

УДК 332.85+911.375+711.7+316.344

## ЭФФЕКТЫ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ ДЛЯ ЦЕН НА ЖИЛУЮ НЕДВИЖИМОСТЬ (ПРИМЕР САРАТОВА)

© 2025 г. П. О. Гонюхов<sup>1, \*</sup>, А. В. Шелудков<sup>1, 2, \*\*</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский университет “Высшая школа экономики”, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт географии РАН, Москва, Россия

\*e-mail: pogonyukhov@edu.hse.ru

\*\*e-mail: asheludkov@hse.ru

Поступила в редакцию 13.02.2024 г.

После доработки 21.12.2024 г.

Принята к публикации 28.12.2024 г.

Рост пространственного неравенства наблюдается в России на многих территориальных уровнях, в том числе внутри крупных городов. Наиболее ярким выражением глубины социальной стратификации городских районов являются различия в ценах на жилую недвижимость, которые часто рассматриваются как показатель неравенства из-за отсутствия других открытых данных. В данной работе мы исследовали влияние транспортной доступности и ее характеристик на благосостояние городских районов, выраженное через среднюю стоимость жилой недвижимости, на примере Саратова. Для этого мы агрегировали данные из 80 тыс. объявлений о продаже квартир в городе в 2021 г., с помощью методов сетевого анализа оценили транспортную доступность при движении на автомобиле и на общественном транспорте до центра города и относительно транспортной сети всего города (интегральную). По результатам регрессионного анализа характеристики транспортной доступности (вместе с возрастом зданий) смогли статистически объяснить до половины различий между районами Саратова в средней цене предложения жилой недвижимости. Вопреки нашим ожиданиям, лучшим предиктором цен на квартиры оказалась доступность общественным транспортом до центра города. Каждая минута удаления от исторического центра города на общественном транспорте уменьшала среднюю стоимость объявления о продаже жилой недвижимости на 455 руб. за м<sup>2</sup>. Сеть общественного транспорта Саратова сильно централизована, что не позволяет в полной мере использовать потенциал выявленных в исследовании трех транспортных хабов. Один из возможных шагов в сторону смягчения территориальных контрастов в транспортной доступности в городе — трансформация автобусной сети с вводом новых магистральных и подвозящих (к хабам вне центра) маршрутов.

**Ключевые слова:** транспортная доступность, транспортная система, общественный транспорт, пространственное неравенство, рынок жилой недвижимости, география транспорта

DOI: 10.31857/S2587556625020031

### ВВЕДЕНИЕ

Рост пространственного неравенства наблюдается в России на многих территориальных уровнях (Nefedova et al., 2022), в том числе внутри крупных городов: унаследованная с социалистических времен относительно гомогенная городская среда фрагментируется на “престижные” и “непрестижные” районы, насыщенные городскими благами и слабо обеспеченные ими (Вендина и др., 2019; Махрова, Голубчиков, 2012). Усиление социальной поляризации пространства несет тяжелые риски: высокий уровень пространственного неравенства и мар-

гинализация городских районов подрывают локальный экономический рост, ассоциированы с социальными проблемами, такими как бедность и рост преступности (Glaeser et al., 2015).

Транспортная политика наряду с регулированием землепользования — ключевой инструмент управления территориальным развитием городов. В настоящей работе мы ставим вопрос, как транспортная доступность (и потенциально ее изменения, связанные с реализацией транспортных проектов) влияет на уровень социальной стратификации городских районов. Транспортная доступность места выражается в его обес-

печенности инфраструктурой общественного транспорта, положении относительно района или города в целом, дальности/длительности поездки до исторического и общественно-делового центра города.

Наиболее ярким выражением глубины социальной стратификации территорий являются различия в ценах на жилую недвижимость, которые зачастую используются как *прокси* благосостояния территорий ввиду отсутствия другой открытой внутригородской статистики (Попов, 2014).

В данной работе мы исследуем влияние транспортной системы города и ее характеристик (доступность, обеспеченность и наличие инфраструктуры) на благосостояние городских районов, выраженное через среднюю стоимость объявления о продаже жилой недвижимости за квадратный метр, на примере Саратова, который является 17 городом по численности населения в России<sup>1</sup>, крупным региональным центром и при этом характеризуется низкими относительно других крупных городов ценами на жилую недвижимость и их высокой стратификацией (Балаш и др., 2011; Лубкова, Федюнина, 2017).

Цель работы — определение ключевых характеристик транспортной доступности, которые в большей степени влияют на цены на жилую недвижимость в Саратове. Исследование построено вокруг двух гипотез. Первая: доступность автомобильным и доступность общественным транспортом создают разные эффекты для благосостояния районов и, соответственно, для цен на жилую недвижимость. Вторая гипотеза: интегральная доступность больше, чем доступность до центра города, влияет на экономическое благосостояние городских районов и цены в них на жилую недвижимость.

## ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ И БЛАГОСОСТОЯНИЕ ГОРОДСКИХ РАЙОНОВ: ОПЫТ РОССИЙСКИХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одна из главных задач, которая ставится перед транспортной сетью, — связать воедино функционирующие на территории объекты экономики и население. Ключевым понятием этого процесса, его мерой является транспортная доступность (Бугроменко, 1987, 2010). *Транспортная доступность* в общем смысле определяется как потенциальная возможность достижения различных мест (Сомов, 2015). Это также характеристика определенного пункта или

территории, показывающая степень возможности преодоления выбранными способами пространства, отделяющего ее от других рассматриваемых пунктов или территорий (Дубовик, 2013).

*Интегральная (системная) транспортная доступность* — доступность от любой точки до любой другой точки (Бугроменко, 2010). В отличие от моделей парной доступности (между двумя точками) модели интегральной доступности предполагают оперирование матрицей доступности (от любой до любой другой точки назначения) (Сомов, 2015). Интегральная транспортная доступность — это также совокупность возможностей достижения любой точки на территории (Бугроменко, 1987, 2010).

Транспортная доступность связана со многими экономическими и социальными процессами на территории (Дубовик, 2013). В контексте городской экономики и географии доступность подразумевает под собой физический доступ к товарам, услугам и местам назначения (Saif и др., 2019), определяет преимущество расположения зоны или района города относительно других районов (Biosca и др., 2013).

Как правило, транспортная доступность личным автомобилем выше, чем общественным транспортом — из-за большей скорости движения автомобиля и отсутствия остановок на пути (Benenson et al., 2011; Hitge et al., 2015; Salonen and Toivonen, 2013). Горожане также делают выбор в пользу автомобиля из-за удобства, высокой скорости, комфорта передвижения и свободы выбора в пути (Beirão, 2007). В масштабах города ориентация в пользу автомобильного или общественного транспорта создает разные эффекты для его развития: ориентация на общественный транспорт способствует формированию компактной и функционально разнообразной городской среды (Cervero, 2004; Ibraeva et al., 2020); перевес в сторону развития автомобильного движения ассоциирован с экстенсивным ростом застройки, в том числе, в форме городского спрала<sup>2</sup>, повышенной нагрузкой на транспортные сети и пространственным неравенством (Glaeser and Kahn, 2004; Lucas and Jones, 2012).

