных и отношений. Опираясь на цифровые сети, алгоритмические модели и виртуальные сцены, он преодолевает географические ограничения, становится безграничным, итеративным и многомерным. По сути, это продолжение и реконструкция социальных отношений и деятельностных потребностей в цифровом пространстве, новый социальный простор за пределами географического места.

Различия механизма определяют различия характеристик. Рост физического города жестко ограничен природными условиями и ресурсами, а его морфология формируется постепенно и необратимо. Кибергород строится вокруг «определения правил» и способен быстро менять

пространственную форму и функциональную структуру через алгоритмические итерации, даже симулируя эволюцию физического города по принципу «сначала испытать - потом действовать». Будущий кибергород не будет цифровой копией материального города; это «второй город» с собственной логикой, способный нести виртуальную работу, общение и досуг, а через данные обратно влиять на функционирование физического города.

2. Виртуально-реальное взаимодействие: соединение, обратная связь и механизмы эволюции

Взаимное отображение кибергорода и реального города - не простое копирование «виртуального» на «реальное», а глубокая интеграция через соединение элементов, двустороннюю обратную связь и интерактивную эволюцию. Ее ключ - механизм виртуально-реального соединения. Полная цифровизация элементов физического города является основой взаимодействия; кибергород через алгоритмическую оптимизацию и сценарное моделирование возвращает влияние в реальность, так что социальные правила и функциональные выводы виртуального пространства прямо воздействуют на эволюцию физического города.

Город как сложная мегасистема имеет собственные законы роста. Кибергород также является сложной мегасистемой со своими циклами построения, роста и эволюции. Правила их развития различны, но между ними существует множество соединений. Региональная культура, обычаи и пространственные «гены» реального города сильно влияют на кибергород, тогда как инновации и взаимодействия кибергорода меняют функциональное размещение и эксплуатацию объектов реального города. Значимость такого отображения будет расти, формируя механизмы совместной эволюции.

3. Парадигмальный переход: от цифровых инструментов к цифровой парадигме планирования

Переход от цифровых инструментов к цифровой парадигме - ключевой ответ планирования на рост кибергорода и необходимое условие дисциплинарной трансформации. Долгое время цифровые технологии играли вспомогательную роль: GIS-картирование и статистика поддерживали планирование материального города, но не преодолевали логику доминирования физического пространства. Цифровая парадигма рассматривает цифровое пространство как объект планирования, равный физическому, переносит фокус с «строительства пространства» на «проектирование правил» и формирует систему виртуально-реального сотрудничества.

Это обновление включает три уровня. Во-первых, объект планирования расширяется от материального пространства к двойному «реальному - кибер» пространству, включая права на данные, алгоритмическую этику и границы виртуального пространства. Во-вторых, меняются методы: планирование, основанное на опыте, уступает место цифровым двойникам и городским большим моделям, обеспечивающим виртуальную симуляцию, динамический вывод и оптимизацию в реальном времени. В-третьих, цель повышается от пространственной оптимизации к виртуально-реальному симбиозу: нужно обеспечивать пригодность физического города для жизни и одновременно инклюзивность и безопасность кибергорода, избегая алгоритмических монополий и цифровых изоляций.

Практически это выражается в функциональной взаимодополнительности и динамической координации. Кибергород берет на себя нематериальные функции физического города, такие как удаленная работа, онлайн-образование, досуг и общение, уменьшая пространственное давление. Физический город дает кибергороду материальные носители и реальный опыт. Через мониторинг данных кибергород может заранее распознавать риски физического города - заторы, бедствия,

утечки инфраструктуры - и предлагать решения, а обратная связь реальной практики улучшает его модели и алгоритмы, образуя контур «восприятие - симуляция - решение - оптимизация».

4. Заключение: виртуально-реальный симбиоз и городское планирование в эпоху цифровой цивилизации

Кибергород является парадигмальным обновлением форм человеческого расселения. Планирование кибергорода не отрицает традиционное планирование, а расширяет его содержание. Суть будущего планирования - понять внутренние законы виртуально-реального отображения и уравновесить технологическую рациональность с гуманистическими ценностями. Через проектирование правил нужно регулировать построение и функционирование кибергорода, а через механизмы взаимодействия - обеспечивать совместную эволюцию виртуального и реального пространства. Планировщикам следует выйти за пределы инструментального мышления, соединить восточную мудрость «единства неба и человека» с цифровыми технологиями и позволить кибергороду и физическому городу совместно нести стремление людей к лучшей жизни.

