

О. А. Илларионова¹, О. А. Климанова²

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПРАВЕДЛИВОСТИ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА ВЛАДИКАВКАЗ

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается экологическая справедливость городской зеленой инфраструктуры, в частности степень и структура ее представленности, а также доступность для населения на примере г. Владикавказа. Метод оценки включает шесть параметров справедливости: 1) обеспеченность города и районов зеленой инфраструктурой; 2) пешая доступность благоустроенных зеленых элементов; 3) степень озеленения жилых районов; 4) душевая обеспеченность жилых районов зеленой инфраструктурой для ежедневной рекреации; 5) душевая обеспеченность жилых районов зеленой инфраструктурой для рекреации выходного дня; 6) общественная открытость зеленой инфраструктуры для посещения населением. Важным аспектом оценки доступности зеленой инфраструктуры является учет дорожно-пешеходной сети города, которая определяет реальное расстояние от жилых районов до парковых зон, что и позволило в исследовании сделать выводы о реальной доступности озелененных элементов в городе. Владикавказ является примером с относительно малой общей площадью зеленой инфраструктуры, которая, однако, оценивается как достаточно доступная для населения. Разница в степени озеленения новых и старых районов отличается незначительно, т. е. город озеленен достаточно равномерно. Более 80 % кварталов жилой многоквартирной застройки расположены в 15-минутной пешей доступности до парков. На общедоступные озелененные территории приходится около 70 % всей зеленой площади города. Более того, наиболее опасные с точки зрения геологических процессов участки озеленены в значительной степени крупными лесными массивами и оказывают максимальное положительное влияние на также находящиеся в данной наиболее неблагоприятной зоне жилые районы. Таким образом определено, что Владикавказ отличается довольно справедливой и доступной зеленой инфраструктурой по большинству показателей, а общая пространственная конфигурация зеленой инфраструктуры города близка к «мелкодисперсной», что наблюдается в меньшинстве крупных городов России.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зеленая инфраструктура, справедливая городская среда, доступность зеленой инфраструктуры, обеспеченность озелененными пространствами, пешая доступность

¹ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991,
e-mail: heatherpaw95@gmail.com

² Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, географический факультет, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991,
e-mail: oxkl@yandex.ru

Olga A. Illarionova¹, Oxana A. Klimanova²

ASSESSING ENVIRONMENTAL JUSTICE OF GREEN INFRASTRUCTURE IN VLADIKAVKAZ

ABSTRACT

The article examines the environmental justice of urban green infrastructure, in particular the degree and structure of its representation, as well as accessibility for the population using the example of Vladikavkaz. The assessment method includes six justice parameters: 1) provision of the city and districts with green infrastructure; 2) walking distance to managed green elements; 3) residential areas greening; 4) per capita provision of residential areas with green infrastructure for daily recreation; 5) per capita provision of residential areas with green infrastructure for weekend recreation; 6) public openness of green infrastructure to the public. An important aspect of assessing the walking accessibility of green infrastructure is taking into account the city's road and pedestrian network, which determines the real distance from residential areas to park areas, which allowed the study to draw conclusions about the real accessibility of green elements in the city. Vladikavkaz is a case study with a relatively small total area of green infrastructure, which, however, is assessed as sufficiently accessible to the population. The difference in the degree of greening of new and old areas differs slightly, i. e. the city is greened evenly. More than 80 % of residential multi-apartment buildings are located within 15-minute walking accessibility to parks. Public green areas account for about 70 % of the city's total green area. Moreover, the most dangerous areas from the point of view of geological processes are landscaped to a large extent with large forests and thus have the maximum positive impact on residential areas also located in this most unfavorable zone. Thus, it has been determined that Vladikavkaz has a fair and accessible green infrastructure according to most indicators, and the overall spatial configuration of the city's green infrastructure is close to "finely dispersed", which is observed in a minority of large Russian cities.

KEYWORDS: green infrastructure, fair urban environment, green infrastructure accessibility, green infrastructure availability, walking distance

ВВЕДЕНИЕ

Экологическая справедливость подразумевает равномерное распределение экосистемных услуг и создание одинаково комфортных и безопасных с точки зрения экологической обстановки условий жизни внутри города. Зеленая инфраструктура является основным источником экосистемных услуг в городе, а также одним из инструментов улучшения качества городской среды, поэтому экологическая справедливость в городе напрямую зависит от равномерного размещения зеленой инфраструктуры и доступа к ней. Города представляют собой сложные социально-экологические системы, а решения и процессы, отвечающие за сегодняшнюю доступность зеленой инфраструктуры, принимались на протяжении долгой истории их развития. По этой причине сложно определить все факторы, влияющие на качество городской зеленой инфраструктуры. Несмотря на то, что ряд исследований [Taylor, 2009; Zwierzchowska, 2018; Veen, 2020; Gianfredi, 2021] подтверждает, что связь между зеленой инфраструктурой и городской средой важна для

¹ Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: heatherpaw95@gmail.com

² Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: oxkl@yandex.ru

улучшения благосостояния и здоровья населения, наличие озелененных пространств ограничено или их распределение по городу остается неравномерным.

Долгое время основным показателем улучшения городского озеленения оставалось физическое наличие зеленой инфраструктуры или обеспеченность ею (*availability*). Однако в результате продолжительного создания или развития озелененных пространств по «остаточному принципу» проблема нехватки зеленых пространств во многих городах России и мира трансформировалась в проблему ее низкой доступности (*accessibility*). Для ее решения во многих городах мира разрабатываются проекты по восстановлению деградировавшей растительности на квартальном и районном уровнях и по увеличению количества зеленых насаждений. Наиболее успешно реализуются те, которые нацелены на улучшение или увеличение уже существующей сети зеленой инфраструктуры и те, которые учитывают потребности жителей. И наоборот, расширение и улучшение зеленой инфраструктуры без пространственного анализа приводят к феномену «зеленой джентрификации». Обычно под зеленой джентрификацией подразумеваются процессы, начатые реализацией программы экологического планирования и улучшения зеленой инфраструктуры в неблагоприятных районах, которые приводят к вытеснению первоначальных местных жителей более обеспеченными [Anguelovski, 2022]. Одним из проявлений зеленой джентрификации является создание отдельных (чаще всего, крупных) парковых зон, вокруг которых постепенно происходит строительство новых, более дорогостоящих районов. По этой причине ряд исследователей [Monteiro, 2020; Arthur, 2022] предлагает переходить к мелкодисперсной модели озеленения городов, в которой преобладают небольшие зеленые элементы средней площадью 0,5–3,0 га, равномерно распределенные по всем районам города, а крупные массивы существуют преимущественно в качестве зеленого пояса или зеленых коридоров, проходящих через весь диаметр города.

