

Пространственные характеристики городской среды как факторы доступности

Екатерина Олеговна Савельева

Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ); г. Пермь, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Подчеркивается необходимость перехода от парадигмы мобильности к парадигме доступности, трактуемой как ключевой индикатор качества городской среды, отражающий возможности населения достигать пространственно распределенные объекты и функции при заданных затратах. Для российских городов особую значимость приобретает комплексный подход к оценке доступности, предусматривающий согласованное развитие транспортной инфраструктуры и пространственной организации территории.

Материалы и методы. Выполнен обзор отечественной и зарубежной литературы, систематизированы подходы к измерению доступности и предложена классификация методов в семи группах: топологические, изолинии, методы потенциальной доступности (гравитационные), балансовые, инфраструктурно-сетевые, пространственно-временные и комплексные индексные методы.

Результаты. Установлено, что параметры планировочной структуры — плотность и смешение функций, связность и проницаемость уличной сети, обеспеченность остановками и маршрутами — оказывают значимое влияние на уровень доступности. Обобщены сильные и слабые стороны различных методов оценки. Показаны возможности применения цифровых инструментов для комплексного анализа морфологии и транспортной системы в оценке доступности.

Выводы. Сделан вывод о необходимости интегральной оценки доступности, объединяющей транспортные и морфологические параметры. Для российской практики перспективным является внедрение индикаторов, чувствительных к различиям планировочной структуры, что позволит выявлять транспортное неравенство и формировать обоснованные градостроительные решения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: градостроительство, транспортная доступность, пространственные характеристики, планировочная структура, морфология городской ткани, связность уличной сети, изохроны, гравитационные модели

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Савельева Е.О. Пространственные характеристики городской среды как факторы доступности // Строительство: наука и образование. 2025. Т. 15. Вып. 4. Ст. 5. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2025.4.5

Автор, ответственный за переписку: Екатерина Олеговна Савельева, e.saveleva@pstu.ru.

Spatial characteristics of the urban environment as factors of accessibility

Ekaterina O. Saveleva

Perm National Research Polytechnic University; Perm, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. It is emphasized that a shift is required from the paradigm of mobility to the paradigm of accessibility, conceived as a key indicator of urban quality, reflecting the population's ability to reach spatially distributed destinations and functions within given costs. In the context of Russian cities, particular importance is attached to a comprehensive approach to assessing accessibility, which presupposes the coordinated development of transport infrastructure and the spatial organization of urban territory.

Materials and methods. A review of domestic and international literature has been conducted, approaches to measuring accessibility have been systematized, and a classification of methods into seven groups has been proposed: topological, isoline, potential accessibility (gravitational) methods, balance methods, infrastructure-network methods, spatio-temporal methods, and comprehensive index methods.

Results. It was found that morphological parameters such as density and land-use mix, street connectivity and permeability, block size, and provision of stops and routes significantly influence accessibility levels. Strengths and weaknesses of different methods were summarized. The potential of digital tools was demonstrated for studying the interaction of urban form and transport systems.

Conclusions. The study concludes that accessibility assessment should combine transport and morphological dimensions. For the Russian context, the introduction of indicators sensitive to differences in urban form is considered promising, as it can reveal transport inequality and support evidence-based planning decisions.

KEYWORDS: urban planning, transport accessibility, spatial characteristics, planning structure, urban morphology, street connectivity, isochrones, gravity models

FOR CITATION: Saveleva E.O. Spatial characteristics of the urban environment as factors of accessibility. *Construction: Science and Education*. 2025; 15(4):5. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2025.4.5

Corresponding author: Ekaterina O. Saveleva, e.saveleva@pstu.ru.

ВВЕДЕНИЕ

На протяжении длительного времени транспортная политика в городах ориентировалась на обеспечение эффективной мобильности, понимаемой как максимизация скорости и дальности передвижения. Такой подход приводил к росту автомобилизации, пространственному рассредоточению и снижению качества городской среды [1, 2]. Переход к парадигме устойчивого развития в 1990-е гг. обусловил смещение фокуса от мобильности к доступности, т.е. возможности достижения жизненно необходимых целей в пределах приемлемых затрат времени и ресурсов [3, 4]. Доступность стала рассматриваться не только как транспортная характеристика, но и как интегральный индикатор, отражающий условия организации городской среды и ее способность удовлетворять потребности населения [5, 6].

В российской политике идея доступности была институционализована сравнительно недавно: в Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года впервые на государственном уровне поставлена задача повышения пространственной связанности и транспортной доступности территорий¹. Однако в Стратегии доступность трактуется преимущественно в отраслевой логике — через обновление подвижного состава, развитие магистральной инфраструктуры и улучшение показателей транспортного обслуживания. Вопросы интеграции транспорта и землепользования остаются второстепенными, а градостроительный аспект доступности не получает должного отражения. В современных российских городах сохраняется дезинтеграция систем землепользования и транспорта; размещение жилых районов, рабочих мест и сервисов часто не согласуется с возможностями их достижения [5, 7, 8]. В результате складываются пространственные диспропорции, усиливающие зависимость от индивидуального транспорта и снижающие уровень территориальной справедливости. Обеспечение устойчивой городской среды требует комплексного градостроительного подхода, включающего согласованное планирование развития пространственной организации территории и транспортной инфраструктуры [9].

Современная научная и практическая повестка предполагают переход от понимания транспортной доступности как исключительно транспортной характеристики к ее рассмотрению как комплексного градостроительного индикатора. В этой связи особую актуальность приобретают систематизация

понятийного аппарата, анализ существующих научных подходов к измерению транспортной доступности, а также исследование роли пространственных характеристик городской среды в формировании условий транспортной доступности.

Теоретические подходы к анализу транспортной доступности

Понятие доступности

Понятие доступности (англ. *accessibility*) занимает важное место в теории и практике нескольких смежных дисциплин: географии, региональной экономики, транспортного планирования и градостроительства. В широком междисциплинарном контексте доступность может рассматриваться как характеристика территории, показывающая степень (потенциальной и реальной) достижимости определенной точки пространства выбранными способами [10–12]. Доступность в экономико-географической традиции понимается как свойство удаленности/близости объекта или возможность его достижения по существующей транспортной сети [13], либо инструмент анализа изолированности территорий и диспропорций развития [13–15].

В области градостроительства и территориального планирования транспортная доступность закрепились как нормативно-пространственная характеристика, связанная с радиусами обслуживания объектов социальной инфраструктуры, а также с шаговой доступностью остановок и пересадочных узлов [16]. Исследования по социальной политике и прикладной демографии трактуют доступность как равенство возможностей населения по достижению базовых социальных благ — образования, медицины, административных услуг, а также индикатор транспортной дискриминации [17–19]. В инженерном транспортном моделировании понятие используется преимущественно в операционном смысле — как временные и пространственные параметры доступа к транспортной сети или ключевым объектам [20, 21]. Даже при реализации сложных алгоритмов расчета транспортных потоков понятие доступности зачастую не выступает самостоятельной аналитической категорией, а лишь сопровождает традиционные показатели мобильности.

Таким образом, несмотря на универсальность термина «доступность», его смысловая нагрузка и методика оценки существенно различаются в зависимости от дисциплинарного контекста. В российской практике сохраняется фрагментарность трактовок: наиболее полно категория доступности разработана в социально-экономической географии, частично закреплена в градостроительстве и социальной политике, но остается недостаточно инте-

¹ Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : утв. Распоряжением Правительства РФ от 27.11.2021 № 3363-р.

грированной в городское планирование. Это затрудняет формирование единой методологической базы и актуализирует задачу адаптации международных подходов к отечественным условиям.

В рамках настоящего исследования под транспортной доступностью для градостроительного анализа понимается интегральная характеристика городской среды, отражающая суммарную досягаемость населением пространственно распределенных возможностей (рабочие места/услуги/инфраструктура) при заданных обобщенных затратах на их достижение по реальной транспортной сети (при этом веса возможностей и затраты перемещения определяются конфигурацией сети и морфологией городской среды).

Эволюция методов оценки транспортной доступности

Эволюция подходов к оценке транспортной доступности прошла путь от ранних моделей советской экономико-географической школы, опиравшихся на такие показатели, как густота дорожной сети и коэффициенты обеспеченности инфраструктурой [13–15], к современным комплексным методам, основанным на больших данных и ориентированным на фактическое поведение пользователей [12]. Советская школа заложила прочный теоретический фундамент, однако ее подходы имели ряд ограничений: акцент на макроуровне затруднял применение результатов в городском масштабе, а используемые статические показатели не отражали динамическую природу доступности в условиях высокоурбанизированной среды. В 1990–2000-е гг. в российских исследованиях наметился сдвиг к учету пассажиропотоков и территориальной организации городов. В последние годы в практику все активнее внедряются методы, опирающиеся на большие данные, цифровые следы мобильности и поведенческие характеристики пользователей. Этот переход отражает общемировую тенденцию к пониманию доступности как многофакторной категории, в которой учитываются не только транспортные, но и социальные, пространственные и экологические измерения.

