Научная статья

УДК 72.032.5

# ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДАНИЙ ТРАНСПОРТНО-ПЕРЕСАДОЧНЫХ УЗЛОВ: ТИПОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

**Еремеева Виктория Александровна, кандидат технических наук, Южно-Уральский государственный университет, Россия, Челябинск, eremeeva.viktoria@mail.ru**

**Аннотация.** Формирование комфортной городской среды неразрывно связано с развитием транспортно-пересадочных узлов, чья архитектура выходит за рамки утилитарного обслуживания пассажирских потоков. Отсутствие системной типологии, учитывающей закономерности движения пешеходов и особенности ориентирования в пространстве, снижает качество проектирования транспортно-пересадочных узлов. В статье предложена многомерная архитектурно-типологическая модель, объединяющая пространственную конфигурацию здания, динамику пассажиропотока и визуальную проницаемость интерьеров. Методологическую основу составили агентное моделирование, шкала уровня обслуживания и визуальный графический анализ. По результатам анализа двенадцати реализованных объектов, в том числе детального изучения четырех узлов, выявлены закономерности влияния планировочных решений на удобство ориентирования и пропускную способность. Установлено, что понятная планировка и визуальная связность конкорсов сокращают время пересадки и снижают когнитивную нагрузку на пассажиров. Кроме того, показано, что объемно-пространственные характеристики, такие как высота потолков и интеграция естественного освещения, не влияют на скорость движения толпы, но критически важны для психофизиологического комфорта и пространственной ориентации. Разработанные типологические рекомендации позволяют перейти от интуитивных решений к проектированию транспортно-пересадочных узлов, основанному на результатах анализа. Это обеспечивает

необходимый баланс между организацией скоростного транзита и созданием полноценного, безопасного общественного пространства, интегрированного в городскую ткань.

**Ключевые слова:** транспортно-пересадочный узел, архитектурная типология, пассажирские потоки, агентное моделирование, визуальный графический анализ, навигационная читаемость, доказательное проектирование, пространственная конфигурация.

Original article

# SPATIAL ORGANIZATION OF BUILDINGS OF TRANSPORTATION HUBS: TYPOLOGICAL ANALYSIS

**Eremeeva Viktoria Aleksandrovna, Candidate of Technical Sciences, South Ural State University, Chelyabinsk, Russia, eremeeva.viktoria@mail.ru**

**Abstract.** The creation of a comfortable urban environment is inextricably linked to the development of transport hubs, whose architecture extends beyond the utilitarian service of passenger flows. The lack of a systematic typology that considers the physics of pedestrian movement and the cognitive aspects of navigation significantly reduces the quality of designed facilities. This article proposes a multidimensional architectural typological model that integrates the spatial configuration of a building, passenger flow dynamics, and the visual permeability of its interiors. The methodological framework consists of agent-based modeling, a service level scale, and visual graphical analysis. Using twelve completed projects and a detailed study of four hubs, patterns in the influence of planning solutions on navigational legibility and throughput are identified. It is established that the intuitive spatial geometry and visual connectivity of concourses reduce transfer times and reduce the cognitive load on passengers. Furthermore, it is shown that volumetric and spatial characteristics, such as ceiling height and the integration of natural light, do not affect crowd flow speed but are critical for psychophysiological comfort and spatial

orientation. The developed typological recommendations allow for the creative concept of architectural design for transport hubs to be transformed from intuitive solutions to evidence-based design. This ensures the necessary balance between the organization of rapid transit and the creation of a full-fledged, safe public space integrated into the urban fabric.

**Keywords:** transport hub, architectural typology, passenger flows, agent-based modeling, visual graphical analysis, navigational readability, evidence-based design, spatial configuration.

**Введение.** Современная градостроительная практика демонстрирует устойчивую тенденцию к трансформации традиционных транспортных станций в комплексные транспортно-пересадочные узлы [1]. Если ранее архитектура вокзалов и станций ориентировалась на задачи посадки и высадки пассажиров, то сегодня при создании подобных объектов архитекторы вынуждены решать принципиально иные задачи [2]. Европейские исследовательские инициативы, в частности проект NODES, подчеркивают, что подлинная интермодальность достигается созданием условий для беспрепятственного и комфортного перемещения человека по всей цепочке его поездки [3-5]. В этом контексте проектирование ТПУ выходит за рамки инженерно-технических задач и становится одним из инструментов развития прилегающих городских территорий.