Влияние транспортной доступности на цены на жилую недвижимость варьируется в зависимости от типа транспорта, масштаба исследуемого объекта (дом, квартал, район) и его расположения в городе. Значительный пласт современных исследований фокусируется на локальных эффектах транспортной доступности,

<sup>1</sup> [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (дата обращения 02.02.2024).

<sup>2</sup> Типовая одноэтажная коттеджная застройка, появляется с развитием классической автомобильной субурбанизации (Дохов, Сеницын, 2020).

таких как ценовые градиенты вокруг остановок общественного транспорта и других объектов транспортной инфраструктуры на уровне отдельных районов. В целом, близость остановочных пунктов общественного транспорта положительно сказывается на ценах на жилую недвижимость, однако бывают и исключения, связанные с повышенным уровнем шума, загрязнения и преступности [см. обзор в (Ibraeva et al., 2020; Mohammad, 2013)]. Радиус влияния остановок общественного транспорта варьируется от 400 до 1000 м (Kim and Lahr, 2014; Yang, 2019), что соответствует 5–12-минутной пешей доступности. При этом влияние не распространяется одинаково во все стороны (изохронно), а затухает в соответствии с моделью Алонсо [(Al-Mosaind et al., 1993 (цит. по: Mohammad, 2013))]. Транспортные объекты более крупных масштабов (аэропорты, железнодорожные вокзалы, порты) чаще негативно влияют на стоимость недвижимости (Efthymiou and Antoniou, 2013).

При анонсах строительства или во время реконструкции транспортных сетей стоимость недвижимости рядом может как увеличиться [пример с пригородным железнодорожным транспортом в Гонконге (Jayantha et al., 2015)], так и уменьшиться [пример легкорельсового транспорта в Шеффилде, Великобритания (Henneberry, 1998)]. Обычно после завершения строительных работ негативное воздействие на цены на недвижимость исчезает, так как исчезают связанные с ними неудобства.

Влияние общественного транспорта на рынок жилой недвижимости в России изучено мало, однако имеющиеся работы показывают, что повышенная транспортная доступность места характеризуется большей стоимостью жилья. Так, на цены в Перми оказывает влияние число маршрутов, проходящих рядом, и время на дорогу на общественном транспорте до центра города (Сидоровых, 2015). В Екатеринбурге нахождение станции метрополитена рядом с квартирой увеличивает ее стоимость на 3–12%, нахождение рядом остановки трамвая — на 3–9% (Леонтьев, Майбуров, 2021).

В настоящей работе мы решили сместить фокус внимания с локальных эффектов транспортной доступности для цен на жилую недвижимость — на ценовые различия между районами, обусловленные транспортной доступностью в масштабах всего города, а также доступностью разных типов — автомобильной/общественным транспортом, до центра города/интегральной. Для описания ценовых градиентов на рынке недвижимости в городах используются моноцентрические модели [см. обзор (Duranton, Puga, 2015)], в которых цены на жилье формируют рав-

новесие с затратами на достижение центрального делового района, где сконцентрированы места приложения труда, так что при удалении от центра возрастают транспортные расходы (в виде прямых денежных и временных потерь), но снижается стоимость недвижимости. Мы полагаем, что в условиях растущей автомобилизации и снижения роли общественного транспорта в постсоветский период, автомобильная доступность и доступность общественным транспортом могут создавать разные эффекты для благосостояния городских районов и цен на жилую недвижимость в них. Кроме того, наряду с доступностью центра мы ввели дополнительную метрику интегральной транспортной доступности, исходя из сложности определения границ центрального делового района и допущений, что центр города является не единственным местом концентрации рабочих мест и люди совершают поездки не только на работу. Интегральная транспортная доступность позволяет оценить транспортное положение района по отношению к городу целиком.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

**Полигон исследования: границы и особенности морфологической структуры.** В настоящей работе в качестве полигона исследования выбран г. Саратов в его административных границах на 1 января 2021 г. Саратов расположен на правом берегу Волги на Приволжской возвышенности. Город зажат в котловине между уступами Лысогорского и Соколовогорского плато и Волгоградским водохранилищем (Преображенский и др., 2018). Таким образом, его основная зона расселения узкая и полукруглая. Два основных спальных района Саратова, в которых проживало около половины населения города (по состоянию на 2021 г.), — Ленинский на севере (250 тыс. чел.) и Заводской на юге (170 тыс. чел.) — связаны друг с другом через центральные районы. Формированию моноцентрической структуры города также способствует влияние города-спутника Энгельса, которое не рассматривалось в данной работе, но благодаря связи с Саратовом через его центр (по мосту) усиливает значение центральных районов. Наиболее плотно населенные жилые массивы Саратова расположены в микрорайонах Солнечный, Техстекло, 3-я Дачная улица, 4-й Жилучасток, а также в центральных районах города (рис. 1). Менее плотными жилыми массивами являются микрорайоны Елшанка, Юбилейный, СХИ, Комсомольский и другие. Остальная часть города представлена обширным частным сектором с точечной многоэтажной жилой застройкой советского и постсоветского периодов.