Несмотря на продолжительный интерес к концепции доступности со стороны отечественных географов [11, 13, 22] и активное развитие этой темы в международной научной литературе в области урбанистики и городского планирования [23–25], в российской градостроительной теории и практике концепция доступности на сегодняшний день по-прежнему остается недостаточно проработанной и систематизированной. На прикладном уровне в российских городах доступность до сих пор оценивается преимущественно в рамках базового маршрутного анализа для генеральных планов и комплексных схем транспортного планирования. Это существенно уступает зарубежным подходам, где транспортная доступность рассматривается как один из ключевых индикаторов социальной

справедливости, устойчивого развития, пространственной интеграции и эффективности городской структуры [26].

Современные трактовки как в отечественных, так и в зарубежных научных работах, все чаще определяют транспортную доступность как многопараметрическую категорию, включающую физические, временные, экономические, социальные и экологические характеристики, однако универсальный термин по-прежнему отсутствует, что обуславливает вариативность методов и критериев ее оценки [11].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для систематизации существующих подходов к оценке транспортной доступности в контексте городского планирования разработана классификация, включающая семь групп методов. Основанием для классификации выступает их соответствие задачам анализа и проектирования городской среды, а также различия по математическому аппарату и степени пригодности для практического применения — от топологических моделей до интегральных индексов, учитывающих морфологические и социальные характеристики.

Топологические методы опираются на анализ структуры улично-дорожной сети (УДС) в графовой форме. Они позволяют выявлять ключевые узлы и направления движения, что важно при проектировании новых связей. Наиболее известной является методика пространственного синтаксиса (Space Syntax), разработанная Б. Хиллером и Дж. Хансоном [27], получившая широкое распространение в анализе городов различного масштаба [28–30] (рис. 1). Несмотря на универсальность и широкое распространение, данный подход ограничен тем, что игнорирует временные и стоимостные параметры, имеющие ключевое значение для оценки реальной транспортной доступности.

Методы изолиний позволяют визуализировать границы достижимости территории в форме изохрон (по времени), изодистант (по расстоянию) и изодапан (по стоимости перемещения). Их преимущество заключается в наглядности, что делает данные методы особенно востребованными при оценке радиусов доступности объектов социальной инфраструктуры и транспортных узлов. Отечественными авторами изохроны применялись, например, для анализа транспортной доступности территории Перми [31] (рис. 2). Кроме того, в отечественной научной традиции получили распространение изодистанты и так называемые «километрограммы» А.М. Якшина, используемые для графоаналитической оценки пространственных различий [32].

Методы потенциальной доступности основаны на гравитационных моделях, предложенных В.Г. Хансеном [33]. Они учитывают «притягательность» целей и затраты на их достижение, что позволяет оценивать сбалансированность пространственного разви-

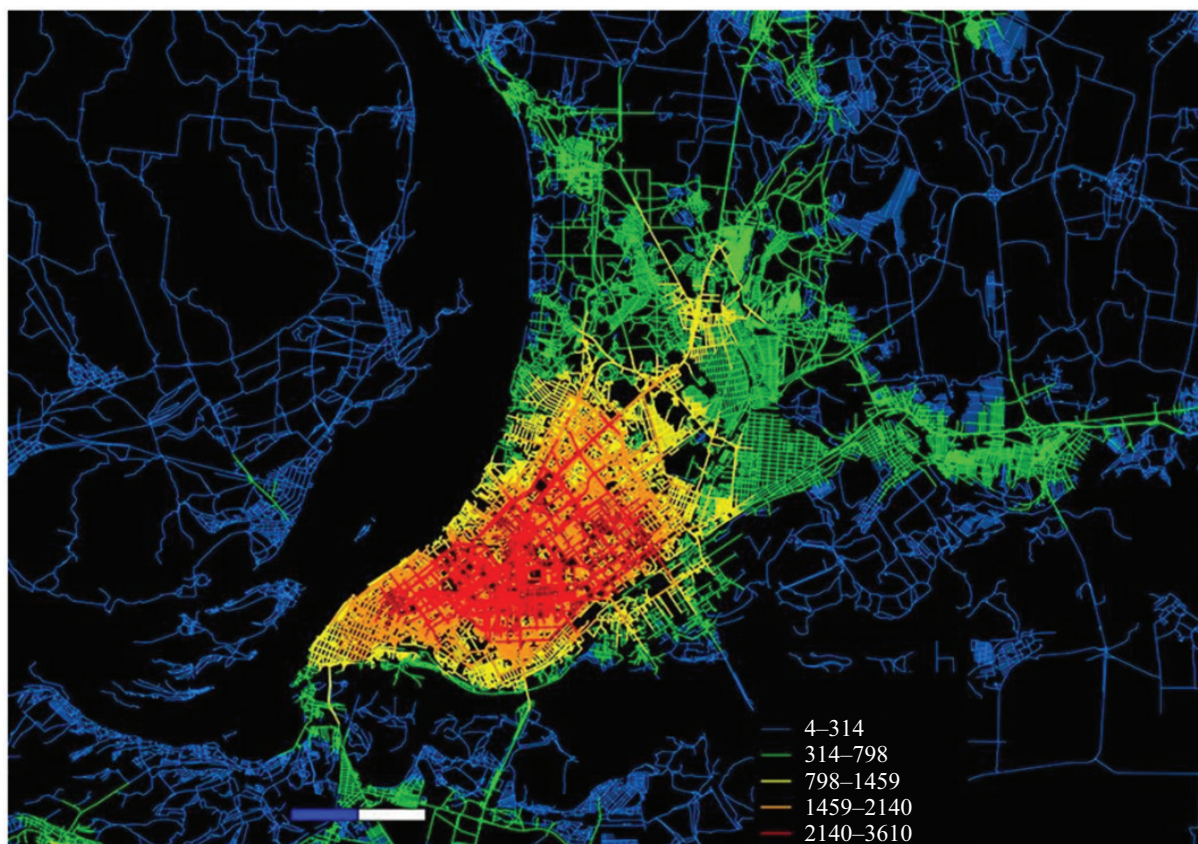


Рис. 1. Связанность территории г. Самары согласно теории пространственного синтаксиса [30]

тия. Применение показало высокую эффективность при анализе доступности рабочих мест [34], однако модели критикуются за игнорирование влияния конкуренции за ресурсы [35, 36]. Для учета метода разработаны модифицированные показатели и *балансовые модели* [11, 37]. Следует отметить, что в отечественной практике гравитационные модели закрепились преимущественно в составе четырехэтапного транспортного моделирования, где они используются для расчета корреспонденций и прогнозирования потоков. В международной традиции они интерпретируются шире — как инструмент оценки транспортного спроса и одновременно как показатель пространственной доступности, применяемый в градостроительном анализе [38, 39] (рис. 3).

Инфраструктурно-сетевые, пространственно-временные и индексные методы развиваются в условиях цифровизации. Первые опираются на GTFS-данные (общедоступный формат описания расписаний движения общественного транспорта) и графовые базы [40, 41]. Они позволяют учитывать расписание движения и реальную динамику транспортного обслуживания, что делает их полезными для оптимизации маршрутов и планирования транспортных узлов. Ограничением выступает зависимость от полноты и достоверности исходных сведений.

Пространственно-временные методы, восходящие к концепции Т. Хегерстранда [42], ориен-

тированы на учет индивидуальных ограничений и траекторий мобильности; использование этих навигационных систем и дневников перемещений дает возможность выявлять межличностные различия и обеспечивает более точное отражение динамики городской мобильности [43]. Их преимущество заключается в высокой точности, а ограничение — в сложности сбора и обработки персональных данных.

Композитные индексы строятся с применением многокритериальных процедур и машинного обучения [44, 45], что позволяет выявлять дисбаланс между охватом сети и фактическими условиями достижения целей. Эти подходы особенно востребованы при сценарном моделировании, однако интерпретация таких индексов затруднена, а их использование требует значительных объемов информации. В то же время именно этот класс методов открывает перспективы для интеграции морфологических характеристик городской среды в модели оценки транспортной доступности и применения нейросетевых алгоритмов, способных учитывать нелинейные зависимости между планировочной структурой и фактическим уровнем достижимости. Такой подход даст возможность адаптировать международный опыт к специфике постсоветских городов и повысить чувствительность аналитических инструментов к пространственным различиям внутри городской ткани.

