

О. А. Илларионова¹, А. И. Банчева², Е. А. Фортыгина³

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ КУЛЬТУРНЫХ АТТРАКТОРОВ ПЕКИНА КАК ЭЛЕМЕНТОВ ГОРОДСКОЙ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

АННОТАЦИЯ

Исследование посвящено оценке функционирования зеленой инфраструктуры (ЗИ) культурных аттракторов на примере пяти исторических парков Пекина: Храма Неба, Запретного города, Летнего императорского дворца, Бэйхай и Старого летнего дворца. Актуальность работы обусловлена необходимостью баланса в сохранении культурного наследия и экологических функций одних объектов в условиях урбанизации. Выбор объектов обоснован их уникальностью: они сочетают статус объектов всемирного наследия ЮНЕСКО (или высшей категории АААА) с ролью крупных элементов ЗИ, демонстрируя многовековые традиции китайского садово-паркового искусства, основанные на гармонии природы и архитектуры. Динамика их развития отражает как исторические вызовы (разрушения в периоды войн и революций), так и современные тренды (озеленение города, создание зеленых коридоров), что делает их репрезентативными кейсами для изучения многофункциональности ЗИ. Методология исследования включает три этапа: ГИС-анализ (MSPA, визуальное и автоматизированное дешифрирование космических снимков высокого и сверхвысокого пространственного разрешения Sentinel-2 и Google Planet) для оценки пространственной структуры, связности и состава ЗИ; полевые наблюдения за функциями зеленых зон; моделирование влияния культурного статуса на состояние ЗИ через систему компенсирующих свойств. Было выявлено, что центральные парки обеспечивают до 43 % ЗИ исторического центра Пекина, но их изолированность ограничивает связность на общегородском уровне. Окраинные парки интегрированы в зеленый пояс города, сочетая экологические и рекреационные функции. Культурная значимость объектов способствует внедрению экоориентированных решений и высокому качеству благоустройства, компенсируя негативные эффекты высокой посещаемости. Исследование демонстрирует, что культурные аттракторы могут стать драйверами развития зеленой инфраструктуры при адаптивном управлении, предлагая модель гармоничного совмещения экологических, рекреационных и исторических приоритетов. Научный вклад работы заключается в разработке алгоритма оценки ЗИ, объединяющего ландшафтные метрики и социальные функции, а также в обосновании концепции «экокультурного баланса», где историческая ценность усиливает экологическую устойчивость.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зеленая инфраструктура, культурные аттракторы, туристские аттракторы, конфликт социальных и экологических функций, исторические парки

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*: ban-sai@mail.ru

³ Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Высшая школа инновационного бизнеса, Ленинские горы, д. 1, Москва, Россия, 119991, *e-mail*: katia55@yandex.ru

Olga A. Illarionova¹, Alexandra I. Bancheva², Ekaterina A. Fortygina³

FUNCTIONING OF CULTURAL ATTRACTORS IN BEIJING AS ELEMENTS OF URBAN GREEN INFRASTRUCTURE

ABSTRACT

The study assesses the functionality of green infrastructure (GI) at cultural attractions through the example of five historical parks in Beijing: The Temple of Heaven, the Forbidden City, the Summer Palace, Beihai Park, and the Old Summer Palace. The relevance of the work lies in the need to balance cultural heritage preservation and ecological functions of such sites amid urbanization. The selected parks are unique case studies, combining UNESCO World Heritage status (or the highest national tourism category, AAAA) with their role as major GI elements, reflecting centuries-old traditions of Chinese garden art rooted in the harmony of nature and architecture. Their development dynamics capture both historical challenges (destruction during wars and revolutions) and modern trends (urban greening, green corridor projects), making them representative models for studying GI multifunctionality. The methodology includes three stages: GIS analysis (MSPA, visual and automated interpretation of high- and ultra-high-resolution satellite imagery from Sentinel-2 and Google Planet) to evaluate GI spatial structure, connectivity, and composition; field observations of green zone functions (recreation, sports, cultural-historical value); modeling the impact of cultural status on GI condition through a system of compensatory properties. Central parks provide up to 43 % of the GI in Beijing’s historic core, but their isolation limits citywide connectivity. Peripheral parks are integrated into the city’s green belt, balancing ecological and recreational roles. Cultural significance drives the adoption of eco-oriented solutions (green drainage, waste segregation) and high-quality maintenance, mitigating negative impacts of high visitor traffic. The study demonstrates that cultural attractions can act as drivers of GI development under adaptive management, offering a model for harmonizing ecological, recreational, and historical priorities. The scientific contribution includes a novel GI assessment algorithm integrating landscape metrics and social functions, as well as the concept of an “eco-cultural balance”, where historical value enhances ecological resilience.

KEYWORDS: green infrastructure, cultural attractors, tourist attractors, conflict of social and ecological functions, historical parks

ВВЕДЕНИЕ

Зеленая инфраструктура, представляющая собой совокупность незапечатанных территорий города, оказывает для городского населения ряд экосистемных услуг, объем и качество которых зависит от функционального назначения, биофизических свойств, количественных характеристик и состояния зеленых элементов [Климанова и др., 2020]. Ряд исследований показывает, что наибольшая эффективность функционирования зеленой инфраструктуры достигается при оптимальном расположении ее объектов относительно друг друга, застроенной части и ландшафта [Forman, 2022], а также при удовлетворительном состоянии ее природных компонентов [Chang et al., 2021], целостности [Anees et al., 2023], рациональном использовании и благоустройстве [De Manuel et al., 2021].

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: ban-sai@mail.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Graduate School of Innovative Business, 1, Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russia, e-mail: katia55@yandex.ru

Существующие классификации элементов зеленой инфраструктуры [Климанова и др., 2020; Bartesaghi et al., 2017; Morpurgo et al., 2023] — по пространственным уровням города, функциональному значению, открытости местоположений, садово-парковой композиции — учитывают различия в характере функционирования и эффективности разных категорий зеленых элементов. В научной литературе часто встречается категория «исторических парков» (historic park) — сравнительно долго существующий элемент зеленой инфраструктуры с сохранившимися объектами культурного наследия или объект ландшафтного искусства и архитектуры¹. Данный зеленый элемент часто рассматривается архитекторами и историками именно как объект культурного значения. В контексте городской экологии и устойчивого развития городов исследования исторических парков часто посвящены трансформации их растительного покрова и преобразованиям садово-паркового искусства [Ignatieva, 2021]. Отдельные работы оценивают эстетическую ценность формируемых на таких зеленых элементах культурных ландшафтов и их устойчивость к вызовам городской среды [Kümmerling, Müller, 2012].

В исторических парках особенно велика роль культурных услуг, поэтому множество исследований посвящено их оценке. Для прочих объектов зеленой инфраструктуры стало актуальным изучать сочетание и конфликтность разных экосистемных услуг [Hanna et al., 2023], поскольку некоторые свойства зеленой инфраструктуры могут интерпретироваться неоднозначно (например, высокая фрагментарность городской растительности чаще интерпретируется как низкий результат для средообразующих и регулирующих функций, но высокий для оценки ее доступности для населения).

В данном аспекте особый интерес для подобного рода исследований представляют популярные туристские культурные аттракторы в городе с прилегающими к ним обширными зелеными пространствами. В отличие от исторических парков, здесь основной интерес часто представляют культурные объекты вне их сочетания с природными элементами. При этом высокая посещаемость объектов и смещение приоритетов управления в развитие культурных аспектов сказывается на эффективности и функционировании зеленых элементов. Зеленые зоны при культурных аттракторах часто выполняют сугубо декоративную функцию (украшают достопримечательности). Между тем озелененные пространства у культовых городских достопримечательностей потенциально способны выполнять множество функций, в т. ч. способствующих повышению привлекательности, устойчивости и комфортности посещения самой достопримечательности. Это работает и в обратном направлении, поскольку популярность объекта может способствовать более качественному благоустройству его зеленых пространств. Таким образом, влияние культурной значимости объекта на состояние и качество его зеленой инфраструктуры представляет собой комплексный предмет исследования, раскрывающий возможности для оптимизации его функционирования. Именно разработке методов и алгоритма оценки этих взаимоотношений и посвящена данная работа.

