

Пространства городской динамики: переход от доктрины роста к структурализму

ЧЖЭН Дэгао, ЧЖАН Кан, ЛИ Пэнфэй

Аннотация. По мере углубления урбанизации города сталкиваются с новыми вызовами в сфере движущих сил развития и с глубокими пространственными преобразованиями. В рамках традиционной «доктрины роста» городское развитие опиралось прежде всего на ускоренную индустриализацию, быструю урбанизацию и производную от них динамику рынка недвижимости; пространственным выражением этих факторов становились новые города и новые районы. Однако с переходом городов в эпоху структурализма, где ведущую роль играет городское обновление, существенно меняются как сами движущие силы, так и их пространственные носители. На основе историко-сравнительного подхода и анализа практик стратегического планирования на разных этапах развития городов показано, что «пространства городской динамики» являются ключевой переменной трансформации планирования. В новой ситуации основные источники развития связаны с инновациями, вызванными изменением способов производства, с потреблением и культурой, формируемыми трансформацией образа жизни, а также с сетевыми эффектами, обусловленными развитием информационных технологий. Соответствующие этим функциям новые пространства городской динамики и закономерности формирования их застроенной среды будут оказывать существенное влияние на пространственное развитие городов.

Ключевые слова: городская динамика; пространства городской динамики; доктрина роста; структурализм.

Классификационный индекс китайских библиотек: TU984. Код документа: А. DOI: 10.16361/j.urpf.202503003. Номер статьи: 1000-3363 (2025) 03-0016-09.

* Национальная ключевая программа исследований и разработок «Теории и методы планирования, строительства и управления на основе устойчивого развития городов» (№ 2022YFC3800200).

1 Введение: новые движущие силы городского развития

В последние годы опубликовано немало работ [1-3], обобщающих достижения и проблемы почти сорокалетней практики городского планирования и строительства в Китае. Их общая цель — определить, сохраняют ли применимость прежние модели и логика развития. Авторы настоящей статьи также предложили предварительную периодизацию на основе понятий «доктрина роста» и «структурализм», однако ключевая переменная этих моделей — «пространства движущих сил городского развития» — ранее не была рассмотрена подробно. На протяжении почти четырех десятилетий после начала реформ и открытости двумя основными факторами выступали ускоренная урбанизация и индустриализация. Быстрая урбанизация концентрировала население в городах, расширяла рынок труда и стимулировала недвижимость. В 1978-2023 гг. уровень урбанизации в Китае вырос с 18 до 66 %, городское население — со 170 до 930 млн человек, а средняя обеспеченность жильем — с 6,7 м² до примерно 40 м² на человека; чистый прирост жилого фонда составил около 36 млрд м². Быстрая индустриализация обеспечивала концентрацию производств, рост производительности и мощный импульс экономическому развитию: за 45 лет валовой объем промышленного производства увеличился с 162,2 млрд до 39,9 трлн юаней. Совместное действие урбанизации и индустриализации способствовало расширению городов и массовому распространению планирования, ориентированного на увеличение масштаба, которое обычно характеризуется как планирование в логике «роста».

Однако с наступлением второй половины урбанизационного цикла, на фоне экономического спада, ослабления демографического дивиденда, перепроизводства и усиления ресурсно-экологических ограничений, традиционная модель теряет устойчивость. Земельная политика переходит от внешнего

расширения к управлению уже освоенными территориями, а внутреннее обновление становится важнейшим способом оптимизации пространства, реализации стоимости и возобновления оборота капитала. Города переживают окно перехода от доктрины роста к структурализму, поэтому исследование новых факторов и соответствующих им пространств приобретает особое значение. Ошибочная оценка городских драйверов или создание неэффективных пространств ведет к трудноокупаемым вложениям и повышает стоимость последующей корректировки. Кроме того, до сих пор не сложилась системная рамка изучения пространств городской динамики: теоретическая база практического планирования, методов идентификации и закономерностей эволюции остается недостаточной. В этих условиях необходимо заново осмыслить источники городского развития, а также принципы планирования и проектирования пространств, в которых эти источники реализуются.

Статья опирается на китайские и зарубежные теоретические основания исследования пространств городской динамики. С одной стороны, обобщается почти тридцатилетний опыт планирования ряда крупных китайских городов и сопоставляются механизмы формирования таких пространств в эпохи роста и структурализма. С другой стороны, на основе многоисточниковых больших данных рассматриваются их закономерности и способы поиска и устойчивой активации новых городских драйверов посредством научно обоснованного и инновационного предложения в сфере пространственного планирования. Сопоставление теории и практики позволяет уточнить понимание источников городской динамики и механизмов ее пространственной организации, предложить градостроителям и исследователям новые аналитические инструменты и тем самым содействовать формированию более жизнеспособных, эффективных и устойчивых городов [4-5].

2 Обзор исследований пространств городской динамики

Теория городской динамики (Urban Dynamics) была сформулирована Дж. Форрестером в 1960-е гг. как применение системной динамики к городским системам [6]. Впервые город рассматривался как целостная система, в которой исследуются динамические связи между населением, жилищным фондом, числом предприятий, налоговыми ставками и их влиянием на привлекательность города [7]. Важное направление этой школы связывает движущие силы города с пространством и тем самым формирует исследование пространств городской динамики. Близкая проблематика развивается в экономической географии, анализирующей закономерности пространственной концентрации хозяйственной деятельности. По мере расширения возможностей сбора и обработки данных получили распространение и исследования городской жизненности на основе больших данных. В широком смысле современная литература образует три основных направления: городские исследования, производные от системной динамики; экономико-географический подход; анализ городской жизненности на основе больших данных.

2.1 Подход городских исследований: анализ механизмов городской динамики

Школа городских исследований объединяет различные подходы к формированию, тенденциям развития и функциям города. Многие авторы [8-12] расширяют экономическое понимание городской динамики — от роста экономики и населения к пространственной экспансии, включая расширение застроенной территории, внутреннюю реорганизацию пространства, непрерывные процессы урбанизации и экономического роста, а также изменение землепользования и земного покрова (табл. 1). Чжан Тинвэй [8] связывает пространственные изменения с совместным действием государственной политики, экономики и общества. У Чжицян и соавт. [12], а также Hamdy и соавт. [9], уделяя больше внимания механизмам изменения пространственной структуры, выделяют иностранные инвестиции, транспортную доступность, планировочное положение, сервисную инфраструктуру и природную среду. Несмотря на различия в акцентах, в этих исследованиях отчетливо прослеживается экономическая, социальная и экологическая логика.