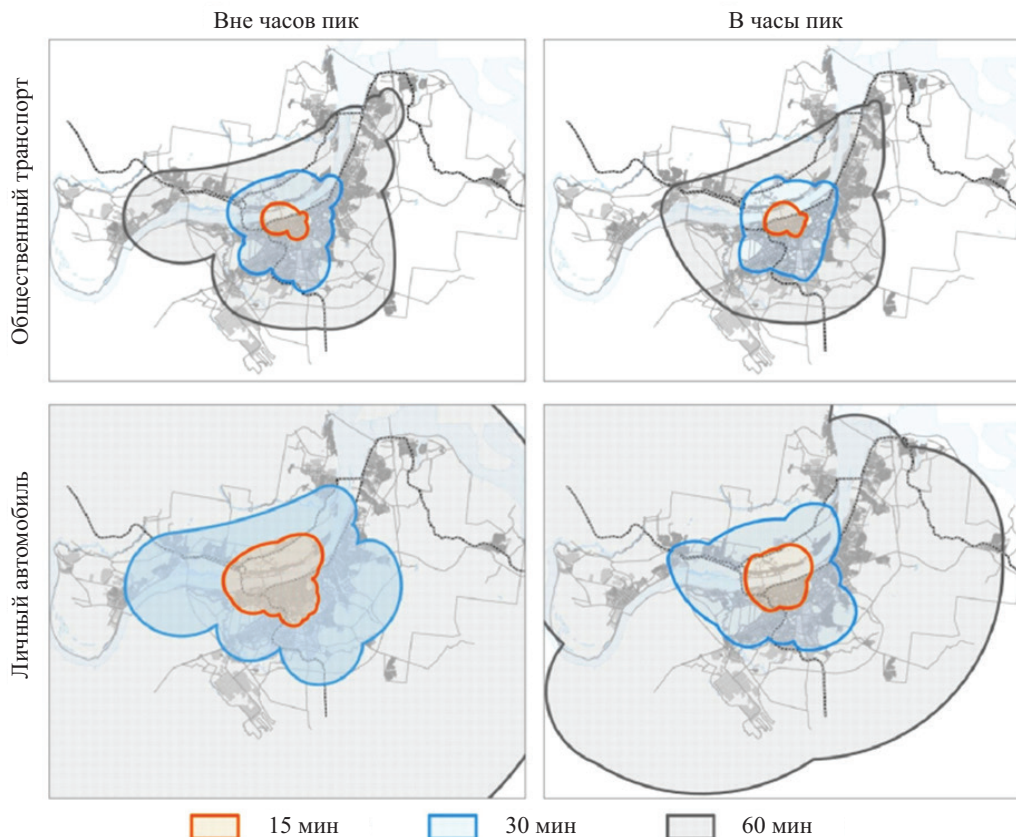


Рис. 2. Изохроны доступности территории г. Перми на общественном и личном транспорте для двух вариантов интенсивности движения [31]

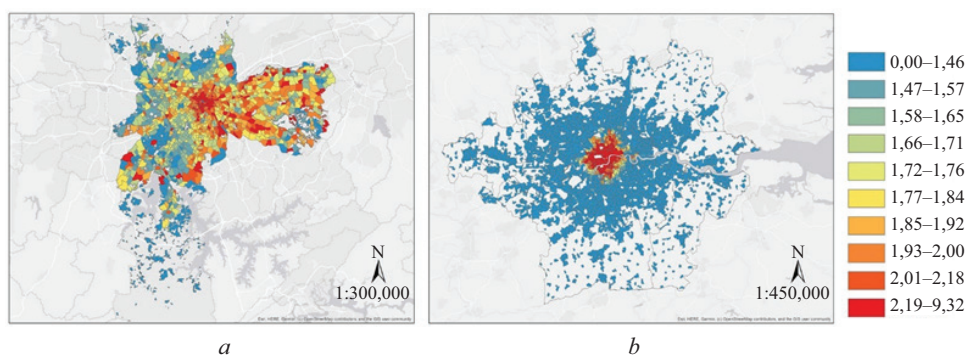


Рис. 3. Доступность рабочих мест в Сан-Паулу (a) и Лондоне (b) [34]

Существующее многообразие методов оценки транспортной доступности отражает различные исследовательские подходы — от экономико-географических до инженерно-технических. Однако в градостроительном контексте особую значимость приобретают именно те аспекты доступности, которые поддаются пространственному регулированию. Хотя транспортное поведение населения и уровень транспортной доступности определяются комплексом факторов, включая социально-экономические условия, транспортную политику и индивидуальные предпочтения, пространственная структура городской территории остается одним из немногих

параметров, на которые градостроительная практика может оказывать системное влияние.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние планировочной структуры на доступность

Современные исследования подчеркивают необходимость рассматривать транспортную доступность как результат взаимодействия транспортной инфраструктуры и планировочной организации городской среды. В частности, в докладе исследовательской группы LSE Cities акцентируется роль морфологических характеристик в обеспечении устойчивой мобильности [46]. Концепция доступ-

ности тесно связана с понятием «транспортное поведение населения» [6, 47]: именно она определяет возможности выбора направлений, способов и частоты поездок. Чем выше уровень доступности, тем выше вероятность использования общественного транспорта и немоторизованных видов мобильности, при условии наличия соответствующей инфраструктуры.

Исследования показывают, что такие пространственные характеристики, как плотность застройки, связность уличной сети и степень функционального смешения, оказывают прямое влияние на транспортное поведение [38], хотя их роль уступает социодемографическим факторам, включая уровень автомобилизации и социально-экономический статус индивида [48]. Планировочная структура влияет на транспортное поведение опосредованно — через формирование условий доступности, что подчеркивает значимость градостроительных решений, направленных на сокращение расстояний до точек притяжения, повышение плотности и функциональной насыщенности городской ткани наряду с развитием транспортной инфраструктуры.

В научной литературе в области городского планирования доступность рассматривается как многослойная категория, где одних только показателей расстояния и времени в пути недостаточно для объяснения различий в мобильности. Исследования 38 городов США показали, что именно пространственная организация, а не скорость перемещений, является ключевым фактором доступности [39]. Европейский опыт также демонстрирует интеграцию морфологических параметров: большинство из 21 инструмента оценки доступности, применяемых в практике транспортного и градостроительного планирования европейских городов, учитывают такие пространственные характеристики, как плотность, структура уличной сети и смешение функций [49]. Один из таких инструментов — GraBAM, основанный на гравитационных моделях, исполь-

зуется при разработке мастер-планов и оценке социально-экономических последствий транспортных проектов [50]. Таким образом, международная практика подтверждает необходимость перехода от сугубо транспортных моделей к комплексным подходам, интегрирующим морфологические, социальные и пространственные характеристики городской среды.

Пространственные характеристики планировочной структуры

Обзор научных публикаций позволяет выявить ключевые пространственные характеристики, определяющие уровень транспортной доступности: это конфигурация УДС, плотность застройки, пространственное распределение функций и точек притяжения. В таблице представлены основные морфологические параметры, наиболее часто рассматриваемые в научной литературе как предикторы пространственной доступности, и обозначен характер их влияния.

Повышение плотности застройки, особенно в сочетании с высокой концентрацией рабочих мест и сервисов, способствует сокращению расстояний между точками притяжения, снижает транспортную нагрузку и повышает эффективность общественного транспорта [39]. Исследования индийских городов показали, что компактная форма застройки, регулярная ортогональная сеть улиц и наличие субцентров занятости напрямую улучшают показатели доступности и обеспечивают более равномерное распределение транспортных потоков [51]. *Смешанная застройка*, сочетающая жилье, рабочие места, торговлю и услуги, снижает потребность в частых и дальних поездках, особенно на личном автомобиле [52].

Конфигурация улично-дорожной сети также играет определяющую роль. Связная сеть с высокой плотностью перекрестков и множеством альтернативных маршрутов повышает пешеходную и транспортную доступность, сокращает длину

Влияние пространственных характеристик городской среды на транспортную доступность

Характеристика	Влияние на доступность	Обоснование
Плотность населения и занятости	Уменьшает расстояния до объектов, делает общественный транспорт более эффективным	[39, 51]
Смещение функций	Повышает вероятность достижения необходимых целей без пересадок и на коротких маршрутах	[52, 53]
Связность уличной сети	Обеспечивает выбор маршрутов, уменьшает время и длину пути, увеличивает модальное разнообразие	[5, 54]
Проницаемость кварталов	Повышает доступность в масштабе пешеходной сети, особенно для маломобильных групп	[25]
Размеры кварталов	Более мелкая сетка кварталов способствует локальной доступности и пешей досягаемости	[46, 55]
Центральность в транспортной сети	Центрально расположенные районы обеспечивают больше альтернатив и быстрее достижимы из других точек	[24, 56]
Обеспеченность остановками и маршрутами общественного транспорта	Повышает физическую и временную доступность ключевых направлений, снижает барьеры для уязвимых групп	[53, 55]

пути и время поездки [5]. Топологическая связность УДС напрямую коррелирует с объемами пешеходных перемещений и концентрацией объектов притяжения вдоль наиболее доступных маршрутов [54]. Наличие сквозных связей между кварталами обеспечивает проницаемость городской ткани, что важно для уязвимых групп населения. Напротив, иерархическая организация уличной сети и закрытые жилые комплексы снижают проницаемость и ограничивают доступность [25, 46, 55].

Центральное положение участка в структуре города обеспечивает более высокий уровень доступности благодаря концентрации функций, транспортных маршрутов и пересадочных узлов. Например, исследование из г. Луисвилля выявило, что центральные районы города отличаются более высокой доступностью за счет сочетания эффективной уличной сети и концентрации точек притяжения [56]. Существенным фактором является и качество транспортного обслуживания: шаговая доступность остановок, плотность и частота маршрутов общественного транспорта. Интеграция транспортных маршрутов и развитие мультимодальных узлов способны повысить территориальную доступность прилегающих районов на 10–20 % [53]. В монографии Научно-исследовательского института автомобильного транспорта (НИИАТ) также подчеркивается, что шаговая доступность остановок общественного транспорта критически важна для снижения транспортной уязвимости [5].

Можно утверждать, что планировочная структура оказывает системное влияние на формирование условий транспортной доступности, сопоставимое по значимости с развитием транспортной инфраструктуры. Это подтверждает необходимость включения морфологических характеристик в ин-

струменты оценки и прогнозирования доступности городской среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ показывает, что транспортную доступность следует рассматривать не только как характеристику транспортной системы, но и как производную от пространственной организации городской среды. Обзор научных работ подтверждает, что к числу наиболее значимых морфологических факторов относятся плотность и смешение функций, конфигурация УДС, размер и проницаемость кварталов, пространственное распределение точек притяжения.