Предлагаемые алгоритм и методы разработаны и апробированы на примере пяти популярных культурных аттракторов г. Пекина. Выбор объектов исследования обоснован двумя причинами. Во-первых, рассматриваемые парки у достопримечательностей также являются крупными элементами зеленой инфраструктуры города, поэтому наиболее интересно рассмотреть взаимодействие разных ролей этих объектов. Во-вторых, концепция экокультурного туризма давно развивается в Китае, в т. ч. в городах. Каноны традицион-

¹ В отечественной нормативной литературе (например, закон г. Москвы от 26 сентября 2001 г. № 48 «Об особо охраняемых природных территориях в городе Москве») — «природно-исторический парк», статус ООПТ, подчеркивающий ценность природного комплекса и памятника истории и культуры. Постановлением Правительства Москвы от 27 декабря 2024 г. № 3160-ПП городские ООПТ преобразованы в городские особо охраняемые зеленые зоны

ного китайского сада, в частности достижение гармонии между природным ландшафтом и рукотворными элементами, где человеческое вмешательство дополняет, а не заменяет природу, по сей день ложатся в основу проектирования и благоустройства зеленой инфраструктуры [Фесикова, Никишина, 2022]. Разработка алгоритма оценки и анализ зарубежных подходов к сбалансированному функционированию крупных городских парков, сочетающих культурно-историческую значимость и современные потребности населения, позволит адаптировать лучшие практики для зеленой инфраструктуры российских городов.

В связи с этим целью исследования стала оценка функционирования и эффективности крупных культурных аттракторов г. Пекина как элементов городской зеленой инфраструктуры. Для достижения поставленной цели в работе рассматриваются следующие вопросы:

- 1) Какое место занимают объекты исследования в структуре городской зеленой инфраструктуры?
- 2) Какие основные функции выполняют зеленые зоны объектов исследования?
- 3) Как культурная значимость объектов исследования влияет на качество их зеленых зон?

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объекты исследования

В работе рассматривается пять крупных парков при культурных аттракторах в г. Пекине: Храм Неба, Запретный город, Летний императорский дворец, Бэйхай, Старый летний дворец. Первые три имеют статус Всемирного культурного наследия ЮНЕСКО, два оставшихся принадлежат высшей категории государственной классификации туристских достопримечательностей — AAAA.

Растительность на территории рассматриваемых объектов претерпевала неоднородные изменения на протяжении различных исторических периодов. В результате функциональность зеленых зон в отдельных участках значительно изменилась, в то время как в других сохранилась преемственность с прошлым. Преобразование некоторых территорий из императорских владений в общественные парки, например, Летнего императорского дворца и Старого летнего дворца, повлекло за собой изменение их функционального назначения и, как следствие, подходов к восстановлению ботанического ландшафта. Во время Второй опиумной войны, Боксерского восстания и Культурной революции зеленые зоны, прилегающие к культовым объектам, подверглись значительным разрушениям. Последующее восстановление часто осуществлялось с использованием быстрорастущих видов, что привело к практически полной утрате условно-естественной растительности в ландшафтных парках [Wu et al., 2024].

Последние наиболее масштабные преобразования зеленой инфраструктуры касались возобновления создания двух зеленых поясов вокруг городского ядра Пекина (в рамках *Beijing Master Plan 1991–2010* и *Beijing Master Plan 2004–2020*), общего озеленения города (*Beijing Garden City Plan 2023–2035*) и создания зеленых коридоров «губок» вдоль рек (*Beijing Yongxing River Greenway*) [Zhang et al., 2024].

Алгоритм, методы и материалы исследования

Оценка эффективности функционирования объектов исследования проводилась в три этапа. На первом этапе определялось место рассматриваемых объектов в зеленом каркасе города — это первый оценочный блок (1) для объектов исследования, позволяющий оценить эффективность культурных аттракторов как элементов зеленой инфраструктуры на общегородской и районном уровнях. Для данной задачи были рассчитаны следующие показатели:

- 1.1 Общая доля незапечатанных пространств парка;
- 1.2 Доля водных объектов от площади объекта и всех незапечатанных пространств;
- 1.3 Вклад незапечатанных пространств парков в зеленую инфраструктуру района;
- 1.4 Связность парков с другими зелеными элементами города и района;
- 1.5 Конфигурация и фрагментарность зеленой инфраструктуры парков;
- 1.6 Состав зеленой инфраструктуры внутри парков.

Для расчета данных показателей использовалось несколько типов общедоступных данных: космические снимки Sentinel-2 за летний период 2024 г. с пространственным разрешением 10 м, снимки сверхвысокого пространственного разрешения с приложения Google Planet за летний период 2022–2024 гг., схемы объектов исследования с официальных сайтов парков. Большинство общих площадных показателей рассчитывалось посредством автоматизированного пиксельного дешифрирования мультиспектральных снимков Sentinel-2 инструментом *Maximum Likelihood Classification* в *ArcMap 10.8*. Ошибки дешифрирования (в частности, отнесение водных объектов к растительному покрову) исправлялись в ходе ручного дешифрирования по привязанным снимкам Google Planet и схемам парков.

Состав зеленой инфраструктуры (выделение газонов, лесопосадок и древесных насаждений, садов и зеленых лабиринтов) внутри парков определялся путем ручного дешифрирования по снимкам Google Planet по геометрическим, цветовым и структурным признакам дешифрирования (рис. 1).

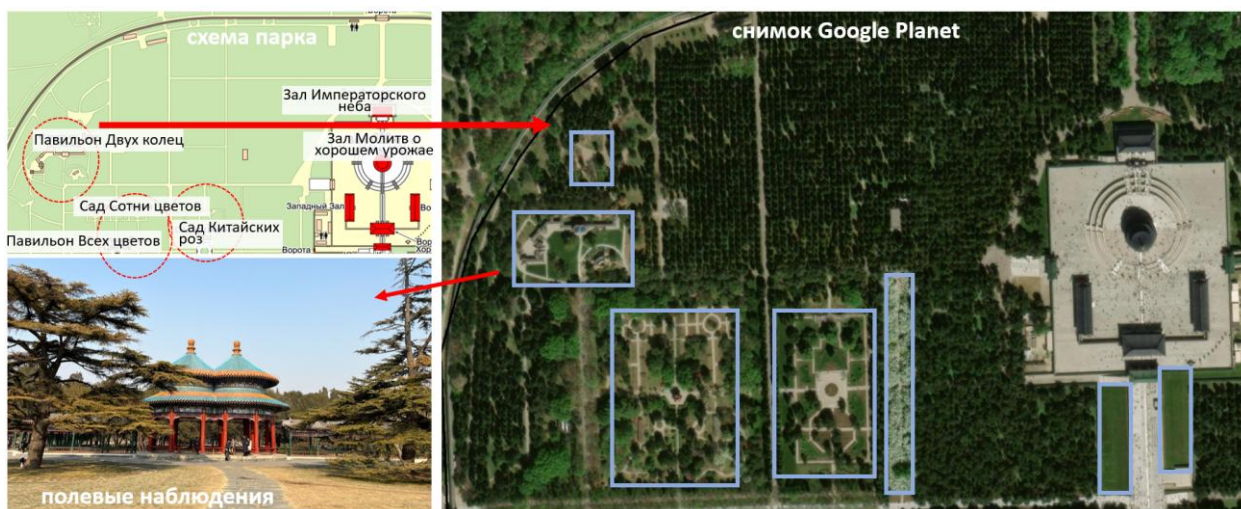


Рис. 1. Процесс определения состава зеленой инфраструктуры Храма Неба
 Fig. 1. Determining the composition of the green infrastructure of the Temple of Heaven

Связность, конфигурация и фрагментарность зеленой инфраструктуры парков рассчитывалась посредством MSPИ-анализа (*Morphological Spatial Pattern Analysis* — структурный анализ пространственных паттернов) в программе *Guidos Toolbox* (GTB) со значениями краевого эффекта 40 м и с учетом потенциальных пикселей перехода для лучшего выделения зеленых коридоров (т. е. элементов связности). В результате все зеленые элементы были классифицированы на шесть классов по форме, связности и размеру: три основных (играющих наиболее важную роль в функционировании зеленой инфраструктуры — ядра, острова, коридоры) и три дополнительных — края, петли (клинья), ответвления ядер [Петров, Колбовский, 2020].

