Научная статья

УДК 711.2:656

АНАЛИЗ ЗОН ПЕШЕХОДНОГО ОХВАТА ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ ПРИ ТРАНЗИТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМ РАЗВИТИИ ГОРОДОВ СРЕДНЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ

Амерханова Гульнара Ильхамовна, кандидат технических наук, Казанский национальный исследовательский технологический университет, Россия, Казань, gulnara@yandex.ru

Аннотация. Механическое применение нормативных пешеходных радиусов транзитно-ориентированного развития (TOD) в городах средней численности часто приводит к планировочным диспропорциям. При низкой плотности застройки и преобладании поездок на личном автомобиле стандартные зоны охвата радиусом 400–800 метров не всегда отражают фактическую доступность общественного транспорта. В статье предлагается методика количественного обоснования реальных границ зон TOD, опирающаяся на фактическое поведение пассажиров и топологию улично-дорожной сети. Исследование базируется на анализе агрегированных матриц корреспонденций и данных смарт-карт трех сопоставимых по климату и виду транспорта городов. В работе рассчитаны сетевые изохроны доступности с введением поправочного коэффициента зимней проходимости, оценен индекс непрямолинейности маршрутов и проведен кластерный анализ характеристик станций по модели «узел-место». Результаты показали, что 80% фактического пассажиропотока приходится на жителей, которым требуется не более 11–13 минут, чтобы дойти до станции по пешеходной сети. Физически это соответствует расстоянию от 600 до 950 метров в зависимости от проницаемости квартальной застройки. На основе полученных данных выделены три типа станций: городской центральный узел, районный узел и пригородная станция. Отказ от универсальных геометрических нормативов в пользу поведенческих

индикаторов позволяет повысить точность градостроительного прогнозирования и обоснованность планировочных решений.

Ключевые слова: транзитно-ориентированное развитие (TOD), города средней численности, пешеходная доступность, сетевая связность, пассажиропоток, модель «узел-место», пространственная типология, поведенческий радиус.

Original article

ANALYSIS OF PEDESTRIAN COVERAGE ZONES OF BUS STOPS IN TRANSIT-ORIENTED DEVELOPMENT OF MEDIUM-SIZED CITIES

Amerkhanova Gulnara Ilkhamovna, Candidate of Technical Sciences, Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia, gulnara@yandex.ru

Abstract. The mechanical application of standardized transit-oriented development (TOD) pedestrian radii in medium-sized cities often leads to planning imbalances. Low initial building density and the predominance of private transport undermine the effectiveness of standard 400-800-meter catchment areas, turning them into formal, but dysfunctional, spaces. This article proposes a method for quantitatively substantiating the actual boundaries of TOD zones, based on actual passenger behavior and the topology of the street and road network. The study is based on an analysis of aggregated correspondence matrices and smart-card data from three cities comparable in climate and transport mode. The paper calculates network accessibility isochrones with a winter passability correction factor, evaluates the route nonlinearity index, and conducts a cluster analysis of station characteristics using the node-place model. The results show that 80% of actual passenger traffic is generated by residents whose network pedestrian access time does not exceed 11-13 minutes. Physically, this corresponds to a distance of 600 to 950 meters, depending on the permeability of the neighborhood's development. Based on the data obtained, three objective station

typologies were identified: urban central hub, district hub, and suburban station. The abandonment of universal geometric standards in favor of behavioral indicators allows for greater accuracy in urban planning forecasting and the validity of planning decisions.

Keywords: transit-oriented development (TOD), mid-sized cities, walkability, network connectivity, passenger flow, hub-and-spoke model, spatial typology, behavioral radius.

Введение. Транзитно-ориентированное развитие (TOD) рассматривается как стратегия градостроительного планирования, направленная на концентрацию жилых, общественных и деловых функций в непосредственной близости от транспортных узлов [1]. Однако применение этих принципов, сформированных преимущественно для мегаполисов, в городах средней численности сопряжено с рядом ограничений. Специфика таких территорий заключается в существенно более низкой плотности застройки, высоком уровне автомобилизации населения и ограниченной пропускной способности существующих маршрутных сетей [2]. В результате классические подходы к формированию пешеходных зон доступности часто оказываются недостаточно эффективными для обеспечения устойчивого пассажиропотока.