Данное направление также рассматривает связь городской динамики с комплексной конкурентоспособностью. Хуан Япин [13] определяет ее как единство экономических, демографических, социальных и экологических сил. Ма Ли и соавт. [14], Ван Сяогуан и соавт. [15] формируют многоуровневые системы показателей, различая эндогенные и экзогенные факторы, рынок и государство, и анализируют влияние ресурсно-экологической базы, производственной и потребительской активности, технологических инноваций, инфраструктуры, торговли, финансов и иных направлений политики.

Таблица 1. Обобщение механизмов городской динамики в рамках городских исследований

Автор(ы)	Определение городской динамики	Механизмы и движущие факторы
ZHANG Tingwei [8]	Расширение застроенной территории и внутренняя пространственная реорганизация	Государственная политика, рыночные силы и местное сообщество.
Hamdy O. et al. [9]	Изменение землепользования и земного покрова	Доступность, планировочное положение, объекты обслуживания и природная среда.
De la Luz Hernández-Flores M. et al. [33]	Урбанизация и процессы, преобразующие ландшафт или влияющие на него	Социальное благополучие, рост населения, миграция, возраст обучения, занятость во вторичном и третичном секторах, расстояния до карьеров, школ, городской территории и дорог.
MA Haitao et al. [11]	Рост населения, освоение земли, экономическое и социальное развитие	Промышленная политика и государственные инвестиции; рынок, финансы и потребление; наука и технологии; внешняя торговля; транспорт; институциональная открытость.
WU Zhiqiang [12]	Землепользование	Иностранные инвестиции, доступность, планировочное положение, объекты обслуживания и природная среда.
HUANG Yaping [13]	Цели городского строительства, ориентированные на максимальную совокупную эффективность и согласованное развитие	Распространение технологий и информации, миграция населения, движение капитала, функции управления, естественный прирост и развитие экономических факторов.
MA Li et al. [14]	Городской рост	Человеческий капитал; НИОКР и инновации; активность национальных предприятий; внутреннее потребление; поддержка природной и социальной среды.

Автор(ы)	Определение городской динамики	Механизмы и движущие факторы
WANG Xiaoguang et al. [15]	Городская экономическая жизненность	Агломерация, инновации, рыночная активность, устойчивость, результаты развития и способность к внешнему влиянию.
JLL, City Momentum Index 2019	Быстрая и непрерывная урбанизация и экономический рост	Экономический выпуск, авиасвязность, розничные продажи, штаб-квартиры компаний, ПИИ; население; коммерческая недвижимость, аренда, офисы, торговля, гостиницы, сделки и прозрачность рынка.

2.2 Экономико-географический подход: закономерности пространственной концентрации экономической деятельности

Экономическая география изучает прежде всего закономерности пространственной концентрации хозяйственной деятельности. Исследования взаимного усиления экономического роста и промышленной агломерации по существу связывают городские движущие силы с пространством. Этот тезис был сформулирован Martin и соавт. [16] и Baldwin и соавт. [17], а затем развит в теории внешних экономий Marshall, теории промышленного размещения Weber, работах Fujita и соавт. [19] об экономической агломерации и региональном развитии, эмпирическом исследовании Brühlhart и соавт. [20] по Европе, а также в китайских исследованиях дельты Янцзы и прибрежных городских поясов [21-24]. Их общий вывод заключается в положительной связи между экономическим развитием и степенью промышленной концентрации: пространства, сформированные агломерационными эффектами, существенно повышают производительность труда и эффективность городского развития.

Переход от индустриального к постиндустриальному обществу воспроизводит сходные закономерности в экономике знаний. Новым центром внимания становится концентрация инноваций, культуры и других нематериальных ресурсов. Romer отмечает, что компании, стремясь к возрастающей отдаче от масштаба, обусловленной инновациями, предпочитают инвестировать в территории с высокой инновационной активностью, что усиливает концентрацию экономического роста [25]. Китайские исследования региональных инновационных сетей и инновационной структуры дельты Янцзы [26-29] также подтверждают тесную связь между развитием регионов и городов и концентрацией инновационных факторов. Пространства, образованные университетами, исследовательскими институтами и наукоемкими производствами, отличаются плотными внутренними и внешними сетями и высокой способностью к обмену знаниями. На основе данных по 222 городам Chen Jianjun и соавт. [30] предложили теоретическую рамку производственных услуг и подчеркнули роль информационного развития в формировании агломераций. Культурные и творческие индустрии также стали важной характеристикой национального и регионального развития [31]; Jiang Ling и соавт. [32] показывают, что их концентрация в целом дает положительные эффекты — совместное использование ресурсов, снижение издержек и усиление инноваций.

2.3 Подход городской жизненности: распределение и механизмы формирования

По мере накопления больших данных, отражающих активность горожан, часть исследований городской динамики сосредоточилась на концентрации людей, используя, например, тепловые карты Baidu и данные геолокационных отметок в социальных сетях. В центре внимания оказалась городская «жизненность». Huang и соавт. [34], Zhou и соавт. [35], Yu и соавт. [36] используют в качестве

критериев общую экономическую и социальную результативность [37-40] либо такие объекты, как кофейни, небольшие предприятия питания и культурная инфраструктура. Теоретически эти работы восходят главным образом к представлению Джейн Джейкобс о жизненности района: городская жизненность проявляется в разнообразии деятельности и качестве мест повседневной жизни и зависит от социально сформированного скопления людей.

Помимо оценки жизненности, исследователи анализируют, каким образом характеристики городской формы способствуют разнообразной и насыщенной жизни. Ориентируясь на теорию пяти параметров застроенной среды (5D), они оценивают влияние плотности, дизайна, разнообразия, доступности и других факторов на концентрацию людей. Рост доступности пространственно-временных данных, превосходящих традиционную статистику по возможностям картографирования городской активности, привел к распространению количественного моделирования для разных периодов — рабочие дни, ночь, выходные — и территорий — исторические кварталы, набережные, улицы. Li и соавт. [41] применили пространственные регрессионные модели (OLS, Moran, GTWR) для оценки влияния плотности, дизайна, разнообразия и доступности на жизненность Шэньчжэня в разные периоды. Xuan Wei и соавт. [42], используя модель OSR и географически взвешенную регрессию, исследовали в Хэфэе влияние численности жителей, функциональной структуры, городской среды и транспортного дизайна. Wang Bo и соавт. [43] проанализировали «многоузловую» структуру жизненности центрального Гуанчжоу через положение, функциональную смешанность и плотность. В целом эти работы преимущественно оценивают силу отдельных факторов и предлагают рекомендации по оптимизации существующего пространства, что делает их особенно значимыми для городского обновления.