Зарубежные исследования демонстрируют переход международной практики от оценки мобильности к комплексной оценке доступности, интегрирующей морфологические и социальные характеристики городской среды. В отечественном контексте актуальной задачей становится адаптация этих подходов с учетом особенностей постсоветской планировочной структуры, сформировавшейся в условиях индустриальной модели градостроительства.

Таким образом, дальнейшее развитие теоретико-методологических оснований оценки транспортной доступности должно быть связано с интеграцией морфологических характеристик в аналитические модели. Это позволит повысить чувствительность методов к пространственным различиям, выявить зоны транспортного неравенства и обосновать градостроительные решения, направленные на повышение качества городской среды и устойчивость городской мобильности.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Вучик В. Транспорт в городах, удобных для жизни : монография. М. : ИД Территория будущего, 2011. 576 с. EDN RAYWFL.
2. Cervero R. Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis // Journal of the American Planning Association. 2003. Vol. 69. Issue 2. Pp. 145–163. DOI: 10.1080/01944360308976303
3. Banister D. The sustainable mobility paradigm // Transport Policy. 2008. Vol. 15. Issue 2. Pp. 73–80. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.10.005
4. Власов Д.Н., Данилина Н.В. Концепции устойчивого развития территорий // Архитектура и строительство России. 2023. № 2 (246). С. 8–9.
5. Донченко В.В., Баранов А.С., Немчинов Д.М., Поляков А.С. Городское планирование и транспортное поведение в Российской Федерации : монография. М. : КнигИздат, 2022. 240 с.
6. Савельева Е.О. Изменение транспортного поведения населения как способ достижения устойчивой мобильности в российских городах // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. 2021. № 1 (41). С. 5–18. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.01. EDN NHPBNB.
7. Бахирев И.А. Транспортные проблемы современного города // Градостроительство. 2016. № 2 (42). С. 12–19. EDN VZVLJH.
8. Савельева Е.О. Устойчивая мобильность и (дез) интеграция развития систем городского землепользования и транспорта в городах России // Урбанистика. 2024. № 2. С. 130–140. DOI: 10.7256/2310-8673.2024.2.70422. EDN AMXMKF.
9. Щербина Е.В., Данилина Н.В. Градостроительные аспекты проектирования устойчивой городской

- среды // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2014. № 11 (94). С. 183–186. EDN TALHUN.
10. Гребенников В.В., Мунин Д.А., Леваишев А.Г., Михайлов А.Ю. Виды транспортной доступности // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2012. № 1 (2). С. 56–61. EDN RAQTEX.
11. Дубовик В.О. Методы оценки транспортной доступности территории // Региональные исследования. 2013. № 4 (42). С. 11–18. EDN RUDVDF.
12. Тиньков С.А. Подходы к оценке транспортной доступности точек притяжения в мегаполисе // Экономика, предпринимательство и право. 2021. Т. 11. № 2. С. 377–394. DOI: 10.18334/ep.11.2.111582. EDN VBRXOS.
13. Бугроменко В.Н. Транспорт в территориальных системах. М. : Наука, 1987. 110 с.
14. Баранский Н.Н. Становление советской экономической географии : избранные труды. М. : Мысль, 1980. 287 с.
15. Колосовский Н.Н. Избранные труды. Смоленск : Ойкумена, 2006. 334 с.
16. Спирин И.В., Беляев В.М. Содержание понятия транспортной доступности // Мир Транспорта. 2018. Т. 16. № 5 (78). С. 26–38. EDN JXEVGA.
17. Аникина Е.А., Лазарчук Е.В., Чечина В.И. Доступность высшего образования как социально-экономическая категория // Фундаментальные исследования. 2014. № 12–2. С. 355–358. EDN TENFKX.
18. Еругина М.В., Кром И.Л., Шмеркевич А.Б., Дорогойкин Д.Л., Жужлова Н.Ю., Шигаев Н.Н. и др. Доступность медицинской помощи как облигатный социальный предиктор здоровья населения в России // Саратовский научно-медицинский журнал. 2016. Т. 12. № 2. С. 101–105. EDN WZXGRL.
19. Наберушкина Э.К. Доступность городской среды для инвалидов // Социологические исследования. 2010. № 9 (317). С. 58–64. EDN MULYWP.
20. Шаров М.И., Михайлов А.Ю., Дученкова А.В. Пример оценки транспортной доступности с использованием программного продукта PTV «Visum» // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2013. № 1 (4). С. 133–138. EDN RAJBXJ.
21. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов. М. : Логос, 2013. 188 с. EDN RXRQZV.
22. Бугроменко В.Н. Что стоит за сменой парадигм? // Транспорт России. 2009. № 46. С. 5–18.
23. Curtis C., Scheurer J. Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making // Progress in Planning. 2010. Vol. 74. Issue 2. Pp. 53–106. DOI: 10.1016/j.progress.2010.05.001
24. Geurs K.T., van Wee B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies : review and research directions // Journal of Transport Geography. 2004. Vol. 12. Issue 2. Pp. 127–140. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005
25. Handy S.L., Niemeier D.A. Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives // Environment and Planning A: Economy and Space. 1997. Vol. 29. Issue 7. Pp. 1175–1194. DOI: 10.1068/a291175
26. Handy S. Is accessibility an idea whose time has finally come? // Transportation Research Part D: Transport and Environment. 2020. Vol. 83. P. 102319. DOI: 10.1016/j.trd.2020.102319
27. Hillier B., Hanson J. The social logic of space. Cambridge University Press, 1989.
28. Бегай Е.Д., Смолина О.О. Особенности и перспективы проведения конфигурационного анализа на территории застройки г. Новосибирска с использованием программного обеспечения Depthmap // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2022. Т. 24. № 4. С. 57–71. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-4-57-71. EDN RJLSSD.
29. Овчинникова Е.А., Савельева Е.О. Пространственный анализ и оптимизация планировочной структуры малого города на примере г. Горнозаводск // Архитектура и современные информационные технологии. 2022. № 2 (59). С. 245–257. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-245-257. EDN MXJOAU.
30. Синецына И.А. Грамматика городского пространства: планировочные оси и сопряженные оценки территории // Архитектура и современные информационные технологии. 2023. № 1 (62). С. 197–212. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-1-197-212. EDN NAAHTV.
31. Савельева Е.О. Рельсовый транспорт в постсоветских городах с линейно-расчлененной планировочной структурой (на примере г. Перми) // Вестник ПНИПУ. Прикладная экология. Урбанистика. 2016. № 1 (21). С. 101–119. DOI: 10.15593/2409-5125/2016.01.07. EDN VPMTD.
32. Жужгова Ю.Е., Савельева В.В. Формирование оптимальной логистической системы на основе анализа транспортной инфраструктуры города Екатеринбурга // Инновационный транспорт. 2021. № 2 (40). С. 3–7. DOI: 10.20291/2311-164X-2021-2-3-7. EDN DAMMBN.
33. Hansen W.G. How Accessibility Shapes Land Use // Journal of the American Institute of Planners. 1959. Vol. 25. Issue 2. Pp. 73–76. DOI: 10.1080/01944-365908978307
34. Giannotti M., Tomasiello D.B., Bittencourt T.A., Giannotti M. The bias in estimating accessibility inequalities using gravity-based metrics // Journal of Transport Geography. 2022. Vol. 101. P. 103337. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2022.103337
35. Geurs K., van Eck J.R. Accessibility measures: review and applications. RIVM Report. 2001.
36. Shen Q. Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers // Environment and Planning B: Planning

and Design. 1998. Vol. 25. Issue 3. Pp. 345–365. DOI: 10.1068/b250345

37. *Van Wee B., Hagoort M., Annema J.A.* Accessibility measures with competition // *Journal of Transport Geography*. 2001. Vol. 9. Issue 3. Pp. 199–208. DOI: 10.1016/s0966-6923(01)00010-2

38. *Handy S.L., Niemeier D.A.* Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives // *Environment and Planning A: Economy and Space*. 1997. Vol. 29. Issue 7. Pp. 1175–1194. DOI: 10.1068/a29-1175

39. *Levine J., Grengs J., Shen Q., Shen Q.* Does Accessibility Require Density or Speed? // *Journal of the American Planning Association*. 2012. Vol. 78. Issue 2. Pp. 157–172. DOI: 10.1080/01944363.2012.677119

40. *Fortin P., Morency C., Trépanier M.* Innovative GTFS data application for transit network analysis using a graph-oriented method // *Journal of Public Transportation*. 2016. Vol. 19. Issue 4. Pp. 18–37. DOI: 10.5038/2375-0901.19.4.2

41. *Wessel N., Farber S.* On the accuracy of schedule-based GTFS for measuring accessibility // *Journal of Transport and Land Use*. 2019. Vol. 12. Issue 1. DOI: 10.5198/jtlu.2019.1502

42. *Hägerstrand T.* What about people in regional science? // *Transport Sociology*. 1986. Pp. 143–158. DOI: 10.1016/b978-0-08-023686-5.50017-1

43. *Kwan M.* Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework // *Geographical Analysis*. 1998. Vol. 30. Issue 3. Pp. 191–216. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x

44. *Kim J., Lee B.* More than travel time: New accessibility index capturing the connectivity of transit services // *Journal of Transport Geography*. 2019. Vol. 78. Pp. 8–18. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2019.05.008

45. *Rathod R., Joshi G., Arkatkar S.* Composite Accessibility Index: A Novel and Holistic Measure for Evaluating Transit Accessibility // *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2025. Vol. 2679. Issue 2. Pp. 1359–1378. DOI: 10.1177/03611981241270156

46. *Rode P., Floater G., Thomopoulos N., Docherty J., Schwinger P., Mahendra A. et al.* Accessibility in Cities: Transport and Urban Form // *Lecture Notes*

in Mobility. 2017. Pp. 239–273. DOI: 10.1007/978-3-319-51602-8_15

47. *Федоров В.А.* Транспортное поведение индивидуумов — основной источник городских транспортных проблем // *Молодой ученый*. 2015. № 18 (98). С. 309–316. EDN UJLUSL.

