

Научная статья
УДК 332.1
DOI: 10.17586/2713-1874-2026-2-4-17

МЕТОДИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТАРИЙ ОЦЕНКИ НЕОДНОРОДНОСТИ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КРУПНОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ

*Александр Игоревич Малых¹, Дмитрий Юрьевич Ноженко²,
Елена Александровна Шишкина³*

^{1,2,3}Уральский государственный экономический университет, Екатеринбург, Россия

¹Malix.alex40@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6397-4139>

²nogenkod74@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7549-1185>

³le_gre@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1280-3105>

Язык статьи – русский

Аннотация: Актуальность оценки обеспеченности территорий объектами социальной инфраструктуры обусловлена необходимостью совершенствования инструментов градостроительного планирования в условиях растущей плотности застройки и дефицита свободных городских пространств. Цель статьи состоит в разработке и апробации комплексного методического инструментария оценки фактического дисбаланса между мощностью существующих учреждений социальной инфраструктуры и реальной потребностью населения агломерации в них. Теоретическую и методологическую основу исследования составили научные труды в области урбанистики, региональной экономики и управления, инфраструктуры, геоаналитики. В инструментарий работы входят: методы математического моделирования, картографического синтеза, а также метод оценки плотности ядер. В рамках проведенной работы предложен авторский алгоритм пространственного анализа в среде QGIS, ключевым элементом которого является оценка плотности населения и избыточности нагрузки на социальную инфраструктуру, ее визуальное агрегирование. Новизна методики заключается в разработке алгоритма верификации разрозненных данных, а также синтеза градостроительных и экономических инструментов анализа для определения зон инфраструктурного дефицита. Апробация методики на примере г. Екатеринбурга позволила локализовать участки дефицита объектов социальной инфраструктуры. Полученные результаты определяют возможные направления совершенствования градостроительной политики и могут быть использованы при принятии научно обоснованных решений о локализации инфраструктуры, формировании жилищной политики, выборе места проживания и др.

Ключевые слова: геоаналитика, городская агломерация, дефицит инфраструктуры, комфортная городская среда, пространственный анализ, социальная инфраструктура, урбанистика, безопасность населения, QGIS

Ссылка для цитирования: Малых А. И., Ноженко Д. Ю., Шишкина Е. А. Методический инструментарий оценки неоднородности обеспеченности населения крупной городской агломерации социальной инфраструктурой // Экономика. Право. Инновации. – 2026. – Т. 14. – № 2. – С. 4–17. – DOI: 10.17586/2713-1874-2026-2-4-17.

METHODOLOGICAL TOOLS FOR ASSESSING DISPARITIES IN THE PROVISION OF SOCIAL INFRASTRUCTURE TO THE POPULATION OF A LARGE URBAN AGGLOMERATION

Alexander I. Malykh¹, Dmitry Yu. Nozhenko², Elena A. Shishkina³

^{1,2,3}Ural State University of Economics, Yekaterinburg, Russia

¹Malix.alex40@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6397-4139>

²nogenkod74@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7549-1185>

³le_gre@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1280-3105>

Article in Russian

Abstract: The relevance of assessing the availability of social infrastructure facilities in a given area stems from the need to improve urban planning tools in the face of increasing building density and a shortage of open urban spaces. The purpose of this article is to develop and test a comprehensive methodology for identifying the actual imbalance between the capacity of existing social infrastructure facilities and the real needs of the agglomeration's population for them. The theoretical and methodological foundation of the study consists of scientific works in the fields of urban studies, regional

economics and management, infrastructure, and geospatial analytics. The research tools include methods of mathematical modeling, cartographic synthesis, and the Kernel Density Estimation method. As part of this work, the author proposes an original algorithm for spatial analysis in the QGIS environment, the key element of which is the estimation of population density and the excess load on social infrastructure, along with its visual aggregation. The novelty of the methodology lies in the development of an algorithm for verifying disjointed data, as well as the synthesis of urban planning and economic analysis tools to identify areas of infrastructure deficit. Testing the methodology using the city of Yekaterinburg as a case study made it possible to pinpoint areas with a shortage of social infrastructure facilities. The findings identify potential areas for improving urban planning policies and can be used to make evidence-based decisions regarding infrastructure location, the formulation of housing policies, the choice of residence, and other related matters.

Keywords: geoanalytics, urban agglomeration, infrastructure deficit, infrastructure location, comfortable urban environment, spatial analysis, social infrastructure, urban studies, population security, QGIS

For citation: Malykh A. I., Nozhenko D. Yu., Shishkina E. A. Methodological Tools for Assessing the Heterogeneity of The Provision of Social Infrastructure to the Population of a Large Urban Agglomeration. *Ekonomika. Pravo. Innovacii*. 2026. Vol. 14. No. 2. pp. 4–17. (In Russ.). DOI: 10.17586/2713-1874-2026-2-4-17.

Введение. В условиях динамично меняющейся макроэкономической конъюнктуры последних лет, демографических трендов, актуальность оценки уровня экономических и особенно социальных возможностей и диспропорций существенно возрастает. В частности, особый интерес имеет анализ вопросов равенства в обеспеченности населения социальной инфраструктурой, который не агрегирован и обобщён административно-территориальными конструктами, а максимально приближён к конкретному месту и времени. Это же подтверждается положениями Указа Президента РФ «О национальных целях развития РФ на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» [1]. Несмотря на то, что вопрос обеспечения доступности социальной инфраструктуры носит общенациональный характер, её практическая реализация во многом делегирована на муниципальный уровень. При этом достижение удовлетворительных средних показателей по регионам и городам зачастую создаёт иллюзию отсутствия внутригородского неравенства. Подобные диспропорции в распределении социальной инфраструктуры требуют проведения дополнительных исследований с применением инструментов пространственного анализа. Поэтому именно муниципальный уровень, представляется наиболее релевантным для исследования вопросов неоднородности в уровне социального обеспечения населения.

Исследовательская проблема. Цель исследования – разработка и апробация комплексного методического инструментария оценки фактического дисбаланса между мощ-

ностью существующих учреждений социальной инфраструктуры и реальной потребностью населения агломерации в них. Достижение поставленной цели предполагает последовательное решение задач по формированию алгоритма сбора децентрализованных данных, моделирование зон нормативной пешеходной доступности и верификации полученных результатов на примере ядра крупной городской агломерации.