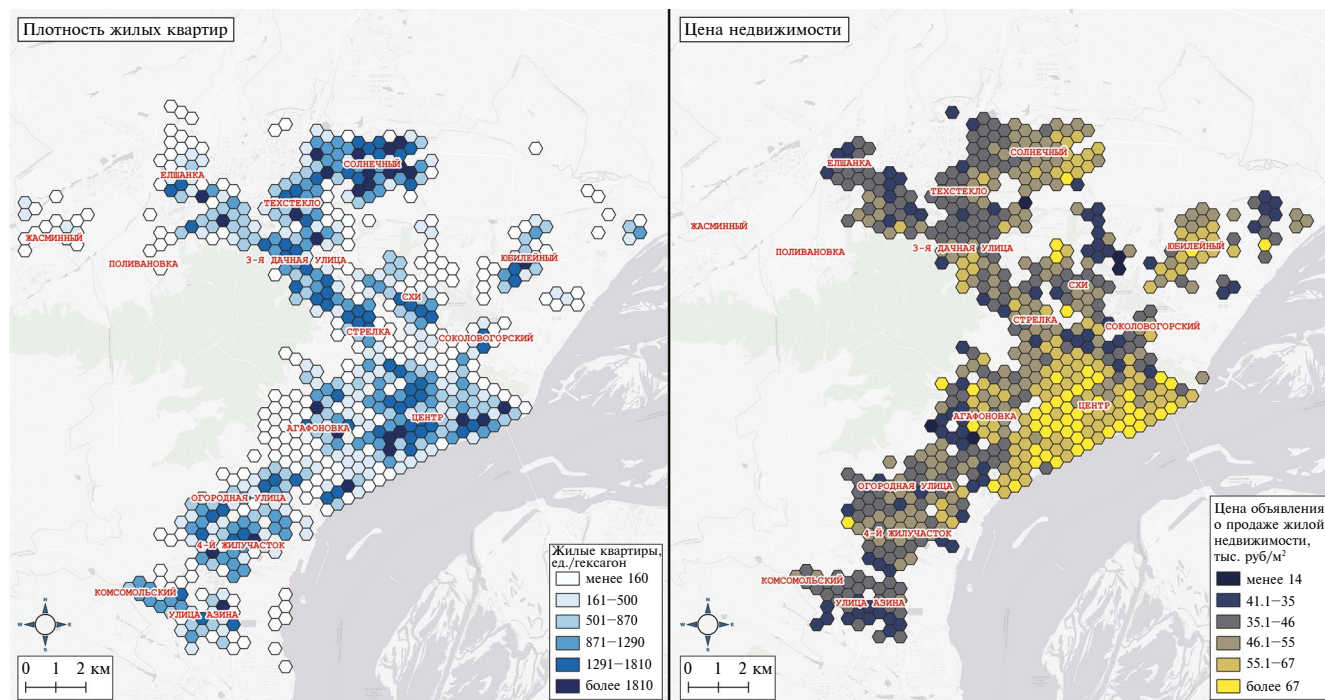


Рис. 1. Плотность жилых кварталов и средняя цена объявления о продаже жилой недвижимости в Саратове.

Составлено авторами по данным: Реформа ЖКХ ([https://xn--80aq1a.xn--p1aee.xn--p1ai/opendata?gid=2315056&cid-s=house\\_management&page=1&pageSize=12](https://xn--80aq1a.xn--p1aee.xn--p1ai/opendata?gid=2315056&cid-s=house_management&page=1&pageSize=12) (дата обращения 02.02.2024)) и Russia Real Estate 2021.

**Оценка эффектов транспортной доступности для цен на жилую недвижимость.** В ходе работы жилые районы в полигоне исследования были покрыты сеткой из 612 гексагонов радиусом 200 м и все расчеты проводились на основе усредненных по гексагонам значений. Использование гексагональной сетки позволяет анализировать меньшее количество ячеек, чем при использовании аналогичной сетки из квадратов, и обеспечивает равное расстояние от центра до краев шестиугольника (Burdziej, 2019).

Для каждой ячейки рассчитаны пять показателей транспортной доступности: автомобильная доступность до центра города (мин), интегральная автомобильная доступность (мин), доступность общественным транспортом до центра города (мин), интегральная доступность общественным транспортом (мин), количество маршрутов общественного транспорта в 800-метровой<sup>3</sup> буферной зоне (ед.).

В качестве центра города выбран Саратовский речной вокзал, который является важным транспортным хабом и расположен вблизи исторического центра города. Интегральная доступность рассчитывалась как среднее время в пути, необходимое для достижения из гексагона любого другого гексагона на автомобиле или общественном транспорте.

<sup>3</sup> Соответствует 10-минутной пешеходной доступности при средней скорости движения пешехода 5 км/ч.

Расчеты проводились по графу дорожной сети Саратова, построенному по данным картографического сервиса OpenStreetMaps (OSM)<sup>4</sup>, исправленному и дополненному вручную, для центроидов каждого из 612 гексагонов и учитывали только чистое время в пути, необходимое для перемещения из точки в точку, и игнорировали более сложный подход “от двери к двери” (Salonen and Toivonen, 2013). Информация о движении, остановках и маршрутах общественного транспорта в Саратове взята в формате GTFS из открытой базы данных Transmetrika<sup>5</sup>. По состоянию на июнь 2021 г. в Саратове и Энгельсе насчитывалось 187 маршрутов общественного транспорта, как внутригородского, так и связывающего город с соседними населенными пунктами. Сеть включала в себя 64 автобусных, 100 микроавтобусных, 13 троллейбусных и 10 трамвайных маршрутов.

Для моделирования автомобильной доступности скорость перемещения по графу дорожной сети принята 25 км/ч — это средняя скорость движения автомобиля по городу по данным сервиса Яндекс Карты<sup>6</sup>. Средняя скорость движения общественного транспорта — 18 км/ч (по данным Яндекс Карты), но в расчетах мы снизили

<sup>4</sup> <https://www.openstreetmap.org> (дата обращения 07.06.2023).

<sup>5</sup> <https://transmetrika.com/map?city=SRV&locale=en> (дата обращения 07.06.2023).

<sup>6</sup> По состоянию на май 2023 г. <https://yandex.ru/maps/194/saratov/?ll=46.007375%2C51.540862&z=11.01> (дата обращения 07.06.2023).

ее до 14 км/ч на участках графа, где проходят маршруты общественного транспорта, чтобы компенсировать потенциальное время на пересадки, напрямую не учитываемые моделью, и до 5 км/ч (средняя скорость движения пешехода) на участках, где нет общественного транспорта.

Для расчета средней цены предложения жилой недвижимости по гексагонам использовалась база данных Russia Real Estate 2021 на основе открытой информации с сайтов о продаже жилой недвижимости в 2021 г., размещенная на Kaggle<sup>7</sup>. Из нее отфильтрованы 115 тыс. объявлений о продаже квартир в Саратове. После удаления дубликатов и отбора вторичного жилья (без апартаментов) итоговая выборка составила 80 тыс. объявлений.

Чтобы статистически оценить влияние транспортной доступности на цену жилой недвижимости, мы провели регрессионный анализ. Учитывая, что цена недвижимости определяется не только средовыми характеристиками и транспортной доступностью, но и свойствами самого жилья, для каждого гексагона дополнительно рассчитан показатель среднего возраста жилой недвижимости<sup>8</sup>, который далее использован в модели в качестве контрольной переменной.

В общем виде модель выглядела как:

$$\text{Price} = f(\text{Accessibility}, \text{Age}) + \text{Error},$$

где Price — средняя цена в объявлении о продаже жилой недвижимости в гексагоне, Accessibility — параметр(ы) транспортной доступности, Age — средний возраст жилья в гексагоне (контрольная переменная), Error — ошибка, связанная с влиянием других, неучитываемых моделью, факторов.

На подготовительном этапе для каждой пары переменных (цена недвижимости и параметр транспортной доступности) построена диаграмма рассеяния, визуально определен характер связи (монотонность, линейность/нелинейность), для всех переменных построена корреляционная матрица. Учитывая высокую корреляцию между независимыми переменными (мультиколлинеарность) (рис. 2), мы построили шесть линейных регрессионных моделей, по которым сначала оценивали статистические эффекты отдельных видов доступности (до центра/

интегральной, на автомобиле/общественным транспортом) для цен на жилую недвижимость, затем — их совокупности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

**Доступность автомобильным транспортом.** Все центральные кварталы Саратова благодаря прямоугольной сетке улиц охвачены 12-минутной зоной автомобильной доступности до центра (рис. 3). Большая часть города попадает в 30-минутную зону доступности, за ее пределами — северная, северо-западная и юго-западные окраины города. Максимальные значения времени пути — на юго-западе, около жилого массива Комсомольский (48 мин в пути). У интегральной автомобильной доступности меньший по сравнению с доступностью до центра разброс значений: от 15 мин у Сенного рынка до 39 мин также на юго-западной окраине города, около жилого массива Комсомольский. А ее распространение в стороны Ленинского и Заводского районов характеризуется большей симметрией относительно центра, так что морфологически противопоставленные центру части города примерно равны по значениям доступности.