Прямая адаптация нормативов, разработанных для крупных агломераций, нередко приводит к формированию транзитно-смежных территорий, которые формально располагаются рядом с остановочными пунктами, но не создают условий для приоритетного использования общественного транспорта. Международный стандарт TOD подчеркивает необходимость формирования безопасной и связной пешеходной и велосипедной инфраструктуры, а также обеспечения достаточной плотности застройки для поддержки местных сервисов. Тем не менее, в городах средней численности пространственная разобщенность точек притяжения и доминирование автомобильных поездок нивелируют потенциал немоторизованных перемещений, делая стандартный

радиус пешеходной доступности в 400–800 метров условным и не всегда отражающим реальную мобильность жителей [3]. Приоритет пешеходного и велосипедного движения остается важным принципом TOD, однако в городах с децентрализованной планировочной структурой его реализация требует дополнительных решений [4].

Эмпирические данные регионального планирования подтверждают необходимость дифференцированного подхода к оценке доступности [5-7]. В частности, исследования транспортной связности в регионах с развитой железнодорожной инфраструктурой демонстрируют, что средние по размеру города часто сталкиваются с проблемой пространственного разрыва между транспортным узлом и историческим ядром. Расстояние от вокзала до центральной площади в таких случаях может составлять около одного километра, поэтому для формирования полноценной зоны транзитного развития необходимы дополнительные транспортные связи, например велосипедные маршруты или автобусное сообщение между вокзалом и центром. Такие примеры показывают, что фиксированные радиусы не отражают фактический характер передвижений жителей в городах с рассредоточенной застройкой [8-10].

Учитывая изложенные ограничения, исследование направлено на разработку пространственных типологий TOD, количественно обоснованных реальными показателями пассажиропотоков и топологической связностью улично-дорожной сети. В настоящей работе предлагается методика калибровки радиусов зон транзитного развития, опирающаяся на эмпирические данные о мобильности и структурные характеристики городской ткани. Переход от абстрактных нормативных расстояний к измеряемым индикаторам транспортной доступности позволяет сформировать более гибкий и адаптивный инструмент для специалистов в области градостроительства [11], [12]. Такой подход обеспечивает соответствие проектных решений экономическим условиям работы общественного транспорта и требованиям устойчивого развития городов

средней численности.

Обзор литературы. Транзитно-ориентированное развитие (TOD) исторически формировалось как ответ на проблемы, связанные с расширением крупных агломераций и зависимостью их транспортных систем от личного автомобиля. Международные стандарты, в частности документация ITDP, четко разграничивают подлинное транзитно-ориентированное развитие и транзитно-смежную застройку. Последняя лишь формально располагается вблизи остановочных пунктов, но не формирует качественную пешеходную среду и не стимулирует отказ от личного транспорта [13]. Восемь базовых принципов стандарта TOD делают акцент на плотной, смешанной застройке, приоритете немоторизованных перемещений и минимизации парковочного давления. Однако механический перенос этих нормативов в среду городов средней численности (100–500 тыс. жителей) сталкивается с объективными ограничениями: меньшей исходной плотностью, высокой долей автомобилизации и фрагментарностью маршрутных сетей [14-16].

Опыт регионального планирования подтверждает необходимость адаптации подходов. Исследования транспортной доступности в регионах со смешанной застройкой, например, анализ развития города Рингстед (Дания), демонстрируют, что в средних по размеру населенных пунктах транспортный узел часто пространственно разобщен с историческим ядром. Расстояние от вокзала до центральной площади может достигать одного километра, что требует интеграции подвозящих маршрутов и развития велосипедной инфраструктуры для формирования полноценной зоны TOD. Фиксированные геометрические радиусы (традиционные 400–800 метров) в таких условиях не отражают реальные паттерны мобильности населения.