Литературный обзор. Вопросы неоднородности обеспеченности населения муниципального образования социальной инфраструктурой являются междисциплинарными. Исследователи в своих работах в области урбанистики, инфраструктуры, градостроительства анализируют размещение учреждений в пространстве в соответствии с техническими нормами. В данной области можно выделить работы Е. Н. Белой, Г. В. Леонидовой, И. С. Когутяк, И. Ю. Чубаркиной [2–5]. Например, в работе [4] анализируются земельные участки, выделенные под комплексное развитие территорий, и делается вывод о прямой корреляции потребности в местах в школах и детских садах с ростом суммарной поэтажной площади строящихся жилых строений. В [5] рассматриваются вопросы обеспечения социальной инфраструктурой в контексте комплексного воспроизводства городской застройки на уровне урбан-блока. Автор обосновывает необходимость отказа от точечной застройки в пользу синхронного формирования жилой и социальной среды через внедрение ценностного подхода.

В рамках исследований по региональной экономике рассматриваются вопросы соци-

ально-экономической неоднородности территорий, их диспропорции. Однако анализ работ ведущих ученых [6–8] показывает, что при оценке дифференциации развития территорий сфера образования практически не рассматривается. В [9] при изучении неоднородности образовательной сферы учитываются только качественные индикаторы образования (результаты ЕГЭ, востребованность выпускников). Такой подход позволяет оценить эффективность работы учреждений, но оставляет за рамками анализа вопрос их физической доступности.

Изучению влияния агломерационных процессов на обеспеченность населения жильем, социальное неравенство, перегрузку инфраструктуры посвящены работы [10–12]. Авторами показано, что агломерационные процессы имеют двойственное проявление: они могут как порождать кризисы, так и ускорять социально-экономическую динамику, формируя в агломерации комфортное пространство для жизни.

В исследованиях социальной инфраструктуры агломераций применяется широкий спектр методов [13]: статистический анализ, графоаналитические методы, междисциплинарный, историко-типологический анализ, кейс-стади, методы пространственного анализа.

Авторы [14] указывают, что социальная инфраструктура в кризисные периоды определяет не только комфорт населения, но и экзистенциальность городских сообществ.

В [15] предлагается рассматривать образовательные учреждения как часть инфраструктуры заботы, которая является базовой необходимостью для гражданского общества и обеспечивает устойчивость городской среды. Дефицит таких объектов в быстрорастущих агломерациях, по мнению авторов, – это следствие сдвига «геометрии властей» на более практичные элементы инфраструктуры, например, дорожную сеть или коммунальное хозяйство. Исследователи в работе [16] сочетают элементы урбанизма и анализа социальной неоднородности, доказывая, что неоднородность глубоко укоренилась в структуре крупнейших городов мира и в них начала проявляться отчётливая диффузия на богатые и бедные районы, в которых доступ к медицине, образованию, развлечениям и

иной социальной инфраструктуре существенно различается.

На основе вышеприведенного обзора показано, что в современной литературе недостаточно представлены комплексные междисциплинарные исследования, сочетающие градостроительный анализ с оценкой социально-экономической неоднородности. Существенным ограничением таких исследований становится недостаток статистических данных о развитии образовательной инфраструктуры на внутригородском уровне. Официальная статистика по образовательным учреждениям на муниципальном уровне ограничена узким набором показателей: десять индикаторов характеризуют сферу дошкольного образования и восемь – дополнительного [17], в то время как данные по общему среднему образованию в разрезе внутригородских территорий отсутствуют. Восполнение этого информационного пробела имеет стратегическое значение для более качественного управления муниципальным образованием: детализированный пространственный анализ доступности общеобразовательных учреждений позволяет принимать обоснованные управленческие решения в области градостроительного планирования, оптимизировать распределение бюджетных ресурсов и обозначить приоритет инвестиционных проектов по развитию социальной инфраструктуры.

Методы и материалы исследования. Для реализации поставленных задач разработан многоэтапный алгоритм, учитывающий качество исходных статистических данных и специфику пространственной структуры территории. Объектом исследования выступила социальная (образовательная) инфраструктура муниципального образования. Исследование социальной инфраструктуры на примере ее образовательной (школьной) составляющей обусловлено тем, что именно размещение школ, их мощность наиболее жестко регламентированы градостроительными и санитарными нормами. Дефицит мест в средних школах часто служит первым индикатором диспропорций развития территорий (уплотнительная застройка без ввода социальных объектов). Такой подход позволил также усилить глубину анализа пространственных паттернов, таких как доступность

по пешеходным и транспортным маршрутам. Полигон исследования – г. Екатеринбург с расположенными в его границах административными районами. В основу методики положен принцип иерархического анализа: от верификации локальных показателей социальной инфраструктуры в границах планировочного района до оценки их избыточности в контексте соседствующих территорий. Это

позволяет не только зафиксировать текущий дефицит мест, но и определить потенциал компенсации нагрузки за счет внешних ресурсов соседних районов. Методика апробирована на примере Академического района города Екатеринбурга. Общая логика исследования, отражающая последовательность обработки данных и ключевые расчетные этапы, представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Алгоритм исследования неоднородности обеспеченности населения муниципального округа (МО) социальной инфраструктурой

Источник: составлено авторами

Рассмотрим методические особенности каждого из представленных на рисунке этапов.

Этап 1. Сбор данных.

В работе применен метод многоканального поиска и перекрестной верификации данных, включающий три уровня источников.

1. Приоритетные источники с высокой достоверностью:

- отчет о результатах самообследования: документ, публикуемый на сайте школы (в разделах «Материально-техническое обеспе-

чение» или «Общие сведения»), фиксируется проектная вместимость;

- программы развития образовательного учреждения;

- публичная кадастровая карта на официальном сайте Росреестра отображает кадастровую информацию, которая может содержать проектную мощность;

- выписки из ЕГРН: публикуются некоторыми образовательными учреждениями и содержат искомую информацию.

2. Технические и проектные источники (преимущественно для новых объектов):

– документация застройщика: для сооружений, введенных в эксплуатацию в последние 5–10 лет;

– портал государственных закупок: информация о мощности объекта фиксируется в технических заданиях на проектирование или строительство/реконструкцию.