Несмотря на активное строительство подобных объектов, в отечественной и зарубежной архитектурной науке до сих пор не сформирована системная типология ТПУ. Существующие подходы к классификации зачастую опираются на устаревшие критерии, такие как вместимость, количество обслуживаемых маршрутов или этажность, игнорируя при этом ключевые пространственные характеристики [6-8]. Ключевая проблема состоит в том, что действующие классификации не учитывают специфику движения пассажирских потоков и когнитивные аспекты навигации внутри сложных архитектурных сред.

Проектировщики вынуждены опираться на интуитивные решения или адаптировать типовые проекты торговых центров и аэропортов, что неизбежно ведет к возникновению дезориентирующих пространств и снижению качества транспортной мобильности.

Опираясь на современные урбанистические исследования, авторы рассматривают ТПУ как многомерное городское пространство, объединяющее транспортные и общественные функции. Опираясь на концепции, развитые в урбанистических исследованиях последних лет, мы рассматриваем ТПУ как многомерное городское пространство. Архитектурная форма такого здания должна одновременно отвечать трем взаимосвязанным, но порой конфликтующим требованиям. Объект функционирует как пересадочный хаб, где главной задачей становится минимизация временных затрат на транзит. Одновременно он выступает в роли станции, обеспечивающей эффективные связи с окружающей городской тканью [9]. Наконец, что особенно важно для творческой концепции архитектурной деятельности, ТПУ интегрируется в общественное пространство города, становясь местом притяжения и формирования новой городской идентичности [10].

Успешное воплощение этих трех функций напрямую зависит от того, насколько точно архитектурно-планировочная структура здания отражает физику движения пешеходов. Традиционный подход, основанный на расчете кратчайших геометрических расстояний, оказывается недостаточным. Как показывают исследования в области синтаксиса пространства, поведение людей в сложных транспортных средах диктуется не только физической дистанцией, но и конфигурацией улично-дорожной сети и визуальной проницаемостью интерьеров [11-13]. Человек интуитивно выбирает хорошо просматриваемые маршруты с понятным направлением движения. Поэтому при проектировании ТПУ следует применять визуальный графический анализ, чтобы оценивать обзорность пространства и согласовывать интуитивно выбираемые пассажирами маршруты с наиболее удобными путями перемещения.

Таким образом, отсутствие типологии, базирующейся на динамике пассажирских потоков и принципах пространственной навигации, тормозит развитие архитектурного проектирования транспортно-пересадочных узлов. Дальнейшее совершенствование творческих концепций в этой области требует перехода от чисто функционального зонирования к созданию адаптивных сред, где планировочная структура здания диктуется законами человеческой мобильности и визуального восприятия. Целью данного исследования является разработка архитектурно-типологических принципов формирования ТПУ, которые позволят согласовать требования к быстрому перемещению пассажиров с задачей создания комфортной, безопасной и эстетически выразительной городской среды.

**Обзор источников академической литературы.** Трансформация традиционных транспортных станций в комплексные транспортно-пересадочные узлы (ТПУ) кардинально изменила подходы к их архитектурному проектированию. Если ранее исследования посвящались исключительно инженерному обеспечению посадки и высадки пассажиров, то сегодня архитектура подобных объектов рассматривается как инструмент интеграции транспортных систем и городской среды. В фундаментальных работах, посвященных интермодальности, подчеркивается, что простое физическое совмещение различных видов транспорта не гарантирует эффективности [14-16]. Европейская исследовательская инициатива NODES убедительно демонстрирует, что подлинная интермодальность достигается за счет создания непрерывной и комфортной цепочки перемещения человека, где здание способствует развитию общественной жизни и повышению безопасности.

Несмотря на активное возведение подобных сооружений, в архитектурной науке отсутствует системная типология, учитывающая когнитивные аспекты навигации и физику пассажирских потоков. Существующие классификации, как правило, опираются на вместимость, этажность или количество обслуживаемых маршрутов, игнорируя пространственную конфигурацию. Исследователи, такие

как Л. Бертолини, указывают на необходимость разделения понятий «станция» как точки доступа и «пересадочный узел» как пространства взаимодействия [17]. Однако предложенные ими рекомендации остаются на уровне градостроительных принципов, не предоставляя архитекторам конкретного инструментария для формообразования. Анализ литературы показывает, что взаимосвязь между архитектурно-планировочной структурой здания, динамикой пешеходных потоков и визуальной проницаемостью интерьеров изучена фрагментарно, что требует разработки многомерной типологической модели [18], [19].