2.4 Ограничения существующих исследований

Несмотря на значительный прогресс трех направлений — городских исследований, экономической географии и анализа жизненности, — каждое из них имеет ограничения. Городские исследования чаще посвящены определению показателей и содержания городской динамики; экономико-географические работы нередко сосредоточены на связях между городами, а не на городе как самостоятельном объекте; исследования жизненности преимущественно описывают текущее состояние на основе данных. Их общая слабость — недостаток анализа с позиции практического городского планирования. Исследования пространств динамики отделены от конкретной планировочной деятельности и потому ограниченно поддерживают практику.

Настоящее исследование, опираясь на имеющиеся результаты, исходит прежде всего из опыта планировщиков. Оно возвращается к стратегическим планам последних тридцати лет, сопоставляет решения ряда мегаполисов и крупных городов и анализирует, как на разных этапах определялись движущие силы и их пространственные носители.

3 Трансформация пространств городской динамики в практике: структуралистская перспектива

Исторический опыт Китая показывает, что города находятся в критической точке перехода от масштабного расширения к городскому обновлению. Эта трансформация проявляется на многих уровнях и вновь ставит два вопроса: каковы новые движущие силы городского развития и где расположены пространства, способные их поддержать? Иначе говоря, где находятся пространства городской динамики новой эпохи?

Ответ предлагается с двух позиций: каким образом практики планирования решали эту проблему после начала реформ и открытости и какие общие закономерности можно извлечь из конкретного опыта. В предыдущей работе, посвященной современным потребностям и инновациям в планировании [44], «рост» и «структурализм» были представлены как две базовые логики; настоящая статья развивает эту концепцию.

В эпоху роста развитие города зависело главным образом от внешних факторов: быстрой урбанизации, ускоренной индустриализации и неэластичности. Они выражались в устойчивом росте экономики и населения и в массовом спросе на недвижимость. Планирование ориентировалось на строительство новых городов и районов, а скачкообразное расширение масштаба было одной из основных стратегий.

В структуралистскую эпоху три традиционных двигателя перестают быть воспроизводимыми. Быстрая индустриализация уступает инновационному развитию; урбанизация вступает во вторую половину цикла, приток населения сокращается, а часть городов начинает сжиматься; рынок недвижимости переходит к новой модели, основанной на принципе «жилье предназначено для проживания, а не для спекуляции». Важнейшей особенностью становится городское обновление: общий объем относительно стабилен, но структура активно меняется. Новые движущие силы связаны с производительными силами нового качества — инновациями, возникающими из преобразования способов производства; потреблением и культурой, вызванными изменениями образа жизни; сетевой динамикой, порождаемой информационными технологиями. Эти процессы глубоко перестраивают пространства городской динамики и структуру города.

Таблица 2. Сравнение городского развития и планирования в логике доктрины роста и структурализма

Параметр	Доктрина роста	Структурализм
Проявление циклов	Согласованное направление длинного, среднего и короткого циклов	Противоречия между длинным, средним и коротким циклами
Доминирующая логика	Синхронизация циклов и рост совокупного объема	Колебания циклов и структурная эволюция
Движущие силы	Индустриализация, урбанизация и неэластичность	Инновации, потребление, культура и сетевые эффекты
Источники возможностей	Поиск возможностей в увеличении объема	Поиск возможностей в структурных изменениях
Планировочный запрос	Новые города, новые районы и развитие через расширение	Городское обновление, сетевизация и полицентрическая структура
Характерные примеры	Харбин, Сунбэй (1996); Фучжоу (2011-2020); пространственная стратегия Пекина (2003)	Ухань 2049; Ханчжоу 2050; Шанхай 2035; Гуанчжоу 2049

3.1 Практика эпохи роста

Современная критика городского и сельского планирования во многом объясняется рассогласованием между системой дисциплинарных знаний и переходом от роста к структурализму. В период быстрой индустриализации и урбанизации земельные финансы и доходы от земли стимулировали пространственное расширение и строительство новых районов. Логика планирования была относительно простой, а сама дисциплина переживала период бурного развития. Ниже кратко рассмотрены несколько стратегических планов, в которых участвовали авторы.

3.1.1 Источники динамики: быстрая урбанизация и индустриализация

В 1990-2015 гг. китайские города находились в восходящей фазе экономического цикла, а глобализация создавала в целом благоприятную внешнюю среду. Индустриализация и приток населения были двумя ведущими факторами. Количественный рост побуждал города перестраивать пространственную структуру и активно планировать новые города, районы и зоны развития (табл. 3).

3.1.2 Спрос и предложение пространств динамики: расширение новых городов и формирование новых центров

Центральные районы старых городов, ограниченные пространством и традиционными формами застройки, не могли удовлетворить спрос, возникший вследствие быстрой урбанизации и индустриализации. Поэтому расширение через новые города стало ключевой задачей. Планирование сосредоточилось на полицентрических структурах и способах строительства новых городов, обеспечивая пространственную опору для роста промышленности и населения.

Еще до разработки пространственной стратегии Гуанчжоу 2000 г. Китайская академия городского планирования и проектирования в 1996 г. приступила к плану развития нового района Сунбэй в Харбине. На ранней стадии глобализации усиливалось сотрудничество в Северо-Восточной Азии, многие японские и южнокорейские компании выходили на региональный рынок. Сочетая эти геоэкономические возможности с потребностями урбанизации и индустриализации, план предложил «перейти через реку на север и развивать Сунбэй». Административный центр, зона приграничной торговли и международный транспортный узел должны были поддержать превращение Харбина в важный центр международной торговли Северо-Восточной Азии. Это был характерный пример создания нового района.

Пространственная стратегия развития Пекина, разрабатывавшаяся с 2003 г., исходила из четырех целей: столица великой державы, мировой город, культурный город и комфортный для жизни город. Она предлагала разгрузить чрезмерно концентрированные функции центральной части и построить крупный новый город Юнлэ в коридоре Пекин-Тяньцзинь. Генеральный план Пекина 2016 г. впоследствии переориентировал развитие на городской субцентр Тунчжоу, но сохранил основную логику упорядоченного роста через периферийные новые города.

Таблица 3. Городские движущие силы и проектирование пространств динамики в эпоху роста

Город	Функциональное позиционирование	Пространственная структура
Харбин	Крупный центр производства, торговли, финансов и транспорта Северо-Восточной Азии; научный и культурный город	Развитие за рекой с приоритетом нового города Сунбэй.
Фучжоу	Национальный историко-культурный город; политический центр Фуцзяни; центр и ворота северной части экономической зоны западного берега Тайваньского пролива; крупный порт юго-восточного побережья	Развитие на восток и юг, вдоль реки и к морю; субцентр Наньтай и прибрежный новый город.
Пекин	Столица великой державы, мировой город, культурный город и комфортный для жизни город	Двойной крест, два города и несколько ядер; первоначальный приоритет Юнлэ, затем субцентр Тунчжоу.