Современное планирование, нацеленное на создание новых «креативных» и высококачественных общественных зеленых зон в отдельных частях города часто усиливает экологическую несправедливость. По этой причине для оптимизации зеленого проектирования и городского благоустройства необходимо проводить оценки не только обеспеченности города зеленой инфраструктурой, но и ее доступности и справедливости.

Сегодня вопрос доступности городской зеленой инфраструктуры слабо отражен в отечественных научных работах, тогда как понятие «справедливость» по отношению к городскому озеленению практически не используется [Багирова, 2021; Курохтина, 2021].

Владикавказ представляется удобным объектом для пилотного исследования доступности зеленой инфраструктуры в крупных городах России, в которых, в отличие от миллионников, обычно реализуется меньше проектов по благоустройству и при этом лучше выражена промышленная специализация.

Все это сформулировало цель данного исследования: оценить доступность и справедливость зеленой инфраструктуры в г. Владикавказе.

Обзор исследования проблемы

Несмотря на то, что устойчивое городское развитие подразумевает в отношении городского озеленения баланс трех аспектов — экологии, общества и экономики — многие исследования [Quastel, 2009; Kabisch, 2014] показывают, что социальный аспект меньше всего учитывается на общегородском уровне в процессе разработки проектов озеленения или документов пространственного планирования. Чаще всего игнорирование социального аспекта при планировании зеленой инфраструктуры выражается в ее неравномерности и недоступности, что делает городскую среду экологически несправедливой. Под экологической справедливостью подразумевается право всего населения на защиту от загрязнения, а также на здоровую и комфортную городскую среду [Gould, 2017].

Традиционно движение за городскую экологическую справедливость возникло в начале 1980-х гг. в США и фокусировалось на проблемах загрязнения, влияющих на здоровье малообеспеченных людей, которые проживали в непосредственной близости к источникам загрязнения окружающей среды [Downey, 2008]. В последние годы исследования экологической справедливости сместились в сторону оценок защиты населения от экологических рисков и справедливого предоставления жителям экосистемных услуг, в частности доступности зеленой инфраструктуры и районной обеспеченности ею [Wolch, 2014; Shen, 2017; Wustemann, 2017]. Таким образом, для создания устойчивой городской среды необходимо уделять особое внимание вопросам доступа к озелененным пространствам [Kabish, 2014].

Определяется три основных характеристики для оценки качества городской зеленой инфраструктуры [Lindholst, 2016]:

- 1) структура, размер, конфигурация, расположение и доступность;
- 2) функциональность и роль;
- 3) управление, организация, целостность.

Оценка справедливости зеленой инфраструктуры также во многом опирается на эти три группы параметров, и в наибольшей степени исследуется ее доступность.

Доступность зеленой инфраструктуры обычно оценивается такими параметрами, как обеспеченность отдельных городских единиц зелеными элементами (районов, кварталов), пешеходным расстоянием до них и плотностью озелененных территорий [Maroko, 2009]. Первый подход удобен для выявления социальных причин экологической несправедливости, поскольку он привязан к функциональным и качественным характеристикам кварталов и городов и отражает душевую обеспеченность населения озелененными пространствами.

Метод пешеходной доступности рассматривает комфортное расстояние, которое можно преодолеть пешком. Однако в данном методе часто не учитывается реальная уличная сеть, а только лишь евклидово расстояние [Rojas, 2016]. Европейское агентство по окружающей среде рекомендует для жилых районов иметь 15-минутную пешую доступность до зеленых элементов, однако не указывает оптимальную площадь зеленой инфраструктуры на одного жителя [Vale, 2023]. Другие исследования указывают на 5- и 10-минутную доступность, как оптимальную [Wolch, 2014; Magrinyà, 2023]. При этом в разных исследованиях приводится разный оптимальный размер доступных для жилых районов зеленых элементов, который варьируется от 1 до 10 га [Comber, 2008; Ruiz-Apilanez, 2023]. Всемирная организация здравоохранения рекомендует, чтобы на одного городского жителя приходилось минимум 9 м² зеленых насаждений; при этом минимальная площадь зеленых элементов должна составлять 0,5 га.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования является г. Владикавказ с численностью населения в 306 тыс. чел. (по данным Росстата за 2023 г.). Удобным объектом для подобного рода пилотного исследования его делает совокупность географических, экономических и социальных факторов. Город расположен в достаточно комфортном южном умеренно-континентальном климате, что по сути является благоприятным условием для произрастания растительности. Однако предгорное расположение делает его наиболее уязвимым для опасных природных явлений, в частности паводковых наводнений, селей и оползней [Заалишвили, 2013]. Более того, относительно четко выраженная промышленная специализация города ставит вопрос о качестве городской среды и связанным с этим здоровьем населения [Кебалова, 2017]. В социальном аспекте Владикавказ часто называют центром

распространения русско-европейской культуры в Кавказском регионе, а также базой формирования осетинской национальной культуры в республике Северная Осетия — Алания [Дзеранов, 2014]. Поэтому качество жизни в городе во многом задает вектор развития всему региону.

Справедливость зеленой инфраструктуры оценивалась по 6 основным показателям:

- 1) обеспеченность города и районов зеленой инфраструктурой;
- 2) пешая доступность до крупных зеленых элементов;
- 3) степень озеленения жилых районов;
- 4) душевая обеспеченность жилых районов зеленой инфраструктурой для ежедневной рекреации;
- 5) душевая обеспеченность жилых районов зеленой инфраструктурой для рекреации выходного дня;
- 6) общественная открытость зеленой инфраструктуры для посещения населением.