3. Верификационные источники (косвенные данные):

– официальные пресс-релизы: публикации на сайтах профильных министерств или администраций по итогам открытия или приемки школ;

– новостные порталы: используются в исключительных случаях, когда официальная документация не содержит прямых цифр или находится в стадии обновления.

Координаты образовательных учреждений, координаты, площадь жилой застройки и границы исследуемой территории определялись при помощи модуля quickOSM геоинформационной среды QGIS. Дополнительно проводилась сверка жилых домов в сервисе Яндекс.Карты и дорисовка недостающих.

Этап 2. Анализ и прогнозирование показателей развития образовательных учреждений.

Для этого этапа использовались данные по фактической наполняемости и проектной мощности, полученные в рамках предыдущего шага, их хронологическое табличное агрегирование с указанием совокупного абсолютного и процентного отклонений, а также прогноз фактической наполняемости образовательных учреждений на ближайшие периоды.

Этап 3. Количественная оценка дефицита мест и расчёт емкости жилой инфраструктуры.

На данном шаге производился расчёт численности жителей в разрезе жилых зданий и избыточной нагрузки на каждое образовательное учреждение. Математическая модель определения численности населения жилого здания имеет вид:

$$x_{\text{нас}} = \frac{S \times k_{\text{ж}}}{N_{\text{ж}}}, \quad (1)$$

где $x_{\text{нас}}$ – количество населения жилого здания (чел); S – общая площадь жилого здания (м^2); $k_{\text{ж}}$ – коэффициент жилой площади (коэффициент отражает среднюю долю помещений общего пользования (лестничные клетки,

лифтовые холлы, технические помещения), составляющую порядка 30% от общей площади строения, в данной работе принят равным 0,7); $N_{\text{ж}}$ – нормативный показатель жилой площади на одного человека (согласно ФЗ № 283-ФЗ принят равным 18м^2).

Для количественной оценки дефицита мест и выявления пространственных диспропорций в обеспеченности населения услугами общего образования в методику введен интегральный показатель избыточной нагрузки $I_{\text{изб}}$. Данный индикатор отражает степень несоответствия фактической эксплуатации здания его проектным характеристикам. Расчёт производится по формуле:

$$I_{\text{изб}} = \left(\frac{N_{\phi}}{N_{\text{п}}} - 1 \right) \times 100\%, \quad (2)$$

где $I_{\text{изб}}$ – показатель избыточной нагрузки (%); N_{ϕ} – фактическое количество обучающихся в образовательном учреждении на текущий учебный год (чел.); $N_{\text{п}}$ – проектная мощность здания (чел.).

Значение показателя $I_{\text{изб}} > 0$ свидетельствует о дефиците мест и нарушении проектных условий эксплуатации здания и говорит о том, что такие образовательные учреждения вынуждены функционировать в условиях двух смен, что безусловно повышает нагрузку как на конструкцию здания, так и на персонал. Значение $I_{\text{изб}} > 100$ означает, что даже запас двухсменного формата превышен и образовательное учреждение функционирует с предельной нагрузкой и инструменты дополнительной вместимости исчерпаны.

Этап 4. Расчёт и моделирование плотности населения на выбранной территории.

На данном этапе осуществлялся переход от дискретных полигонов к непрерывному полю плотности населения. Целью этапа является визуализация пространственных концентраций жителей, формирующих нагрузку на образовательную инфраструктуру. В качестве основного метода использовался инструмент Kernel Density Estimation (KDE) – метод оценки плотности ядра. Форма ядра установлена как квадратическая (бивесовая) для обеспечения плавного затухания плотности от центра к периферии расчетного полотна.

В результате расчетов выводится растровое изображение, где интенсивность цвета отражает количество человек на единицу площади (чел/га). Наложение данного слоя на

карту расположения школ позволяет визуально идентифицировать зоны дефицитного разрыва территории с высокой плотностью населения, находящиеся вне зон нормативного охвата или в зонах доступности школ с высокой избыточной нагрузкой.

Этап 5. Визуальное агрегирование избыточной нагрузки и плотности населения.

Производится интеграция расчетных показателей и визуализация итоговых результатов для выявления зон критического дефицита социальной (образовательной) инфраструктуры. Совмещается растровая модель плотности населения, полученная с помощью метода KDE в результате действий на четвертом этапе, и слой центроидов образовательных учреждений, к которым присвоены показатели избыточности, рассчитанные в рамках третьего этапа. Впоследствии производится идентификация дефицитных зон, которые должны отвечать двум условиям:

1) располагаться за пределами нормативного 500-метрового буфера доступности любого из государственных образовательных учреждений;

2) находиться в зоне высокой плотности населения (отраженному с помощью оценки плотности ядер).

Результатом является комплексная картограмма, которая служит обоснованием для принятия управленческих решений: выделения участков под строительство новых объектов или расширения существующих мощностей в точках максимального пространственного дефицита.

Результаты исследования. Екатеринбургская городская агломерация является одной из крупнейших в стране, в ее составе 14 муниципалитетов, ядро агломерации – г. Екатеринбург. Численность агломерации за последние 5 лет ежегодно увеличивается [17], что актуализирует вопросы ее инфраструктурной обеспеченности, в частности, учреждениями социальной инфраструктуры. Полигоном для апробации методики оценки инфраструктуры выбран Академический район г. Екатеринбурга, что обусловлено следующим:

1. Академический район является самым молодым районом города Екатеринбурга (создан в 2021 г.), следовательно, в нём формируется новый спрос на социальную инфраструктуру, который необходимо удовлетворить [19].

2. Академический район является самым быстрорастущим районом Екатеринбурга. Так, за 2023 г. на его территории было возведено более 50 объектов общей площадью 529,8 тыс. м², из которых 347,4 тыс. м² – жилые, следовательно, позиционирование района как преимущественно жилого, безусловно, создает существенные потребности в школьных местах в будущем [20].

3. В Академическом районе доля населения до 18 лет составляла 31% на 2023 г., что в полтора раза выше, чем в среднем по Екатеринбургу. Поэтому учёт таких экстремумов позволит создать кейс для будущих территориальных проектов [20].

4. Район расположен вблизи городов-спутников (Ревда, Первоуральск, Дегтярск), для которых характерна маятниковая миграция в ядро агломерации, что создаёт дополнительную нагрузку на социальную инфраструктуру.