3.1.3 Результаты и выводы

За более чем двадцать лет сформировался ряд новых городов и районов с четкой промышленной специализацией, относительно полной инфраструктурой и сервисными функциями; многие из них превратились в зрелые субцентры или специализированные города. Они эффективно отвечали на запросы периода роста и продемонстрировали значение пространств городской динамики. Вместе с тем, по мере ослабления урбанизации и индустриализации, некоторые районы, построенные чрезмерно быстро, стали примерами опережающей урбанизации земли по сравнению с

урбанизацией населения и концентрации малоэффективных видов использования. Сегодня они являются приоритетными объектами корректировки и оптимизации. Логика спроса на движущие силы и их пространственные носители изменилась и требует своевременного пересмотра.

3.2 Практика структуралистской эпохи

3.2.1 Источники динамики: доминирование разнообразных отраслевых факторов

Экономическое развитие страны и города одновременно зависит от экономических циклов и положения в процессе догоняющего развития. Циклы определяют, находится ли экономика в высокой или низкой фазе, а положение догоняющего развития — опирается ли рост на промышленное заимствование или на передовые инновации. Сегодня Китай сталкивается с разнонаправленным действием длинных, средних и коротких циклов и с более сложной внешней средой. Страна переходит от догоняющей индустриализации к новому типу индустриализации, основанному на инновациях. После достижения уровня урбанизации 66 % отчетливо проявилось замедление недвижимости. Следовательно, индустриализация, урбанизация, рынок недвижимости и городское пространство одновременно вступили в фазу структурной перестройки.

3.2.2 Спрос и предложение пространств динамики: формирование специализированных и дифференцированных территорий

В ответ на сложную и нестабильную среду Центральная конференция по городской работе 2015 г. призвала соблюдать закономерности городского развития и комплексно координировать пять ключевых направлений. Новая планировочная практика сосредоточилась на функциональном позиционировании и реорганизации пространственной структуры, что побудило авторов сформулировать переход от роста к структурализму.

Методы функционального позиционирования существенно развились. Под влиянием теорий мирового города и цепочек создания стоимости большее значение приобрело положение города в глобальных и региональных сетях, особенно его способность к контролю и влиянию. Шанхай выдвинул цель стать «выдающимся мировым городом», а Ухань — «национальным городом-центром».

Переход к структурализму также выдвинул на первый план корректировку пространственной структуры. Шанхай первым сформулировал принцип нулевого чистого прироста земель под застройку и стратегию, включавшую распространение влияния центра, совместное развитие двух крыльев, усиление новых городов и преобразование северной и южной частей. В исследованиях пространственного развития Шанхая на период 14-й пятилетки были дополнительно выделены «приоритетные зоны» и «потенциальные зоны» как важнейшие пространства динамики (табл. 4).

Таблица 4. Городские движущие силы и пространства динамики в планах структуралистского периода

Город	Функциональное позиционирование	Пространственная структура
Шанхай	Выдающийся мировой город; экономический, финансовый, морской, торговый и научно-инновационный центр	Распространение влияния центра; развитие двух крыльев; усиление новых городов; преобразование севера и юга.
Ханчжоу	Мировой город с уникальной привлекательностью; историко-культурный город, город инноваций и столица экологической цивилизации	Десять инновационных кругов, десять кругов привлекательности и групповая городская кооперация.

Город	Функциональное позиционирование	Пространственная структура
Ухань	Более конкурентоспособный и устойчивый мировой город; усиление инновационных, финансовых, торговых и высокотехнологичных производственных функций	Эффективно связанный центральный город и четыре специализированные периферийные группы; три оси, два главных центра и четыре субцентра.
Гуанчжоу	Международный торговый центр; национальная база передового производства; национальные ворота; важный узел международных научно-технологических инноваций	Южное расширение к двум морям, восточное развитие вдоль двух рек, обновление старого города и демонстрационное развитие стратегических узлов.

3.2.3 Результаты и выводы

Переход от планирования роста к структуралистскому планированию основан прежде всего на преобразовании городских движущих сил и переопределении их пространственных носителей. Города стремятся укрепить способность к контролю и влиянию в глобальных и региональных сетях и определить функции, способные поддерживать долгосрочное развитие. Мегаполисы и крупные города уделяют больше внимания инновациям и реальной экономике, в том числе ведущей роли головных предприятий производственных цепочек, а также функциям транспортных узлов, производственных услуг, торговли и культуры.

Эти функции находятся с пространством в отношениях адаптации, сопряжения и взаимного усиления. Поэтому необходимо оптимизировать сочетание движущих факторов и пространства, согласовать функции с пространственной формой и обеспечить соответствующие инфраструктурные сети и ресурсы. Новые пространства динамики отличаются от традиционной модели «центр - субцентр»: они обслуживают не только периферию, но и концентрируют ключевые функции глобальной конкуренции. Выявление закономерностей таких пространств, создание новой системы центров и формирование более устойчивой системы городской динамики становятся важнейшими задачами планирования.

4 Углубленное изучение закономерностей пространств городской динамики на основе многоисточниковых данных

У Чжицян и соавт. [45] отмечают, что неоднородные многоисточниковые городские данные позволяют выявлять характеристики и закономерности, которые трудно обнаружить посредством одного лишь человеческого наблюдения. В статье предлагается аналитическая модель, разлагающая функционирование пространств городской динамики на три задачи. Первая — конфигурация факторов и выявление определяющих элементов. Вторая — точная идентификация посредством количественной классификации и машинного обучения. Третья — анализ сопряжения идентифицированных пространств с застроенной средой для оценки ее влияния и совершенствования планирования.

В качестве объекта исследования выбран Шанхай. Методика построена следующим образом. На основе текущих тенденций выделяются пять новых типов пространств динамики. В соответствии с основными факторами производства оценка ведется по трем измерениям — кадры, предприятия и объекты инфраструктуры. Сначала неконтролируемое обучение используется для выявления зон концентрации; затем полу-контролируемое обучение определяет ключевые факторы и границы категорий; наконец, анализ сопряжения форм застройки и распределения пространств динамики выявляет наиболее тесно связанные морфологические типы.