**Методологическая и теоретическая база исследования.** Преодоление ограничений традиционного деления ТПУ на подземные, надземные и гибридные требует формирования многомерной матрицы признаков. В основу методологии положен комплексный подход, объединяющий теорию пространственного синтаксиса, методы агентного моделирования и принципы эргономики пешеходного движения. Для оценки качества среды применяется шкала уровня обслуживания (LOS), разработанная Дж. Фруином, позволяющая дифференцировать показатели плотности потока в режимах штатной эксплуатации и экстренной эвакуации.

Ключевым инструментом анализа пассажирских потоков выступает агентное моделирование с использованием программных комплексов MassMotion и AnyLogic. Чтобы исключить зависимость результатов исключительно от теоретических допущений, расчетные модели в обязательном порядке проходят валидацию посредством натурных обследований. Калибровка осуществляется на основе данных видеонаблюдения и автоматических подсчетов пассажиров, что позволяет достичь высокой точности симуляции поведения толпы. Архитектурные параметры при этом разделяются на две группы: регулирующие пропускную способность (ширина конкорсов, конфигурация эскалаторных групп) и формирующие восприятие (высота потолков, объемно-пространственная структура).

Навигационная читаемость оценивается методом визуального графического анализа, позволяющим определить площадь пространства, видимого из заданной точки. Данный показатель напрямую соотносится с наблюдаемыми поведенческими метриками: количеством точек принятия решений, временем поиска направления и частотой ошибок маршрута. Факторы архитектурного комфорта, связанные с освещением и акустикой, оцениваются по измеримым показателям: коэффициенту естественной освещенности (КЕО) и времени реверберации звука, влияющему на разборчивость речевых сообщений.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Разработка типологической модели началась с анализа двенадцати реализованных объектов, различающихся по масштабу и географическому расположению. На основе собранных данных была сформирована многомерная матрица, позволяющая классифицировать ТПУ по совокупности пространственных и функциональных признаков (таблица 1).

Таблица 1 - Многомерная типологическая матрица транспортно-пересадочных узлов

| Классификационный признак | Категория 1 | Категория 2 | Категория 3 |
|---|---|---|---|
| Глубина и вертикальность | Поверхностные (до 10 м) | Заглубленные (10–30 м) | Глубокого заложения (свыше 30 м) |
| Схема конкорса | Линейная (галерейная) | Центрическая (холловая) | Разветвленная (узловая) |
| Структура пересадок | Горизонтальная (в одном уровне) | Вертикальная (межуровневая) | Смешанная (многоярусная) |
| Наличие общественных функций | Транзитные | Буферные (кафе, киоски) | Интегрированные (торговля, культура) |
| Визуальная связность | Высокая (сквозная видимость) | Средняя (зонирование) | Низкая (лабиринтная структура) |

Источник: разработано автором.

Для подробного анализа из общей выборки были отобраны четыре объекта, представляющие разные типы пространственной организации: ТПУ «Селигерская» (Москва), вокзальный комплекс Аточа (Мадрид), станция King’s Cross (Лондон) и узел Marienplatz (Мюнхен). Анализ этих зданий позволил выявить специфические закономерности взаимодействия архитектуры и потоков

(рисунок 1).