Приуроченность парков к пространственным уровням зеленой инфраструктуры города, характеризующимся размером и расположением относительно городского ядра застройки [Климанова и др., 2020], также проводилась с использованием программы GTV инструментом *Accounting*, которым все зеленые элементы были классифицированы по размерам (площадью менее 1 га, 1–10 га, 10–50 га, 50–100 га, более 100 га). Данные пороговые значения площадей для пространственных уровней зеленой инфраструктуры были определены в предыдущих исследованиях [Илларионова, Климанова, 2024].

На втором этапе были определены и классифицированы ключевые социальные функции зеленых пространств в объектах исследования. Классы социальных функций мы выделяли исходя из реального использования зеленых зон, которое было определено в ходе проведения полевых наблюдений, и их сравнения со схемами парка, в которых названия зон (храм, панорамная тропа, сад, лабиринт) иногда указывают на ключевые функции зеленых пространств. Во время полевых наблюдений точки описания внутри каждого парка ставились в случае изменения функционального типа зоны и в непосредственной близости к ключевым туристским аттракторам объекта. Для данного оценочного блока (2) были выбраны следующие метрики полевых наблюдений:

- 2.1 Типы рекреационной деятельности;
- 2.2 Тип зеленых насаждений и зон (также использовалось как дополнительные материалы для пункта 1.6 в первом оценочном блоке);
- 2.3 Аттрактивность и состояние;
- 2.4 Загруженность и посещаемость относительно других мест в парке;
- 2.5 Близость к историко-культурным аттракторам или наличие собственной историко-культурной ценности;
- 2.6 Основные виды растительности.

Определение видов растений в полевых условиях проводилось посредством регистрации информационных таблиц на деревьях, поскольку у каждого вида растения имеется хотя бы одна информационная вывеска. Загруженность и посещаемость оценивалась визуально по следующим принципам: низкая загруженность — когда посетители свободно перемещаются по зоне, практически отсутствуют очереди на инфраструктурных объектах и аттракторах; средняя — когда перемещение затруднено, в отдельных местах формируются группы посетителей или небольшие очереди; высокая — перемещение медленное и затрудненное, на большинстве инфраструктурных объектов и достопримечательностях наблюдаются толпы или очереди. Типы взаимодействия посетителей с природой определялись визуально при регистрации факта вовлеченности в ту или иную активность.

Третий этап заключался в определении влияния культурной значимости объектов на качество их зеленых зон. Для этого была проведена оценка проявления положительных и отрицательных свойств зеленых зон, которые определяются культурной аттрактивностью и популярностью парков исследования. Степень и наличие данных свойств были также определены в ходе полевых исследований. Всего было выбрано по 6 положительных и отрицательных свойств. Все они были разбиты по парам как потенциально взаимодействующие свойства, т. е. либо отрицательное свойство может влиять на снижение положительного, либо введение положительного может компенсировать отрицательное. Использовались следующие пары свойств (первое — положительное, второе — отрицательное):

- 3.1 Досуговое предложение \leftrightarrow Конфликтность функциональных зон;
- 3.2 Доступность зеленых зон для посетителей \leftrightarrow Фрагментарность растительности;
- 3.3 Разнообразие типов зеленых зон \leftrightarrow Монофункциональность зеленых зон;
- 3.4 Аттрактивность и благоустройство зеленых зон \leftrightarrow Нерепрезентативная информация о зеленых зонах;

3.5 Качественная общественная инфраструктура \leftrightarrow Стоимостная доступность;

3.6 Экоориентированные решения \leftrightarrow Признаки деградации зеленых зон.

Каждому свойству присуждался оценочный балл:

- 0 — свойство не наблюдается;
- 1 (или –1 для отрицательного) — свойство зарегистрировано, но проявляется слабо или мало;
- 2 (или –2) — свойство зарегистрировано и проявляется сильно или много.

В результате были построены модели взаимодействия положительных и отрицательных свойств зеленых пространств, определяемых культурной значимостью парков.

Большинство свойств оценивалось в ходе полевых наблюдений, как и для второго оценочного блока. Метрики описания соответствуют перечисленным свойствам. Для некоторых показателей использовались дополнительные данные: для оценки фрагментарности помимо полевых наблюдений использовались данные, полученные для показателя 1.5; оценка деградации, которая во время полевых исследований состояла из визуальной оценки качества почвенно-растительного покрова, регистрации признаков эрозии и заболеланий у растений, была дополнена расчетом разреженности растительного покрова с помощью инструмента *Focal Statistics* в *ArcMap 10.8* на основе дешифрованного растительного покрова по снимку Google Planet.

Стоимостная доступность оценивалась путем сравнения цен¹ на одноразовое посещение каждого рассмотренного парка в высокий сезон (1 апреля – 31 октября) со средней стоимостью посещения аналогичных по размеру и расположению парков, но с меньшей историко-культурной значимостью (парк Таожаньтин, Олимпийский лесной парк, парк Луньтаньху).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность зеленой инфраструктуры культурных аттракторов как элементов городской зеленой инфраструктуры

Рассматриваемые туристские объекты представляют собой крупные культурные аттракторы, ключевыми достопримечательностями которых являются дворцы и храмы. Несмотря на их высокую привлекательность и историко-культурную значимость, большинство из них расположены среди обширных зеленых пространств, выполняющих роль городских парков. Доля озелененных территорий в этих объектах составляет от 81 до 89 %, за исключением Запретного города, где показатель незастроенных пространств минимален — 31 %.

Храм Неба, парк Бэйхай и Запретный город находятся в пределах второй кольцевой улицы Пекина — географического и исторического центра города. Для этой зоны с высокой плотностью застройки характерна наименьшая доля зеленых пространств как районного уровня (крупные парки), так и квартального (уличное и дворовое озеленение). Данные объекты являются крупнейшими зелеными элементами районного уровня (рис. 2а). В совокупности на них приходится 23 % всей зеленой инфраструктуры и 43 % элементов городского уровня в границах второго кольца. Парки соединены с другими ключевыми зелеными элементами зоны озелененными улицами, а вторая кольцевая улица, обрамленная насаждениями и скверами, формирует зеленый коридор (рис. 2б). Однако отсутствие прямых связей с зелеными ядрами соседних районов ограничивает их роль локальными экологическими центрами, не интегрированными в общегородскую сеть.

¹ Туристический агрегатор Trip.com. Продает билеты в городские парки Пекина без наценок. Электронный ресурс: <https://ru.trip.com/> (дата обращения 03.02.2025)

Примечательно, что, будучи рекреационными объектами общегородского значения (жители, в т. ч. из отдаленных районов, посещают их целенаправленно), эти парки занимают менее значимое место в водно-зеленом каркасе Пекина из-за изолированности от экологических ядер других зон (рис. 3а). Тем не менее, их роль на районном уровне остается высокой, особенно в историческом контексте: до начала активного озеленения кварталов в 1990-х гг. их значимость была еще выше. За последние 30 лет доля зеленых пространств в пределах второго кольца увеличилась с 11 до 20 %, при этом площадь озеленения в самих парках практически не изменилась. Таким образом, до реализации городских программ озеленения на эти объекты приходилось более трети всех зеленых территорий центра, что подчеркивает не только их культурно-историческую, но и эколого-рекреационную ценность.

Два «крайних парка» — Старый Летний дворец и Летний императорский дворец — занимают менее значимую долю в системе озеленения своей зоны. В совокупности на них приходится около 5 % зеленой инфраструктуры территорий четвертого и пятого колец Пекина. Однако эти объекты отличаются высокой связностью с зелеными элементами других уровней — городскими и пригородными — и включены в состав планируемого первого зеленого пояса города (рис. 3б) [Yang, Jinxing, 2007].

При полной реализации проекта первого зеленого пояса доля незастроенных пространств данных парков составила бы менее 10 %. Однако пояс так и не был завершен. Наиболее сформированный его фрагмент расположен на севере, где рассматриваемые парки занимают около трети территории. Это демонстрирует уникальный симбиоз функций: высокая туристская привлекательность объектов способствовала сохранению их экологической роли. Обычно интенсивная рекреационная нагрузка негативно влияет на экосистемы, но в данном случае культурная ценность аттракторов и прилегающих зеленых зон стала ключевым фактором для сохранения участка пояса. Разнообразие типов зеленых пространств в составе туристских достопримечательностей определяет функциональность их инфраструктуры (рис. 4).