В рамках первого этапа была проведена структуризация информации об образовательной инфраструктуре района. Специфика сбора данных заключалась в преодолении фрагментарности официальной статистики: проектная мощность объектов верифицировалась через перекрестный анализ отчетов самообследования школ, проектных деклараций застройщиков и тендерной документации. Результатом этапа стало создание атрибутивного реестра и проведение геокодирования объектов – привязки проектных мощностей и контингента к конкретным пространственным координатам в среде QGIS для последующего системного анализа.

В рамках второго этапа реализации методики был осуществлён анализ динамики показателей образовательных учреждений (см. таблицу 1).

Таблица 1

**Численность обучающихся в общеобразовательных учреждениях
Академического района г. Екатеринбурга в 2020–2024 гг., чел.**

Источник: составлена авторами на основе агрегации данных из открытых информационных ресурсов [21]

Образовательное учреждение	Проектная мощность, чел.	2020	2021	2022	2023	2024	Δ (+/-), чел	Δ%
МАОУ СОШ № 23	1875	3177	3602	3847	4083	4310	+1133	+36
МАОУ СОШ № 19	875	2288	2287	2383	2460	2555	+267	+12
МАОУ СОШ № 16	1000	–	2387	2473	2535	2588	+201	+6
МАОУ СОШ № 79	1200	–	–	2446	2437	2844	+398	+16
МАОУ СОШ № 133	1200	–	–	–	–	1395*	–	–
МАОУ СОШ № 25	1530	–	–	–	2727	2890	+163	+6
МАОУ СОШ № 31	825	–	–	1174*	1702	1818	+641	+55
МАОУ СОШ № 181	1450	2197	2509	2574	2878	3033	+836	+38
МАОУ СОШ № 123	1100	–	–	1409*	2184	2220	+811	+57

Примечание: * – первый год работы образовательного учреждения

Как видно из обозначенных данных, численность обучающихся в образовательных учреждениях увеличивается в каждом из рассматриваемых периодов, что усиливает нагрузку на педагогический состав и инфраструктуру. В МАОУ СОШ № 31 и № 123 прирост обучающихся составил более 50% от первоначального количества, в МАОУ СОШ

№ 181 и № 23 рост был также высоким – 38 и 36% соответственно, в остальных объектах увеличение было умеренным (менее 20%).

Помимо этого, на основании информации, агрегированной в таблице 1, была проведена прогнозная оценка количества обучающихся в 2025–2027 гг. методом линейной экстраполяции динамического ряда (таблица 2).

Таблица 2

**Прогнозная оценка количества обучающихся в общеобразовательных учреждениях
Академического района г. Екатеринбурга, чел.**

Источник: составлена авторами на основе таблицы 1

Образовательное учреждение	Среднегодовой прирост, чел.	2025*	2026	2027
МАОУ СОШ № 23	+283	4583	4876	5159
МАОУ СОШ № 19	+67	2621	2688	2755
МАОУ СОШ № 16	+67	2655	2722	2789
МАОУ СОШ № 79	+199	3043	3242	3441
МАОУ СОШ № 25	+163	3053	3216	3379
МАОУ СОШ № 31	+322	2140	2462	2784
МАОУ СОШ № 181	+209	3242	3451	3660
МАОУ СОШ № 123	+405	2626	3031	3436

Примечание: * – ввиду отсутствия опубликованных статистических данных используется оценка показателя

Таким образом, если предположить, что рост численности обучающихся будет иметь линейную зависимость, то в большинстве образовательных учреждений будет наблюдаться существенное увеличение нагрузки. Наименьший прирост прогнозируется в школах № 16 и № 19 – по 67 человек ежегодно. Наибольший среднегодовой прирост прогнозируется в МАОУ СОШ № 123 и № 31 в 405 и 322 подопечных соответственно. Однако стоит упомянуть, что прогноз по этим двум объектам является завышенным и не совсем точным по двум причинам: во-первых, временной ряд у обоих образовательных учреждений существенно ограничен всего тремя периодами, во-вторых, в выборку попадает первый год открытия, что как будет указано и далее в работе показывает

существенные отклонения на интервале первого и второго года работы образовательного учреждения, что безусловно сильно завышает среднегодовой прирост. Поэтому в остальных учебных заведениях прогнозы являются более точными и показывают уже меньший прирост.

В рамках осуществления третьего этапа были рассчитаны численность населения жилых зданий и избыточная нагрузка образовательных учреждений. Численность населения жилых зданий была агрегирована в атрибутивной таблице геоинформационной системы Qgis в соответствии с каждым координатным значением. Расчёт избыточной нагрузки в том числе и использованием прогнозных данных был представлен в качестве динамического ряда (таблица 3).

Таблица 3

Избыточная нагрузка образовательных учреждений Академического района г. Екатеринбурга в 2020–2024 гг. с учётом прогноза на 2025–2027 гг., %

Источник: составлена авторами

Образовательное учреждение	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
МАОУ СОШ № 23	+69	+92	+105	+117	+129	+144	+160	+175
МАОУ СОШ № 19	+161	+161	+172	+181	+193	+199	+207	+215
МАОУ СОШ № 16	-	+138	+143	+153	+158	+165	+172	+179
МАОУ СОШ № 79	-	-	+104	+103	+137	+153	+170	+187
МАОУ СОШ № 133	-	-	-	-	+16*	-	-	
МАОУ СОШ № 25	-	-	-	+78	+89	+99	+110	+121
МАОУ СОШ № 31	-	-	+42*	+106	+120	+159	+198	+237
МАОУ СОШ № 181	+51	+73	+77	+99	+109	+123	+138	+152
МАОУ СОШ № 123	-	-	+28*	+99	+102	+138	+175	+212

Примечание: * – первый год работы образовательного учреждения

Проведённый анализ показывает сразу несколько интересных паттернов. Во-первых, избыточная нагрузка образовательных учреждений в первый год открытия является сравнительно умеренной, но уже в следующий период увеличивается в несколько раз. Во-вторых, с уверенностью можно судить, что абсолютно все школы Академического района работают свыше своих проектных мощностей, и в среднем превышение является двухкратным, хотя, например, в МАОУ СОШ № 23 приблизилось к трёхкратному. В-третьих, на рассматриваемом периоде было введено в

действие три новых образовательных учреждения, и тот факт, что избыточная нагрузка не прекратила возрастать, означает лишь то, что спрос на места в школах растёт быстрее, чем государство его удовлетворяет, что в конечном итоге серьёзно влияет как на качество обучения всех учеников, так и общую загруженность преподавательского состава и может достичь критической массы, когда родители вынуждены переводить своих детей в школы, расположенные в других районах.