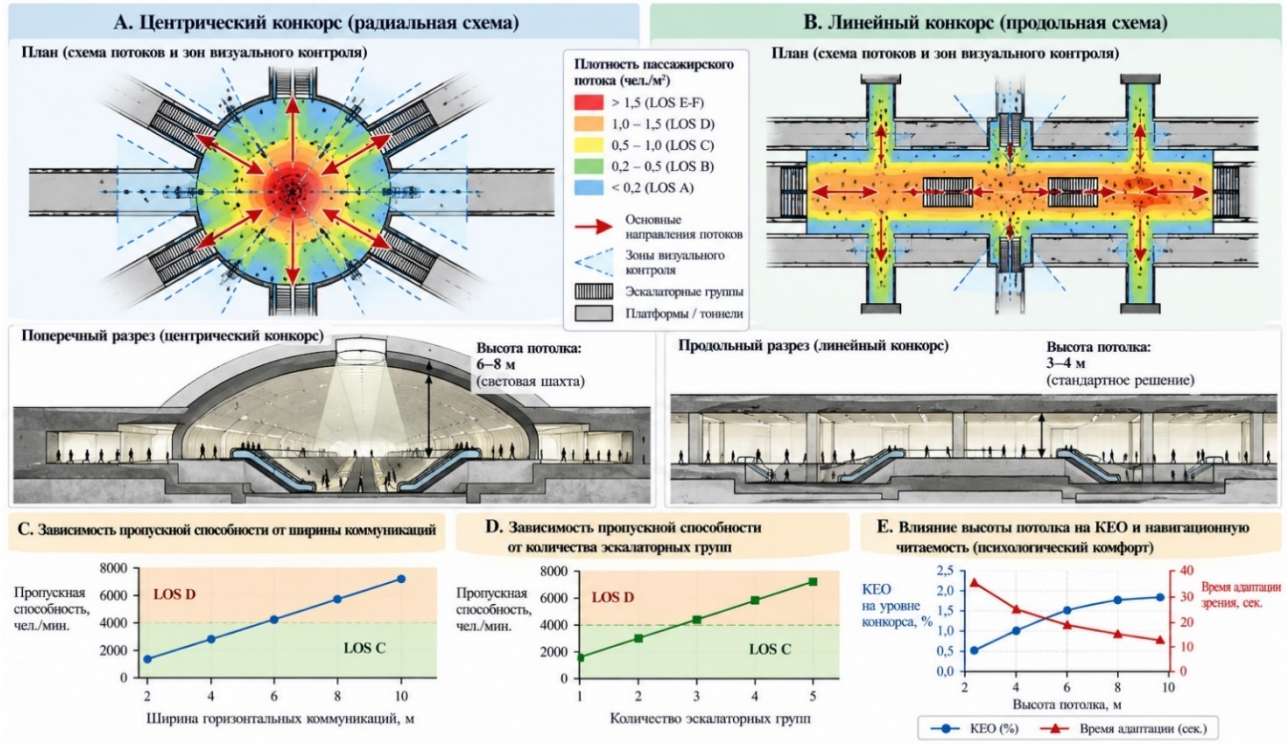



Рисунок 1 - Графическая интерпретация влияния архитектурных параметров на уровень обслуживания (LOS) и навигационную читаемость (источник: разработано автором)

Агентное моделирование пассажирских потоков показало, что пропускная способность линейно зависит от ширины горизонтальных путей движения и количества эскалаторных групп, а плотность потока соответствует уровням обслуживания LOS C и LOS D. В то же время высота потолка не оказывает прямого влияния на скорость движения, однако выступает критическим фактором психологического комфорта и визуальной ориентации. В заглубленных узлах, таких как «Селигерская» и Marienplatz, увеличение высоты подземных вестибюлей до 6-8 метров позволяет интегрировать световые шахты. Это повышает КЕО на нижних уровнях до 1,5-2%, что субъективно снижает ощущение замкнутого пространства и уменьшает время адаптации зрения при выходе на поверхность.