Для оценки *обеспеченности города и районов зеленой инфраструктурой* была рассчитана общая площадь озелененных пространств и проведено сравнение ее с общегородской и районной. Для этого были использованы мультиспектральные космические снимки Sentinel-2 за 2023 г. с пространственным разрешением 10 м, которые были синтезированы в «искусственные цвета» (набор инфракрасного, красного и зеленого каналов: 8-4-3), а затем классифицированы при помощи инструмента полуавтоматизированного дешифрирования (Iso cluster maximum likelihood classification) в ArcMap 10.8. Также был предварительно проведен анализ открытых векторных и растровых данных городского озеленения для г. Владикавказа, однако подходящих по детальности и достоверности геопространственных данных для оценки обеспеченности и доступности зеленой инфраструктуры на локальном уровне не было обнаружено. В частности, данные OpenStreetMap часто не отражают внутриквартальное озеленение, которое выделяется при помощи дешифрирования. Полнота данных, полученных путем дешифрирования мультиспектральных снимков, ограничена пространственным разрешением. Однако 10-метрового разрешения достаточно для оценки степени озеленения отдельных кварталов, при котором достаточно четко выделяется дворовая зеленая инфраструктура. В результате был получен растр растительного покрова Владикавказа, который был верифицирован по снимкам в «естественных цветах». Для оценки обеспеченности озелененными пространствами отдельных районов была рассчитана зеленая площадь по границам городских районов, полученных из материалов Генерального плана г. Владикавказа от 2020 г. Оценка по большей части проводилась для наиболее застроенной и населенной части Владикавказа, поэтому из области исследования по окружным трассам была исключена южная часть Затеречного района, а также пгт Заводской на севере, включаемый в район Промышленный.

Расчет пешей доступности проводился с построением графов по дорожной сети. На первом этапе из векторных данных OpenStreetMap были выбраны дороги, подходящие для пешеходов, для этого из ключа “highway” были выбраны линейные объекты с тегами footway (малые и средние пешеходные дороги), living street (крупные дороги вдоль жилых домов), path (тропы), pedestrian (широкие пешеходные дороги), residential (малые дороги вдоль жилых домов), steps (лестницы), footway (малые пешеходные дороги и тротуары). Все повторяющиеся параллельные дорожные линии были удалены.

Второй этап расчета данного индикатора заключался в построении графа пешеходных дорог. Сначала множество линейных объектов было преобразовано инструментом Dissolve в один линейный объект, который затем был преобразован в ребра графа инструментом Features to line. Построение узлов графа проводилось через инструмент

построения набора сетевых данных (Network Dataset) в ArcGIS Catalog с использованием рассчитанной длины каждого ребра.

Далее мы определили зоны пешей доступности от благоустроенных общедоступных зеленых элементов площадью более 1 га. Общедоступность озелененных территорий была определена по схеме функционального зонирования из Генерального плана. Мы выделили три категории пешей доступности: 5-, 10- и 15-минутную. Учитывая среднюю скорость перемещения пешехода, зоны минутной доступности могут быть выражены через расстояние как 400-, 800- и 1 200-метровые зоны доступности. Через модуль Network Analyst была создана новая зона обслуживания (Service area), для которой «объектами обслуживания» (Facilities) были загружены точки входа в благоустроенные общедоступные зеленые элементы, которые отмечены на геопортале Яндекс.Карты, или которые мы определили как точки пересечения выбранных нами дорог с данными зелеными полигонами. От них были смоделированы генерализированные полигоны 400-, 800- и 1 200-метровой доступности с учетом графа пешеходной дорожной сети (рис. 1).

Дальнейшая оценка пешей доступности проводилась путем вычисления площади жилых районов, входящих в разные зоны. Из предварительно оцифрованной схемы функционального зонирования Генерального плана г. Владикавказ были взяты полигоны следующих зон: жилой индивидуальной застройки, жилой среднеэтажной застройки, жилой малоэтажной застройки, жилой многоэтажной застройки. Данные зоны мы считаем «жилыми районами».



Рис. 1. Процесс построения зон пешей доступности до благоустроенных парков площадью более 1 га

Fig. 1. Modelling walking accessibility zones to managed parks with an area of >1 ha

Для определения *степени озеленения жилых районов* была рассчитана площадь дешифрированного растительного покрова внутри жилых полигонов.

В основу расчетов душевой обеспеченности зеленой инфраструктуры легли данные о численности населения городских районов¹. Из численности населения Промышленного района мы вычли численность населения пгт Заводской, а также численность населения поселков Верхний Ларс, Нижний Ларс, Эзми, Чми и Балта в Затеречном районе, которые находятся на исключенных нами в данном исследовании частях города. К зеленой инфраструктуре, пригодной для ежедневной рекреации, мы отнесли элементы, которые относятся

¹ Росстат. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям, 2023. Электронный ресурс: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282> (дата обращения 20.03.2024)

к расположенной преимущественно в центральных частях города зоне озелененных территорий общего пользования (согласно условным обозначениям в схеме функционального зонирования) и прочие элементы (за исключением элементов с ограниченным доступом), которые расположены внутри жилых районов площадью более 1 га. К зеленой инфраструктуре для рекреации выходного дня были отнесены зоны рекреационного назначения, расположенные на окраинах города. Душевая обеспеченность оценивалась как доступная для населения каждого городского района площадь данных зеленых элементов. Результаты сравнивались с рекомендуемыми значениями: 9 м² на одного жителя для ежедневной рекреации¹ и 4 га на 1 000 жителей для рекреации выходного дня [Jenkins, Pigram, 2005].

Общественная открытость оценивалась как доля зеленой инфраструктуры от всей озелененной площади района, расположенной за пределами функциональных зон с ограниченным доступом: зоны жилой индивидуальной застройки, инженерной и коммунально-складской зоны, промышленной зоны, зоны специальной общественной застройки (школы, больницы и пр.), зоны озелененных территорий специального назначения, зоны режимных территорий, зоны садоводческих или огороднических некоммерческих организаций. Данный показатель отражает наличие общедоступной для всего населения зеленой инфраструктуры в городе, но не подразумевает незначительность зеленых элементов ограниченного доступа, выполняющих средорегулирующие и буферно-защитные функции. Также данный показатель был дополнен результатами оценки открытости р. Терек, выступающей как особый элемент городской зеленой инфраструктуры, для чего была рассчитана площадь прилегающих к реке территорий с открытым доступом для населения.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Высокая детальность схемы функционального зонирования в генеральном плане г. Владикавказа позволяет провести достаточно детальную оценку обеспеченности и доступности городской зеленой инфраструктуры.