Координация «человек - земля - алгоритм»: реконструкция городского пространства в эпоху ИИ

Чжан Шаньци (доцент, провинциальная ключевая лаборатория городского ИИ и зеленой среды обитания, Школа архитектуры и городского планирования, Нанкинский университет), Чжэнь Фэн (профессор, та же лаборатория и школа)

Технология всегда была важной силой эволюции городских функций и пространственной реконструкции. ИИ нового поколения переводит город от «цифрового управления» к «автономному управлению». В отличие от традиционных технологий умного города, основанных на цепочке «восприятие - передача - знание - контроль», ИИ проявляется в автономном вождении, низковысотной логистике, сервисных роботах и генеративных планировочных агентах; он способен к прогнозному анализу, генеративному выражению и поддержке решений. Город перестает быть пассивным пространственным носителем внешних запросов и постепенно становится сложной системой, которая непрерывно корректируется и самооптимизируется под алгоритмическим воздействием. Городское пространство переходит от производственной системы, где доминировали отношения человека и земли, к генеративной системе координации человека, земли и алгоритма.

Во-первых, ИИ через механизмы прогнозирования и рекомендаций перестраивает пространственное восприятие и решения жителей. Традиционное понимание города опиралось прежде всего на пространственные элементы; после вмешательства ИИ оно все больше строится на реальных данных, алгоритмах и советах агентов. Автономное вождение и низковысотная логистика показывают этот сдвиг: они уменьшают часть рисков и расширяют доступность услуг, но одновременно создают новые тревоги, связанные с отказами систем, падениями, неясной ответственностью и недостаточным реагированием. Чувство пространственной безопасности переходит от избегания физического риска к многоаспектной оценке алгоритмической предвзятости, приватности и надежности технологии. Генеративный ИИ снижает порог участия граждан в получении планировочной информации и выражении пространственных запросов, но если индивидуальный опыт постепенно заменяется алгоритмическими интерпретациями и персональными рекомендациями, восприятие пространства может незаметно направляться логикой платформ и капитала.

Во-вторых, ИИ через генерацию и оптимизацию меняет способ производства городского пространства. Автономное вождение, беспилотная доставка и низковысотная логистика перестраивают дорожные системы, парковочные структуры и складско-распределительные узлы, переводя инфраструктуру от статического размещения к сетевой динамической реакции. На этой основе генеративный ИИ входит в проектирование, сравнение вариантов и общественные консультации, превращаясь из вспомогательного инструмента в соавтора пространственных схем. Это повышает эффективность производства пространства, но приносит и структурные риски: обучение на видимых и высококонверсионных образцах может приводить разные районы к похожим формам и потребительским сценам, усиливая гомогенизацию и ослабляя локальность. Замещение профессиональных задач в проектировании, вождении и доставке расширяет проблему пространственного производства до вопросов труда и распределения.

В целом влияние ИИ на городское пространство движется от локального внедрения к системной реконструкции. Его механизм расширяется от повышения эффективности к полной перестройке пространственной организации, социальных отношений и управленческих структур. С одной стороны, соединение прогнозирования, генерации и решения переводит городское функционирование от реакции после события к предварительному предвидению и динамической диспетчеризации. С другой стороны, перенос рисков, размывание приватности, пространственная гомогенизация и накопление алгоритмической предвзятости показывают, что город ИИ не обязательно ведет к лучшему пространственному порядку.

При быстром развитии технологий институциональное обеспечение отстает, и напряжение между технологической мощью и общественной ценностью усиливается. Ответ планирования не должен ограничиваться подключением инструментов; он должен перейти к институциональной и методологической перестройке для управленческих сценариев. Необходимо включить алгоритмические правила, потоки данных и платформенные механизмы в системы пространственного анализа и контроля; построить показатели мониторинга и оценки воздействия ИИ на пространство, выявляющие алгоритмически обусловленное неравенство; использовать многоагентное моделирование и генеративные модели для прогнозирования эволюции пространства при разных траекториях технологического вмешательства. Только эффективный интерфейс между технологической эволюцией и общественной ценностью позволит ИИ стать силой качественного городского развития и модернизации пространственного управления.

Вызовы планирования в контексте городов ИИ

Янь Лунсюй (доцент, Колледж архитектуры и городского планирования, Университет Тунцзи)

Новая технологическая трансформация, основанная на больших данных, ИИ и инфраструктуре вычислительных мощностей, переводит города от «умных городов» к более глубоким «городам ИИ». Технология уже не просто прикреплена к городскому функционированию как инструмент; она становится базовой силой, которая перестраивает пространственную структуру, функциональное размещение и работу города. Ниже кратко рассматриваются вызовы планирования с точки зрения пространственной структуры, размещения и использования.

1. Вызовы макропланирования пространственной структуры

На макроуровне главная особенность ИИ и связанных технологий состоит в резком снижении стоимости потоков факторов, что делает их быстрее и доступнее и подрывает древовидную структуру «центр - периферия», основанную на физическом расстоянии и транспортных издержках.