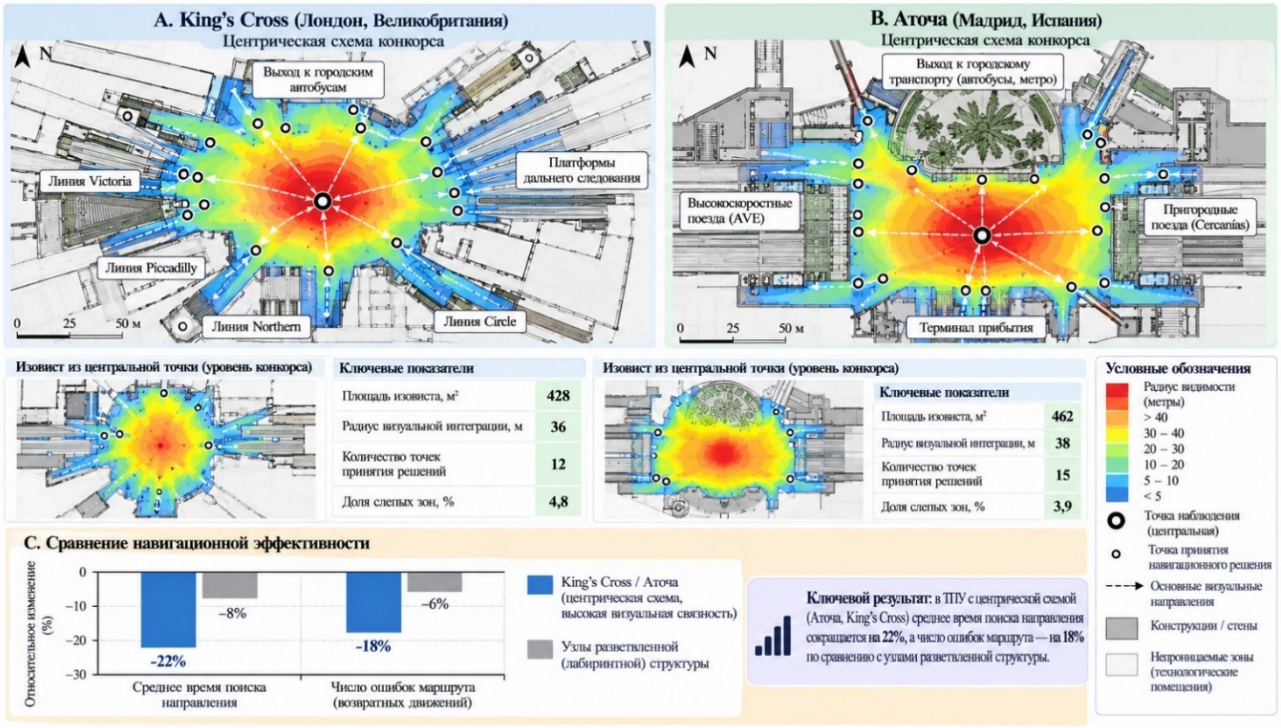



Рисунок 2 - Карты изовистов для ТПУ King's Cross и Аточа, демонстрирующие разницу в радиусах визуальной интеграции и количестве точек принятия навигационных решений (источник: разработано автором)

Анализ визуальной проницаемости подтвердил, что интуитивная геометрия пространства напрямую снижает когнитивную нагрузку на пассажира. В объектах с центрической схемой конкорса и высокой визуальной связностью (Аточа, King's Cross) площадь изовиста из центральной точки превышает 400 квадратных метров, а количество слепых зон минимизировано. Натурные наблюдения за поведением людей в этих зданиях зафиксировали сокращение среднего времени поиска направления на 22% и снижение числа ошибок маршрута (возвратных движений) на 18% по сравнению с узлами разветвленной структуры. В таких пространствах цветовая маркировка и тактильные указатели дополняют пространственную навигацию, тогда как в помещениях со сложной планировкой они становятся основными средствами ориентации.

Акустический комфорт в условиях высокого пассажиропотока требует строгого архитектурного контроля. Применение звукопоглощающих материалов на потолочных поверхностях и перфорированных панелей на стенах позволяет снизить время реверберации (RT) с критических 4,5 секунд до нормативных 1,2–

1,5 секунд. Это обеспечивает разборчивость служебных объявлений (показатель STI выше 0,6) даже в условиях фонового шума, создаваемого движущимися эскалаторами и толпой (таблица 2).

Таблица 2 - Сравнительные метрики архитектурной среды и навигационной эффективности исследуемых ТПУ

| Объект исследования | Тип конкорса | Среднее время пересадки (мин) | Плотность потока в пик (чел./м²) | Время реверберации (сек) | Частота навигационных ошибок |
|---|---|---|---|---|---|
| ТПУ «Селигерская» | Линейный заглубленный | 4,2 | 1,8 (LOS D) | 1,4 | Высокая (14% пассажиров) |
| Вокзал Аточа | Центрический наземный | 2,8 | 1,2 (LOS C) | 2,1 | Низкая (4% пассажиров) |
| King’s Cross | Смешанный гибридный | 3,5 | 1,5 (LOS C-D) | 1,6 | Средняя (8% пассажиров) |
| Marienplatz | Разветвленный глубокий | 5,1 | 2,1 (LOS D-E) | 1,3 | Высокая (16% пассажиров) |

Источник: разработано автором.

По результатам исследования разработана архитектурно-типологическая модель здания транспортно-пересадочного узла. Данная модель устанавливает жесткую взаимосвязь между пространственными признаками архитектуры, показателями пассажиропотока и навигационной читаемости среды. Выявлено, что эффективность ТПУ зависит от согласования пропускной способности горизонтальных путей движения с требованиями к психофизиологическому комфорту, связанному с объемно-пространственными решениями, освещением и акустикой.

Применение многомерной типологической матрицы и валидированного агентного моделирования переводит проектирование таких сложных сооружений из плоскости интуитивных решений в область доказательной архитектуры. Дальнейшее развитие предложенной модели предполагает ее адаптацию к условиям экстренной эвакуации с учетом возможных противоречий между требованиями к эвакуационным потокам и комфортом повседневного использования ТПУ.

**Выводы.** Формирование творческой концепции архитектурного

пространства ТПУ неразрывно связано с управлением визуальной проницаемостью интерьеров. Анализ карт изовистов, выполненный в рамках данной работы, доказывает прямую зависимость интуитивной навигации от радиуса визуальной интеграции. Архитектору необходимо стремиться к созданию центрических или линейных конкорсов, обеспечивающих максимальную площадь видимого пространства из ключевых узлов принятия решений. Подобный прием существенно снижает когнитивную нагрузку на пассажиров и предотвращает образование возвратных траекторий. Зоны с ограниченной видимостью и сложной геометрией целесообразно резервировать для вспомогательных сервисов, исключая их из основных транзитных коридоров.