Общая обеспеченность зеленой инфраструктурой города ниже рекомендуемых значений (50 %) и в среднем составляет 32 %. Наиболее зеленым районом является Иристонский на юго-востоке города благодаря лесопарковому массиву Сапицкая будка, на который приходится около четверти районного озеленения, и озелененным дачным кооперативом. Наименьшей обеспеченностью зеленой инфраструктурой отличается Северо-Западный район, занятый преимущественно жилыми кварталами.

Несмотря на относительно низкие результаты общей обеспеченности, доступность зеленой инфраструктуры во Владикавказе сравнительно высокая. Жилая зона города в среднем озеленена на 26 %. Ожидаемо, что наибольшим количеством зеленой инфраструктуры отличается зона жилой индивидуальной застройки, однако даже если не учитывать ее, средняя озелененность жилой зоны составляет более 20 %. Малоэтажная жилая застройка Владикавказа находится преимущественно в центральной исторической наиболее плотно застроенной части, поэтому внутренние дворы здесь озеленены меньше других, хоть и немного. Большая часть городской зеленой инфраструктуры Владикавказа является общедоступной — около 70 %. Только в южной части города, в районах Затеречный и Иристонский, почти половина всех озелененных территорий имеет ограниченный доступ из-за большой площади, занятой индивидуальной застройкой и дачными кооперативами с частными дворами (рис. 2а).

¹ World Health Organization (Всемирная организация здравоохранения), 2018. Urban Planning, Environment and Health: From Evidence to Policy Action. Электронный ресурс: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/114448/E93987.pdf?ua=1 (дата обращения 20.03.2024)

Важно отметить, что зеленая инфраструктура ограниченного пользования также крайне важна для формирования объема экосистемных услуг, поскольку растительность специальных, транспортных и промышленных зон выступает зеленым буфером, необходимым для очистки воздуха от загрязняющих веществ и пыли, снижения шумового загрязнения в жилых районах, а также смягчения эффекта городского «острова тепла». Во Владикавказе более 70 % площади всех зон ограниченного доступа озеленены, причем достаточно равномерно. В частности, промышленные зоны (без учета буферного озеленения) озеленены на 25 % (рис. 2b).

Ключевым недостатком с точки зрения предоставления экосистемных услуг озелененных территорий с ограниченным доступом является их удаленность от наиболее заселенной части города (т. е. от потребителей экосистемных услуг) и практически полное отсутствие рекреационной функции (за исключением дворов индивидуальных жилых домов, где рекреационные услуги предоставляются только собственникам). Данный результат не стоит интерпретировать как исключительно отрицательный, поскольку элементы ограниченного доступа выполняют ряд других средорегулирующих или рекреационных функций для отдельной части населения. Тем не менее, данные показатели необходимы для понимания обеспеченности всего населения зеленой инфраструктурой.