В пределах центральных районов Саратова значения двух параметров автомобильной доступности (до центра и интегральная) могут заметно различаться. Высокая доступность до центра очерчивает *исторический* и *культурно-деловой* центр города. Исторически эта территория была также *географическим центром* (улично-дорожной сети) города, но с его ростом, особенно в период советского массового жилищного строительства, географический центр сместился от реки в сторону новых районов. На его современное положение указывает высокая интегральная доступность. При удалении в сторону городских окраин значения двух параметров сближаются.

**Доступность общественным транспортом** до центра города (рис. 4) характеризует удаленность места от речного вокзала относительно конфигурации сети общественного транспорта города. Минимальные значения наблюдаются около речного вокзала, выбранного нами в качестве центра города, максимальные (более 76 мин) — в жилом массиве Елшанка на северо-востоке города. За счет пониженной скорости движения по сравнению с автомобильной доступностью модель имеет большую временную амплитуду. Для интегральной доступности общественным транспортом минимальные значения (33.5 мин) наблюдаются около железнодорожного вокзала Саратова, максимальные (95.5 мин) — в Ленинском районе, на северо-западе жилого массива Солнечный.

<sup>7</sup> <https://www.kaggle.com/datasets/mrdaniilak/russia-real-estate-2021> (дата обращения 07.06.2023).

<sup>8</sup> Использовались данные о 7378 многоквартирных домах в городе Саратове на 01.04.2023, их местоположении, возрасте и количестве квартир из базы данных РеформаЖКХ. В расчетах среднего учитывался вес наблюдений на основе жилой площади. [https://xn--80aqla.xn--plae.xn--plai/opendata?gid=2315056&cids=house\\_management&page=1&pageSize=12](https://xn--80aqla.xn--plae.xn--plai/opendata?gid=2315056&cids=house_management&page=1&pageSize=12) (дата обращения 12.02.2024).



Рис. 2. Матрица корреляции параметров транспортной доступности и цены на жилую недвижимость.

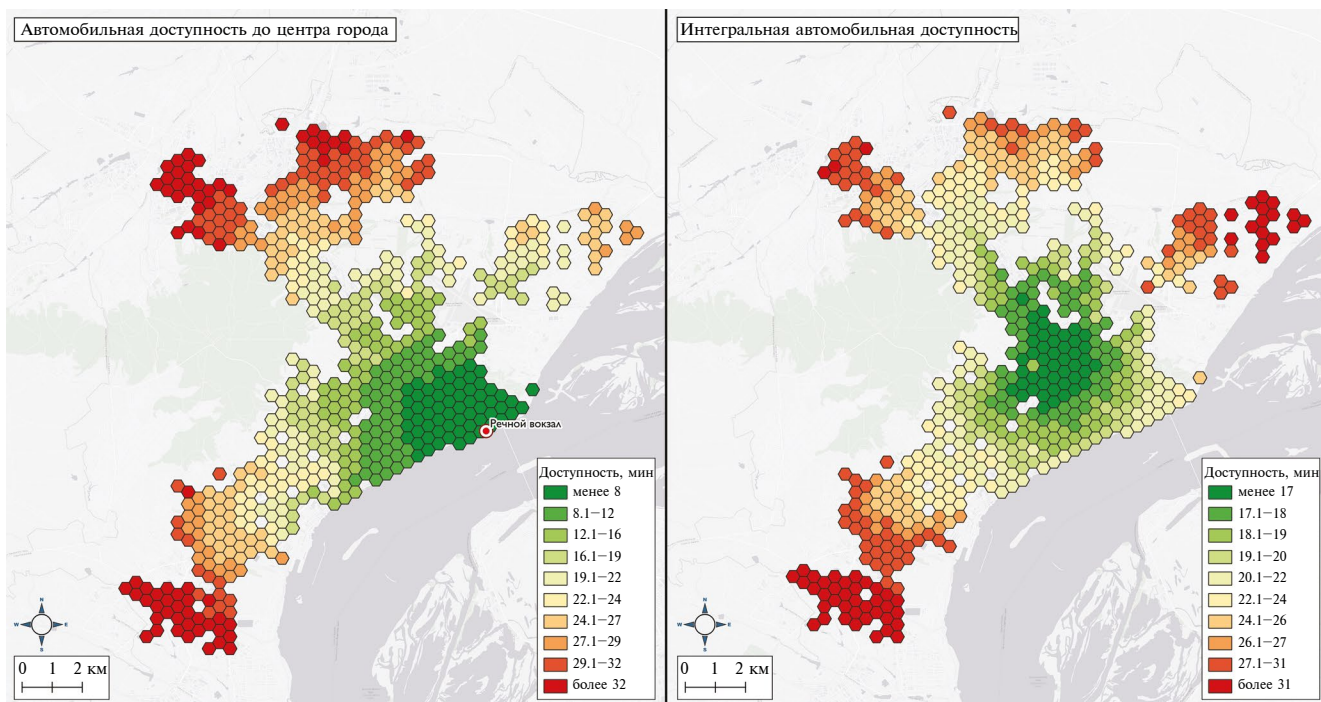
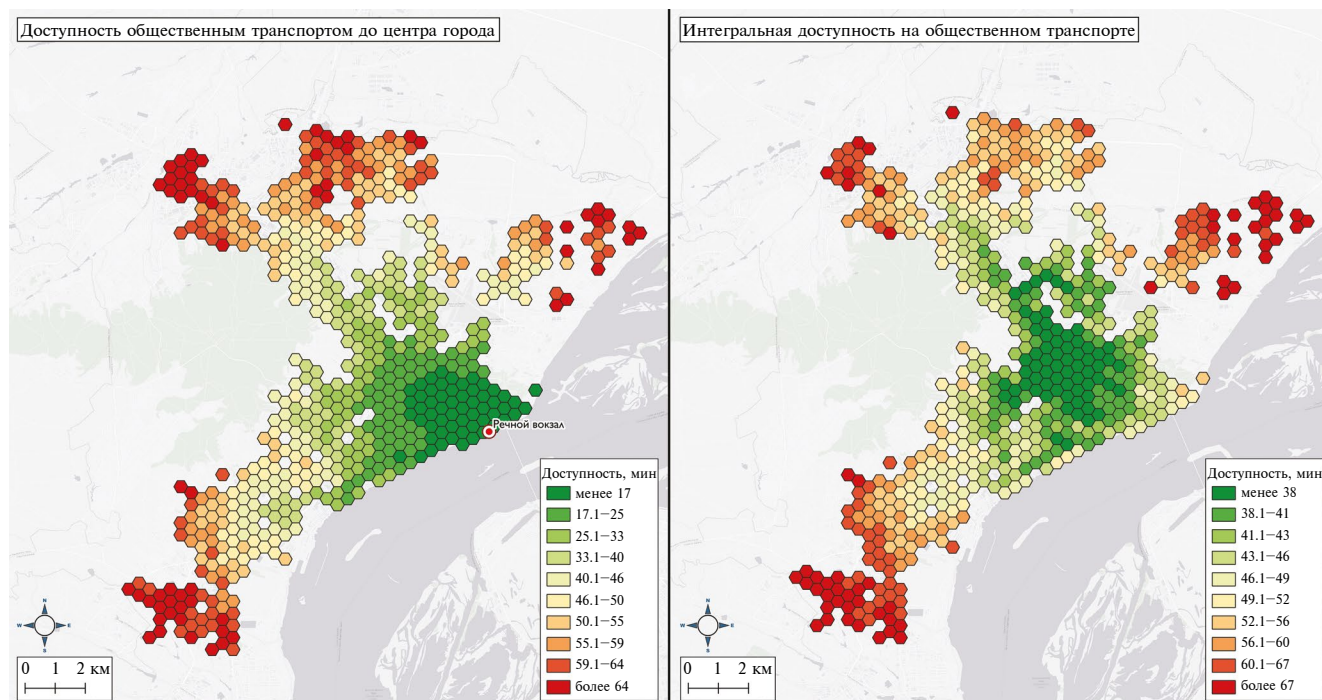