Архитектурно-планировочная структура должна четко разграничивать параметры, регулирующие пропускную способность, и факторы, формирующие психофизиологический комфорт. Ширина горизонтальных коммуникаций и конфигурация эскалаторных групп рассчитываются исходя из целевых показателей уровня обслуживания (LOS) в пиковые часы нагрузки. В то же время объемно-пространственные характеристики, такие как высота потолков и наличие проемов для естественного освещения, не влияют на скорость движения толпы, но критически важны для предотвращения клаустрофобии на заглубленных уровнях. Интеграция естественного освещения через атриумы и световоды выступает действенным инструментом пространственной ориентации, позволяющим пассажирам определять, на какой глубине они находятся, и находить направление к выходу.

Неотъемлемой частью типологического моделирования выступает интеграция здания в окружающую городскую ткань. Опираясь на теоретические положения, развитые в рамках европейской исследовательской инициативы NODES, авторы рассматривают транспортно-пересадочный узел как многофункциональный элемент городского общественного пространства. При проектировании такого сооружения необходимо учитывать три функциональные

задачи. С одной стороны, объект выступает как скоростной пересадочный хаб, где приоритетом является минимизация времени транзита. С другой, он функционирует как городская станция, обеспечивающая бесшовную пешеходную связность с прилегающими кварталами. Наконец, здание становится общественным пространством, способствующим формированию местной идентичности. Примирение этих зачастую конфликтующих задач достигается за счет создания многослойных буферных зон, в которых транзитные потоки пространственно пересекаются с зонами кратковременного пребывания и отдыха.

Таким образом, разработанная типологическая модель задает качественно новые рамки для творческой концепции архитектурной деятельности в сфере транспортной инфраструктуры. Проектировщик выходит за рамки простого компоновщика инженерных систем, становясь автором сложной адаптивной среды. Применение методов агентного моделирования и визуального графического анализа позволяет архитектору уже на предпроектных стадиях прогнозировать поведенческие сценарии пассажирских потоков и аргументированно корректировать объемно-пространственное решение здания. Архитектура современного транспортно-пересадочного узла должна не только обеспечивать удобное перемещение и пересадки пассажиров, но и улучшать городскую среду, способствуя развитию прилегающих территорий.

**Список литературы**

1. Шаймарданова К. А. Классификация и типология транспортно-пересадочных объектов в структуре крупнейшего города // Architecture and Modern Information Technologies. — 2024. — № 3 (68). — С. 200–211. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-200-211.

2. Li Y., Gu K. Urban Morphology and Transit-Oriented Development (TOD): Planning and Managing Urban Change in New Zealand // Cities. — 2025. — Vol. 167. — Art. 106407. — DOI: 10.1016/j.cities.2025.106407.

3. Yao C., Li G., Yan S. Design Strategies to Improve Metro Transit Station Walking

Environments: Five Stations in Chongqing, China // Buildings. — 2024. — Vol. 14, No. 4. — Art. 1025. — DOI: 10.3390/buildings14041025.

4. Пьянков Я. О., Пенкина И. Е., Беляков В. А. Особенности формирования территории Екатеринбурга с учетом функционирования транспортно-пересадочных узлов // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. — 2025. — № 1 (64). — С. 43–49. — DOI: 10.25628/UNIIP.2025.64.1.025.

5. Fan J., Shi Z., Liu J., Wang J. Space Efficiency of Transit-Oriented Station Areas: A Case Study from a Complex Adaptive System Perspective // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2025. — Vol. 14, No. 1. — Art. 20. — DOI: 10.3390/ijgi14010020.

6. Pan H., Huang Y. TOD Typology and Station Area Vibrancy: An Interpretable Machine Learning Approach // Transportation Research Part A: Policy and Practice. — 2024. — Vol. 186. — Art. 104150. — DOI: 10.1016/j.tra.2024.104150.

7. Shen H., Ma G. TOD Mode: Study on Land Planning and Land Use Optimization for Urban Rail Transit Station Area // Archives of Transport. — 2023. — Vol. 66, No. 2. — P. 33–43. — DOI: 10.5604/01.3001.0016.3126.

8. Сальникова А. Д., Баните А. В., Плотников Д. Г., Кашталинский А. С. Формирование системы транспортно-пересадочных узлов в городской агломерации // Автоматика на транспорте. — 2023. — Т. 9, № 1. — С. 87–98. — DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-01-87-98.