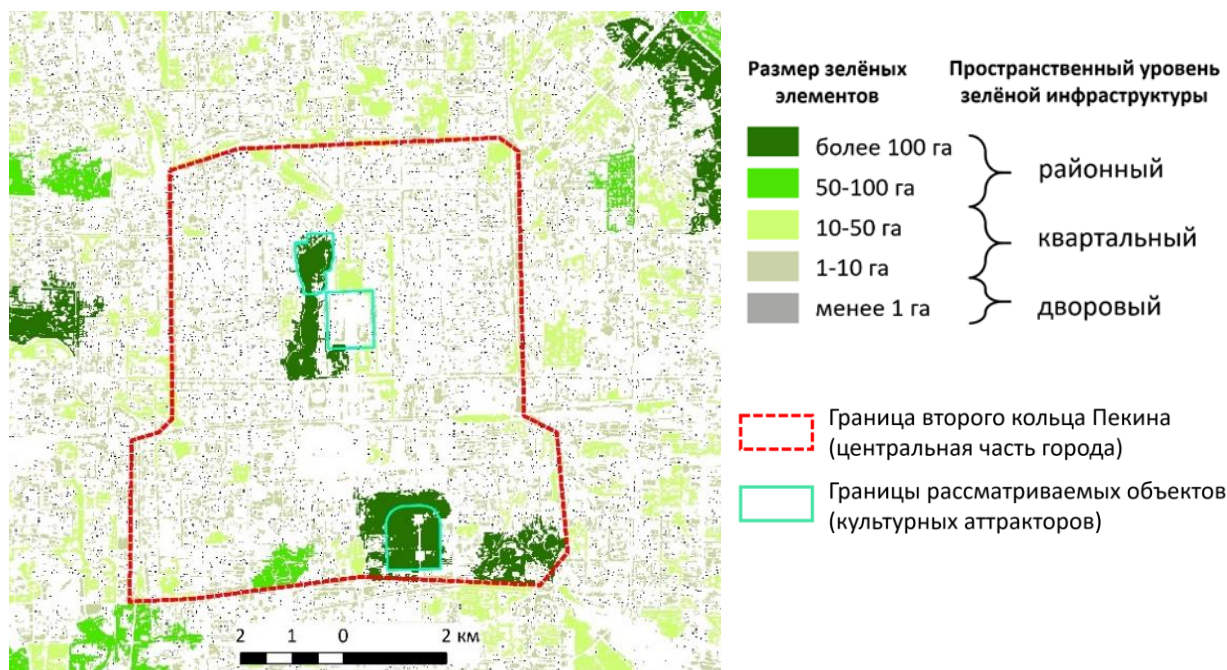


Рис. 2а. Пространственные уровни центральных объектов исследования г. Пекина
 Fig. 2a. Spatial levels of central research objects in Beijing

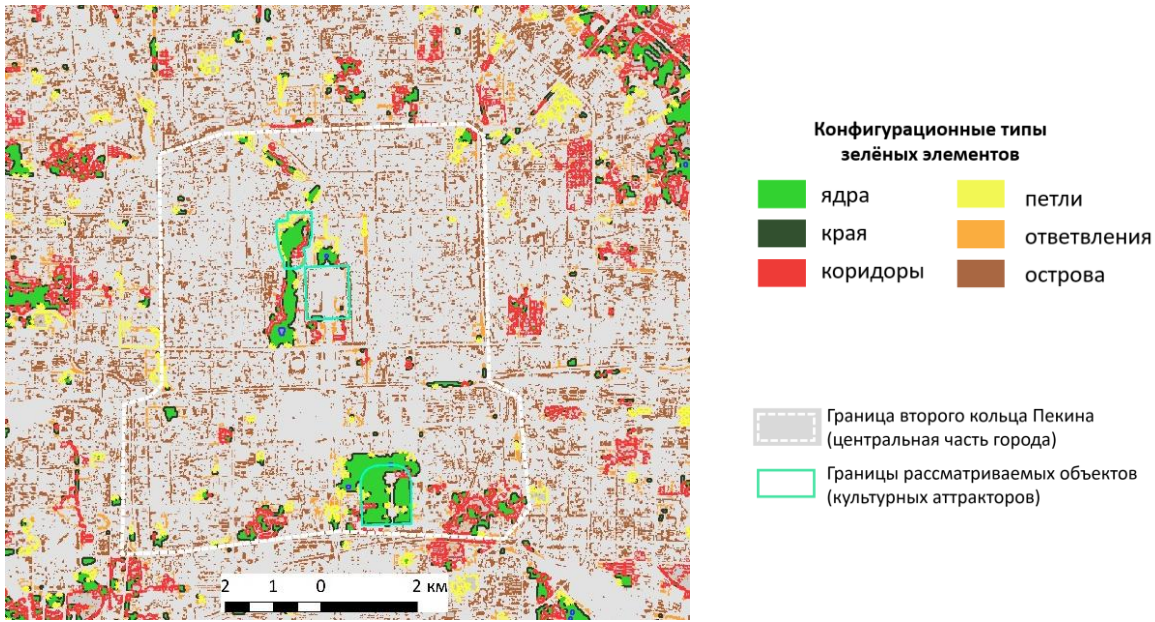


Рис. 2б. Конфигурационные типы центральных объектов исследования г. Пекина
 Fig. 2b. Configuration types of central research objects in Beijing

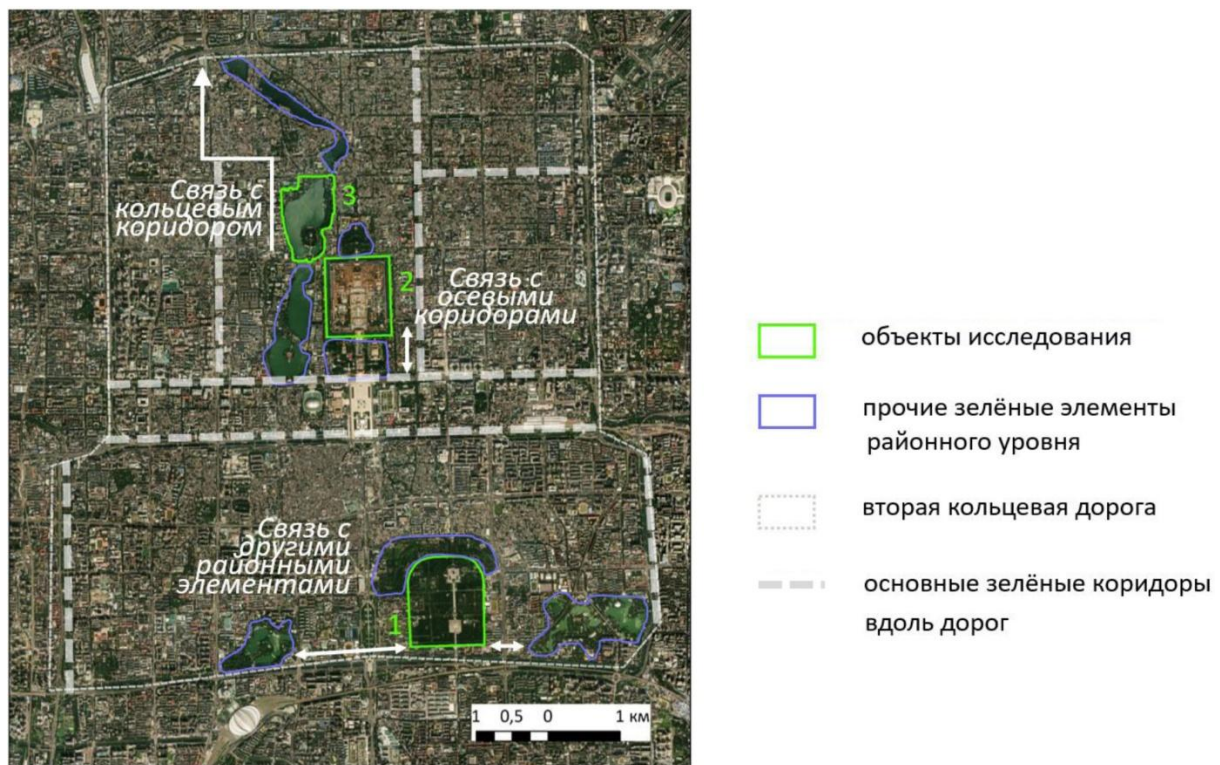


Рис. 3а. Объекты исследования в структуре зелёной инфраструктуры центральной части г. Пекина (цифрами обозначены объекты исследования: 1 — Храм Неба, 2 — Запретный город, 3 — Бэйхай)
 Fig. 3a. Research objects in the structure of green infrastructure in the central part of Beijing (numbers indicate the research objects: 1 — Temple of Heaven, 2 — Forbidden City, 3 — Beihai)