Рис. 3. Автомобильная доступность до центра города и интегральная автомобильная доступность для Саратова.  
 Примечание: границы интервалов рассчитаны на основе метода децилей и округлены до ближайших целых значений.



**Рис. 4.** Доступность общественным транспортом до центра города и интегральная доступность на общественном транспорте для Саратова.

*Примечание:* границы интервалов рассчитаны на основе метода децилей и округлены до ближайших целых значений.

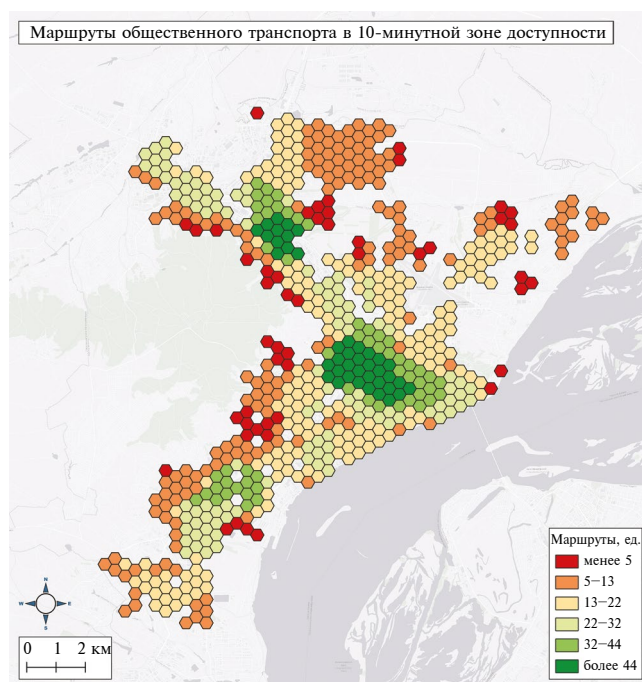
Доступность общественным транспортом рассчитывалась с учетом пешеходного пути до ближайшей остановки, поэтому она четко разделяет зоны, где есть общественный транспорт, и где его нет: более высокие значения выделяют основные оси (улицы), где проходят маршруты, более низкие — периферию жилых массивов, слабо обеспеченную инфраструктурой общественного транспорта.

Система общественного транспорта города сильно централизована: из 187 маршрутов городской сети более трети (34.8%) проходит по центральным районам города. Максимальная концентрация (65 маршрутов) — между железнодорожным вокзалом и Сенным рынком (рис. 5). Минимальные значения (1–2 маршрута) — на периферии жилых массивов.

Анализ маршрутов общественного транспорта также позволяет выделить в городе три транспортных хаба. Центральный хаб расположен на пересечении Астраханской и Московской улиц. На равном удалении от него (5.7 км по прямой или 6–7 км по графу дорожной сети) находятся хабы меньшего уровня в Ленинском и Заводском районах. Хаб в Ленинском районе расположен на площади Ленина, где проходят около 30 маршрутов городского транспорта, трамвайная линия, находится железнодорожная платформа «Площадь Ленина» и расположены пункты отправления пригородных автобусных маршрутов. Транспортный хаб в Заводском районе расположен около стадиона «Волга». Здесь сосредоточены около

30 автобусных и три трамвайных маршрута, а также расположены пункты отправления пригородных автобусных маршрутов.

**Статистические эффекты транспортной доступности для цен на жилую недвижимость.** Самой высокой стоимостью жилой недвижимости



**Рис. 5.** Количество маршрутов общественного транспорта в 10-минутной пешеходной зоне доступности для Саратова.

в 2021 г. в Саратове характеризовались кварталы в центре города, где цена объявления о продаже недвижимости превышала 67 тыс. руб./м<sup>2</sup> (см. рис. 1). Максимальные значения наблюдались в жилом квартале на пересечении Астраханской и Большой Казачьей улиц, вблизи от Саратовского государственного университета, где средняя стоимость объявления составляла 85 тыс. руб./м<sup>2</sup>. Также высокие значения наблюдались у набережной Волги и Саратовского городского парка. Минимальные значения — в частном секторе в Ленинском и Заводском районах, где стоимость метра жилой недвижимости составляла менее 11 тыс. руб.

Средняя цена предложения жилой недвижимости линейно связана со всеми исследуемыми параметрами транспортной доступности. Каждая минута в пути на автомобиле от исторического центра города уменьшает среднюю цену в объявлении о продаже жилой недвижимости на 870 руб./м<sup>2</sup> (табл. 1), на общественном транспорте — на 455 руб./м<sup>2</sup>. Схожие эффекты выявлены для интегральной транспортной доступности: каждая минута в пути на автомобиле от центра дорожно-транспортной сети города уменьшает цену жилой недвижимости на 1170 руб./м<sup>2</sup>, на общественном транспорте — на 516 руб./м<sup>2</sup>. В обоих случаях размер эффекта автомобильной доступности почти в два раза выше размера эффекта доступности на общественном транспорте, что главным образом отражает разницу в скорости движения.