48. *Савельева Е.О.* Факторы формирования транспортного поведения в крупнейших городах России // *Градостроительство*. 2018. № 5 (57). С. 54–62. EDN IIVGDL.

49. *Papa E., Silva C., Brömmelstroet M.T., Hull A.* Accessibility instruments for planning practice: a review of European experiences // *Journal of Transport and Land Use*. 2015. Vol. 9. Issue 3. Pp. 57–75. DOI: 10.5198/jtlu.2015.585

50. *Papa E., Coppola P.* Gravity-based accessibility measures for integrated transport-land use planning (GraBAM) // *Accessibility Instruments for Planning Practice*. 2012. Pp. 117–124.

51. *Harari M.* Cities in bad shape: Urban geometry in India // *American Economic Review*. 2020. Vol. 110. Issue 8. Pp. 2377–2421. DOI: 10.1257/aer.20171673

52. *Cervero R., Duncan M.* Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing? // *Journal of the American Planning Association*. 2006. Vol. 72. Issue 4. Pp. 475–490. DOI: 10.1080/01944360608976767

53. *Liu S., Zhu X.* Accessibility Analyst: An Integrated GIS Tool for Accessibility Analysis in Urban Transportation Planning // *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2004. Vol. 31. Issue 1. Pp. 105–124. DOI: 10.1068/b305

54. *Koohsari M.J., Owen N., Cerin E., Giles-Corti B., Sugiyama T.* Walkability and walking for transport: characterizing the built environment using space syntax // *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2016. Vol. 13. Issue 1. DOI: 10.1186/s12966-016-0448-9

55. *Litman T.A.* Evaluating Accessibility for Transport Planning // *Victoria Transport Policy Institute*. 2025. URL: <https://www.vtpi.org/access.pdf>

56. *Scott D.M., Horner M.W.* The role of urban form in shaping access to opportunities: An exploratory spatial data analysis // *Journal of Transport and Land Use*. 2008. Vol. 1. Issue 2. Pp. 89–119.

Поступила в редакцию 27 августа 2025 г.

Принята в доработанном виде 15 сентября 2025 г.

Одобрена для публикации 24 сентября 2025 г.

ОБ АВТОРЕ: **Екатерина Олеговна Савельева** — PhD, старший преподаватель кафедры архитектуры и урбанистики; **Пермский национальный исследовательский политехнический университет (ПНИПУ)**; 614990, г. Пермь, Комсомольский пр., д. 29; e.saveleva@pstu.ru.

INTRODUCTION

For a long time, transport policy in cities has been focused on ensuring effective mobility, understood as maximizing speed and distance of travel. This approach has led to increased car use, spatial dispersion and a decline in the quality of the urban environment [1, 2]. The transition to a sustainable development paradigm in the 1990s shifted the focus from mobility to accessibility, i.e. the ability to achieve vital goals within acceptable time and resource costs [3, 4]. Accessibility came to be seen not only as a transport characteristic, but also as an integral indicator reflecting the conditions of the urban environment and its ability to meet the needs of the population [5, 6].

In Russian politics, the idea of accessibility has been institutionalized relatively recently: Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 sets out, for the first time at the state level, the task of improving spatial connectivity and transport accessibility of territories¹. However, the Strategy interprets accessibility primarily in sectoral terms — through the renewal of rolling stock, the development of trunk infrastructure, and the improvement of transport service indicators. Issues of transport and land use integration remain secondary, and the urban planning aspect of accessibility is not adequately reflected. In modern Russian cities, the disintegration of land use and transport systems persists; the location of residential areas, workplaces and services is often not consistent with the possibilities of reaching them [5, 7, 8]. This results in spatial imbalances that increase dependence on private transport and reduce territorial equity. Ensuring a sustainable urban environment requires a comprehensive urban planning approach that includes coordinated planning of the spatial organization of the territory and transport infrastructure [9].

The current scientific and practical agenda involves a shift from understanding transport accessibility as an exclusively transport characteristic to considering it as a comprehensive urban planning indicator. In this regard, the systematization of the conceptual framework, analysis of existing scientific approaches to measuring transport accessibility, and research into the role of spatial characteristics of the urban environment in shaping transport accessibility conditions are becoming particularly relevant.

Theoretical approaches to the analysis of transport accessibility

The concept of accessibility

The concept of accessibility occupies an important place in the theory and practice of several related disciplines: geography, regional economics, transport plan-

ning and urban planning. In a broad interdisciplinary context, accessibility can be viewed as a characteristic of a territory that indicates the degree (potential and actual) of reachability of a specific point in space by selected means [10–12]. In the economic-geographical tradition, accessibility is understood as the property of remoteness/proximity of an object or the possibility of reaching it via the existing transport network [13], or as a tool for analyzing the isolation of territories and development disparities [13–15].

In the field of urban development and spatial planning, transport accessibility has become established as a normative spatial characteristic linked to the service radii of social infrastructure facilities, as well as to the walking distance to stops and transfer hubs [16]. Research on social policy and applied demography interprets accessibility as the equality of opportunities for the population to achieve basic social benefits — education, medicine, administrative services — as well as an indicator of transport discrimination [17–19]. In transport engineering modelling, the concept is used primarily in an operational sense — as temporal and spatial parameters of access to the transport network or key facilities [20, 21]. Even when implementing complex algorithms for calculating transport flows, the concept of accessibility often does not act as an independent analytical category, but merely accompanies traditional mobility indicators.

Thus, despite the universality of the term “accessibility”, its meaning and assessment methodology vary significantly depending on the disciplinary context. In Russian practice, interpretations remain fragmented: the category of accessibility has been most fully developed in socio-economic geography, partially established in urban planning and social policy, but remains insufficiently integrated into urban planning. This hinders the formation of a unified methodological basis and highlights the task of adapting international approaches to domestic conditions.

In this study, transport accessibility for urban planning analysis is understood as an integral characteristic of the urban environment that reflects the total reachability of spatially distributed opportunities (jobs/services/infrastructure) by the population at a given generalized cost of reaching them via the actual transport network (whereby the weighting of opportunities and travel costs are determined by the configuration of the network and the morphology of the urban environment).

The evolution of transport accessibility assessment methods

The evolution of approaches to assessing transport accessibility has progressed from the early models of the Soviet economic-geographical school, which relied on indicators such as road network density and infrastructure provision coefficients [13–15], to modern comprehensive methods based on big data and focused on actual user behaviour [12]. The Soviet school laid a solid theoretical foundation, but its approaches had

¹ Transport Strategy of the Russian Federation until 2030 with a forecast for the period until 2035: approved by Order of the Government of the Russian Federation No. 3363-r dated 27 November 2021.

a number of limitations: the emphasis on the macro level made it difficult to apply the results on an urban scale, and the static indicators used did not reflect the dynamic nature of accessibility in a highly urbanized environment. In the 1990s and 2000s, Russian research shifted towards taking into account passenger flows and the territorial organization of cities. In recent years, methods based on big data, digital mobility traces and user behaviour characteristics have been increasingly implemented in practice. This transition reflects a global trend towards understanding accessibility as a multifactorial category that takes into account not only transport but also social, spatial and environmental dimensions.

Despite the continued interest in the concept of accessibility on the part of Russian geographers [11, 13, 22] and the active development of this topic in international scientific literature in the field of urban studies and urban planning [23–25], in Russian urban planning theory and practice, the concept of accessibility remains insufficiently developed and systematized. At the applied level in Russian cities, accessibility is still assessed mainly within the framework of basic route analysis for master plans and comprehensive transport planning schemes. This is significantly inferior to foreign approaches, where transport accessibility is considered one of the key indicators of social justice, sustainable development, spatial integration, and the effectiveness of urban structure [26].

Contemporary interpretations in both domestic and foreign scientific works increasingly define transport accessibility as a multi-parameter category that includes physical, temporal, economic, social, and environmental characteristics. However, there is still no universal term for it, which leads to variability in the methods and criteria used to assess it [11].

MATERIALS AND METHODS

To systematize existing approaches to assessing transport accessibility in the context of urban planning, a classification comprising seven groups of methods has been developed. The classification is based on their suitability for the tasks of analyzing and designing the urban environment, as well as differences in mathematical apparatus and degree of suitability for practical application — from topological models to integral indices that take into account morphological and social characteristics.