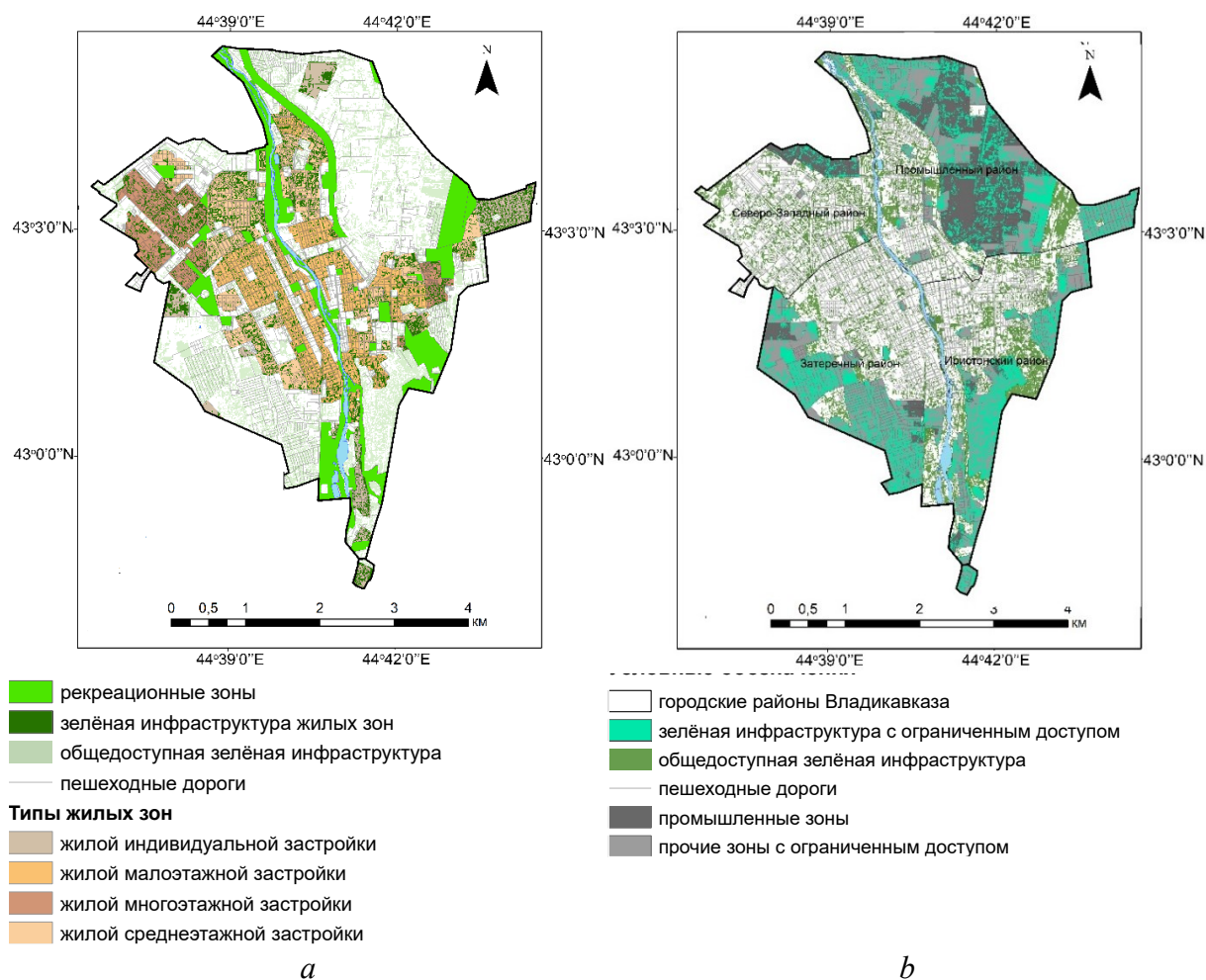


Рис. 2. Обеспеченность жилых зон зеленой инфраструктурой (a) и открытость зеленой инфраструктуры в районах г. Владикавказа (b)
 Fig. 2. Availability of green infrastructure in residential areas (a) and green infrastructure public accessibility in Vladikavkaz districts (b)

Душевая обеспеченность населения районов зеленой инфраструктурой также выше рекомендаций ВОЗ и в среднем по всем районам составляет 22 м²/чел. Даже самый низкий результат у Северо-Западного района выше рекомендаций почти в 2 раза благодаря высокой степени внутриквартального озеленения.

Пешая доступность до наиболее крупных общедоступных парковых зон в городе также сравнительно высокая — в среднем, у 80 % жилых кварталов Владикавказа (без зоны индивидуальной застройки) в 1 300-метровой зоне пешей доступности имеются такие рекреационные объекты, а у 40 % — в 800-метровой (рис. 3). Отрицательные результаты по данному показателю наблюдаются у зоны индивидуальной застройки, которая по большей части удалена от деловой зоны города, где сосредоточены основные парковые зоны. Также все жилые зоны недостаточно обеспечены парками в ближайшей 300-метровой зоне пешей доступности — около 5 %.

Благоустройство озелененных территорий также выступает важным показателем доступности городской зеленой инфраструктуры, поскольку такие элементы становятся доступными для более широкого спектра культурных экосистемных услуг, в особенности рекреационных. Согласно рекомендациям по обеспечению городского населения рекреационными озелененными территориями, Владикавказу необходимо около 1 200 га таких зеленых элементов для полного удовлетворения потребностей своего населения в рекреации. По нашим оценкам, в городе имеется около 900 га таких территорий, в основном представленных парковой зоной набережной р. Терек. Таким образом, доступность рекреационной зеленой инфраструктуры ниже рекомендованного значения на 20 %. Однако учитывая большие площади пригородных лесопарковых зон, данное отставание от рекомендуемых значений не выглядит критичным.

Согласно карте территорий, подверженных риску возникновения ЧС природного и техногенного характера г. Владикавказа, наиболее уязвимыми для опасных геологических процессов являются восточные и юго-западные части города. Если в последней практически нет жилых районов, то на востоке расположены крупные кварталы индивидуальной жилой застройки и несколько новых районов многоэтажной застройки. Прилегающие к данным кварталам горные склоны отличаются высокой лесистостью (вплоть до 90 % площади склонов), что в целом способствует замедлению опасных геологических процессов. Таким образом, можно заключить, что зоны наибольшего риска достаточно обеспечены зеленой инфраструктурой, выполняющей для них наиболее важную стокорегулирующую функцию.

Наличие озелененных приречных территорий вдоль р. Терек (более 70 % площади занято растительностью), которая делит город практически пополам с юга на север, также можно рассматривать как положительную характеристику справедливости и доступности городского озеленения. В данном случае река выступает как городская ось, проходящая через все районы, причем ее приречные территории прилегают к жилым кварталам. Большая часть приречной территории Терека во Владикавказе относится к зоне озелененных общедоступных пространств, менее 10 % площади имеют ограниченный доступ на северных и южных окраинах города. Такая высокая степень озеленения и доступности приречной территории в городе является важной основой для создания открытого общегородского социального пространства, в котором могут встречаться, общаться и взаимодействовать жители всех районов, тем самым улучшая социальный климат и способствуя формированию городской культурной идентичности, что особенно важно для крупных по численности населения городов.