В рамках четвертого этапа была осуществлена визуализация плотности

населения с помощью метода ядерной оценки плотности (Kernel Density Estimation). В качестве весовых коэффициентов использовались данные о количестве проживающих в каждом

жилом здании. Полученные результаты визуализации плотности населения Академического района города Екатеринбурга отражены на рисунке 2.

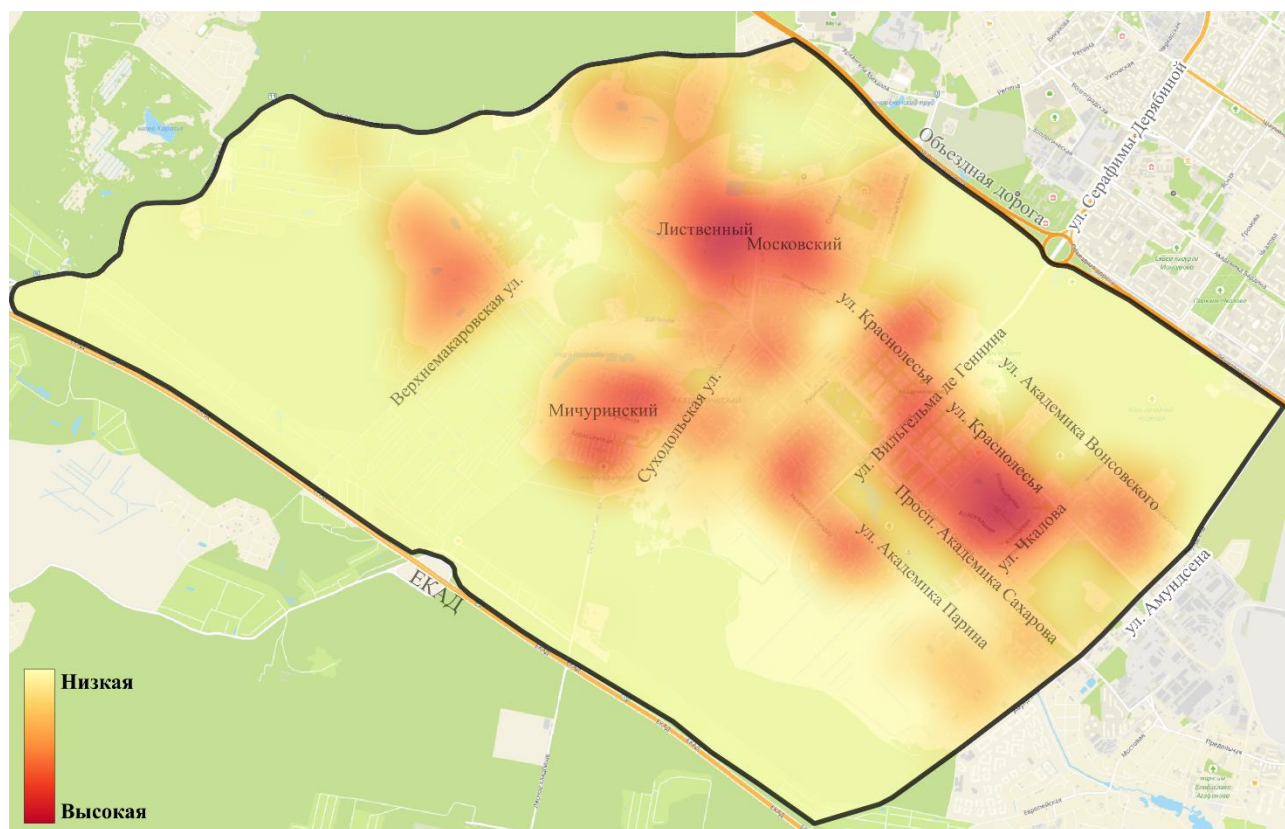


Рисунок 2 – Тепловая карта плотности населения Академического района г. Екатеринбурга (метод KDE)

Источник: составлен авторами

Анализ карты плотности населения Академического района позволяет констатировать ярко выраженный очаговый характер расселения. Основные ареалы концентрации жителей находятся в центральных кварталах района, образуя замкнутые участки сверхвысокой плотности, что характерно для современной многоэтажной застройки микрорайонного типа. Также на севере района наблюдается высокую плотность населения, однако данная территория приходится на посёлки Лиственный и Московский и преимущественно застроены коттеджными домохозяйствами и ввиду того, что в частном секторе обычно площадь, приходящаяся на одного человека, существенно выше, чем 18 м^2 , то данная плотность определённо является завышенной.

В рамках заключительного этапа применения методики была сопоставлена картина

плотности населения с показателем избыточной нагрузки образовательных учреждений, а также добавлен буфер, отражающий нормативный радиус пешеходной доступности, составляющий для Екатеринбурга 500м [22]. Результат отражён на рисунке 3.

Исходя из данных, полученных с помощью пространственной визуализации, можно утверждать, что в рамках Академического района присутствует существенная дифференциация в распределении социальной инфраструктуры и различия в условиях ее доступности для населения. Самым проблемным участком является центр района, где для образовательных учреждений характерно превышение нормативных значений вместимости на 120% – 190%. В целом это объясняется тем, что центр района является наиболее густонаселённым участком выбранной территории, поскольку располагает большинство

жилых зданий, а также тем, что данные образовательные учреждения работают уже более 10 лет и по мере населения и развития района это были единственные близлежащие школы для поступления или перевода учеников. Обратная картина наблюдается на периферии

района, где избыточная нагрузка составляет от 16% до 120%, что одновременно объясняется недавним открытием образовательных учреждений и низкой плотностью населения на только застраиваемых участках муниципалитета.