Параметры транспортной доступности (вместе с возрастом зданий) объясняют до половины различий между гексагонами в средней цене предложения жилой недвижимости. При этом большую объяснительную силу ( $R^2$ )

продемонстрировали переменные, которые описывают:

1) доступность до центра города, а не интегральную доступность: 0.43 (модель 1) против 0.25 (модель 4) для движения на автомобиле и 0.48 (модель 2) против 0.3 (модель 5) для движения на общественном транспорте;

2) доступность на общественном транспорте, а не автомобильную доступность: 0.48 (модель 2) против 0.43 (модель 1) для доступности до центра города и 0.3 (модель 5) против 0.25 (модель 4) для интегральной доступности. Одновременное включение в модель параметров доступности для двух типов транспорта (модели 3 и 6) не увеличило ее объяснительную силу.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящей работе мы оценивали влияние транспортной доступности на экономическое благосостояние районов Саратова. В качестве прокси-переменной благосостояния городской территории использована средняя цена предложения о продаже квартир за квадратный метр. Мы полагаем, что наряду с характеристиками самого жилья его цена отражает и средовые характеристики — качество городской среды, доступность и качество социальной инфраструктуры, функциональную насыщенность, престижность района и пр., которые в свою очередь связаны с транспортной доступностью места.

В соответствии с полученными результатами характеристики транспортной доступности (вместе с возрастом зданий) смогли статистически объяснить до половины различий между районами Саратова в средней цене предложения жилой недвижимости. Это до-

**Таблица 1.** Результаты регрессионного моделирования (зависимая переменная — цена предложения жилой недвижимости, руб./м<sup>2</sup>)

№ модели	auto_1 (авт. доступность до центра, мин)	auto_2 (инт. авт. доступности, мин)	ot_1 (доступ. на общ. транспорте до центра, мин)	ot_2 (инт. доступ. на общ. транспорте, мин)	ot_route (кол-во маршрутов общ. транспорта, ед.)	wmeanage2 (средне-взвеш. возраст жилых домов, лет)	$R^2$	$N$
1	-871.2 ***					-249.92 ***	0.43	515
2			-454.2 ***		94.78 **	-262.21 ***	0.48	512
3	130.8		-523.8 ***		88.95 *	-261.84 ***	0.48	512
4		-1170.6 ***				-205.58 ***	0.25	515
5				-516 ***	158.37 ***	-214.14 ***	0.30	512
6		55.2		-541.8 ***	157.17 ***	-213.65 ***	0.30	512

Примечание:  $p$ -value: \*\*\*  $\leq 0.001$ , \*\*  $\leq 0.01$ , \*  $\leq 0.05$ .

казывает существование пространственного равновесия между ценами на жилье и транспортной доступностью. При этом обе гипотезы, выдвинутые в самом начале исследования, не получили подтверждения. Первая гипотеза состояла в том, что доступность автомобильным и общественным транспортом создают разные эффекты для благосостояния районов. В случае Саратова показатели доступности (как интегральной, так и до центра города) для обоих видов транспорта сильно коррелируют между собой и линейно связаны с ценами на жилую недвижимость: ухудшение доступности (удаление от центра города или от центра улично-дорожной сети) означает снижение цен на квартиры. Вопреки нашим ожиданиям, лучшим предиктором цен на жилье оказалась доступность общественным транспортом. Мы связываем это с тем, что из-за сниженной скорости движения (большой амплитуды значений), неравномерности охвата маршрутной сетью и местами остановок доступность общественным транспортом отражает большую территориальную дифференциацию в масштабах города и его отдельных районов и тем самым лучше отражает связь транспортной доступности с ценовыми градиентами разного территориального уровня.

Мы также опровергли вторую гипотезу о большей, по сравнению с доступностью до центра города, степени влияния интегральной доступности (на автомобиле и на общественном транспорте) на экономическое благосостояние районов и на цены на жилую недвижимость. Результаты регрессионного анализа, напротив, указывают, что доступность до центра города значительно лучше объясняет ценовую дифференциацию жилой недвижимости в разных районах Саратова — это справедливо для обоих видов транспорта. Таким образом, реальное равновесие между ценами на недвижимость и транспортной доступностью достигается именно за счет доступности до центра города: центральные районы Саратова концентрируют места приложения труда и обслуживающие функции, а их (транспортная или временная) доступность регулирует спрос и цену жилой недвижимости в масштабах города. Эффекты интегральной транспортной доступности возрастают в условиях полицентричного города (и высокой связности центров) и/или деконцентрации мест приложения труда, что было в большей степени характерно для социалистических городов, где жилые районы примыкали к производству, а система общественного транспорта обеспечивала подвоз рабочих к фабрикам и заводам. Деиндустриализация и рост третичной экономики, автомобилизация трансформировали структуру

постсоветских городов, усилив значимость центрального офисно-делового района (Brade et al., 2007).

Система общественного транспорта Саратова в настоящий момент следует общей логике централизации: более трети всех маршрутов проходит через центральные районы города. Централизованность сети негативно влияет на работу транспортной системы из-за частых автомобильных пробок в центре, которые уменьшают время в пути. Городу необходима трансформация сети общественного транспорта с созданием магистральных и подвозящих автобусных маршрутов, что уменьшит количество дублирующих маршрутов, потенциальные автомобильные заторы и повысит мобильность населения. Частого простоя и повышенного времени в пути можно избежать, если проложить маршруты городского транспорта к альтернативным транспортным хамам в районах. В ходе исследования мы выявили два таких транспортных хама на равном удалении от центра на севере и юге города в Ленинском и Заводском районах соответственно. Можно предположить, что развитие альтернативных центру хабов общественного транспорта также создаст предпосылки для децентрализации функциональной структуры города и локального экономического роста.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показывает, что благосостояние городских районов и цены на недвижимость в них тесно связаны с транспортной доступностью, а эффекты транспортной политики выходят за рамки собственно транспортной системы и охватывают экономическую и социальную стороны развития города и его районов. Мы также показали различие эффектов интегральной доступности и доступности до центра города и ведущую роль транспортной доступности центральных районов в формировании внутригородских ценовых градиентов на рынке жилой недвижимости. Развитие полицентричной городской структуры будет оказывать влияние не только на доступность услуг и мест приложения труда, но также способствовать смягчению территориальных контрастов в благосостоянии городских районов.

## ФИНАНСИРОВАНИЕ

Публикация подготовлена в ходе проведения исследования (проект № 24-00-029 «Серия исследований по пространственному анализу и моделированию городских процессов») в рамках Программы «Научный фонд Национального

исследовательского университета “Высшая школа экономики” (НИУ ВШЭ)».