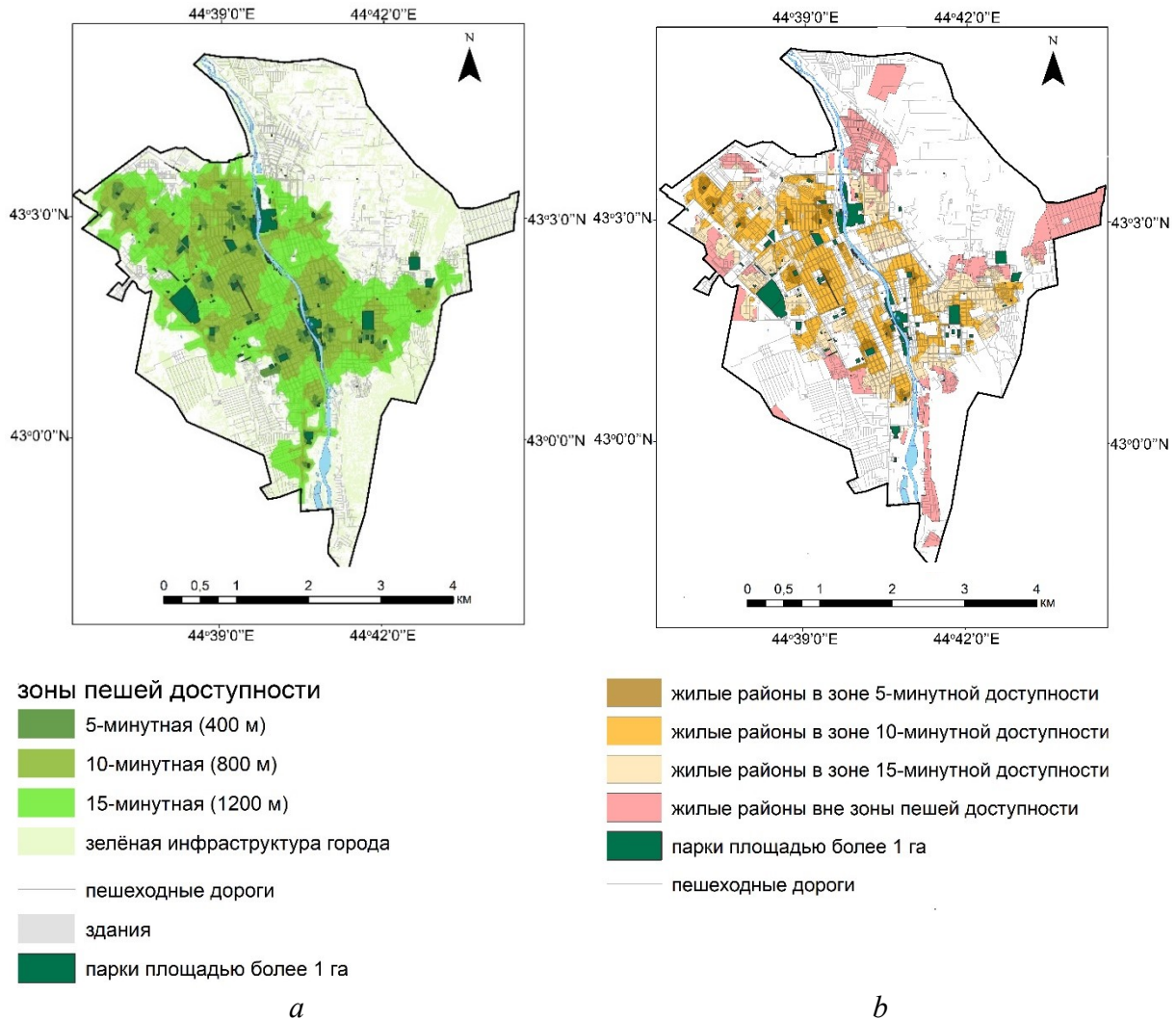


Рис. 3. Зоны пешей доступности парков (a) и жилые зоны с парками в «5-10-15 минутной» пешей доступности (b) в г. Владикавказе
Fig. 3. Zones of walking accessibility to parks (a) and residential areas within the “5-10-15 minutes” zones of walking accessibility to parks (b)

О достаточно справедливой организации зеленой инфраструктуры в городе свидетельствует и небольшая разница между старыми малоэтажными районами и новыми многоэтажными. Обычно центральная историческая часть является наиболее плотно застроенной, испытывая острый дефицит зеленых элементов. По этой причине ВОЗ даже снижает рекомендации для наиболее плотно застроенного городского ядра или исторического центра до $4 \text{ м}^2/\text{чел.}$ Правила землепользования и застройки г. Владикавказ не нормируют душевую и площадную обеспеченность жилых зон озелененными территориями, однако если сослаться на документ «Нормы и правила проектирования планировки и застройки г. Москвы», который приводит пороговые значения, то для плотно застроенных жилых районов установлен минимум $15 \text{ м}^2/\text{чел.}$, который во Владикавказе везде соблюдается, при этом разница в озеленении между разными типами жилых зон незначительная (меньше, чем в 2 раза).

ВЫВОДЫ

Пространственное расположение элементов зеленой инфраструктуры определяет не только эффективность и полноту их функционирования, но и справедливость всей городской среды. Ключевым потребителем экосистемных услуг зеленой инфраструктуры является непосредственно городское население, поэтому при планировании водно-зеленого каркаса необходимо учитывать не только общую обеспеченность зеленой инфраструктуры (т. е. ее физическое наличие), но и ее доступность на разных пространственных уровнях. Обеспеченность и общие площадные показатели зеленой инфраструктуры не отражают долю реально доступных озелененных территорий города, которые и оказывают наибольший спектр экосистемных услуг городским жителям. Для наиболее оперативного и детального учета доступности удобно использовать открытые данные функционального зонирования вкупе с методами пространственного анализа.

Детальность схемы функционального зонирования города позволяет проводить более достоверную оценку доступности и эффективности зеленой инфраструктуры, благодаря чему можно сделать выводы о доступности и справедливости городского озеленения.

Исследование доступности зеленой инфраструктуры подчеркивает, что эффективных и полезных с точки зрения предоставления экосистемных услуг озелененных территорий в городе значительно меньше по сравнению с общими значениями обеспеченности. При уплотнении застройки или росте численности населения в жилых районах показатели душевой обеспеченности будут сокращаться несмотря на высокую общую озелененность города. Владикавказ является обратным примером с относительно малой общей площадью зеленой инфраструктуры, которая, однако, оценивается как достаточно доступная для населения. Данные результаты могут свидетельствовать о том, что даже имея незначительную площадь, городская зеленая инфраструктура может создавать справедливый водно-зеленый каркас и эффективно предоставлять культурные услуги населению при своем равномерном распределении по городу и высокой доступности.

Результаты исследования показывают, что Владикавказ отличается довольно справедливой и доступной зеленой инфраструктурой по большинству показателей. Примечательно, что общая пространственная конфигурация зеленой инфраструктуры Владикавказа близка к «мелкодисперсной», т. е. в городе преобладают небольшие по площади зеленые элементы с преобладающим размером 2–3 га, при этом четко выделяется водно-зеленый диаметр вдоль р. Терек. Подобная пространственная модель зеленой инфраструктуры обычно характеризуется как сильно фрагментированная и менее устойчивая с меньшим объемом средорегулирующих и средоформирующих услуг по сравнению с теми, где формируются крупные зеленые массивы. Однако именно высокая фрагментарность растительного покрова формирует в г. Владикавказе справедливую и доступную зеленую инфраструктуру, что крайне важно не только для южных городов с достаточно жарким летом, но и для всех городов в целом как для наиболее антропоцентричного объекта геоэкологических исследований.

Этот результат в т. ч. подтверждает неоднозначность традиционных подходов к оценке состояния и эффективности пространственной конфигурации зеленой инфраструктуры, согласно которым сильно фрагментированная растительность является менее качественной. В данном контексте социальные и экологические функции зеленой инфраструктуры противопоставлены в наибольшей степени. Очевидно, что малые элементы предоставляют меньший общий объем экосистемных услуг (в т. ч. и культурных). Однако если принимать во внимание необходимый объем услуг, который напрямую зависит от численности населения, то не менее важными параметрами уже являются не абсолютные биофизические значения, а относительные.