Со стороны центростремительных сил традиционная городская экономика объясняла центр эффектами масштаба и агломерации, возникающими из пространственной близости. После выноса производства центры все больше опираются на производственные услуги и высокоуровневую коммерцию, которым нужны личное общение, разнообразная среда и сложные сети взаимодействий. Однако удаленное сотрудничество, облачные вычисления и цифровые двойники ослабляют зависимость от близости. Разработка программ, AI-приложения и услуги данных могут координироваться в распределенных условиях, поэтому их зависимость от традиционного центра снижается. Будут ли эти функции снова концентрироваться в нескольких узлах, образуя «цифровые центры», или распределяться шире, существенно повлияет на эволюцию городской структуры.

Со стороны центробежных сил теория центральных мест основана на ограничении зоны обслуживания географическим расстоянием. Но при ИИ и цифровой экономике производственные услуги, сетевое потребление и платформенная экономика уходят от четкой пространственной зоны обслуживания. Через цифровые платформы городские узлы могут обслуживать национальные и глобальные рынки, а их «рыночная зона» больше не ограничена расстоянием. Узлы, способные расширять сферу обслуживания, получают преимущества масштаба вне традиционной иерархии.

При нестабильности центростремительных и центробежных сил городско-сельские и центральные системы станут более динамичными и сложными. Главный вызов планирования - в условиях технологической неопределенности описать новые модели пространственной организации, выявить механизмы структурной эволюции и сформировать ориентирующие макрорамки. Это требует междисциплинарных исследований и длительного накопления опыта.

2. Вызовы идее функционального зонирования

На мезоуровне развитие городов ИИ подрывает идею пространственной организации, основанную на функциональном зонировании. Современное планирование возникло в индустриальную эпоху и исходило из того, что разные функции имеют конфликтующие внешние эффекты, а пространственное разделение повышает эффективность и безопасность. Поэтому зоны жилья, промышленности, торговли и общественных услуг долго были основой пространственной организации.

ИИ и связанные технологии, однако, вновь соединяют функции производства и жизни. Автоматизация, интеллектуальное производство и беспилотные системы уменьшают зависимость промышленности от специфических местных условий и ослабляют внешние эффекты вроде загрязнения и шума; промышленные зоны становятся легче и менее ощутимыми. Одновременно удаленная работа, платформенная экономика и цифровое производство контента встраивают производственную деятельность в жилые и общественные пространства, придавая пространству жизни производственные свойства. Распознавание спроса, мгновенная доставка и распределенные сервисные сети опускают торговлю, логистику и общественные услуги в жизненные круги и узлы сообществ. Город переходит от нескольких функциональных центров к многоузловой и ближней системе услуг.

При ограниченном новом пространстве и инерционном существующем фонде такая функциональная перестройка ставит практические вызовы. Существующее зонирование плохо вмещает высокосмешанные и динамические комбинации, а крупные пространственные

изменения дороги. Нужно заново понять смысл «зонирования»: перейти от жесткого разделения к «нетреховой» организации, поддерживающей сосуществование функций, совместимость и гибкость. Это не только вопрос формы, но и трансформация логики контроля.

3. Вызовы конкретного пространственного использования и контроля

На микроуровне наиболее прямой эффект города ИИ проявляется в перестройке способов использования пространства и ослаблении систем контроля. С глубоким включением ИИ в городское функционирование пространства производства и потребления реорганизуются. Торговые, общественные и сервисные пространства, а также транспорт все больше зависят от данных реального времени: общественное пространство может гибко конфигурироваться по спросу, коммерческие объекты менять содержание работы по потокам людей, транспортные системы оптимизировать потоки алгоритмически.

Городское пространство становится гибким и отзывчивым: одно и то же место выполняет разные функции в разные периоды. Однако существующее планирование по-прежнему основано на статическом контроле использования через категории земли, показатели и нормы. Такая система исходит из относительной стабильности функций и плохо адаптируется к динамическому и смешанному использованию. На практике уже появляются серые зоны согласования новых форм бизнеса, а жесткий контроль ограничивает обновление города, переустройство зданий и повторное использование пространства.

Ключевой вопрос - переход от «статического контроля» к «динамическому управлению». Нужно сократить единообразные запреты, ввести более гибкие категории использования и создать институциональное пространство для временных и смешанных функций. Одновременно цифровые средства должны обеспечивать мониторинг и динамическое регулирование в реальном времени, повышая адаптивность пространства при защите безопасности и общественного интереса.

В целом города ИИ перестраивают логику генерации и механизмы работы городского пространства. На макроуровне система центров становится более динамичной и нестабильной; на мезоуровне размываются границы функционального зонирования и пространство движется к смешанным и распределенным формам; на микроуровне использование пространства становится более гибким, а традиционный контроль рискует потерять эффективность. Перед лицом этих изменений планированию нужны не только новые технические инструменты, но и глубокая институциональная корректировка. Иначе говоря, город ИИ - это не только технологическая тема, но и отправная точка трансформации планировочной парадигмы.

Примечание: порядок участников не означает иерархии. Часть материала незначительно сокращена из-за ограничений объема.

Доработано: май 2026 г.

Перевод выполнен при содействии ИИ