## FUNDING

The publication was prepared within the framework of the Academic Fund Program at HSE University (grant no. 24-00-029 “Series of Studies on Spatial Analysis and Modeling of Urban Processes”).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балаш В.А., Балаш О.С., Харламов А.В.* Эконометрический анализ геокодированных данных о ценах на жилую недвижимость // Прикладная эконометрика. 2011. Т. 2. № 22. С. 62–77.
- Бугроменко В.Н.* Транспорт в территориальных системах. 1987. 110 С.
- Бугроменко В.Н.* Современная география транспорта и транспортная доступность // Изв. РАН. Сер. геогр. 2010. № 4. С. 7–16.
- Вендина И.О., Панин А.Н., Тикунов В.С.* Социальное пространство Москвы: особенности и структура // Изв. РАН. Сер. геогр. 2019. № 6. С. 3–17.
- Дохов Р.А., Сеницын Н.А.* Спрол в России: рост и структурная трансформация пригородов Белгорода // Изв. РАН. Сер. геогр. 2020. Т. 84. № 2. С. 191–206.
- Дубовик В.О.* Методы оценки транспортной доступности территории // Рег. исслед. 2013. № 4. С. 11–18.
- Леонтьев Е.В., Майбуров И.А.* Оценка влияния доступности общественного транспорта на стоимость городской жилой недвижимости // J. Appl. Econ. Res. 2021. Vol. 20. № 1. С. 62–83.
- Лубкова М.А., Федюнина Т.В.* Анализ рынка жилой недвижимости в г. Саратов // Традиционная и инновационная наука: история, современное состояние, перспективы: сб. статей Международ. науч.-практич. конф. 2018. № 5. С. 160–162.
- Махрова А.Г., Голубчиков О.Ю.* Российский город в условиях капитализма: социальная трансформация внутригородского пространства // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 2012. № 2. С. 26–31.
- Попов А.А.* Пространственно-временной анализ факторов ценообразования на рынке жилой недвижимости Москвы // Рег. исслед. 2014. № 4. С. 70–80.
- Преображенский Ю.В., Арутюнян Н.А., Галстян Г.А.* Вертикальные районы Еревана и Саратова: морфологические различия городских пространств // Социология города. 2018. № 2. С. 46–54.
- Сидоровых А.С.* Оценка влияния транспортной доступности на цены недвижимости // Прикладная эконометрика. 2015. № 1 (37). С. 43–56.
- Сомов Э.В.* Геоинформационное картографирование обеспеченности населения общественным транспортом на примере г. Москвы. Дис. ... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 2015. 126 с.
- Beirão G., Cabral J.A.S.* Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study // Transp. Policy. 2007. Vol. 14. № 6. P. 478–489.
- Benenson I., Martens K., Rofé Y., Kwartler A.* Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area // Ann. Reg. Sci. 2011. Vol. 47. P. 499–515.
- Biosca O., Spiekermann K., Stepniak M.* Transport accessibility at regional scale // Europa XXI. 2013. Vol. 24. P. 5–17.
- Brade I., Axenov K., Bondarchuk E.* The transformation of urban space in post-Soviet Russia. Taylor & Francis, 2007. 216 p.
- Burdziej J.* Using hexagonal grids and network analysis for spatial accessibility assessment in urban environments—a case study of public amenities in Toruń // Misc. Geogr. 2019. Vol. 23. № 2. P. 99–110.
- Cervero R.* Transit-oriented development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects. 2004.
- Duranton G., Puga D.* Urban land use // Handbook of Regional and Urban Economics. Elsevier, 2015. Vol. 5. P. 467–560.
- Efthymiou D., Antoniou C.* How do transport infrastructure and policies affect house prices and rents? Evidence from Athens, Greece // Transp. Res. Part A: Policy Pract. 2013. Vol. 52. P. 1–22.
- Glaeser E.L., Kahn M.E.* Sprawl and urban growth // Handbook of Regional and Urban economics. Elsevier, 2004. Vol. 4. P. 2481–2527.
- Glaeser E.L., Resseger M., Tobio K.* Urban inequality / Justice for All. Routledge, 2015. P. 98–121.
- Henneberry J.* Transport investment and house prices // J. Prop. Valuat. Investm. 1998. Vol. 16. № 2. P. 144–158.
- Hitge G., Vanderschuren M.* Comparison of travel time between private car and public transport in Cape Town // J. S. Afr. Inst. Civ. Eng. 2015. Vol. 57. № 3. P. 35–43.
- Jayantha W.M., Lam T.I., Chong M.L.* The impact of anticipated transport improvement on property prices: A case study in Hong Kong // Habitat Int. 2015. Vol. 49. P. 148–156.
- Ibraeva A., de Almeida Correia G.H., Silva C., Antunes A.P.* Transit-oriented development: A review of research achievements and challenges // Transp. Res. Part A: Policy Pract. 2020. Vol. 132. P. 110–130.
- Kim K., Lahr M.L.* The impact of Hudson-Bergen Light Rail on residential property appreciation // Pap. Reg. Sci. 2014. Vol. 93. P. 79–97.
- Lucas K., Jones P.* Social impacts and equity issues in transport: an introduction // J. Transp. Geogr. 2012. Vol. 21. P. 1–3.
- Mohammad S.I., Graham D.J., Melo P.C., Anderson R.J.* A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values // Transp. Res. Part A: Policy Pract. 2013. Vol. 50. P. 158–170.

- Nefedova T.G., Treivish A.I., Sheludkov A.V. Spatially uneven development in Russia // Reg. Res. Rus. 2022. Vol. 12. № 1. P. 4–19.
- Saif M.A., Zefreh M.M., Torok A. Public transport accessibility: A literature review // Period. Polytech. Transp. Eng. 2019. Vol. 47. № 1. P. 36–43.
- Salonen M., Toivonen T. Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport // J. Transp. Geogr. 2013. Vol. 31. P. 143–153.
- Yang L., Zhou J., Shyr O.F. Does bus accessibility affect property prices? // Cities. 2019. Vol. 84. P. 56–65.

## Effects of Transport Accessibility on Residential Real Estate Prices (Case Study of Saratov)

P. O. Gonyukhov<sup>a, \*</sup> and A. V. Sheludkov<sup>a, b, \*\*</sup>

<sup>a</sup>HSE University, Moscow, Russia

<sup>b</sup>Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

\*e-mail: pogonyukhov@edu.hse.ru

\*\*e-mail: asheludkov@hse.ru

The deepening spatial inequality is observed in Russia at many territorial levels, including within large cities. A vivid manifestation of the depth of social stratification of urban areas is the differences in residential real estate prices, which are often considered as an indicator of spatial inequality due to the lack of other open data. In this paper, we investigated the effects of transport accessibility for spatial inequality, expressed through the average cost of residential real estate, on the example of the city of Saratov. We aggregated data from 80 thousand advertisements on the sale of apartments in the city in 2021. Using the methods of network analysis, we estimated transport accessibility by car and by public transport, to the city center and relative to the transport network of the whole city (integral accessibility). According to the results of regression modeling, transport accessibility (together with the age of buildings) statistically explained up to half of the differences between Saratov districts in the average offer price of residential real estate. Despite our expectations, the best predictor of apartment prices was accessibility by public transport to the city center. Each minute away from the historical city center by public transport reduced the average price of a residential property by 455 rubles per m<sup>2</sup>. Saratov's public transport network is highly centralized, which does not allow to fully utilize the potential of the three transport hubs revealed in the study. One possible step towards mitigating the territorial contrasts in transport accessibility in the city is to transform the bus network by introducing new trunk and feeder (to the hubs outside the center) routes.