Ключевой методологической проблемой остается определение границ зоны влияния станции. Классический подход, предполагающий охват определенного процента проживающего населения (например, 80%) при расширении радиуса, методически несостоятелен для оценки эффективности

TOD. Увеличение радиуса неизбежно ведет к росту охвата, но не гарантирует, что эти жители будут пользоваться транспортом. Современная научная дискуссия смещается в сторону поведенческих моделей: граница зоны должна определяться расстоянием или сетевым временем, внутри которого формируется подавляющая доля фактических посадок, с учетом обобщенных затрат на поездку [17], [18]. Кроме того, традиционные графовые индексы связности (α, β, γ) недостаточно чувствительны к качеству пешеходной среды. Для оценки пешеходной доступности необходимо дополнительно учитывать плотность пересечений, коэффициент непрямолинейности маршрута и сезонные препятствия, увеличивающие время передвижения по пешеходной сети зимой.

Материалы и методы исследования. Объектом исследования выступили три города средней численности (условные обозначения: Город А – железнодорожный узел, ~300 тыс. жителей; Город Б – развитая трамвайная сеть, ~200 тыс. жителей; Город В – смешанный тип, ~400 тыс. жителей), сопоставимые по климатическим условиям и наличию рельсового общественного транспорта. Сопоставимость городов по климатическим условиям и наличию рельсового транспорта позволяет снизить влияние этих факторов на результаты сравнения.

Информационную базу составили агрегированные матрицы корреспонденций (OD-данные), полученные от перевозчиков на основе анализа смарт-карт и турникетных систем, а также натурные обследования пассажиропотоков. Пространственные данные об объектах инфраструктуры и функциях застройки извлекались из открытых источников (OpenStreetMap, 2ГИС) и затем проверялись в ходе натурных обследований.

Методология количественного обоснования радиуса TOD базируется на сопоставлении евклидовых расстояний и реальной сетевой пешеходной доступности. Для каждой станции строились изохроны пешеходной доступности (5, 10, 15 минут). При расчете сетевого импеданса применялся поправочный коэффициент зимней проходимости (K_{winter}), увеличивающий вес ребер графа на участках со снежными заносами, без противогололедной обработки или с

крутыми уклонами. Граница эффективной зоны TOD определялась не по доле проживающего населения, а по времени пешеходного доступа, при котором накопленная доля посадок достигала 80% пассажиропотока станции.

Оценка связности улично-дорожной сети проводилась по расширенному набору индикаторов. Наряду с классическими индексами альфа, бета и гамма, применялись:

1. Плотность пересечений (число узлов на кв. км).

2. Индекс непрямолинейности маршрута (отношение сетевого расстояния к евклидову).

3. Индекс энтропии Шеннона для оценки смешанности функций землепользования в пределах выявленных поведенческих радиусов.

Типология узлов формировалась не экспертным путем, а посредством кластерного анализа (алгоритм k-средних) на основе модели «Узел-Место». В качестве переменных использовались показатели транспортной связности, плотности застройки и функционального состава территории.

Результаты исследования. Анализ пространственных данных выявил существенный разрыв между нормативными и фактическими границами зон влияния. Евклидовы радиусы в 400 и 800 метров систематически завышают реальную доступность (рисунок 1).