Topological methods are based on the analysis of the street and road network (SRN) structure in graph form. They allow key nodes and traffic directions to be identified, which is important when designing new connections. The most well-known method is Space Syntax, developed by B. Hillier and J. Hanson [27], which has been widely used in the analysis of cities of various sizes [28–30] (Fig. 1). Despite its versatility and widespread use, this approach is limited in that it ignores time

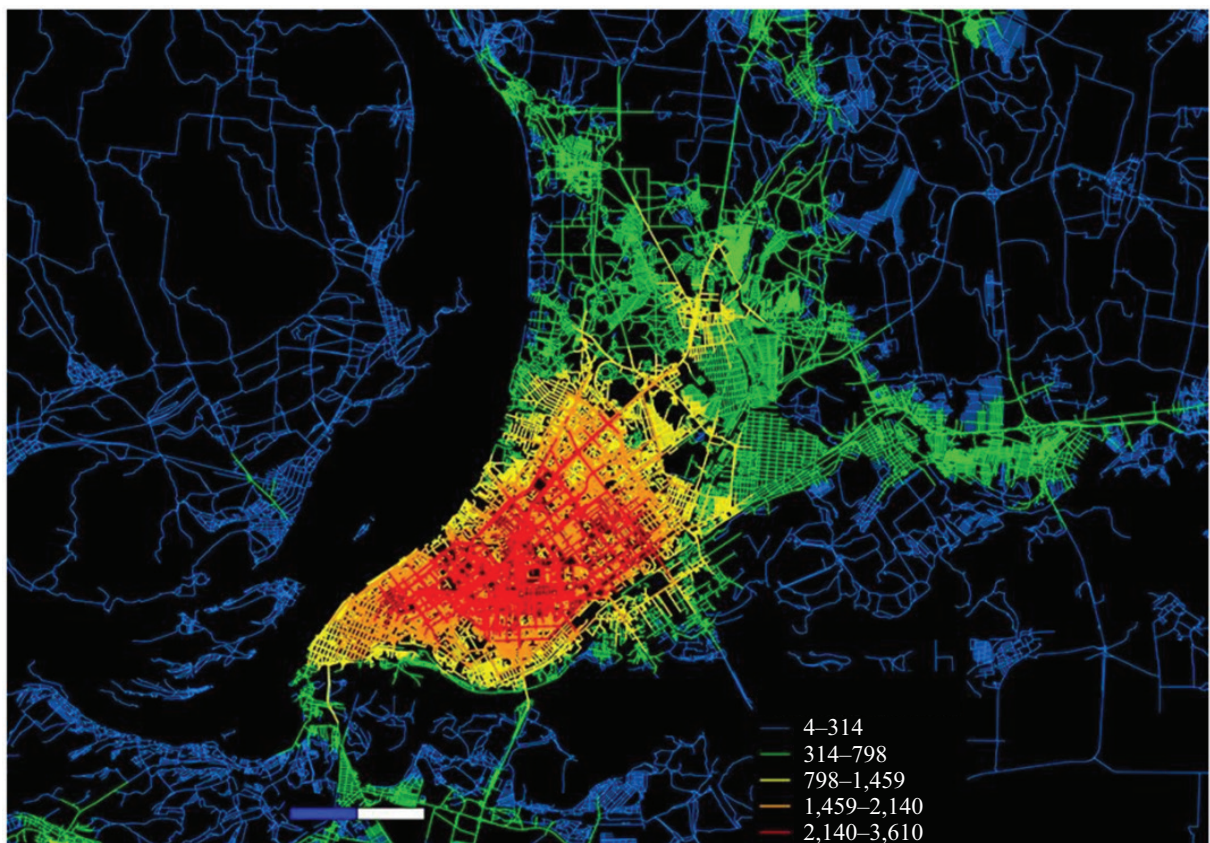


Fig. 1. Connectivity of the Samara region according to spatial syntax theory [30]

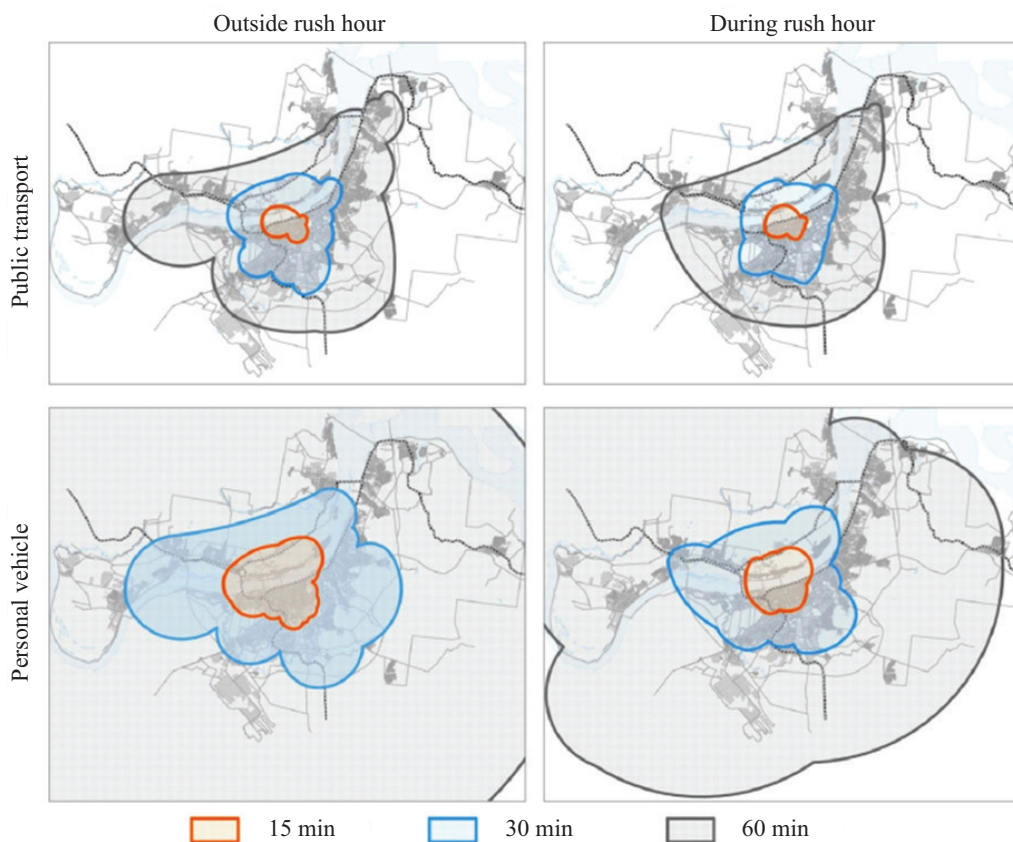


Fig. 2. Isochrones of accessibility of the Perm area by public and private transport for two traffic intensity scenarios [31]

and cost parameters, which are key to assessing real transport accessibility.

Iso line methods allow visualizing the boundaries of a territory’s accessibility in the form of isochrones (by time), isodistances (by distance) and isodapanes (by travel cost). Their advantage lies in their clarity, which makes these methods particularly useful when assessing the accessibility radii of social infrastructure facilities and transport hubs. Domestic authors have used isochrones, for example, to analyze the transport accessibility of the Perm region [31] (Fig. 2). In addition, isodistances and the so-called “kilometrograms” of A.M. Yakshin, used for graphoanalytical assessment of spatial differences, have become widespread in the domestic scientific tradition [32].

Potential accessibility methods are based on gravitational models proposed by V.G. Hansen [33]. They take into account the “attractiveness” of destinations and the costs of reaching them, which allows for the assessment of the balance of spatial development. Their application has proven highly effective in analyzing workplace accessibility [34], but the models have been criticized for ignoring the impact of competition for resources [35, 36]. Modified indicators and *balance models* have been developed to take this method into account [11, 37]. It should be noted that in domestic practice, gravitational models have become established mainly as part of four-stage transport modelling, where they are used to calculate cor-

respondences and forecast flows. In international tradition, they are interpreted more broadly — as a tool for assessing transport demand and, at the same time, as an indicator of spatial accessibility used in urban planning analysis [38, 39] (Fig. 3).

Infrastructure-network, spatio-temporal, and index methods are developing in the context of digitalization. The former is based on GTFS data (a publicly available format for describing public transport timetables) and graph databases [40, 41]. They allow for the consideration of timetables and the actual dynamics of transport services, which makes them useful for optimizing routes and planning transport hubs. A limitation is their dependence on the completeness and reliability of the source data.

Spatio-temporal methods, which go back to T. Hegerstrand’s concept [42], focus on individual constraints and mobility trajectories; using these navigation systems and travel diaries makes it possible to identify interpersonal differences and provides a more accurate reflection of urban mobility dynamics [43]. Their advantage lies in their high accuracy, while their limitation is the complexity of collecting and processing personal data.