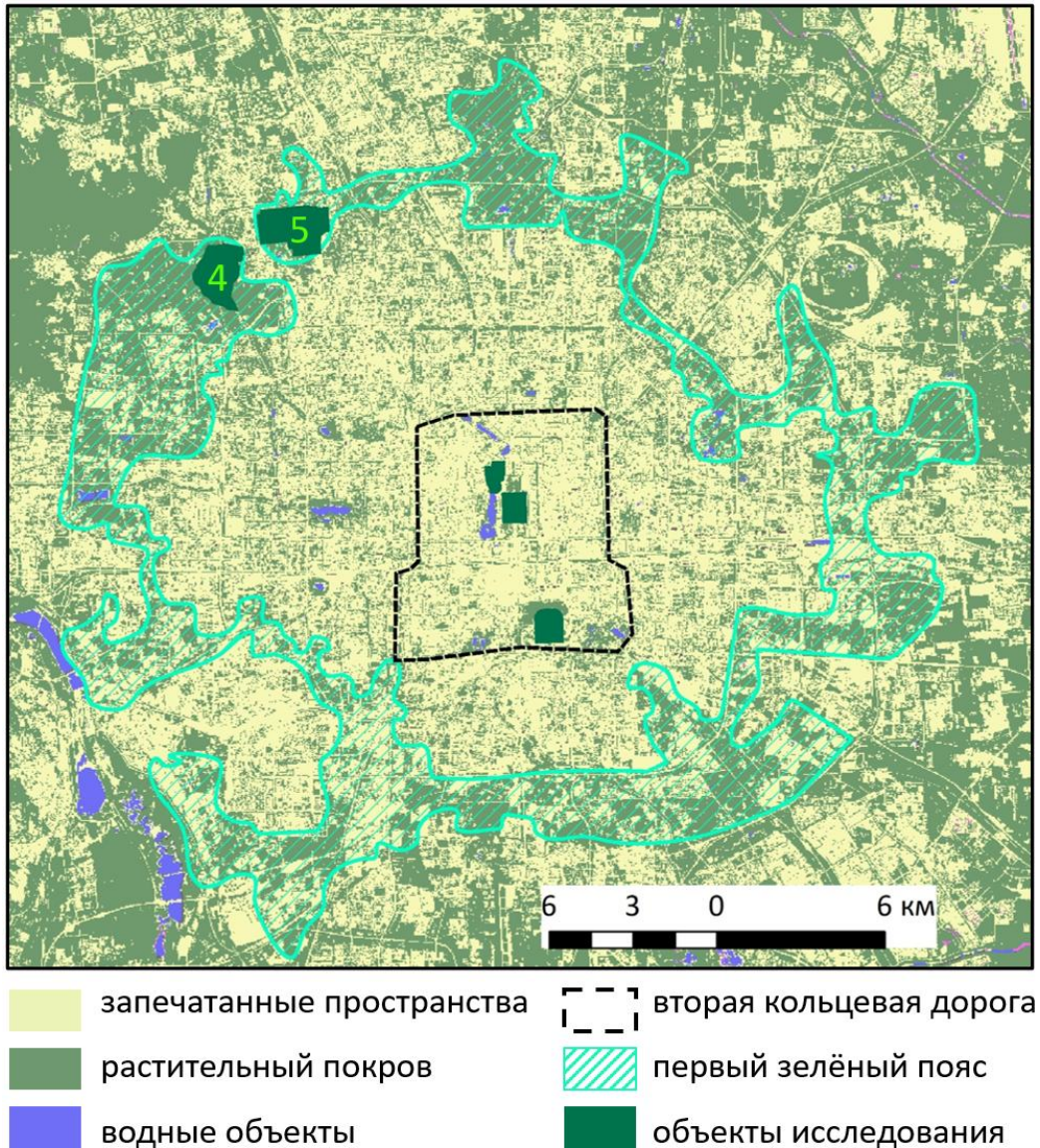


Рис. 3б. Объекты исследования в агломерационной структуре зеленой инфраструктуры г. Пекина (цифрами обозначены объекты исследования: 4 — Летний императорский дворец, 5 — Старый императорский дворец)

Fig. 3b. Research objects in the agglomeration structure of green infrastructure of Beijing (numbers indicate the research objects: 4 — Summer Imperial Palace, 5 — Old Imperial Palace)

Древесные насаждения, способные выполнять широкий спектр регулирующих, защитных и средообразующих функций [Hansen et al., 2015], преобладают в трех парках. В Храме Неба они представлены можжевельновыми посадками (более 75 % незастроенных территорий), в Летнем императорском дворце — восстановленными лесами из кипарисов и плодовых деревьев на склонах холмов, а в парке Бэйхай — широколиственными породами (платан восточный, софора японская).

Сады и другие декоративные элементы зеленой инфраструктуры парков выполняют не только эстетическую, но и культурно-историческую функцию, т. к. часть из них представляет собой реконструкцию императорских ландшафтов. Наибольшая доля таких элементов сосредоточена в Запретном городе, где они формируют основной тип зеленых

пространств. Помимо воссозданных исторических садов встречаются и современные объекты ландшафтного искусства, сохраняющие традиции китайского садоводства. Примеры этого можно наблюдать в Старом императорском дворце и Храме Неба.

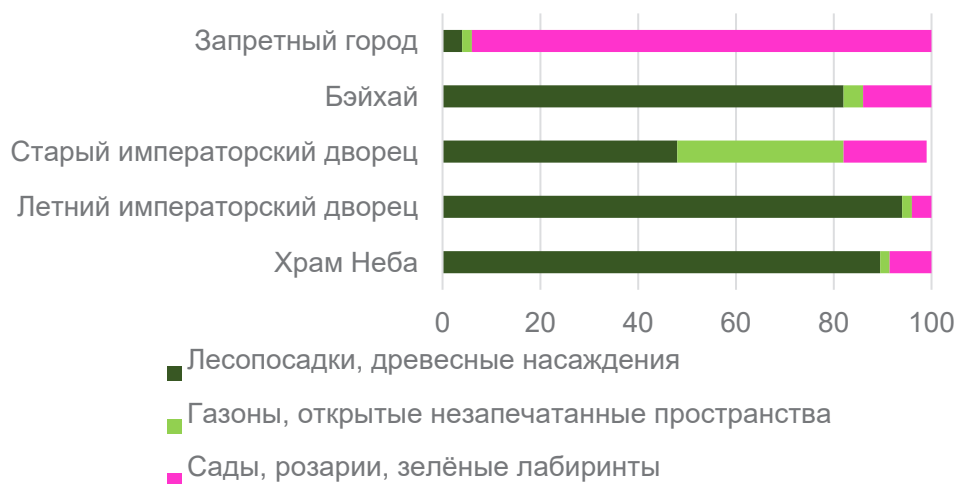


Рис. 4. Состав зеленых элементов крупных туристских аттракторов г. Пекина
Fig. 4. Composition of green elements of major tourist attractors in Beijing

Газоны, широко распространенные в европейских парках благодаря их универсальности для рекреации, здесь занимают минимальную площадь и обычно локализованы у входов в парки или вблизи достопримечательностей. Исключение составляет Старый императорский дворец, где такие зоны покрывают более 30 % озелененных территорий, что отражает влияние европейской парковой традиции.

Важную роль играют водные объекты, которые не только регулируют микроклимат, но и расширяют рекреационные возможности. В среднем они занимают около 60 % незастроенных территорий парков, за исключением Храма Неба и Запретного города.