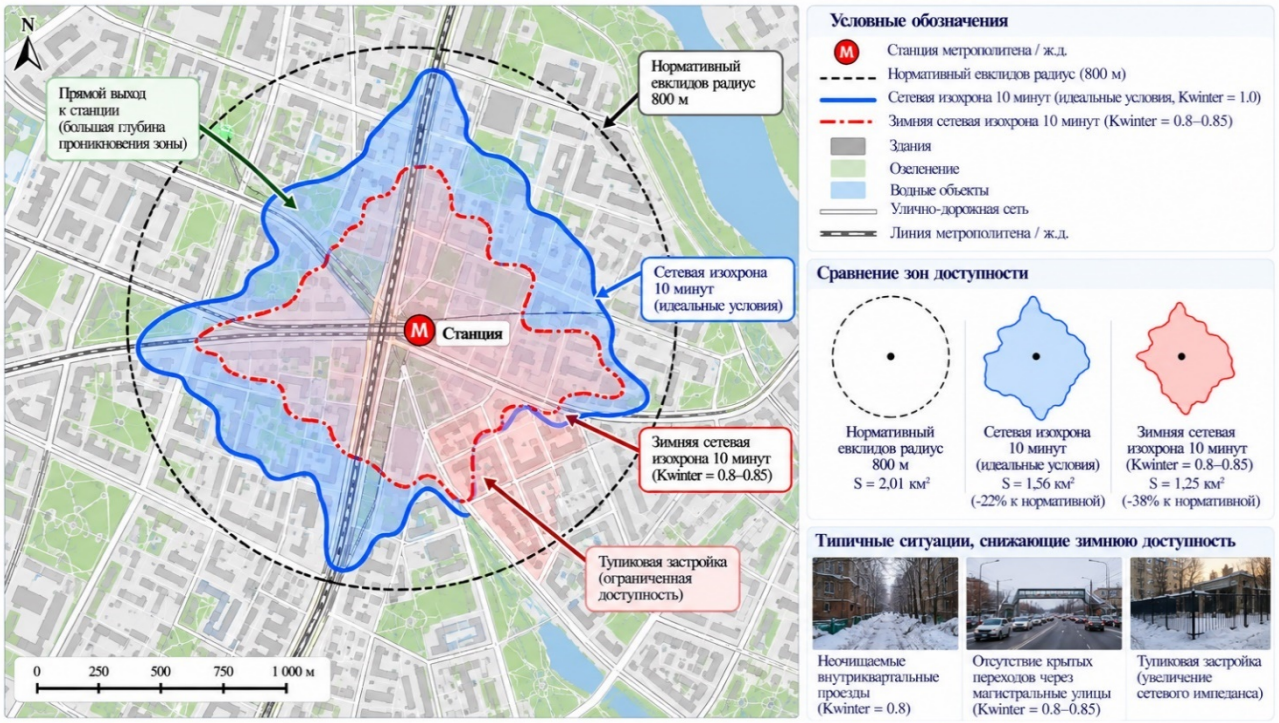


Рисунок 1 - Схема трансформации зоны доступности с учетом сетевого импеданса и сезонных факторов (источник: разработано автором)

Как показывает рисунок 1, игнорирование топологии сети и климатических факторов приводит к планировочным ошибкам. Расположенные в нормативном радиусе участки могут находиться более чем в 10–12 минутах ходьбы от станции, что побуждает часть пассажиров выбирать личный автомобиль или такси.

Расчет кумулятивных кривых пассажиропотока позволил количественно обосновать поведенческий радиус. Для большинства станций в исследуемых городах 80% всех посадок формировалось жителями и посетителями, чье сетевое время пешеходного доступа не превышало 11–13 минут. При этом физическое расстояние варьировалось от 600 до 950 метров в зависимости от качества улично-дорожной сети (таблица 1).

Таблица 1 - Сравнительная матрица показателей связности и доступности для выявленных поведенческих радиусов

Показатель	Город А (Ж/д узел)	Город Б (Трамвай)	Город В (Смешанный)	Примечание
Средний индекс непрямолинейности	1.45	1.22	1.38	Значения >1.3 указывают на необходимость создания пешеходных сквозных проходов
Плотность пересечений (ед./кв.км)	42	68	51	Высокая плотность коррелирует с большим числом безопасных переходов
Средний коэффициент K_{winter}	1.25	1.15	1.20	Отражает сезонное увеличение времени пути из-за барьеров
Индекс энтропии Шеннона (функции)	0.78	0.65	0.71	Значения ближе к 1 указывают на высокую смешанность застройки

Источник: разработано автором.

Данные таблицы 1 подтверждают, что трамвайные линии (Город Б) исторически формируют более мелкую и проницаемую уличную сеть, что снижает непрямолинейность и повышает реальную доступность даже при сопоставимых физических расстояниях. Введение коэффициента K_{winter} показало, что в зимний период эффективный радиус сокращается в среднем на 18%, если не обеспечена приоритетная расчистка пешеходных путей к остановкам.