Composite indices are constructed using multi-criteria procedures and machine learning [44, 45], which allows for the identification of imbalances between network coverage and the actual conditions for

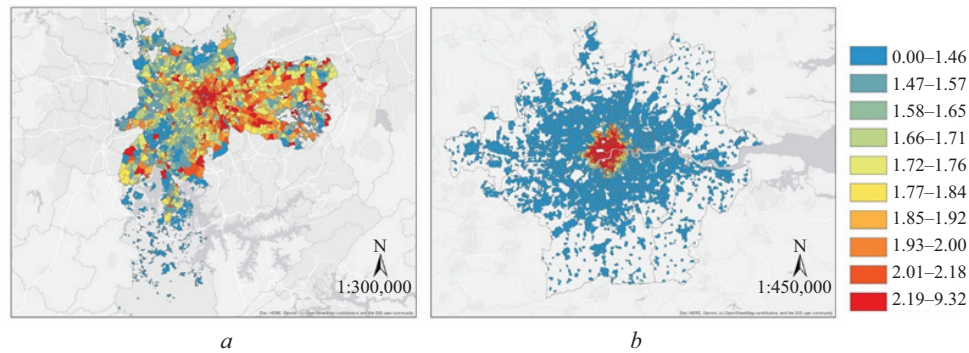


Fig. 3. Accessibility of workplaces in Sao Paulo (a) and London (b) [34]

achieving goals. These approaches are particularly useful in scenario modelling, but the interpretation of such indices is difficult, and their use requires significant amounts of information. At the same time, it is this class of methods that opens up prospects for integrating the morphological characteristics of the urban environment into models for assessing transport accessibility and applying neural network algorithms capable of taking into account nonlinear dependencies between the planning structure and the actual level of accessibility. This approach will make it possible to adapt international experience to the specifics of post-Soviet cities and increase the sensitivity of analytical tools to spatial differences within the urban fabric.

The existing variety of methods for assessing transport accessibility reflects different research approaches, ranging from economic and geographical to engineering and technical. However, in the context of urban planning, it is precisely those aspects of accessibility that can be spatially regulated that are of particular importance. Although the transport behaviour of the population and the level of transport accessibility are determined by a complex set of factors, including socio-economic conditions, transport policy and individual preferences, the spatial structure of urban areas remains one of the few parameters on which urban planning practice can have a systematic influence.

RESEARCH RESULTS

The impact of planning structure on accessibility

Contemporary research emphasizes the need to consider transport accessibility as the result of the interaction between transport infrastructure and the planning of the urban environment. In particular, a report by the LSE Cities research group highlights the role of morphological characteristics in ensuring sustainable mobility [46]. The concept of accessibility is closely linked to the concept of “transport behaviour of the population” [6, 47]: it is this concept that determines the choice of destinations, modes and frequency of travel. The higher the level of accessibility, the higher the likelihood of using public transport and non-motorized modes of mobility, provided that the appropriate infrastructure is in place.

Studies show that spatial characteristics such as building density, street network connectivity and the degree of functional mixing have a direct impact on transport behaviour [38], although their role is secondary to socio-demographic factors, including car ownership and an individual’s socio-economic status [48]. The planning structure influences transport behaviour indirectly — through the creation of accessibility conditions, which emphasizes the importance of urban planning decisions aimed at reducing distances to points of attraction, increasing the density and functional saturation of the urban fabric, and developing transport infrastructure.

In the scientific literature on urban planning, accessibility is viewed as a multi-layered category, where distance and travel time indicators alone are not sufficient to explain differences in mobility. Studies of 38 cities in the United States have shown that it is spatial organization, rather than travel speed, that is the key factor in accessibility [39]. European experience also demonstrates the integration of morphological parameters: most of the 21 accessibility assessment tools used in the transport and urban planning practices of European cities take into account spatial characteristics such as density, street network structure and mixed use [49]. One such tool is GraBAM, based on gravity models, which is used in the development of master plans and the assessment of the socio-economic impact of transport projects [50]. Thus, international practice confirms the need to move from purely transport models to integrated approaches that incorporate the morphological, social and spatial characteristics of the urban environment.

Spatial characteristics of the planning structure

A review of scientific publications reveals the key spatial characteristics that determine the level of transport accessibility: the configuration of the urban development structure, building density, and the spatial distribution of functions and points of attraction. The Table presents the main morphological parameters most frequently considered in scientific literature as predictors of spatial accessibility, and indicates the nature of their influence.

The influence of spatial characteristics of the urban environment on transport accessibility

Characteristic	Impact on accessibility	Justification
Population and employment density	Reduces distances to facilities and increases the efficiency of public transport	[39, 51]
Land use mix	Increases the likelihood of reaching required destinations without transfers and along short routes	[52, 53]
Street network connectivity	Provides route choice, reduces travel time and distance, and increases modal diversity	[5, 54]
Block permeability	Increases accessibility at the pedestrian network scale, especially for groups with limited mobility	[25]
Block size	Smaller block grids promote local accessibility and walkability	[46, 55]
Transport network centrality	Centrally located areas provide more alternatives and are reached faster from other locations	[24, 56]
Availability of public transport stops and routes	Improves physical and temporal accessibility of key destinations and reduces barriers for vulnerable groups	[53, 55]

Increased building density, especially when combined with a high concentration of jobs and services, helps to reduce the distances between points of attraction, reduces transport loads and improves the efficiency of public transport [39]. Studies of Indian cities have shown that compact building forms, regular orthogonal street networks, and the presence of sub-centres of employment directly improve accessibility indicators and ensure a more even distribution of traffic flows [51]. Mixed-use development, combining housing, workplaces, retail and services, reduces the need for frequent and long journeys, especially by private car [52].

The configuration of the street and road network also plays a decisive role. A connected network with a high density of intersections and multiple alternative routes improves pedestrian and transport accessibility, reduces travel distances and travel times [5]. The topological connectivity of the SRN directly correlates with pedestrian traffic volumes and the concentration of attractions along the most accessible routes [54]. The presence of through connections between neighbourhoods ensures the permeability of the urban fabric, which is important for vulnerable population groups. Conversely, the hierarchical organization of the street network and gated communities reduce permeability and limit accessibility [25, 46, 55].

The central location of the site within the city structure ensures a higher level of accessibility due to the concentration of functions, transport routes and transfer hubs. For example, a study from Louisville found that central areas of the city are more accessible due to a combination of an efficient street network and a concentration of points of attraction [56]. The quality of transport services is also an important factor: walking distance to stops, density and frequency of public transport routes. The integration of transport routes and the development of multimodal hubs can increase the territorial accessibility of adjacent areas by 10–20 % [53]. A monograph by

the Scientific Research Institute of Automobile Transport (NIIAT) also emphasizes that walking distance to public transport stops is critical for reducing transport vulnerability [5].

It can be argued that the planning structure has a systemic impact on the formation of transport accessibility conditions, comparable in importance to the development of transport infrastructure. This confirms the need to include morphological characteristics in the tools for assessing and forecasting the accessibility of the urban environment.

CONCLUSION

The analysis shows that transport accessibility should be considered not only as a characteristic of the transport system, but also as a derivative of the spatial organization of the urban environment. A review of scientific works confirms that the most significant morphological factors include density and mixing of functions, the configuration of the SRN, the size and permeability of neighbourhoods, and the spatial distribution of points of attraction.

Foreign studies demonstrate a shift in international practice from assessing mobility to a comprehensive assessment of accessibility that integrates the morphological and social characteristics of the urban environment. In the domestic context, the urgent task is to adapt these approaches, taking into account the peculiarities of the post-Soviet planning structure that was formed under the conditions of the industrial model of urban development.

Thus, the further development of the theoretical and methodological foundations for assessing transport accessibility should be linked to the integration of morphological characteristics into analytical models. This will increase the sensitivity of methods to spatial differences, identify areas of transport inequality, and justify urban planning decisions aimed at improving the quality of the urban environment and the sustainability of urban mobility.