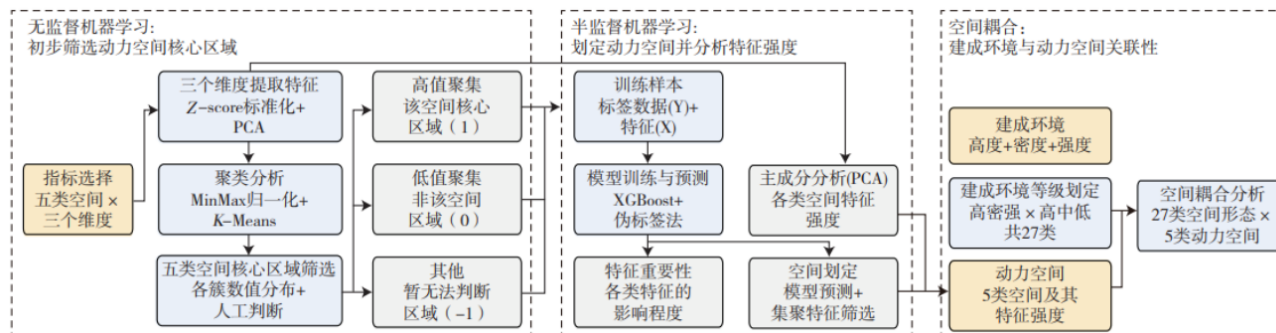


Рисунок 1. Исследовательская схема и техническая последовательность анализа пространств городской динамики

4.1 Конфигурация факторов пространств городской динамики

Первый этап идентификации посвящен основным факторам. Система оценки строится вокруг кадров, предприятий и объектов инфраструктуры (табл. 5). Вся территория Шанхая разбивается на сетку 200 × 200 м; данные по каждому показателю привязываются к ячейкам, образуя массив, охватывающий пять категорий пространств динамики и три измерения.

Переменные каждой категории сначала редуцируются и классифицируются для получения непрерывного результата идентификации. Затем модель оценивает вклад отдельных факторов и показывает специфическую конфигурацию каждого типа. Предварительные результаты свидетельствуют, что кадровые показатели оказывают заметно большее влияние, чем показатели предприятий и инфраструктуры. Концентрация рабочей силы часто сопровождается концентрацией соответствующих отраслей; производительность и инновационный потенциал кадров выступают центральным условием формирования и развития пространств динамики. По мере накопления компетенций и роста обслуживаемых отраслей их уровень и конкурентоспособность существенно повышаются.

Таблица 5. Основные показатели идентификации пространств городской динамики

Тип пространства динамики	Измерение	Показатели
Коммерческий центр	Кадры	Работники общественного питания и гостиничного сектора; потоки, связанные с покупками, гостиницами, индустрией красоты, гастрономией, семейным досугом и спортом.
Коммерческий центр	Предприятия	Предприятия оптовой и розничной торговли; размещения и общественного питания.
Коммерческий центр	Объекты	Объекты оптовой и розничной торговли; коммерческие и деловые услуги.
Центр передового производства	Кадры	Квалифицированные рабочие и производственный персонал.
Центр передового производства	Предприятия	Промышленные предприятия.
Центр передового производства	Объекты	Объекты научных исследований и технических услуг.

Тип пространства динамики	Измерение	Показатели
Центр производственных услуг	Кадры	Финансовые специалисты; офисные работники; высокообразованные занятые; потоки, связанные с финансовой деятельностью.
Центр производственных услуг	Предприятия	Информационные, программные и технологические компании; финансы; аренда и деловые услуги; научные исследования и технические услуги.
Центр производственных услуг	Объекты	Финансы и страхование; научно-технические услуги; коммерческие и деловые услуги.
Узловая зона	Кадры	Потоки, связанные с транспортной инфраструктурой.
Узловая зона	Предприятия	Транспорт, складирование и почтовые услуги.
Узловая зона	Объекты	Транспортная, логистическая и складская инфраструктура.
Культурно-творческий центр	Кадры	Работники досуга и туризма; потоки, связанные с отдыхом, туристическими объектами и спортом.
Культурно-творческий центр	Предприятия	Предприятия культуры, спорта и развлечений.
Культурно-творческий центр	Объекты	Спортивные и досуговые объекты.

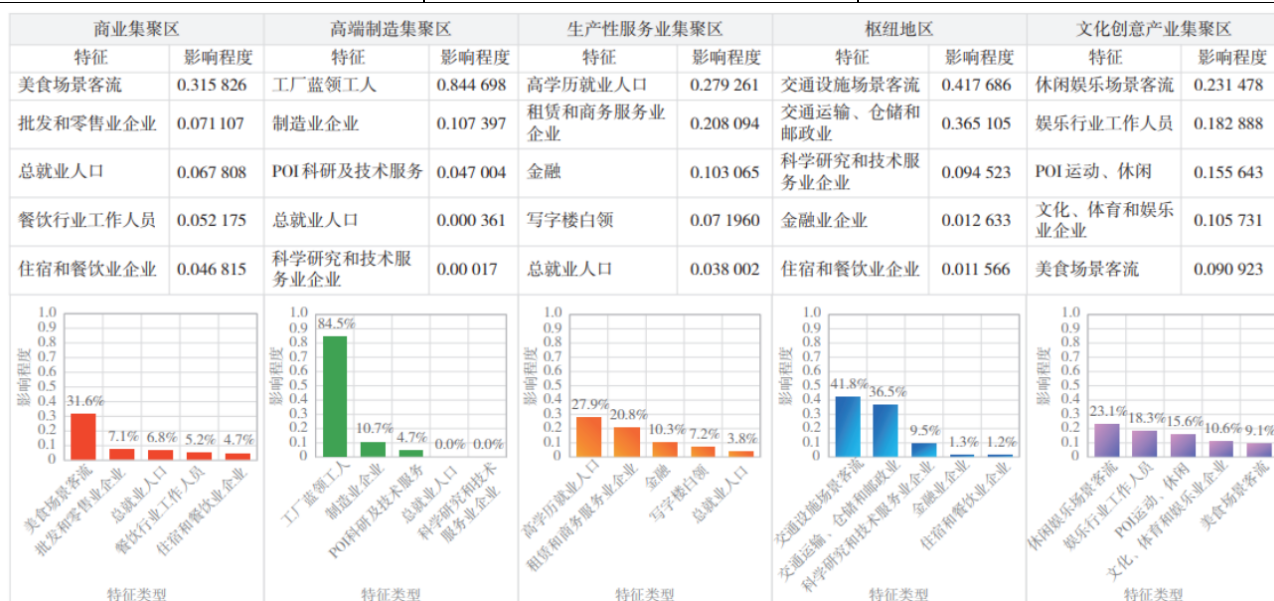


Рисунок 2. Пять наиболее значимых переменных модели XGBoost для пяти типов пространств городской динамики Шанхая

4.2 Точная идентификация пространств городской динамики

После предварительного выделения пяти категорий для каждой из них устанавливаются собственные пороговые значения с учетом пространственной непрерывности и функциональной целостности. В Шанхае коммерческие пространства динамики занимают около 58,16 км², или 0,76 % территории города; пространства производственных услуг — около 46,72 км², или 0,60 %; пространства передового производства — около 215,36 км², или 2,8 %.