9. Wang B., de Jong M., van Bueren E., Ersoy A., Meng Y. Transit-Oriented Development in China: A Comparative Content Analysis of the Spatial Plans of High-Speed Railway Station Areas // Land. — 2023. — Vol. 12, No. 9. — Art. 1818. — DOI: 10.3390/land12091818.

10. Lee J., Salih S. H. Passive Transit Accessibility: Modelling and Application for Transit Gap Analysis and Station Area Assessment // Journal of Transport Geography. — 2024. — Vol. 114. — Art. 103757. — DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2023.103757.

11. Yang W., Xu Q., Yi S., Shankar R., Chen T. Enhancing Transit-Oriented Development Sustainability Through the Integrated Node-Place-Ecology (NPE) Model

// Transportation Research Part D: Transport and Environment. — 2024. — Vol. 136. — Art. 104456. — DOI: 10.1016/j.trd.2024.104456.

12. Балакин В. В. Принципы формирования маршрутных систем общественного транспорта в зонах влияния пассажирских станций железной дороги // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. — 2024. — Вып. 4 (97). — С. 122–134. — DOI: 10.35211/18154360_2024_4_122.

13. Kang H., Miwa T. Systematic Review and Methodological Comparison of TOD Typologies Based on the Node-Place Model // Journal of Transport Geography. — 2025. — Vol. 128. — Art. 104373. — DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2025.104373.

14. Chen X., Shi Z., Hu Y. The Walkability Evaluation and Optimization Strategies of Metro Station Areas Taking Shanghai as an Example // Buildings. — 2025. — Vol. 15, No. 10. — Art. 1746. — DOI: 10.3390/buildings15101746.

15. Zheng W., Wei S. A Node-Place-Network-City Framework to Examine HSR Station Area Development Dynamics: Station Typologies and Development Strategies // Journal of Transport Geography. — 2024. — Vol. 120. — Art. 103993. — DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2024.103993.

16. Левашев А. Г. Роль городских транспортных коридоров в формировании агломераций // Вестник МГСУ. — 2023. — Т. 18, № 10. — С. 1532–1544. — DOI: 10.22227/1997-0935.2023.10.1532-1544.

17. Li W., Talamini G., Li M., Villani C. Subway-City Interface in China: Inter-Urban Comparative Analysis of Station-Area Integration // Travel Behaviour and Society. — 2026. — Vol. 44. — Art. 101273. — DOI: 10.1016/j.tbs.2026.101273.

18. Tang W., Liu H., Zhou X., Liu Y., Shu M. Evaluation of Synergy between Urban Rail Transit and Land Use in Station Areas and Analysis of Spatial Differentiation Characteristics: The Case in Changsha, China // Journal of Urban Planning and Development. — 2025. — Vol. 151, No. 2. — DOI: 10.1061/JUPDDM.UPENG-5289.

19. Elwan K., Effat H., Yousry T. M., Abd-AlMoity E. A. Measuring Transit-Oriented Development Performance Around Metro Stations in Greater Cairo Using GIS-Based

Multi-Criteria Decision Analysis // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. — 2026. — Vol. 29, No. 3. — P. 537–550. — DOI: 10.1016/j.ejrs.2026.07.004.

**References**

1. Shajmardanova K. A. Klassifikaciya i tipologiya transportno-peresadochny`x ob``ektov v strukture krupnejshego goroda // Architecture and Modern Information Technologies. — 2024. — № 3 (68). — S. 200–211. — DOI: 10.24412/1998-4839-2024-3-200-211.

2. Li Y., Gu K. Urban Morphology and Transit-Oriented Development (TOD): Planning and Managing Urban Change in New Zealand // Cities. — 2025. — Vol. 167. — Art. 106407. — DOI: 10.1016/j.cities.2025.106407.

3. Yao C., Li G., Yan S. Design Strategies to Improve Metro Transit Station Walking Environments: Five Stations in Chongqing, China // Buildings. — 2024. — Vol. 14, No. 4. — Art. 1025. — DOI: 10.3390/buildings14041025.

4. P`yankov Ya. O., Penkina I. E., Belyakov V. A. Osobennosti formirovaniya territorii Ekaterinburga s uchetom funkcionirovaniya transportno-peresadochny`x uzlov // Akademicheskij vestnik UralNIIproekt RAASN. — 2025. — № 1 (64). — S. 43–49. — DOI: 10.25628/UNIIP.2025.64.1.025.

5. Fan J., Shi Z., Liu J., Wang J. Space Efficiency of Transit-Oriented Station Areas: A Case Study from a Complex Adaptive System Perspective // ISPRS International Journal of Geo-Information. — 2025. — Vol. 14, No. 1. — Art. 20. — DOI: 10.3390/ijgi14010020.