*Keywords:* transport accessibility, transportation system, public transport, spatial inequality, residential real estate market, transportation geography, Saratov

### REFERENCES

- Balash V.A., Balash O.S., Kharlamov A.V. Econometric analysis of geocoded data on residential real estate prices. *Prikl. Ekonometr.*, 2011, vol. 22, no. 2, pp. 62–77. (In Russ.).
- Beirão G., Cabral J.A.S. Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. *Transp. Policy*, 2007, vol. 14, no. 6, pp. 478–489.
- Benenson I., Martens K., Rofé Y., Kwartler A. Public transport versus private car GIS-based estimation of accessibility applied to the Tel Aviv metropolitan area. *Ann. Reg. Sci.*, 2011, vol. 47, pp. 499–515.
- Biosca O., Spiekermann K., Stępnia M. Transport accessibility at regional scale. *Europa XXI*, 2013, vol. 24, pp. 5–17.
- Brade I., Axenov K., Bondarchuk E. *The Transformation of Urban Space in Post-Soviet Russia*. Taylor & Francis, 2007. 216 p.
- Bugromenko V.N. *Transport v territorial'nykh sistemakh* [Transport in Territorial Systems]. Moscow: Nauka Publ., 1987. 110 p.
- Bugromenko V.N. Modern transportation geography and transportation accessibility. *Reg. Res. Russ.*, 2011, vol. 1, no. 1., pp. 27–34.
- Burdziej J. Using hexagonal grids and network analysis for spatial accessibility assessment in urban environments—a case study of public amenities in Toruń. *Misc. Geogr.*, 2019, vol. 23, no. 2, pp. 99–110.
- Cervero R., Murphy S., Ferrell C., et al. *Transit-Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and Prospects*. Washington: The National Academies Press, 2004. 524 p.
- Dokhov R.A., Sinitsyn N.A. Sprawl in Russia: Growth and structural transformation of the Belgorod suburbs. *Reg. Res. Russ.*, 2020, vol. 10, pp. 247–259. <https://doi.org/10.1134/S2079970520020057>

- Dubovik V.O. Methods of territory transport accessibility estimation. *Reg. Issled.*, 2013, no. 4, pp. 11–18. (In Russ.).
- Durantou G., Puga D. Urban land use. In *Handbook of Regional and Urban Economics. Vol. 5*. Elsevier, 2015, pp. 467–560.
- Efthymiou D., Antoniou C. How do transport infrastructure and policies affect house prices and rents? Evidence from Athens, Greece. *Transp. Res. Part A: Policy Pract.*, 2013, vol. 52, pp. 1–22.
- Glaeser E.L., Kahn M.E. Sprawl and urban growth. In *Handbook of Regional and Urban Economics. Vol. 4*. Elsevier, 2004, pp. 2481–2527.
- Glaeser E.L., Resseger M., Tobio K. Urban inequality. In *Justice for All*. Routledge, 2015, pp. 98–121.
- Henneberry J. Transport investment and house prices. *J. Prop. Valuat. Investm.*, 1998, vol. 16, no. 2, pp. 144–158.  
<https://doi.org/10.1108/14635789810212913>
- Hitge G., Vanderschuren M. Comparison of travel time between private car and public transport in Cape Town. *J. S. Afr. Inst. Civ. Eng.*, 2015, vol. 57, no. 3, pp. 35–43.
- Ibraeva A., de Almeida Correia G.H., Silva C., Antunes A.P. Transit-oriented development: A review of research achievements and challenges. *Transp. Res. Part A: Policy Pract.*, 2020, vol. 132, pp. 110–130.
- Jayantha W.M., Lam T.I., Chong M.L. The impact of anticipated transport improvement on property prices: A case study in Hong Kong. *Habitat Int.*, 2015, vol. 49, pp. 148–156.
- Kim K., Lahr M.L. The impact of Hudson-Bergen Light Rail on residential property appreciation. *Pap. Reg. Sci.*, 2014, vol. 93, pp. 79–97.
- Leont'ev E.V., Maiburov I.A. Assessment of the impact of public transport accessibility on the value of urban residential real estate. *J. Appl. Econ. Res.*, 2021, vol. 20, no. 1, pp. 62–83. (In Russ.).
- Lubkova M.A., Fedyunina T.V. Analysis of the residential real estate market in Saratov. In *Traditsionnaya i innovatsionnaya nauka: istoriya, sovremennoe sostoyanie, perspektivy: sb. statei Mezhdunar. nauchn.-prakt. konf. T. 5* [Traditional and Innovational Science: History, Current State, Prospects: Proc. Int. Sci. Conf. Vol. 5]. Perm, 2018, pp. 160–162. (In Russ.).
- Lucas K., Jones P. Social impacts and equity issues in transport: an introduction. *J. Transp. Geogr.*, 2012, no. 21, pp. 1–3.
- Makhrova A.G., Golubchikov O.Yu. Russian town under capitalism: Social transformation of intraurban space. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 2012, no. 2, pp. 26–31. (In Russ.).
- Mohammad S.I., Graham D.J., Melo P.C., Anderson R.J. A meta-analysis of the impact of rail projects on land and property values. *Transp. Res. Part A: Policy Pract.*, 2013, vol. 50, pp. 158–170.
- Nefedova T.G., Treivish A.I., Sheludkov A.V. Spatially uneven development in Russia. *Reg. Res. Russ.*, 2022, no. 12, no. 1, pp. 4–19.  
<https://doi.org/10.1134/S2079970522020071>
- Popov A.A. Spatiotemporal analysis of key factors for residential real estate estimates in Moscow. *Reg. Issled.*, 2014, no. 4, pp. 70–80. (In Russ.).
- Preobrazhenskii Y.V., Arutyunyan N.A., Galstyan G.A. Vernacular districts of Yerevan and Saratov: Morphological differences of urban spaces. *Sotsiol. Goroda*, 2018, no. 2, pp. 46–54. (In Russ.).
- Saif M.A., Zefreh M.M., Torok A. Public transport accessibility: A literature review. *Period. Polytech. Transp. Eng.*, 2019, vol. 47, no. 1, pp. 36–43.
- Salonen M., Toivonen T. Modelling travel time in urban networks: comparable measures for private car and public transport. *J. Transp. Geogr.*, 2013, vol. 31, pp. 143–153.
- Sidorovykh A.S. Assessment of the influence of transport accessibility on real estate prices. *Prikl. Ekonometr.*, 2015, vol. 37, 1, pp. 43–56. (In Russ.).
- Somov E.V. Geoinformation mapping of public transport provision of the population by the example of Moscow. *Cand. Sci. (Geogr.) Dissertation*. Moscow: Moscow State Univ., 2015. 126 p.
- Vendina I.O., Panin A.N., Tikunov V.S. The Moscow social space: Features and structure. *Reg. Res. Russ.*, 2019, vol. 9, pp. 383–395.  
<https://doi.org/10.1134/S2079970519040117>
- Yang L., Zhou J., Shyr O.F. Does bus accessibility affect property prices? *Cities*, 2019, vol. 84, pp. 56–65.