Наложение пяти категорий показывает наличие большого числа многофункциональных пространств, особенно в центральной части города: коммерческих комплексов, комплексов производственных услуг и культурно-творческих комплексов. Пространства передового производства, напротив, в большей степени распределены по периферии.

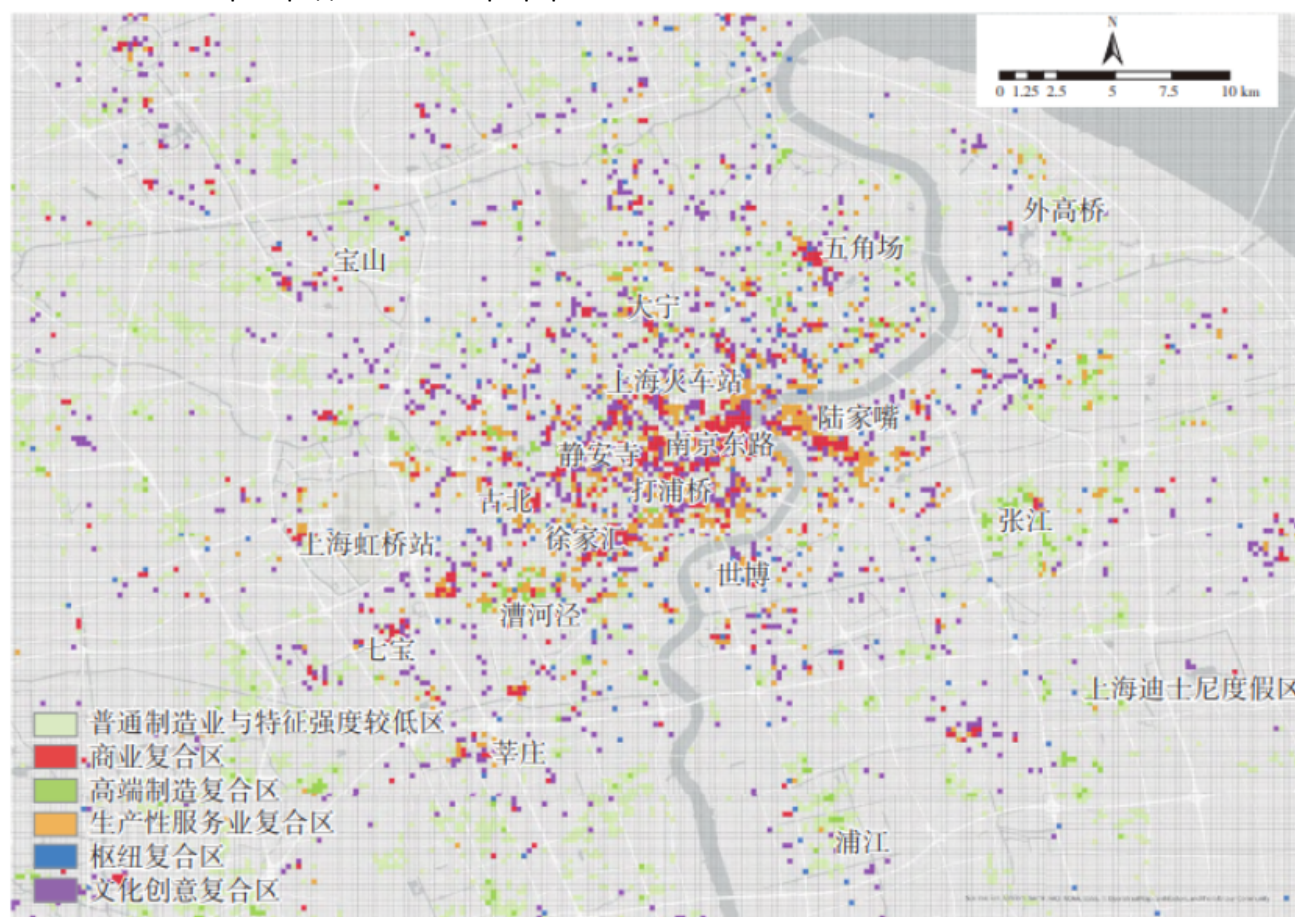


Рисунок 3. Пространственные характеристики пяти типов комбинированных пространств городской динамики в Шанхае

4.3 Сопряжение пространств городской динамики и застроенной среды

Для совершенствования планирования и строительства пространств городской динамики необходимо исследовать их связь с застроенной средой. Хотя понятие застроенной среды весьма широко, в работе используется упрощенная оценочная сетка, основанная на высоте, плотности и интенсивности [46–48]. Кластеризация позволяет определить различные формы застройки, после чего они сопоставляются с пространствами динамики.

Высота, плотность и интенсивность делятся на высокий, средний и низкий уровни, образуя 27 пространственных типов. Их сопоставление с пятью категориями выявляет ряд закономерностей. Культурные функции, часто размещенные в исторических кварталах или бывших промышленных районах, характерны для среды со средней или низкой высотой, плотностью и интенсивностью. Коммерческие пространства распространены шире и встречаются в разных типах застройки. Производственные услуги теснее связаны со средне- и высокоинтенсивной средой: концентрация

компаний, доступные транспортные сети и богатые трудовые ресурсы создают для них благоприятную основу.

На практике требования к коэффициенту использования территории, высоте и интенсивности застройки по-прежнему преимущественно предназначены для регулирования формы вновь осваиваемых районов и недостаточно учитывают соответствие городским движущим силам. В результате спрос на функции и предложение пространства слабо сопряжены, фактическая эксплуатация расходится с планировочными ожиданиями, а многие территории испытывают трудности с полноценным функционированием и ростом стоимости. Динамическое планирование, способное корректировать пространственную организацию и инфраструктуру вслед за изменением движущих сил, помогло бы лучше согласовать застроенную среду и пространства динамики. Вместе с тем представление застроенной среды только через высоту, плотность и интенсивность остается ограниченным; последующие исследования должны расширить набор показателей и глубже раскрыть закономерности сопряжения.