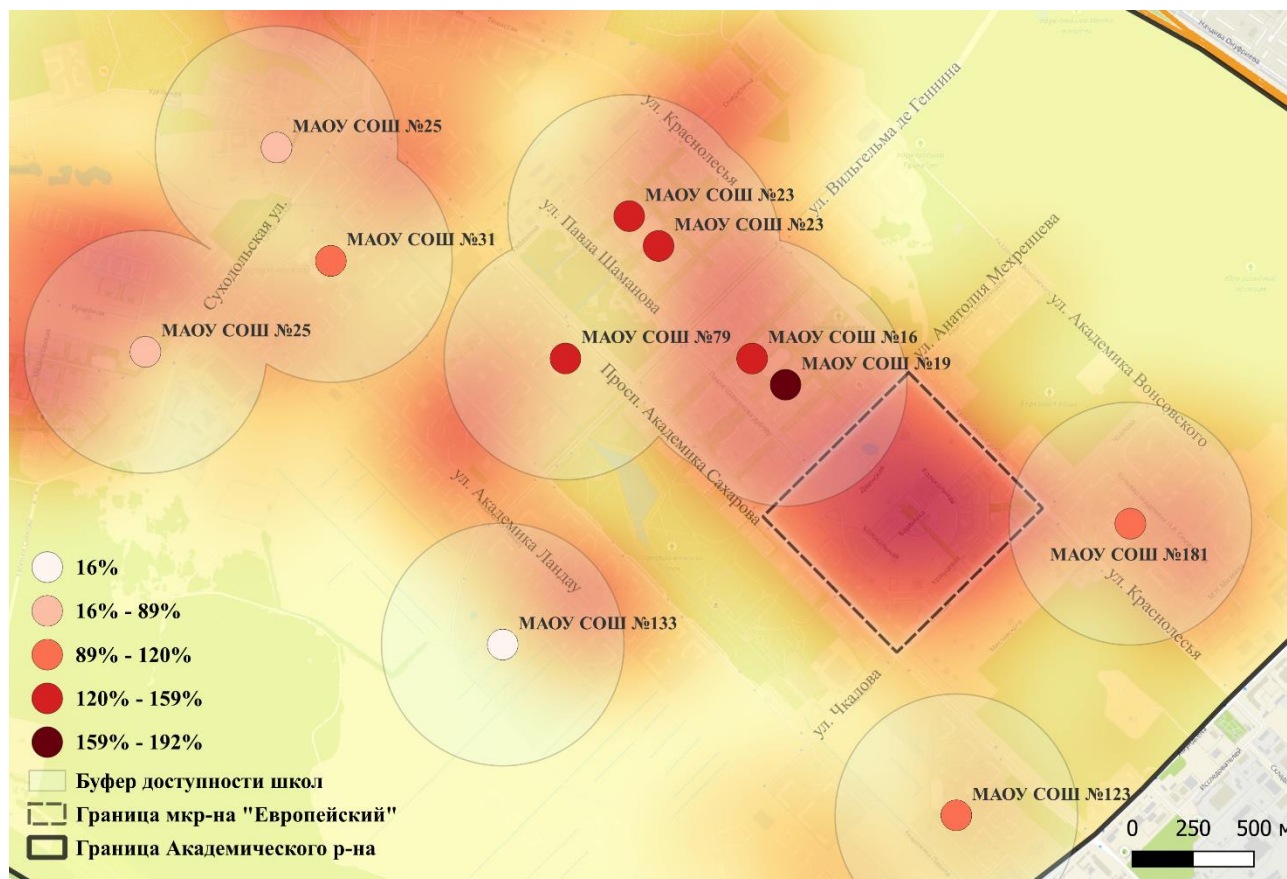


Рисунок 3 – Избыточная нагрузка школьных учреждений Академического района г. Екатеринбурга с буферной зоной
 Источник: составлен авторами

Одной из наиболее необеспеченных территорий в плане доступности к общеобразовательным организациям и, в том числе, одним из самых густонаселённых в рамках района является участок, ограниченный улицами Краснолесья – Чкалова – Анатолия Мехренцева – Академика Сахарова. Данная территория имеет планировочный статус – микрорайона Европейский. Его особенность заключается в том, что фактически он раздроблен на две части, где друг с другом соседствует индивидуальное жилищное строительство с многоквартирными жилыми домами. Возможно, именно из-за этого на данной территории наблюдается дефицит школьных учреждений. Особенно это заметно в рамках всего региона, где в целом он подразделяется на

участки квадратно-прямоугольной формы в каждом из которых присутствует по одной или даже несколько школ, а в микрорайоне «Европейский» присутствует только учреждение, предоставляющее образовательные услуги на коммерческой основе.

Выводы. В проведенном исследовании была разработана и апробирована авторская методика комплексной оценки фактической нагрузки на образовательную инфраструктуру в условиях плотной городской застройки. Новизна методики состоит в переходе от административного к планировочному принципу анализа с привязкой к каждому жилому дому на основе синтеза градостроительных (KDE, буферы доступности) и экономических (оценка избыточной

нагрузки) инструментов в едином верифицируемом алгоритме, что позволяет выявить диспропорции, скрытые при агрегировании по муниципалитету. Апробация методики показала следующее:

1. Предложенный алгоритм формирования реестра проектной мощности школ доказал свою эффективность даже в условиях отсутствия единой базы данных. Метод верификации (сопоставление самообследований школ, проектных деклараций и новостных архивов) позволил агрегировать данные по девяти образовательным объектам Академического района г. Екатеринбурга с высокой степенью точности.

2. Апробация методики на примере Академического района г. Екатеринбурга выявила системный дефицит школьных мест. Установлено, что во всех исследуемых учреждениях наблюдается превышение проектной мощности в среднем в два раза, а в МАОУ СОШ № 23 – почти в три раза. Прогнозная экстраполяция показывает, что при сохранении текущей динамики к 2027 году нагрузка на инфраструктуру возрастет еще на 15–40% в зависимости от локации.

Декларация о применении ИИ. При подготовке текста статьи технологии искусственного интеллекта (ИИ) не использовались.