REFERENCES

1. Vuchik V. *Transport in cities convenient for living : monograph*. Moscow, ID Territory of the Future, 2011; 576. EDN RAYWFL. (rus.).
2. Cervero R. Road Expansion, Urban Growth, and Induced Travel: A Path Analysis. *Journal of the American Planning Association*. 2003; 69(2):145-163. DOI: 10.1080/01944360308976303
3. Banister D. The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*. 2008; 15(2):73-80. DOI: 10.1016/j.tranpol.2007.10.005
4. Vlasov D.N., Danilina N.V. Concepts of sustainable territorial development. *Architecture and construction of Russia*. 2023; 2(246):8-9. (rus.).
5. Donchenko V.V., Baranov A.S., Nemchinov D.M., Polyakov A.S. *Urban planning and transport behavior in the Russian Federation : monograph*. Moscow, KnigIzdat, 2022; 240. (rus.).
6. Saveleva E. Managing travel behavior of the population as a way to achieve sustainable mobility in Russian cities. *PNRPU Bulletin. Urban development*. 2021; 1(41):5-18. DOI: 10.15593/2409-5125/2021.01.01. EDN NHPBNB. (rus.).
7. Bakhirev I.A. Transport problems of modern city. *Urban Development*. 2016; 2(42):12-19. EDN VZVLJH. (rus.).
8. Saveleva E.O. Sustainable mobility and (de)integration of land use and transportation development in Russian cities. *Urban Studies*. 2024; 2:130-140. DOI: 10.7256/2310-8673.2024.2.70422. EDN AMXMKF. (rus.).
9. Shcherbina E., Danilina N. Town planning aspects of designing sustainable urban environment. *Proceedings of Irkutsk State Technical University*. 2014; 11(94): 183-186. EDN TALHUH. (rus.).
10. Grebennikov V.V., Munin D.A., Levashev A.G., Mikhailov A.Yu. The types of transport availability. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real estate*. 2012; 1(2):56-61. EDN RAQTEX. (rus.).
11. Dubovik V.O. Methods for assessing the transport accessibility of a territory. *Regional studies*. 2013; 4(42):11-18. EDN RUDVDF. (rus.).
12. Tinkov S.A. Approaches to assessing transport accessibility of attraction points in a metropolis. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2021; 11(2):377-394. DOI: 10.18334/ep.11.2.111582. EDN VBRXOS. (rus.).
13. Bugromenko V.N. *Transport in territorial systems*. Moscow, Nauka, 1987; 110. (rus.).
14. Baransky N.N. *Formation of Soviet economic geography: selected works*. Moscow, Mysl, 1980; 287. (rus.).
15. Kolosovsky N.N. *Selected Works*. Smolensk, Oikumena, 2006; 334. (rus.).
16. Spirin I.V., Belyaev V.M. Content of transport accessibility concept. *World of Transport and Transportation*. 2018; 16(5):(78):26-38. EDN JXEVGA. (rus.).
17. Anikina E.A., Lazarchuk E.V., Chechina V.I. Accessibility of higher education as a socio-economic category. *Fundamental Research*. 2014; 12-2:355-358. EDN TENFKX. (rus.).
18. Yerugina M.V., Krom I.L., Shmerkevich A.B., Dorogoykin D.L., Zhuzhlova N.Yu., Shigaev N. et al. The availability of medical care as an obligatory social health predictor of the population in Russia. *Saratov Journal of Medical Scientific Research*. 2016; 12(2):101-105. EDN WZXGRL. (rus.).
19. Naberushkina E.K. Accessibility of the urban environment for people with disabilities. *Sociological Studies*. 2010; 9(317):58-64. EDN MULYWP. (rus.).
20. Sharov M.I., Mikhailov A.Yu., Duchenkova A.V. Example of transport accessibility evaluation using PTV “Visum” software. *Proceedings of Universities. Investment. Construction. Real Estate*. 2013; 1(4):133-138. EDN RAJBXJ. (rus.).
21. Yakimov M.R. *Transport planning: creating transport models of cities*. Moscow, Logos, 2013; 188. EDN RXRQZV. (rus.).
22. Bugromenko V.N. What is behind the paradigm shift? *Transport of Russia*. 2009; 46:5-18. (rus.).
23. Curtis C., Scheurer J. Planning for sustainable accessibility: Developing tools to aid discussion and decision-making. *Progress in Planning*. 2010; 74(2):53-106. DOI: 10.1016/j.progress.2010.05.001
24. Geurs K.T., van Wee B. Accessibility evaluation of land-use and transport strategies : review and research directions. *Journal of Transport Geography*. 2004; 12(2):127-140. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005
25. Handy S.L., Niemeier D.A. Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 1997; 29(7):1175-1194. DOI: 10.1068/a291175
26. Handy S. Is accessibility an idea whose time has finally come? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2020; 83:102319. DOI: 10.1016/j.trd.2020.102319
27. Hillier B., Hanson J. *The social logic of space*. Cambridge University Press, 1989.
28. Begey E.D., Smolina O.O. Configurational analysis of Novosibirsk’s development area using depth map software. *Journal of Construction and Architecture*. 2022; 24(4):57-71. DOI: 10.31675/1607-1859-2022-24-4-57-71. EDN RYLSSD. (rus.).
29. Ovchinnikova E.A., Saveleva E.O. Spatial analysis and optimization of the urban structure in small towns. The case study of Gornozavodsk, Russia. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2022; 2(59):245-257. DOI: 10.24412/1998-4839-2022-2-245-257. EDN MXJOAU. (rus.).
30. Sinitsyna I.A. Grammar of urban space: planning axes and associated areas assessment. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2023; 1(62):197-212. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-1-197-212. EDN NAAHTV. (rus.).
31. Saveleva E. Rail transport in post-soviet cities with fragmented urban form (the case study of Perm). *PNRPU*

- Bulletin. *Urban development*. 2016; 1(21):101-119. DOI: 10.15593/2409-5125/2016.01.07. EDN VPMTD. (rus.).
32. Zhuzhgova Yu.E., Savel'eva V.V. Formation of an optimal logistics system based on the analysis of transport infrastructure of the city of Yekaterinburg. *Innotrans*. 2021; 2(40):3-7. DOI: 10.20291/2311-164X-2021-2-3-7. EDN DAMMBN. (rus.).
33. Hansen W.G. How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*. 1959; 25(2):73-76. DOI: 10.1080/01944365908978307
34. Giannotti M., Tomasiello D.B., Bittencourt T.A., Giannotti M. The bias in estimating accessibility inequalities using gravity-based metrics. *Journal of Transport Geography*. 2022; 101:103337. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2022.103337
35. Geurs K., van Eck J.R. Accessibility measures: review and applications. *RIVM Report*. 2001.
36. Shen Q. Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 1998; 25(3):345-365. DOI: 10.1068/b250345
37. Van Wee B., Hagoort M., Annema J.A. Accessibility measures with competition. *Journal of Transport Geography*. 2001; 9(3):199-208. DOI: 10.1016/s0966-6923(01)00010-2
38. Handy S.L., Niemeier D.A. Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives. *Environment and Planning A: Economy and Space*. 1997; 29(7):1175-1194. DOI: 10.1068/a291175
39. Levine J., Grengs J., Shen Q., Shen Q. Does Accessibility Require Density or Speed? *Journal of the American Planning Association*. 2012; 78(2):157-172. DOI: 10.1080/01944363.2012.677119
40. Fortin P., Morency C., Trépanier M. Innovative GTFS data application for transit network analysis using a graph-oriented method. *Journal of Public Transportation*. 2016; 19(4):18-37. DOI: 10.5038/2375-0901.19.4.2
41. Wessel N., Farber S. On the accuracy of schedule-based GTFS for measuring accessibility. *Journal of Transport and Land Use*. 2019; 12(1). DOI: 10.5198/jtlu.2019.1502
42. Hägerstrand T. What about people in regional science? *Transport Sociology*. 1986; 143-158. DOI: 10.1016/b978-0-08-023686-5.50017-1
43. Kwan M. Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework. *Geographical Analysis*. 1998; 30(3):191-216. DOI: 10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x
44. Kim J., Lee B. More than travel time: New accessibility index capturing the connectivity of transit services. *Journal of Transport Geography*. 2019; 78:8-18. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2019.05.008
45. Rathod R., Joshi G., Arkatkar S. Composite Accessibility Index: A Novel and Holistic Measure for Evaluating Transit Accessibility. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 2025; 2679(2):1359-1378. DOI: 10.1177/03611981241270156
46. Rode P., Floater G., Thomopoulos N., Docherty J., Schwinger P., Mahendra A. et al. Accessibility in Cities: Transport and Urban Form. *Lecture Notes in Mobility*. 2017; 239-273. DOI: 10.1007/978-3-319-51602-8_15
47. Fedorov V.A. Individual transport behaviour as the main source of urban transport problems. *Young Scientist*. 2015; 18(98):309-316. EDN UJLUSL. (rus.).
48. Savelyeva E.O. The factors of transportation behavior in the major cities of Russia. *Urban Development*. 2018; 5(57):54-62. EDN IIVGDL. (rus.).
49. Papa E., Silva C., Brömmelstroet M.T., Hull A. Accessibility instruments for planning practice: a review of European experiences. *Journal of Transport and Land Use*. 2015; 9(3):57-75. DOI: 10.5198/jtlu.2015.585
50. Papa E., Coppola P. Gravity-based accessibility measures for integrated transport-land use planning (GraBAM). *Accessibility Instruments for Planning Practice*. 2012; 117-124.
51. Harari M. Cities in bad shape: Urban geometry in India. *American Economic Review*. 2020; 110(8):2377-2421. DOI: 10.1257/aer.20171673
52. Cervero R., Duncan M. Which Reduces Vehicle Travel More: Jobs-Housing Balance or Retail-Housing Mixing? *Journal of the American Planning Association*. 2006; 72(4):475-490. DOI: 10.1080/01944360608976767
53. Liu S., Zhu X. Accessibility Analyst: An Integrated GIS Tool for Accessibility Analysis in Urban Transportation Planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2004; 31(1):105-124. DOI: 10.1068/b305
54. Koohsari M.J., Owen N., Cerin E., Giles-Corti B., Sugiyama T. Walkability and walking for transport: characterizing the built environment using space syntax. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*. 2016; 13(1). DOI: 10.1186/s12966-016-0448-9
55. Litman T.A. Evaluating Accessibility for Transport Planning. *Victoria Transport Policy Institute*. 2025. URL: <https://www.vtpi.org/access.pdf>
56. Scott D.M., Horner M.W. The role of urban form in shaping access to opportunities: An exploratory spatial data analysis. *Journal of Transport and Land Use*. 2008; 1(2):89-119.

Received August 27, 2025.

Adopted in revised form on September 15, 2025.

Approved for publication on September 24, 2025.

BIONOTES: Ekaterina O. Saveleva — PhD, senior lecturer at the Department of Architecture and Urban Studies; Perm National Research Polytechnic University; 29 Komsomolskiy pr., Perm, 614990, Russian Federation; e.saveleva@pstu.ru.