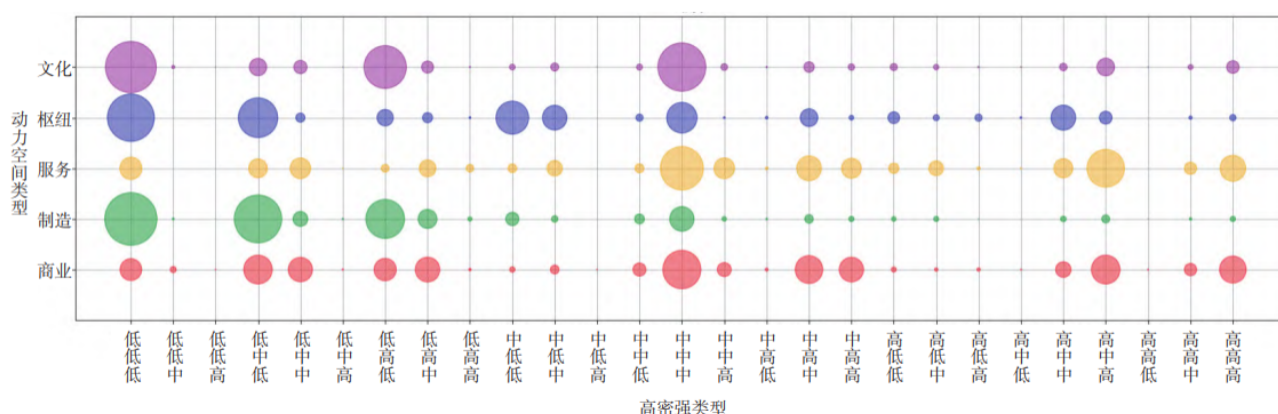


Рисунок 4. Распределение пяти типов пространств городской динамики Шанхая в 27 категориях застроенной среды

5 Заключение

По мере углубления урбанизации города сталкиваются с новыми вызовами в сфере движущих сил и с масштабными пространственными преобразованиями. Это предъявляет новые требования к дисциплине планирования: необходимо систематизировать теоретический и практический опыт, чтобы точнее направлять будущие действия. В традиционной модели роста основными двигателями были быстрая индустриализация, ускоренная урбанизация и недвижимость, а пространственное развитие концентрировалось на строительстве новых городов, районов и зон развития на периферии.

С переходом к структурализму три традиционных двигателя постепенно утрачивают воспроизводимость. Перестройка и модернизация производственной системы ориентируются на производительные силы нового качества и более разнообразные эндогенные факторы — инновации, услуги, культуру и другие новые функции. Они ищут новые точки пространственного сопряжения и становятся ключевыми узлами пространств динамики новой эпохи. Эти изменения существенно повлияют на структуру города, направления обновления и планирование территорий возможностей.

Анализ перехода от роста к структурализму, теоретическое и практическое изучение пространств городской динамики и исследование их связей с застроенной средой призваны предоставить градостроителям и исследователям новые перспективы и инструменты. Предложенная рамка остается поисковой и требует дальнейшей коллективной разработки.

Список литературы

- [1] WU Zhiqiang, LIU Xiaochang, ZHAO Gang, et al. От экстенсивного расширения к повышению пространственной эффективности: ключевые показатели оценки городского управления [J]. Urban Planning Forum, 2021(5): 15-22. [на китайском языке]
- [2] SHEN Mingrui, WANG Ziqing, CUI Gonghao. Метрополитенские районы Китая: теоретические истоки и практика планирования [J]. Urban Planning Forum, 2023(2): 57-66. [на китайском языке]
- [3] WANG Shifu, YI Zhikang, ZHANG Xiaoyang. Размышления и перспективы трансформации городского обновления в Китае [J]. Urban Planning Forum, 2023(1): 20-25. [на китайском языке]
- [4] WU Zhiqiang, ZHENG Di, DENG Hong. Итерация определяющих факторов стратегических пространств метрополии [J]. Urban Planning Forum, 2020(5): 9-17. [на китайском языке]
- [5] WU Zhiqiang. Будущие направления градостроительной дисциплины в свете «Human Settlements III» [J]. Urban Planning Forum, 2016(6): 7-12. [на китайском языке]
- [6] MOODY H. T. Городская динамика: обзор модели городской территории Дж. У. Форрестера [J]. Economic Geography, 1970, 46(4): 620-626.
- [7] BEUMER L., VAN GAMEREN A., VAN DER HEE B., et al. Исследование формальной структуры моделей городской динамики Дж. У. Форрестера [J]. Urban Studies, 1978, 15(2): 167-177.
- [8] ZHANG Tingwei. Трансформация пространственной структуры китайских городов в 1990-е годы и ее движущие механизмы [J]. City Planning Review, 2001(7): 7-14. [на китайском языке]
- [9] HAMDY O., et al. Анализ движущих сил городского роста с применением моделей IDRISI Selva: пример Абу-эль-Риш - Асуан [J]. International Journal of Engineering and Technology, 2018, 9(3): 226-232.
- [10] HERNÁNDEZ-FLORES M. L., et al. Движущие силы урбанизации и угрозы расширения мегаполиса: пример периферии Мехико [J]. Habitat International, 2017, 64: 109-122.
- [11] MA Haitao, CAI Liyan, YANG Jinkun, et al. Процессы развития и движущие силы шести крупных городов Центральной Азии в условиях глобализации [J]. World Regional Studies, 2023, 32(4): 1-13. [на китайском языке]
- [12] WU Zhiqiang, JIANG Nan. Эмпирическое исследование теории глобализации: пространственные особенности освоения земель в Шанхае [J]. Urban Planning Forum, 2000(4): 38-46. [на китайском языке]
- [13] HUANG Yaping. Обзор и обсуждение теорий движущих сил городского развития [J]. Journal of Chang'an University (Architecture and Environmental Science), 1991(1): 38-49. [на китайском языке]
- [14] MA Li, DAO Lingzhi, CHENG Lisha, et al. Комплексная оценка эндогенных движущих сил и поддерживающей способности центральных городов Китая [J]. Economic Geography, 2019, 39(2): 64-72. [на китайском языке]
- [15] WANG Xiaoguang. Городская экономическая жизненность: характеристики, система оценки и рекомендации [J]. Regional Economic Review, 2022(1): 130-138. [на китайском языке]
- [16] MARTIN P., OTTAVIANO G. Рост и агломерация [J]. International Economic Review, 2001, 42(4): 947-968.
- [17] BALDWIN R. E., FORSLID R., MARTIN P., et al. Экономическая география и государственная политика [M]. Princeton: Princeton University Press, 2003.
- [18] KRUGMAN P. История и размещение промышленности: случай производственного пояса [J]. American Economic Review, 1991, 81(2): 80-83.
- [19] FUJITA M., THISSE J. F. Экономика агломерации: города, размещение промышленности и региональный рост [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