БЛАГОДАРНОСТИ

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова «Анализ региональных геоэкологических проблем в условиях глобальных изменений окружающей среды» (№ 121040100322-8).

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was conducted as part of the state assignment of the Department of World Physical Geography and Geocology, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University, the “Analysis of regional geo-ecological problems in the context of global environmental changes” (No. 121040100322-8).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Багирова А. П., Нотман О. В.* Старшее поколение современной России. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет им. Н. И. Лобачевского, 2021. 186 с.
- Дзеранов Т. Е.* Город Владикавказ и формирование национальной культуры осетин. Современные проблемы науки и образования, 2014. № 3. С. 756–756.
- Заалишвили В. Б.* Мониторинг опасных природных и техногенных процессов на территории РСО — Алания. Геология и геофизика Юга России, 2013. Т. 3. № 1. С. 17–27. DOI: 10.23671/VNC.2013.1.55566.
- Кебалова Л. А.* Экологическая оценка состояния атмосферного воздуха города Владикавказ. Географический вестник, 2017. № 3. С. 71–77. DOI: 10.17072/2079-7877-2017-3-71-77.
- Курохтина Я. В.* Анализ доступности и использования зеленых зон гражданами во время и после пандемии на примере Японии. Новая экономика, бизнес и общество, 2021. № 1. С. 1040–1046.
- Anguelovski I.* Green gentrification in European and North American cities. Nature communications, 2022. V. 13. No. 1. P. 3816. DOI: 10.1038/s41467-022-31572-1.
- Arthur N., Hack J.* A multiple scale, function, and type approach to determine and improve Green Infrastructure of urban watersheds. Urban Forestry & Urban Greening, 2022. V. 68. P. 127459. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127459.
- Comber A., Brunson C., Green E.* Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups. Landscape Urban Planning, 2008. V. 86. P. 103–114. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2008.01.002.
- Downey L., Hawkins B.* Race, income, and environmental inequality in the United States. Sociology Perspective, 2008. V. 51. P. 759–781. DOI: 10.1525/sop.2008.51.4.759.
- Gianfredi V.* Association between urban greenspace and health: a systematic review of literature. International journal of environmental research and public health, 2021. V. 18. No. 10. P. 5137. DOI: 10.3390/ijerph18105137.
- Gould K. A., Lewis T. L.* Green gentrification. Urban sustainability and the struggle for environmental justice. New York, US: Routledge, 2017. 220 p. DOI: 10.4324/9781315687322
- Jenkins J., Pigram J.* Outdoor recreation management. London, UK: Routledge, 2005. 440 p. DOI: 10.4324/9780203983584.
- Kabisch N., Haase D.* Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany. Landscape and urban planning, 2014. V. 122. P. 129–139. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.11.016.

- Lindholst A. C., Konijnendijk C. C., Kjoller C. P., Sullivan S., Kristoffersson A., Fors H., Nilsson K.* Urban green space qualities reframed toward a public value management paradigm: The case of the Nordic Green Space Award. *Urban forestry and urban greening*, 2016. V. 17. P. 166–176. DOI: 10.1016/j.ufug.2016.04.007.
- Magrinyà F., Mercadé-Aloy J., Ruiz-Apilánez B.* Merging green and active transportation infrastructure towards an equitable accessibility to green areas: Barcelona green axes. *Land*, 2023. V. 12. No. 4. P. 919. DOI: 10.3390/land12040919.
- Maroko A. R., Maantay J. A., Sohler N. L., Grady K. L., Arno P. S.* The complexities of measuring access to parks and physical activity sites in New York City: A quantitative and qualitative approach. *International Journal of Health Geographics*, 2009. V. 8. No. 34. DOI: 10.1186/1476-072X-8-34.
- Monteiro R., Ferreira J. C., Antunes P.* Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, 2020. V. 9. No. 12. P. 525. DOI: 10.3390/land9120525.
- Quastel N.* Political ecologies of gentrification. *Urban Geography*, 2009. V. 30. No. 7. P. 694–725. DOI: 10.2747/0272-3638.30.7.694.
- Rojas C., Páez A., Barbosa O., Carrasco J.* Accessibility to urban green spaces in Chilean cities using adaptive thresholds. *Journal of Transport Geography*, 2016. V. 57. P. 227–240. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.10.012.
- Ruiz-Apilánez B., Ormaetxea E., Aguado-Moralejo I.* Urban green infrastructure accessibility: investigating environmental justice in a European and Global Green Capital. *Land*, 2023. V. 12. No. 8. P. 1534. DOI: 10.3390/land12081534.
- Shen Y., Sun F., Che Y.* Public green spaces and human wellbeing: mapping the spatial inequity and mismatching status of public green space in the Central City of Shanghai. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2017. V. 27. P. 59–68. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.06.018.
- Taylor W. C., Poston C., Jones L., Kraft M. K.* Environmental justice: Obesity, physical activity, and healthy eating. *Journal of Physical Activity and Health*, 2006. V. 3. P. 30–54. DOI: 10.1123/jpah.3.s1.s30.
- Vale D., Lopes A. S.* Accessibility inequality across Europe: a comparison of 15-minute pedestrian accessibility in cities with 100,000 or more inhabitants. *Urban Sustainability*, 2023. V. 3. No. 1. P. 55. DOI: 10.1038/s42949-023-00133-w.
- Veen E. J.* Designing urban green space to enhance health: A methodology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020. V. 17. No. 14. P. 5205. DOI: 10.3390/ijerph17145205.
- Wolch J., Byrneb J., Newell J. P.* Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities “just green enough”. *Landscape Urban Planning*, 2014. V. 125. P. 234–244. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.017.
- Wustemann H., Kalisch D., Kolbe J.* Access to urban green space and environmental inequalities in Germany. *Landscape Urban Planning*, 2017. V. 164. P. 124–131. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.04.002.
- Zwierzchowska I.* Multi-scale assessment of cultural ecosystem services of parks in Central European cities. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2018. V. 30. P. 84–97. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.12.017.