Кластерный анализ по модели «Узел-Место» позволил объективно выделить три пространственные типологии станций, отказавшись от субъективных экспертных оценок (таблица 2).

Таблица 2 - Результаты кластеризации станций и интерпретация пространственных типологий

Кластер	Характеристики «Узла» (связность, частота движения)	Характеристики «Места» (плотность, энтропия функций)	Интерпретация типологии
Кластер 1	Высокие	Высокие	Городской центральный узел. Максимальная смешанность, высокая этажность, развитая сеть пешеходных связей. Потенциал для ограничения парковки.
Кластер 2	Средние	Средние	Районный узел. Преобладание жилой застройки средней плотности с включением объектов повседневного спроса. Требуется точечное уплотнение и улучшение переходов.
Кластер 3	Высокие (магистральные)	Низкие	Пригородная / периферийная станция. Низкая плотность, наличие перехватывающих парковок. Доминирование маятниковой миграции.

Источник: разработано автором.

Выделенные типологии требуют дифференцированных планировочных рекомендаций. Для городских центральных узлов (Кластер 1) приоритетом является управление парковочным пространством и развитие пешеходных связей с соседними кварталами. Для районных узлов (кластер 2) необходимо развивать смешанное использование зданий: размещать на первых этажах торговые объекты и предприятия обслуживания. Это повысит индекс энтропии и создаст устойчивый пассажиропоток. Для пригородных станций (Кластер 3) ключевым инструментом остается организация безопасных и прямых пешеходных коридоров от зон жилой застройки, а также интеграция велопарковок и перехватывающих парковок для расширения зоны притяжения (рисунок 2).

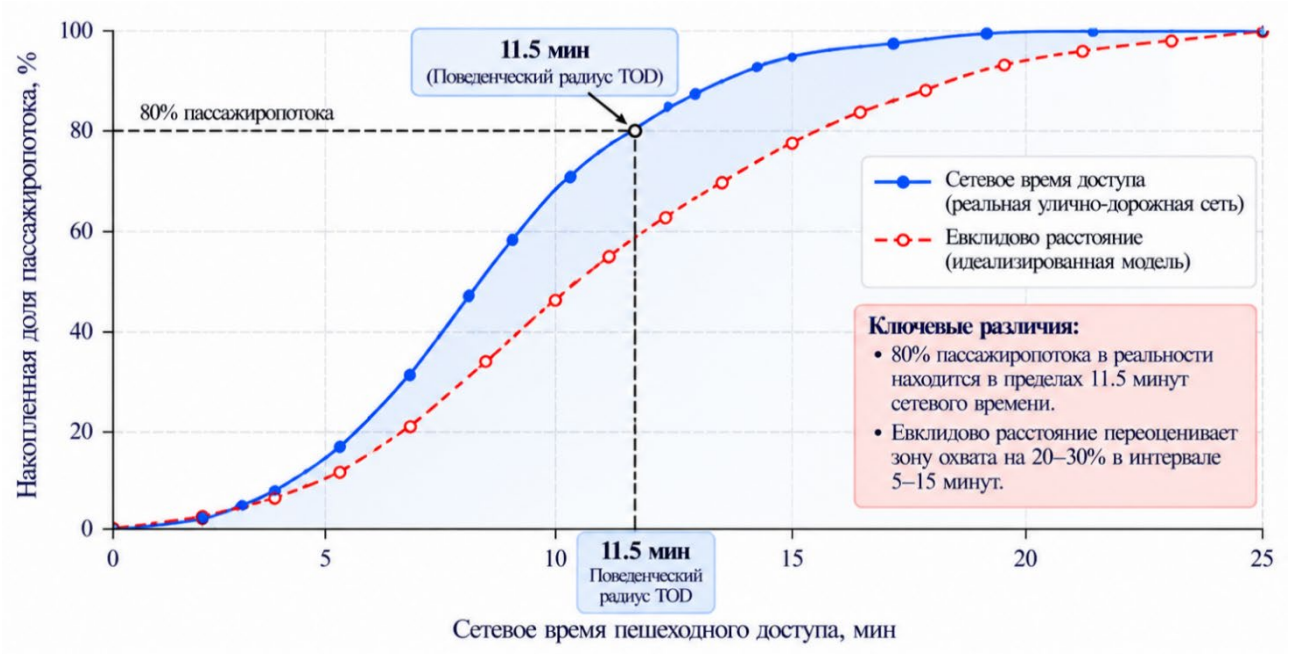


Рисунок 2 - Кумулятивная кривая распределения пассажиропотока по сетевому времени доступа (источник: разработано автором)