Список источников

1. Президент Российской Федерации. Указ от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года» // Официальное опубликование правовых актов [Электронный ресурс]. – URL: www.publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015 (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
2. Белая Е. Н. Экономическое обоснование размещения дошкольных образовательных учреждений при реконструкции городской застройки: автореф. дис. ... канд. экон. наук. Ростов н/Д., 2014. – 22 с. – EDN ZPPQWL.
3. Леонидова Г. В. Дошкольное образование в России: обеспеченность и доступность // Проблемы развития территории. – 2015. – № 5 (79). – С. 7–17. – EDN UIWGXZ.
4. Когутяк И. С., Бакаева Н. В. Обеспеченность объектами образования при комплексном развитии жилой застройки в г. Москве // Строительство: наука и образование. – 2025. – Т. 15. – № 2 (56). – С. 90–111. – DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.6. – Текст: электронный.

3. С помощью метода оценки ядерной плотности (KDE) и буферного анализа были локализованы зоны инфраструктурных дефицитов района. Наиболее проблемным участком определен микрорайон «Европейский», посёлки «Московский» и «Лиственный» (входят в состав Академического района), где высокая плотность населения сочетается с отсутствием муниципальных школ в радиусе пешеходной доступности.

4. Апробация подтвердила результативность методики как инструмента для принятия управленческих решений. В перспективе методика может быть масштабирована на другие объекты социальной инфраструктуры и территории, дополнена динамической прогнозной моделью, учитывающей ввод нового жилья, а также интегрирована с методами машинного обучения для кластеризации зон дефицита инфраструктуры. Практическое внедрение методики обеспечит переход от усреднённого нормативного планирования к точечной диагностике зон инфраструктурного дефицита, открытость реализованного алгоритма обеспечивает его широкую доступность.

References

1. President of the Russian Federation. Decree of 07.05.2024 No. 309 "On the national goals for the development of the Russian Federation for the period until 2030 and for the future until 2036". *Official publication of legal acts* [Electronic resource]. URL: www.publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015 (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
2. Belaya E.N. Economic Justification for the Placement of Preschool Educational Institutions During the Reconstruction of Urban Areas: author's abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences. Rostov-on-Don. 2014. pp. 22. (In Russ.).
3. Leonidova G. V. Preschool Education in Russia: Security and Accessibility. *Problemy razvitiya territorii*. 2015. No. 5 (79). pp. 7–17. (In Russ.).
4. Kogutyak I. S., Bakaeva N. V. Provision of Education Facilities in the Complex Development of Residential Buildings in Moscow. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovaniye*. 2025. Vol. 15. No. 2 (56). pp. 90–111. DOI: 10.22227/2305-5502.2025.2.6. (In Russ.).

5. Чубаркина И. Ю. Методические основы воспроизводства объектов социальной инфраструктуры урбан-блоков с использованием ценностного подхода: автореф. дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством. – М., 2020. – 24 с.
6. Зубаревич Н. В., Сафронов С. Г. Развитие больших городов России в 2010-х годах // Региональные исследования. – 2019. – № 1 (63). – С. 39-51. – DOI 10.5922/1994-5280-2019-1-4. – Текст: электронный.
7. Манаева И. В. Городское экономическое неравенство в РФ: показатели, оценка // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – Т. 12. – № 10 (343). – С. 46–57. – EDN WVIMPL.
8. Лимонов Л. Э., Батчаев А. Р., Власова Т. В. [и др.]. Система городов и пространственное развитие России. – СПб.: Международный центр социально-экономических исследований «Леонтьевский центр», 2024. – 352 с. – EDN OHILHN.
9. Буфетова А. Н. Социально-экономическое развитие городов России: основные тенденции и факторы // Вест. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Социально-экономические науки. – 2015. – Т. 15. – № 4. – С. 124–138. – EDN VLCHYJ.
10. Мельников В. В. Комфортная и безопасная среда для жизни: роль агломерационных процессов // Управленческое консультирование. – 2026. – № 1. – С. 177–192. – EDN VUKBZQ.
11. Кахьоно Дж. П. Агломерация и экономический рост: обзор социально-экономических конфликтов и политических последствий. // GESDR. – 2024. – Т. 28. – № 2. – DOI: 10.24123/gesdr.v28i2.7003. – Текст: электронный. (In Eng.).
12. Брайан Г., Глейзер Э., Циванидис Н. Города в развивающемся мире // Annual Review of Economics. – 2020. – Т. 12. – С. 273–297. – DOI: 10.1146/annurev-economics-080218-030303. – Текст: электронный. (In Eng.).
13. Расходчиков А. Н., Шилова В. А. Социальные измерения динамики городов и агломераций // Научный результат. Социология и управление. – 2024. – Т. 10. – № 2. – С. 4-8. – DOI: 10.18413/2408-9338-2024-10-2-0-1.
14. Миддлтон Дж., Саманани Ф. Чей город? Какая социальная группа? // Urban Geography. – 2022. – Т. 43. – № 5. – С. 777–783. – DOI: 10.1080/02723638.2021.2007665. – Текст: электронный. (In Eng.).
15. Штрювер А., Франц И. Возрождение города через заботу: городская культура заботы в обществе // Urban Planning. – 2025. – Т. 10. – Ст. 11108. – DOI: 10.17645/up.11108. – Текст: электронный. (In Eng.).
16. Николетти Л., Сиренко М., Верма Т. Неблагополучные сообщества имеют ограниченный доступ к городской инфраструктуре // Environment
5. Chubarkina I.Yu. Methodological Foundations for the Reproduction of Social Infrastructure Objects of Urban Blocks Using a Value-Based Approach: author's abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences. Moscow. 2020. pp. 24. (In Russ.).
6. Zubarevich N. V., Safronov S. G. Development of Large Russian Cities in the 2010s. *Regional'nyye issledovaniya*. 2019. No. 1 (63). pp. 39–51. DOI: 10.5922/1994-5280-2019-1-4. (In Russ.).
7. Manaeva I. V. Urban Economic Inequality in the Russian Federation: Indicators, Assessment. *Natsional'nyye interesy: priority i bezopasnost'*. 2016. Vol. 12. No. 10 (343). pp. 46–57. (In Russ.).
8. Limonov L. E., Batchaev A. R., Vlasova T. V. et al. The System of Cities and Spatial Development of Russia. *Saint Petersburg: Leontief Centre*. 2024. 352 p. (In Russ.).
9. Bufetova A. N. Socio-Economic Development of Russian Cities: Main Trends and Factors. *Vestnik Novosib. gos. universiteta. Seria: sotsial'no-ekonomicheskie nauki*. 2015. Vol. 15. No. 4. pp. 124–138. (In Russ.).
10. Melnikov V. V. Comfortable and Safe Environment for Life: the Role of Agglomeration Processes. *Upravlencheskoye konsul'tirovaniye*. 2026. No. 1. pp. 177–192. (In Russ.).
11. Cahyono J. P. Agglomeration and Economic Growth: A Scoping Review of Socioeconomic Conflicts and Policy Implications. *GESDR*. 2024. Vol. 28. No. 2. DOI: 10.24123/gesdr.v28i2.7003.
12. Bryan G., Glaeser E., Tsivanidis N. Cities in the Developing World. *Annual Review of Economics*. 2020. Vol. 12. pp. 273–297. DOI: 10.1146/annurev-economics-080218-030303.
13. Raskhodchikov A. N., Shilova V. A. Social Dimensions of the Dynamics of Cities and Agglomerations. *Nauchnyy rezul'tat. Sotsiologiya i upravleniye*. 2024. Vol. 10. No. 2. pp. 4-8. DOI: 10.18413/2408-9338-2024-10-2-0-1. (In Russ.).
14. Middleton J., Samanani F. Whose city? Which sociality? *Urban Geography*. 2022. Vol. 43. No. 5. pp. 777–783. DOI: 10.1080/02723638.2021.2007665.
15. Strüver A., Franz Y. Reclaiming the City Through Care: Public Urban Cultures of Care. *Urban Planning*. 2025. Vol. 10. Article 11108. DOI: 10.17645/up.11108.
16. Nicoletti L., Sirenko M., Verma T. Disadvantaged Communities Have Lower Access to Urban Infrastructure. *Environment and Planning B: Urban*