REFERENCES

- Anguelovski I.* Green gentrification in European and North American cities. *Nature communications*, 2022. V. 13. No. 1. P. 3816. DOI: 10.1038/s41467-022-31572-1.

- Arthur N., Hack J.* A multiple scale, function, and type approach to determine and improve Green Infrastructure of urban watersheds. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2022. V. 68. P. 127459. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127459.
- Bagirova A. P., Notman O. V.* The older generation of modern Russia. Nizhny Novgorod: Lobachevsky Nizhny Novgorod State University, 2021. 186 p. (in Russian).
- Comber A., Brunsdon C., Green E.* Using a GIS-based network analysis to determine urban greenspace accessibility for different ethnic and religious groups. *Landscape Urban Planning*, 2008. V. 86. P. 103–114. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2008.01.002.
- Downey L., Hawkins B.* Race, income, and environmental inequality in the United States. *Sociology Perspective*, 2008. V. 51. P. 759–781. DOI: 10.1525/sop.2008.51.4.759.
- Dzeranov T. E.* Vladikavkaz and the formation of the Ossetian national culture. *Modern Problems of Science and Education*, 2014. No. 3. P. 756–756 (in Russian).
- Gianfredi V.* Association between urban greenspace and health: a systematic review of literature. *International journal of environmental research and public health*, 2021. V. 18. No. 10. P. 5137. DOI: 10.3390/ijerph18105137.
- Gould K. A., Lewis T. L.* Green gentrification. Urban sustainability and the struggle for environmental justice. New York, US: Routledge, 2017. 220 p. DOI: 10.4324/9781315687322
- Jenkins J., Pigram J.* Outdoor recreation management. London, UK: Routledge, 2005. 440 p. DOI: 10.4324/9780203983584.
- Kabisch N., Haase D.* Green justice or just green? Provision of urban green spaces in Berlin, Germany. *Landscape and urban planning*, 2014. V. 122. P. 129–139. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2013.11.016.
- Kebalova L. A.* Ecological assessment of the state of atmospheric air in the city of Vladikavkaz. *Geographical Bulletin*, 2017. No. 3. P. 71–77 (in Russian). DOI: 10.17072/2079-7877-2017-3-71-77.
- Kurokhtina Y. V.* Analysis of the accessibility and use of green areas by citizens during and after the pandemic: case study of Japan. *New Economics, Business and Society*, 2021. No. 1. P. 1040–1046 (in Russian).
- Lindholst A. C., Konijnendijk C. C., Kjoller C. P., Sullivan S., Kristoffersson A., Fors H., Nilsson K.* Urban green space qualities reframed toward a public value management paradigm: The case of the Nordic Green Space Award. *Urban forestry and urban greening*, 2016. V. 17. P. 166–176. DOI: 10.1016/j.ufug.2016.04.007.
- Magrinyà F., Mercadé-Aloy J., Ruiz-Apilánez B.* Merging green and active transportation infrastructure towards an equitable accessibility to green areas: Barcelona green axes. *Land*, 2023. V. 12. No. 4. P. 919. DOI: 10.3390/land12040919.
- Maroko A. R., Maantay J. A., Sohler N. L., Grady K. L., Arno P. S.* The complexities of measuring access to parks and physical activity sites in New York City: A quantitative and qualitative approach. *International Journal of Health Geographics*, 2009. V. 8. No. 34. DOI: 10.1186/1476-072X-8-34.
- Monteiro R., Ferreira J. C., Antunes P.* Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, 2020. V. 9. No. 12. P. 525. DOI: 10.3390/land9120525.
- Quastel N.* Political ecologies of gentrification. *Urban Geography*, 2009. V. 30. No. 7. P. 694–725. DOI: 10.2747/0272-3638.30.7.694.

- Rojas C., Páez A., Barbosa O., Carrasco J.* Accessibility to urban green spaces in Chilean cities using adaptive thresholds. *Journal of Transport Geography*, 2016. V. 57. P. 227–240. DOI: 10.1016/j.jtrangeo.2016.10.012.
- Ruiz-Apilániz B., Ormaetxea E., Aguado-Moralejo I.* Urban green infrastructure accessibility: investigating environmental justice in a European and Global Green Capital. *Land*, 2023. V. 12. No. 8. P. 1534. DOI: 10.3390/land12081534.
- Shen Y., Sun F., Che Y.* Public green spaces and human wellbeing: mapping the spatial inequity and mismatching status of public green space in the Central City of Shanghai. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2017. V. 27. P. 59–68. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.06.018.
- Taylor W. C., Poston C., Jones L., Kraft M. K.* Environmental justice: Obesity, physical activity, and healthy eating. *Journal of Physical Activity and Health*, 2006. V. 3. P. 30–54. DOI: 10.1123/jpah.3.s1.s30.
- Vale D., Lopes A. S.* Accessibility inequality across Europe: a comparison of 15-minute pedestrian accessibility in cities with 100,000 or more inhabitants. *Urban Sustainability*, 2023. V. 3. No. 1. P. 55. DOI: 10.1038/s42949-023-00133-w.
- Veen E. J.* Designing urban green space to enhance health: A methodology. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2020. V. 17. No. 14. P. 5205. DOI: 10.3390/ijerph17145205.
- Wolch J., Byrne J., Newell J. P.* Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities “just green enough”. *Landscape Urban Planning*, 2014. V. 125. P. 234–244. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2014.01.017.
- Wustemann H., Kalisch D., Kolbe J.* Access to urban green space and environmental inequalities in Germany. *Landscape Urban Planning*, 2017. V. 164. P. 124–131. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2017.04.002.
- Zaalishvili V. B.* Monitoring of hazardous natural and man-made processes in the territory of North Ossetia — Alania. *Geology and Geophysics of Russian South*, 2013. V. 3. No. 1. P. 17–27 (in Russian). DOI: 10.23671/VNC.2013.1.55566.
- Zwierzchowska I.* Multi-scale assessment of cultural ecosystem services of parks in Central European cities. *Urban Forestry and Urban Greening*, 2018. V. 30. P. 84–97. DOI: 10.1016/j.ufug.2017.12.017.
-