6. Pan H., Huang Y. TOD Typology and Station Area Vibrancy: An Interpretable Machine Learning Approach // Transportation Research Part A: Policy and Practice. — 2024. — Vol. 186. — Art. 104150. — DOI: 10.1016/j.tra.2024.104150.

7. Shen H., Ma G. TOD Mode: Study on Land Planning and Land Use Optimization for Urban Rail Transit Station Area // Archives of Transport. — 2023. — Vol. 66, No. 2. — P. 33–43. — DOI: 10.5604/01.3001.0016.3126.

8. Sal`nikova A. D., Banite A. V., Plotnikov D. G., Kashtalinskij A. S. Formirovanie

sistemy` transportno-peresadochny`x uzlov v gorodskoj aglomeracii // Avtomatika na transporte. — 2023. — T. 9, № 1. — S. 87–98. — DOI: 10.20295/2412-9186-2023-9-01-87-98.

9. Wang B., de Jong M., van Bueren E., Ersoy A., Meng Y. Transit-Oriented Development in China: A Comparative Content Analysis of the Spatial Plans of High-Speed Railway Station Areas // Land. — 2023. — Vol. 12, No. 9. — Art. 1818. — DOI: 10.3390/land12091818.

10. Lee J., Salih S. H. Passive Transit Accessibility: Modelling and Application for Transit Gap Analysis and Station Area Assessment // Journal of Transport Geography. — 2024. — Vol. 114. — Art. 103757. — DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2023.103757.

11. Yang W., Xu Q., Yi S., Shankar R., Chen T. Enhancing Transit-Oriented Development Sustainability Through the Integrated Node-Place-Ecology (NPE) Model // Transportation Research Part D: Transport and Environment. — 2024. — Vol. 136. — Art. 104456. — DOI: 10.1016/j.trd.2024.104456.

12. Balakin V. V. Principy` formirovaniya marshrutny`x sistem obshhestvennogo transporta v zonax vliyaniya passazhirskix stancij zheleznoj dorogi // Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel`nogo universiteta. Seriya: Stroitel`stvo i arxitektura. — 2024. — Vy`p. 4 (97). — S. 122–134. — DOI: 10.35211/18154360_2024_4_122.

13. Kang H., Miwa T. Systematic Review and Methodological Comparison of TOD Typologies Based on the Node-Place Model // Journal of Transport Geography. — 2025. — Vol. 128. — Art. 104373. — DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2025.104373.

14. Chen X., Shi Z., Hu Y. The Walkability Evaluation and Optimization Strategies of Metro Station Areas Taking Shanghai as an Example // Buildings. — 2025. — Vol. 15, No. 10. — Art. 1746. — DOI: 10.3390/buildings15101746.

15. Zheng W., Wei S. A Node-Place-Network-City Framework to Examine HSR Station Area Development Dynamics: Station Typologies and Development Strategies // Journal of Transport Geography. — 2024. — Vol. 120. — Art. 103993. — DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2024.103993.

16. Levashev A. G. Rol` gorodskix transportny`x koridorov v formirovanii aglomeracij // Vestnik MGSU. — 2023. — T. 18, № 10. — S. 1532–1544. — DOI: 10.22227/1997-0935.2023.10.1532-1544.

17. Li W., Talamini G., Li M., Villani C. Subway-City Interface in China: Inter-Urban Comparative Analysis of Station-Area Integration // Travel Behaviour and Society. — 2026. — Vol. 44. — Art. 101273. — DOI: 10.1016/j.tbs.2026.101273.

18. Tang W., Liu H., Zhou X., Liu Y., Shu M. Evaluation of Synergy between Urban Rail Transit and Land Use in Station Areas and Analysis of Spatial Differentiation Characteristics: The Case in Changsha, China // Journal of Urban Planning and Development. — 2025. — Vol. 151, No. 2. — DOI: 10.1061/JUPDDM.UPENG-5289.

19. Elwan K., Effat H., Yousry T. M., Abd-AlMoity E. A. Measuring Transit-Oriented Development Performance Around Metro Stations in Greater Cairo Using GIS-Based Multi-Criteria Decision Analysis // The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences. — 2026. — Vol. 29, No. 3. — P. 537–550. — DOI: 10.1016/j.ejrs.2026.07.004.

Статья поступила в редакцию 05.08.2026; одобрена после рецензирования 04.09.2026; принята к публикации 08.10.2026.

The article was submitted 05.08.2026; approved after peer review 04.09.2026; accepted for publication 08.10.2026.