Представленная на рисунке 2 зависимость наглядно обосновывает отказ от нормативного подхода в пользу поведенческого. Изменение наклона кривой после 12–13 минут указывает на то, что при большем времени доступа готовность пассажиров идти до станции пешком снижается. Планировочные мероприятия, сокращающие время пешеходного доступа (например, устройство сквозного пешеходного бульвара или ликвидация тупикового участка), могут увеличить число жителей, для которых станция доступна в пределах установленного времени, без изменения расстояния до нее по прямой.

Обсуждение результатов исследования. Проведенное исследование демонстрирует несостоятельность механического применения нормативных пешеходных радиусов при проектировании транзитно-ориентированных территорий в городах средней численности. Количественное обоснование границ зоны TOD должно опираться на фактическое поведение пассажиров, выражаемое через кумулятивные кривые посадок, и реальную сетевую доступность, скорректированную с учетом рельефа, барьеров и сезонных факторов. Применение расширенного набора индикаторов связности и кластерного анализа модели «Узел-Место» позволяет перейти от

унифицированных решений к адресным планировочным рекомендациям, учитывающим специфику центральных, районных и периферийных транспортных узлов. Реализация данных подходов способствует формированию устойчивой мобильности и повышению эффективности инвестиций в общественный транспорт.

Выводы. Установлено, что традиционные евклидовы зоны охвата в 400–800 метров систематически искажают реальную картину доступности, игнорируя топологию улично-дорожной сети, рельеф и сезонные барьеры. Предложенный в работе поведенческий подход, опирающийся на кумулятивные кривые фактических посадок и сетевое время пешеходного доступа, позволяет выявить истинные границы зоны влияния транспортного узла. В большинстве рассмотренных случаев 80% пассажиропотока формируется жителями, чье время пути до станции не превышает 11–13 минут. Физически это может соответствовать расстоянию от 600 до 950 метров в зависимости от проницаемости квартальной застройки и качества пешеходной инфраструктуры.

Полученные результаты согласуются с международными практиками, однако выявляют важную региональную специфику. Стандарт транзитно-ориентированного развития (ITDP) справедливо акцентирует внимание на необходимости создания безопасной среды для пешеходов и велосипедистов, а также обеспечения достаточной плотности застройки для поддержки местных сервисов. Вместе с тем, опыт развития средних городов, например, в регионе Большой Копенгаген, показывает, что даже при наличии качественного железнодорожного сообщения пространственный разрыв между вокзалом и историческим центром требует обязательной интеграции дополнительных видов мобильности. В случае с городом Рингстед расстояние от станции до центральной площади составляет около одного километра. В таких условиях концепция TOD трансформируется: она дополняется развитием выделенных велосипедных коридоров и локальных автобусных подвозящих маршрутов, которые компенсируют недостаточную исходную плотность и расширяют

эффективный радиус притяжения станции без увеличения временных затрат пассажиров.

Применение принципов транзитно-ориентированного развития в городах с низкой плотностью застройки сталкивается с фундаментальными ограничениями. Высокая доля автомобилизации и пространственная разобщенность точек притяжения нивелируют потенциал немоторизованных перемещений. Анализ по модели «узел-место» подтверждает: при низких значениях индекса энтропии землепользования и недостаточной концентрации населения любые попытки внедрения TOD рискуют выродиться в транзитно-смежную застройку. В подобном сценарии станция обслуживает преимущественно перехватывающие парковки и маятниковую миграцию на личном транспорте, а не формирует устойчивую пешеходную среду. Для преодоления этого ограничения недостаточно ужесточить градостроительные нормативы или формально выделить зоны TOD.