- [20] BRÜLHART M., MATHYS N. A. Отраслевые агломерационные эффекты в панели европейских регионов [J]. *Regional Science and Urban Economics*, 2008, 38(4): 348-362.
- [21] FAN Jianyong, ZHU Guolin. Эволюция региональных различий в Китае и их структурная декомпозиция [J]. *Management World*, 2002(7): 37-44. [на китайском языке]
- [22] JIN Yu, CHEN Zhao, LU Ming. Региональная промышленная агломерация в Китае: экономическая география, новая экономическая география и экономическая политика [J]. *Economic Research Journal*, 2006(4): 79-89. [на китайском языке]
- [23] LIANG Qi. Разделение труда и локальная специализация в обрабатывающей промышленности Китая: международное сравнение [J]. *The Journal of World Economy*, 2004(12): 32-40. [на китайском языке]
- [24] LUO Yong, CAO Lili. Эмпирическое исследование эволюции уровня агломерации обрабатывающей промышленности Китая [J]. *Statistical Research*, 2005(8): 22-29. [на китайском языке]
- [25] YU Dongyun, ZHENG Lifeng. Промышленная агломерация, концентрация инноваций и городская экономическая динамика: данные по дельте Янцзы [J]. *East China Economic Management*, 2013, 27(3): 65-69. [на китайском языке]
- [26] MA Xuan, ZHENG Degao, ZHANG Zhenguang, et al. Переосмысление функциональной структуры дельты Янцзы через сети предприятий новой экономики [J]. *Urban Planning Forum*, 2019(3): 58-65. [на китайском языке]
- [27] ZHENG Degao, MA Xuan, LI Pengfei, et al. Сравнительное исследование инновационных коридоров дельты Янцзы на основе оценочной системы 4C [J]. *Urban Planning Forum*, 2020(3): 88-95. [на китайском языке]
- [28] ZHANG Zhenguang, MA Xuan. Организационные характеристики промышленного пространства метрополитенского региона Шанхая и рекомендации по планированию [J]. *Planners*, 2023, 39(4): 28-35. [на китайском языке]
- [29] LI Yingcheng, YANG Yuhua, MA Haitao. Микромеханизмы формирования многоуровневых инновационных сетей в дельте Янцзы с позиции пространственной близости [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2023, 78(8): 2074-2091. [на китайском языке]
- [30] CHEN Jianjun, CHEN Guoliang, HUANG Jie. Агломерация производственных услуг и факторы влияния с позиции новой экономической географии: данные по 222 городам Китая [J]. *Management World*, 2009(4): 83-95. [на китайском языке]
- [31] BAO Feng. Исследование развития кластеров культурных и творческих индустрий Китая [D]. Чанчунь: Цзилиньский университет, 2013. [на китайском языке]
- [32] JIANG Ling, WANG Liling. Анализ выгод агломерации культурных и творческих индустрий: на примере Пекина [J]. *China Soft Science*, 2016(4): 176-183. [на китайском языке]
- [33] DE LA LUZ HERNÁNDEZ-FLORES M., et al. Движущие силы урбанизации и угрозы расширения мегаполиса: пример периферии Мехико [J]. *Habitat International*, 2017, 64: 109-122.
- [34] HUANG X., HUANG X. F., JIANG P. H., et al. Применимая система оценки городской жизненности на основе многоисточниковых данных: эмпирическое исследование агломерации дельты Жемчужной реки с использованием BPNN [J]. *Land*, 2022, 11(11): 1901. DOI: 10.3390/land11111901.
- [35] ZHOU Y. Q., ZHOU Y. Q., HE X., et al. Магазины бабл-ти, кофейни, городская жизненность и развитие: пространственно-временной анализ крупнейших городов Китая по данным ночного освещения [J]. *Remote Sensing*, 2023, 15(4): 903. DOI: 10.3390/rs15040903.
- [36] YU Y. Как плотность и типология кварталов влияют на городскую жизненность: поисковый анализ Шэньчжэня [J]. *Urban Geography*, 2018, 39(6): 631-652.

- [37] WANG N., WU J., LI S., et al. Пространственные особенности городской жизненности и влияние на них застроенной среды на основе многоисточниковых данных: пример Шэньчжэня [J]. *Tropical Geography*, 2021, 41(7): 1280-1291.
- [38] YANG Y., WANG H., QIN S., et al. Анализ городской жизненности Нанкина на основе нейросетевой взвешенной регрессионной модели по границам участков [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2022, 11(12): 624. DOI: 10.3390/ijgi11120624.
- [39] WU W., DANG Y., ZHAO K. Пространственные характеристики городской жизненности на основе многомерного восприятия [J]. *Journal of Geo-information Science*, 2022, 24(10): 1867-1882.
- [40] TA N., ZENG Y., ZHU Q., et al. Связь между застроенной средой и городской жизненностью в центральной части Шанхая на основе больших данных [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2020, 40(1): 60-68.
- [41] LI Z., ZHAO G. Пространственно-временная неоднородность связи между застроенной средой и городской жизненностью в Шэньчжэне [J]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 2023, 12(10): 433.
- [42] XUAN Wei, YAO Yuchao, ZHAO Liwei, et al. Механизмы влияния застроенной среды на пространственное распределение городской жизненности по многоисточниковым данным [J]. *Science Technology and Engineering*, 2023, 23(26): 11349-11363. [на китайском языке]
- [43] WANG Bo, LEI Yaqin, WANG Chenggang, et al. Пространственно-временная неоднородность влияния застроенной среды на городскую жизненность: анализ на основе больших данных [J]. *Scientia Geographica Sinica*, 2022, 42(2): 274-283. [на китайском языке]
- [44] ZHENG Degao, MA Xuan, ZHANG Kang. Современные потребности планирования и инновации практики [J]. *City Planning Review*, 2023, 47(11): 10-19. [на китайском языке]
- [45] WU Zhiqiang, GAN Wei, LIU Zhaohui, et al. Город искусственного интеллекта: теория и архитектура модели [J]. *Urban Planning Forum*, 2022(5): 17-23. [на китайском языке]
- [46] LU Xiaobo. Первичное исследование количественного анализа городской формы на основе пространственных больших данных мегаполисов Китая [D]. Юго-Восточный университет, 2019. [на китайском языке]
- [47] SHI Beixiang, YANG Junyan. Метод крупномасштабного морфологического анализа на платформе ГИС: высота, плотность и интенсивность центральных районов мегаполиса [J]. *Urban Planning International*, 2019, 34(2): 111-117. [на китайском языке]
- [48] ZHENG Degao, DONG Shumin, LIN Chenhui. Необходимость и стратегии регулирования застройки «средней плотности» в крупных городах [J]. *Urban Planning International*, 2021, 36(4): 1-9. [на китайском языке]

Перевод при содействии ИИ