Функции зеленой инфраструктуры парков

Для анализа роли парковой ЗИ в обеспечении комфортного уровня жизни горожан нами были проанализированы оказываемые ею функции (табл. 1). Всего предлагается оценивать пять основных функций:

- *эстетическая* (растение/группа растений являются доминантой, объектом любования независимо от наличия или отсутствия культурного объекта рядом с ним);
- *культурно-историческая* (деревья или другие растения, имеющие историческую ценность или отражающие культурный код нации);
- *рекреационная* (ландшафт используется для спокойного отдыха или досуга: прогулки, медитации, чтение);
- *спортивная* (ландшафт используется для активного отдыха: бег, кардиотренировки, танцы, занятия тайцзи, игры);
- *декоративная* (растения являются вспомогательными элементами, дополняющими культурную доминанту, выступают ее фоном).

Инвентаризация функций зеленой инфраструктуры парков позволяет сделать следующие обобщения. Во всех парках, кроме Запретного города, представлены возможности для спокойного и активного отдыха, а также для созерцания садовой эстетики (рис. 5а).

Табл. 1. Основные функции элементов парковой зеленой инфраструктуры в г. Пекине
 Table 1. Main functions of park green infrastructure elements in Beijing

	Функции	Примеры в парках	Растения
ХРАМ НЕБА			
1	Эстетическая	<ul style="list-style-type: none"> сад китайских роз, сиреневая аллея 	розы, сирень широколистная
2	Культурно-историческая	<ul style="list-style-type: none"> более 3 000 деревьев возрастом более 100 лет; деревья у Дворца Воздержания; сливы 	кедр ливанский, плоскочетчик восточный, стифнолобиум японский (софора японская)
3	Рекреационная	<ul style="list-style-type: none"> прогулки, медитации, чтение 	плоскочетчик восточный, можжевельник китайский, туи, сосна красная китайская, стифнолобиум японский
4	Спортивная	<ul style="list-style-type: none"> игры на газоне танцы занятия тайцзи 	отдельно стоящие сосны, газон
5	Декоративная	<ul style="list-style-type: none"> украшение территории Дворца Воздержания аллеи из хвойных 	сосна Бунге, плодовые (персик, слива), плоскочетчик восточный
ПАРК БЭЙХАЙ			
1	Эстетическая	<ul style="list-style-type: none"> любование лотосами 	лотосы
2	Культурно-историческая		
3	Рекреационная	<ul style="list-style-type: none"> прогулки вокруг озера, отдых в тени деревьев и в беседках 	кипарисы, сосна Массона, сосна Бунге, самшит, софора японская, платан восточный, ивы, магнолии, мандарины, персики, бамбук
4	Спортивная	<ul style="list-style-type: none"> активная ходьба, бег вдоль озера 	те же
5	Декоративная	<ul style="list-style-type: none"> деревья вдоль озера и на острове Нефритового Цветка 	сосны, сливы, ивы
ЗАПРЕТНЫЙ ГОРОД			
1	Эстетическая	<ul style="list-style-type: none"> розарий в Императорском Саду 	розы
2	Культурно-историческая	<ul style="list-style-type: none"> старовозрастные деревья в Императорском Саду 	кипарисы
3	Рекреационная	нет	–
4	Спортивная	нет	–
5	Декоративная	<ul style="list-style-type: none"> деревья и кустарники перед входом во дворец, бамбук вокруг камней Тайху в Императорском Саду, растительность в жилой части дворца 	сосны, кипарисы, хурма, софора, бамбук
ЛЕТНИЙ ДВОРЕЦ (ИХЭЮАНЬ)			
1	Эстетическая	<ul style="list-style-type: none"> пэньцзин (бонсай) 	
2	Культурно-историческая	<ul style="list-style-type: none"> пэньцзин (бонсай) деревья, стоящие у входа в культурные объекты 	стифнолобиум японский
3	Рекреационная	<ul style="list-style-type: none"> прогулки, медитации, чтение 	сосны на склоне холма по обеим сторонам от центральной оси зданий
4	Спортивная	<ul style="list-style-type: none"> бег, кардиотренировки 	те же
5	Декоративная	<ul style="list-style-type: none"> украшение павильонов в восточной части парка, 	старовозрастные сосны, стифнолобиум японский

	Функции	Примеры в парках	Растения
		• дополнение пейзажа, подчеркивание величия Императорского Сада	
СТАРЫЙ ЛЕТНИЙ ДВОРЕЦ			
1	Эстетическая	• любование лотосами	лотосы
2	Культурно-историческая		
3	Рекреационная	• прогулки по дорожкам	насаждения из лиственных пород (в т. ч. гинкго двулопастного) и сосен
4	Спортивная	• активная ходьба, бег	те же
5	Декоративная	• аллея к руинам старого дворца и пр.	тополя, гинкго двулопастный

Важными преимуществами являются большие площади парков Храма Неба, Бэйхай и Летнего дворца, где комфортно осуществлять ежедневные прогулки и занятия спортом (в периферийных частях парков). Наличие розария и сирингария в Храме Неба, лотосов в Бэйхае и Старом Летнем Дворце предоставляет горожанам и туристам возможность любоваться цветущими растениями наряду с посещением культурных достопримечательностей.

В ходе исследования нами также было встречено множество примеров выполнения ЗИ культурно-исторической функции. Прежде всего, это старовозрастные деревья в Храме Неба и бонсай в Летнем дворце, а также софоры с характерно искривленными формами ветвей, встреченные в обоих парках. Такие элементы зеленой инфраструктуры наполняют место смыслом, добавляют в композицию эмоциональную составляющую, обращают к культурным традициям и ценностям (рис. 5г).



Рис. 5. Зеленая инфраструктура для спокойного (а, б) и активного (в) отдыха и как носитель культурно-исторической функции (г) в парках
Fig. 5. Green infrastructure as a recreational (a, b), sports(c) and cultural-historical (d) element in the parks

Многообразие отмеченных в ходе исследований функций подтверждает факт унаследования современными парками основных принципов традиционных китайских садов, одним из которых является сбалансированность и гармония между культурной и природной составляющими.

Влияние культурной значимости объектов исследования на состояние и качество их зеленой инфраструктуры

Высокая культурная значимость объектов исследования может влиять на эффективность и качество их зеленых зон как отрицательно, так и положительно. Во многих городах негативные последствия таких объектов зеленой инфраструктуры связаны с большой посещаемостью и, как следствие, большей рекреационной нагрузкой на озелененные пространства, более высокой стоимостью посещения, общим «вторичным» отношением к природным объектам и инфраструктурной перегрузкой. С другой стороны, зеленые зоны при культовых достопримечательностях обычно лучше ухожены и благоустроены [Leung et al., 2018].

Для определения влияния культурной значимости объектов на качество их зеленых зон мы провели оценку их состояния по показателям степени проявления положительных и отрицательных свойств (рис. 5), которые в наибольшей степени определяются статусом и популярностью парков исследования [Mileusnić et al., 2024].

В результате было выявлено, что в Храме Неба и Летнем императорском дворце в умеренной степени наблюдается большинство положительных и отрицательных показателей. Более того, несколько положительных выражено лучше, а проявления конфликтности функциональных зон практически не прослеживается.

Для парка Бэйхай также характерно умеренное проявление положительных свойств, при этом практически наблюдается только одно отрицательное — монофункциональность зеленых объектов (эстетическая и декоративная).

Два последних объекта, Старый летний дворец и Запретный город, характеризуются сильным проявлением отдельных отрицательных свойств, но при этом в них в наибольшей степени выражено большинство положительных свойств.

Сравнив все объекты между собой, мы сделали вывод, что общим положительным свойством всех парков являются высокие представленность и качество общественной инфраструктуры, в т. ч. парковые удобства, объекты общепита, туалеты, мусорки. Во всех парках также в большей или меньшей степени обязательно представлен ряд экоориентированных решений, например зеленый дренаж, отдельный сбор отходов, подпорки для деревьев, ограждения зон экореабилитации и лесопосадок, приоритетность в сохранении растительного покрова при планировании и создании инфраструктуры. Все зеленые зоны при рассмотренных достопримечательностях отличаются сравнительно высокой аттрактивностью, что связано как с исторической взаимосвязью некоторых зеленых элементов с культурными сооружениями (императорские сады, сады ученых), так и с ценностью отдельных объектов природы (многолетние деревья, *гунши* или «камень ученого» в садах, розарии).