Для смягчения указанных ограничений при градостроительном планировании следует уделять основное внимание не формальному соблюдению заданных радиусов, а повышению связности улично-дорожной сети. Приоритетными мерами являются создание сквозных пешеходных проходов, устраняющих тупиковые участки сети, и обеспечение проходимости маршрутов к остановкам зимой; это сокращает время пешеходного доступа. Точечное уплотнение застройки и стимулирование смешанного использования первых этажей в районе районных узлов способны создать постоянный базовый спрос на общественный транспорт. Таким образом, адаптация парадигмы TOD для городов средней численности требует отказа от универсальных шаблонов в пользу гибких, измеримых индикаторов, отражающих реальное поведение жителей и структурные особенности локальной транспортной системы.

Список литературы

1. 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.

2. Hrelja R., Rye T. Delivering Transit Oriented Development (TOD) in Low to Medium Density Contexts. Actor Relationships and Market Conditions in Smaller Swedish Cities // International Journal of Sustainable Transportation. — 2024. — Vol. 18, No. 3. — P. 236–249. — DOI: 10.1080/15568318.2023.2285318.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Mendes F. C. Análise das estratégias para o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável (DOTS) utilizadas em cidades médias brasileiras // Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. — 2024. — Vol. 24, No. 1. — P. 75–89. — DOI: 10.5935/cadernospos.v24n1p75-89.

7. 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.

8. Guichot F., Van Acker M. Learning from Rural-Urban Stations: Strategies for Rail-Based Development in a Low-Density Flemish Landscape // Journal of Landscape

Architecture. — 2024. — Vol. 19, No. 2. — P. 68–83. — DOI: 10.1080/18626033.2024.2466338.

9. Зиятдинов Т. З. Специфика развития крупных городских агломераций относительно внеагломерационных пространств региона // Архитектон: известия вузов. — 2025. — № 4 (92). — DOI: 10.47055/19904126_2025_4(92)_13.

10. Priambodo D., Roychansyah M. S. Tipologi Penerapan Konsep Kawasan Berbasis Transit di 11 Stasiun Kota Kecil Jalur Selatan Pulau Jawa // Pawon: Jurnal Arsitektur. — 2025. — Vol. 9, No. 1. — P. 119–140. — DOI: 10.36040/pawon.v9i01.10120.

11. Sun Y., Han B., Lu F. An Overview of TOD Level Assessment Around Rail Transit Stations // Urban Rail Transit. — 2024. — Vol. 10, No. 1. — P. 1–12. — DOI: 10.1007/s40864-023-00211-3.

12. 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.

13. 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.

14. Robillard A., van Lierop D., Boisjoly G. A Methodological Framework to Generate Transit-Oriented Development (TOD) Typologies // Cities. — 2025. — Vol. 166. — Art. 106270. — DOI: 10.1016/j.cities.2025.106270.

15. Wu T., Yuan Z., Gao L., Zhang M., Li M. TOD Typologies for Metro Stations Based on the Butterfly Model // Frontiers in Environmental Science. — 2024. — Vol. 12. — Art. 1327535. — DOI: 10.3389/fenvs.2024.1327535.

16. Mehra S., Vardhan P. Analysis of the Potential for Transit Oriented Development (TOD) and a Framework for Defining TOD Typologies in a Proposed Mass Transit Corridor: A Case Study of Bengaluru Suburban Railway Corridor // International Review for Spatial Planning and Sustainable Development. — 2025. — Vol. 13, No. 3. — P. 56–78. — DOI: 10.14246/irspsd.13.3_56.

17. Hamidi A., Rasoulzade Z., Ghanbari A., Tahmasebi Moghaddam H., Einali G.,

Gholamnia K. Typology of Transit-Oriented Development to Promote Sustainable Urban Structure // Discover Cities. — 2026. — Vol. 3. — Art. 162. — DOI: 10.1007/s44327-026-00340-x.

18. Praja S. W., Yudhanta R., Sunaryo, Schouten F. S., Prasetiyo H. Readiness Assessment of Transit-Oriented Development (TOD) Corridors in Malang City, Indonesia: A GIS-Based Evaluation of Accessibility and Land-Use Integration // Planning Malaysia. — 2026. — Vol. 24, No. 3. — P. 586–598. — DOI: 10.21837/pm.v24i42.2062

References

1. 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.