- and Planning B: Urban Analytics and City Science. – 2023. – Т. 50. – № 3. – С. 831–849. – DOI: 10.1177/23998083221131044. – Текст: электронный. (In Eng.).
17. Федеральная служба государственной статистики. База данных муниципальных образований Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/ (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
18. Объекты карты. Систематизированный каталог географических объектов и их атрибутов // OpenStreetMap [Электронный ресурс]. – URL: wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:Объекты_карты (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
19. Академический район Екатеринбурга. Краткая справка // Электронная научная библиотека «Semantic» [Электронный ресурс]. – URL: semantic.uraic.ru/post/postbrowse.aspx?postid=15601 (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
20. Самый молодой район: Академический подвел итоги года // Официальный портал Екатеринбурга [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: ekburg.ru/news/2/92613-samyu-molodoy-rayon-akademicheskij-podvel-itogi-goda/ (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
21. Власти самого молодого района Екатеринбурга поделились лайфхаками по повышению рождаемости // Информационное агентство «Европейско-Азиатские новости» (ЕАН) [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: eanews.ru/ekaterinburg/20241115154308/vlasti-samogo-molodogo-rayona-ekaterinburga-podelilis-layfhakami-po-povysheniyu-rozhdaemosti (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
22. Отчеты о результатах самообследования и программы развития общеобразовательных организаций Академического района г. Екатеринбурга: электронные копии. – Режим доступа: официальные сайты образовательных организаций (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
23. Об утверждении Нормативов градостроительного проектирования городского округа – муниципального образования «город Екатеринбург»: Постановление Администрации города Екатеринбурга от 29.12.2023 № 3549 // Официальный портал Екатеринбурга [Электронный ресурс]. – URL: ekaterinburg.rf/официально/документы/постановления/п_2023/42327 (дата обращения: 20.04.2026). – Текст: электронный.
- Analytics and City Science*. 2023. Vol. 50. No. 3. pp. 831–849. DOI: 10.1177/23998083221131044.
17. Federal State Statistics Service. Database of municipalities of the Russian Federation [Electronic resource]. URL: rosstat.gov.ru/dbscripts/munst/ (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
18. Map Objects. Systematized catalog of geographical objects and their attributes. *OpenStreetMap* [Electronic resource]. URL: wiki.openstreetmap.org/wiki/RU:Ob'yekty_karty (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
19. Academicheskyy district of Yekaterinburg. Brief information. *Electronic scientific library "Semantic"* [Electronic resource]. URL: semantic.uraic.ru/post/postbrowse.aspx?postid=15601 (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
20. The Youngest District: Academicheskyy Summed up the Results of the Year. 2024. *Official portal of Yekaterinburg* [Electronic resource]. URL: ekburg.ru/news/2/92613-samyu-molodoy-rayon-akademicheskij-podvel-itogi-goda/ (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
21. Authorities of the Youngest District of Yekaterinburg Shared Life Hacks on Increasing the Birth Rate. 2024. *European-Asian News Agency (EAN)* [Electronic resource]. URL: eanews.ru/ekaterinburg/20241115154308/vlasti-samogo-molodogo-rayona-ekaterinburga-podelilis-layfhakami-po-povysheniyu-rozhdaemosti (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
22. Reports on the Results of Self-Examination and Development Programs of General Educational Organizations of the Academicheskyy District of Yekaterinburg: Electronic Copies. Available at: official websites of educational organizations. (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).
23. On Approval of the Standards of Town-Planning Design of the City District – the Municipal Formation "City of Yekaterinburg": Resolution of the Administration of the City of Yekaterinburg Dated 29.12.2023 No. 3549. *Official portal of Yekaterinburg* [Electronic resource]. URL: ekaterinburg.rf/официально/документы/постановления/п_2023/42327 (Accessed: 20.04.2026). (In Russ.).

Малых Александр Игоревич / Malykh Alexander I.

аспирант / post graduate student

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный экономический университет» / Ural State University of Economics

Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62/45

E-mail: Malix.alex40@gmail.com

Ноженко Дмитрий Юрьевич / Nozhenko Dmitry Yu.

кандидат экономических наук, доцент / PhD, Associate Professor

заведующий кафедрой государственного и муниципального управления / Head of the Department of State and Municipal Management

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный экономический университет» / Ural State University of Economics

Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62/45

E-mail: nogenkod74@mail.ru

Шишкина Елена Александровна / Shishkina Elena A.

доктор экономических наук, доцент / D.Sc, Associate Professor

профессор кафедры региональной, муниципальной экономики и управления / Professor of the Department of Regional, Municipal Economics and Management

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный экономический университет» / Ural State University of Economics

Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 62/45

E-mail: le_gre@mail.ru