К отрицательным свойствам относится то, что в большинстве парков представлено сравнительно мало информации о зеленых объектах. Безусловно, основной фокус данных туристских аттракторов — это культурные объекты, однако в случае с их тесно взаимосвязанной историей с зелеными элементами следовало бы уделить больше внимания информационным стендам о них. Во многих парках отмечается низкое функциональное разнообразие зеленых зон, где их функции ограничены пассивной, преимущественно созерцательной рекреацией. Деградация почвенно-растительного покрова, следы вандализма или замусоренности хотя и выглядят как наиболее очевидные последствия высокой посещаемости, но наблюдаются лишь в некоторых частях парков и проявляются в умеренной степени.

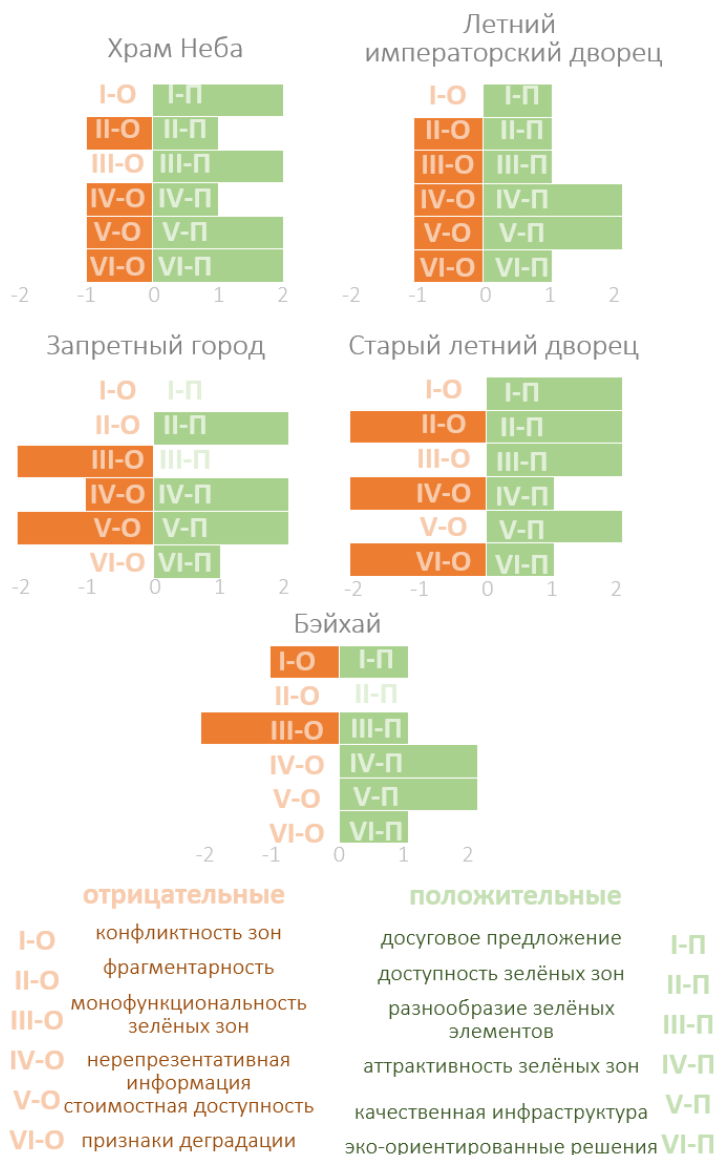


Рис. 5. Оценка состояния зеленых зон объектов исследования по показателям степени проявления положительных и отрицательных свойств
 Fig. 5. Assessment of the green zones state in the studied parks based on the indicators of the manifestation degree of positive and negative properties

Важно отметить, что в парках практически отсутствуют отрицательные свойства, у которых бы не нашлось компенсирующего положительного свойства.

В среднем, количество и степень проявлений положительных свойств у объектов исследования выше, чем отрицательных. Наибольший положительный перевес отмечается у парка Бэйхай, в котором отрицательные свойства практически отсутствуют. Обратная ситуация наблюдается в Запретном городе. Однако даже в наименее озелененном объекте положительных свойств у зеленых пространств больше.

ВЫВОДЫ

Применение ГИС-инструментов (MSPA-анализ, Focal Statistics и др.) позволило точно определить конфигурации и связанность зеленых элементов, что имеет решающее значение для понимания роли парков в городской зеленой инфраструктуре. Полевые

наблюдения позволили получить детальную картину использования зеленых зон посетителями и оценить состояние и загруженность парков. Комбинация визуальных оценок с данными дистанционного зондирования обеспечила более точное описание характеристик зеленых пространств на локальном уровне.

Исследование подтверждает, что парки при культовых достопримечательностях Пекина, несмотря на урбанизационное давление, сохраняют роль ключевых элементов зеленой инфраструктуры. Их культурный статус не только защищает территории от застройки, но и стимулирует внедрение инновационных экорешений, что актуально для городов, где наследие и природа конкурируют за пространство. Между тем, выявленная изолированность центральных парков указывает на необходимость создания зеленых коридоров, связывающих их с окраинными зонами и пригородными ландшафтами. Это усилит их экологическую эффективность и оптимизирует рекреационную нагрузку.

Функциональное многообразие зеленых зон способствует комплексному использованию парков для разных видов деятельности — от спорта и прогулок до культурных мероприятий и созерцательного отдыха. Однако в ряде случаев наблюдается нехватка разнообразия активных рекреационных возможностей.

Исследование показало, что культурная значимость объектов оказывает комплексное влияние на состояние их зеленых зон. Несмотря на потенциальные негативные последствия высокой посещаемости, парки демонстрируют высокий уровень благоустройства, развитую инфраструктуру и активное внедрение экоориентированных решений. Преобладание положительных свойств (таких как аттрактивность и качество общественных пространств) над отрицательными свидетельствует о приоритетности поддержания и развития зеленых зон даже при высокой культурной ценности объектов. В целом исследование демонстрирует возможность эффективного управления зелеными зонами при культурно-исторических достопримечательностях, даже несмотря на высокие рекреационные нагрузки.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Институту естественных и культурных исследований Китайского университета геологических наук (Пекин) за помощь в проведении полевого этапа работ, а также студентам-волонтерам кафедры физической географии мира и геоэкологии за участие в сборе полевых данных. Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания № 121040100322-8 кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова «Анализ региональных геоэкологических проблем в условиях глобальных изменений окружающей среды».

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to the Institute of Natural and Cultural Research of China University of Geosciences (Beijing) for assistance at the field stage of the work, and student volunteers of the Department of World Physical Geography and Geoecology for their participation in collecting field data. The study was carried out as part of the official assignment No. 121040100322-8 of the Department of World Physical Geography and Geoecology of the Geography Faculty of Lomonosov Moscow State University “Analysis of Regional Geoecological Problems in the Context of Drastic Changes in the Environment”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Илларионова О. А., Климанова О. А. Оценка экологической справедливости зеленой инфраструктуры города Владикавказ. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Материалы Международной конференции, 2024. Т. 30. Ч. 2. С. 528–542. DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-528-542.

Климанова О. А., Колбовский Е. Ю., Илларионова О. А. Зеленая инфраструктура города: оценка состояния и проектирование развития. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. 324 с.

Петров Л. А., Колбовский Е. Ю. Современные методы пространственного анализа зеленой инфраструктуры урбанизированных территорий (на примере города Грозного). Грозненский естественнонаучный бюллетень, 2020. Т. 5. № 3(21). С. 39–51. DOI: 10.25744/genb.2020.20.3.004.

Фесикова О. В., Никушина Ю. Д. Философская основа китайских Садов. Мировые научные исследования современности: возможности и перспективы развития. Материалы XVI Международной научно-практической конференции, 2022. С. 329–332.

Anees M. M., Banzhaf E., Wang J., Joshi P. K. Quality Index Approach for Analysis of Urban Green Infrastructure in Himalayan Cities. Land, 2023. V. 12. P. 279. DOI: 10.3390/land12020279.

Bartesaghi K. C., Osmond P., Peters A. Towards a Comprehensive Green Infrastructure Typology: A Systematic Review of Approaches, Methods and Typologies. Urban Ecosystems, 2017. V. 20. P. 15–35. DOI: 10.1007/s11252-016-0578-5.