2. Hrelja R., Rye T. Delivering Transit Oriented Development (TOD) in Low to Medium Density Contexts. Actor Relationships and Market Conditions in Smaller Swedish Cities // International Journal of Sustainable Transportation. — 2024. — Vol. 18, No. 3. — P. 236–249. — DOI: 10.1080/15568318.2023.2285318.

3. 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.

4. 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.

5. 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.

6. Mendes F. C. Análise das estratégias para o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável (DOTS) utilizadas em cidades médias brasileiras // Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. — 2024. — Vol. 24, No. 1. — P. 75–89. — DOI: 10.5935/cadernospos.v24n1p75-89.

7. 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.

8. Guichot F., Van Acker M. Learning from Rural-Urban Stations: Strategies for Rail-Based Development in a Low-Density Flemish Landscape // Journal of Landscape Architecture. — 2024. — Vol. 19, No. 2. — P. 68–83. — DOI: 10.1080/18626033.2024.2466338.

9. Ziyatdinov T. Z. Specifika razvitiya krupny`x gorodskix aglomeracij otnositel`no vneaglomeracionny`x prostranstv regiona // Arxitekton: izvestiya vuzov. — 2025. — № 4 (92). — DOI: 10.47055/19904126_2025_4(92)_13.

10. Priambodo D., Roychansyah M. S. Tipologi Penerapan Konsep Kawasan Berbasis Transit di 11 Stasiun Kota Kecil Jalur Selatan Pulau Jawa // Pawon: Jurnal Arsitektur. — 2025. — Vol. 9, No. 1. — P. 119–140. — DOI: 10.36040/pawon.v9i01.10120.

11. Sun Y., Han B., Lu F. An Overview of TOD Level Assessment Around Rail Transit Stations // Urban Rail Transit. — 2024. — Vol. 10, No. 1. — P. 1–12. — DOI: 10.1007/s40864-023-00211-3.

12. 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.

13. 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.

14. Robillard A., van Lierop D., Boisjoly G. A Methodological Framework to Generate

Transit-Oriented Development (TOD) Typologies // Cities. — 2025. — Vol. 166. — Art. 106270. — DOI: 10.1016/j.cities.2025.106270.

15. Wu T., Yuan Z., Gao L., Zhang M., Li M. TOD Typologies for Metro Stations Based on the Butterfly Model // Frontiers in Environmental Science. — 2024. — Vol. 12. — Art. 1327535. — DOI: 10.3389/fenvs.2024.1327535.

16. Mehra S., Vardhan P. Analysis of the Potential for Transit Oriented Development (TOD) and a Framework for Defining TOD Typologies in a Proposed Mass Transit Corridor: A Case Study of Bengaluru Suburban Railway Corridor // International Review for Spatial Planning and Sustainable Development. — 2025. — Vol. 13, No. 3. — P. 56–78. — DOI: 10.14246/irspsd.13.3_56.

17. Hamidi A., Rasoulzade Z., Ghanbari A., Tahmasebi Moghaddam H., Einali G., Gholamnia K. Typology of Transit-Oriented Development to Promote Sustainable Urban Structure // Discover Cities. — 2026. — Vol. 3. — Art. 162. — DOI: 10.1007/s44327-026-00340-x.

18. Praja S. W., Yudhanta R., Sunaryo, Schouten F. S., Prasetiyo H. Readiness Assessment of Transit-Oriented Development (TOD) Corridors in Malang City, Indonesia: A GIS-Based Evaluation of Accessibility and Land-Use Integration // Planning Malaysia. — 2026. — Vol. 24, No. 3. — P. 586–598. — DOI: 10.21837/pm.v24i42.2062

Статья поступила в редакцию 23.07.2026; одобрена после рецензирования 03.09.2026; принята к публикации 08.10.2026.

The article was submitted 23.07.2026; approved after peer review 03.09.2026; accepted for publication 08.10.2026.