Chang M. E., Zhao Z. Q., Chang H. T., Shu B. Urban Green Infrastructure Health Assessment, Based on Landsat-8 Remote Sensing and Entropy Landscape Metrics. European Journal of Remote Sensing, 2021. V. 54. P. 417–430. DOI: 10.1080/22797254.2021.1948357.

De Manuel B. F., Méndez-Fernández L., Peña L., Ametzaga-Arregi I. A New Indicator of the Effectiveness of Urban Green Infrastructure Based on Ecosystem Services Assessment. Basic and Applied Ecology, 201. V. 53. P. 12–25. DOI: 10.1016/j.bae.2021.02.012.

Forman R. T. T. Values of Large-Versus-Small Urban Greenspaces and their Arrangement. New York: Routledge Ltd, 2022. 488 p.

Hanna E., Bruno D., Comín F. A. Evaluating Naturalness and Functioning of Urban Green Infrastructure. Urban Forestry & Urban Greening, 2023. V. 80. P. 127825. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127825.

Hansen R., Frantzeskaki N., McPhearson T., Rall E., Kabisch N., Kaczorowska A. The Uptake of the Ecosystem Services Concept in Planning Discourses of European and American Cities. Ecosystem Services, 2015. V. 12. P. 228–246. DOI: 10.1016/j.ecoser.2014.11.013.

Ignatieva M. Evolution of the Approaches to Planting Design of Parks and Gardens as Main Greenspaces of Green Infrastructure. Urban Services to Ecosystems: Green Infrastructure Benefits from the Landscape to the Urban Scale, 2021. P. 435–452. DOI: 10.1007/978-3-030-75929-2_23.

Kümmerling M., Müller N. The Relationship Between Landscape Design Style and the Conservation Value of Parks: A Case Study of a Historical Park in Weimar, Germany. Landscape and Urban Planning, 2021. V. 107. P. 111–117. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.05.006.

Leung Y. F., Spenceley A., Hvenegaard G., Buckley R., Groves C. Tourism and Visitor Management in Protected Areas: Guidelines for Sustainability. Gland: IuCN, 2018. V. 27. 129 p.

Mileusnić Škrtić M., Tišma S., Grgurević D. Conservation Under Siege: The Intersection of Tourism and Environmental Threats in Croatian Protected Areas. Land, 2024. V. 13. P. 2114. DOI: 10.3390/land13122114.

Morpurgo J., Remme R. P., Van Bodegom P. M. CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for Assessing Ecosystem Services and Biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 2023. V. 234. P. 104726. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2023.104726.

Wu J., Xiao Y., Zhu L., Cheng S. The Identification of Historic Plant Landscape Characteristics and Conservation Strategies for Longevity Hill Based on the WSL Monoplotting Tool. *Land*, 2024. V. 13. P. 1255. DOI: 10.3390/land13081255.

Yang J., Jinxing Z. The Failure and Success of Greenbelt Program in Beijing. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2007. V. 6. P. 287–296. DOI: 10.1016/j.ufug.2007.02.001.

Zhang M., Chen K., Liu H., Yi Y. Analysing Carbon Density in Urban Parks by Considering the Management of Different Functional Parks: A Case Study in Beijing. *Ecological Indicators*, 2024. V. 166. P. 112411. DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112411.

REFERENCES

Anees M. M., Banzhaf E., Wang J., Joshi P. K. Quality Index Approach for Analysis of Urban Green Infrastructure in Himalayan Cities. *Land*, 2023. V. 12. P. 279. DOI: 10.3390/land12020279.

Bartesaghi K. C., Osmond P., Peters A. Towards a Comprehensive Green Infrastructure Typology: A Systematic Review of Approaches, Methods and Typologies. *Urban Ecosystems*, 2017. V. 20. P. 15–35. DOI: 10.1007/s11252-016-0578-5.

Chang M. E., Zhao Z. Q., Chang H. T., Shu B. Urban Green Infrastructure Health Assessment, Based on Landsat-8 Remote Sensing and Entropy Landscape Metrics. *European Journal of Remote Sensing*, 2021. V. 54. P. 417–430. DOI: 10.1080/22797254.2021.1948357.

De Manuel B. F., Méndez-Fernández L., Peña L., Ametzaga-Arregi I. A New Indicator of the Effectiveness of Urban Green Infrastructure Based on Ecosystem Services Assessment. *Basic and Applied Ecology*, 201. V. 53. P. 12–25. DOI: 10.1016/j.baae.2021.02.012.

Fesikova O. V., Nikishina Yu. D. Philosophical Basis of Chinese Gardens. *World Scientific Research of Our Time: Opportunities and Prospects for Development. Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference*, 2022. P. 329–332 (in Russian).

Forman R. T. T. *Values of Large-Versus-Small Urban Greenspaces and their Arrangement*. New York: Routledge Ltd, 2022. 488 p.

Hanna E., Bruno D., Comín F. A. Evaluating Naturalness and Functioning of Urban Green Infrastructure. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2023. V. 80. P. 127825. DOI: 10.1016/j.ufug.2022.127825.

Hansen R., Frantzeskaki N., McPhearson T., Rall E., Kabisch N., Kaczorowska A. The Uptake of the Ecosystem Services Concept in Planning Discourses of European and American Cities. *Ecosystem Services*, 2015. V. 12. P. 228–246. DOI: 10.1016/j.ecoser.2014.11.013.

Ignatieva M. Evolution of the Approaches to Planting Design of Parks and Gardens as Main Greenspaces of Green Infrastructure. *Urban Services to Ecosystems: Green Infrastructure Benefits from the Landscape to the Urban Scale*, 2021. P. 435–452. DOI: 10.1007/978-3-030-75929-2_23.

Illarionova O. A., Klimanova O. A. Assessment of Environmental Justice of Green Infrastructure of the City of Vladikavkaz. *InterCarto. InterGIS. Proceedings of the International Conference*, 2024. V. 30. Part 2. P. 528–542 (in Russian). DOI: 10.35595/2414-9179-2024-2-30-528-542.

Klimanova O. A., Kolbovsky E. Yu., Illarionova O. A. *Green Infrastructure of the City: State Assessment and Development Design*. Moscow: KMK Scientific Press Ltd, 2020. 324 p. (in Russian).

Kümmerling M., Müller N. The Relationship Between Landscape Design Style and the Conservation Value of Parks: A Case Study of a Historical Park in Weimar, Germany. *Landscape and Urban Planning*, 2021. V. 107. P. 111–117. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.05.006.

Leung Y. F., Spenceley A., Hvenegaard G., Buckley R., Groves C. Tourism and Visitor Management in Protected Areas: Guidelines for Sustainability. Gland: IuCN, 2018. V. 27. 129 p.

Mileusnić Škrtić M., Tišma S., Grgurević D. Conservation Under Siege: The Intersection of Tourism and Environmental Threats in Croatian Protected Areas. *Land*, 2024. V. 13. P. 2114. DOI: 10.3390/land13122114.

Morpurgo J., Remme R. P., Van Bodegom P. M. CUGIC: The Consolidated Urban Green Infrastructure Classification for Assessing Ecosystem Services and Biodiversity. *Landscape and Urban Planning*, 2023. V. 234. P. 104726. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2023.104726.

Petrov L. A., Kolbovsky E. Yu. Modern Methods of Spatial Analysis of Green Infrastructure of Urbanized Territories (On the Example of the City of Grozny). *Grozny Natural Science Bulletin*, 2020. V. 5. No. 3(21). P. 39–51 (in Russian). DOI: 10.25744/genb.2020.20.3.004.

Wu J., Xiao Y., Zhu L., Cheng S. The Identification of Historic Plant Landscape Characteristics and Conservation Strategies for Longevity Hill Based on the WSL Monoplotting Tool. *Land*, 2024. V. 13. P. 1255. DOI: 10.3390/land13081255.

Yang J., Jinxing Z. The Failure and Success of Greenbelt Program in Beijing. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2007. V. 6. P. 287–296. DOI: 10.1016/j.ufug.2007.02.001.

Zhang M., Chen K., Liu H., Yi Y. Analysing Carbon Density in Urban Parks by Considering the Management of Different Functional Parks: A Case Study in Beijing. *Ecological Indicators*, 2024. V. 166. P. 112411. DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.112411.