

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И АРХИТЕКТУРА

Научная статья



УДК/UDC 711.1:712.4-112:004.9

DOI: 10.24412/1998-4839-2026-1-248-262

EDN: WIRURR



CC BY-NC-SA 4.0

Цифровой метод исследования роли параметров озеленения в оценке качества городской среды**Елена Игоревна Куталия^{1✉}, Сергей Александрович Митягин²**^{1,2}Научно-исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия¹lenchik_m21.11@mail.ru ²mityagin@itmo.ru

Аннотация. В статье рассматривается опыт учёта параметров озеленения в подходах к пониманию и оцениванию качества городской среды. Под параметрами озеленения понимаются тип зелёных насаждений, их ярусность и габариты. В ходе анализа существующих подходов к оценке влияния озеленения на городскую среду и исследований в данной области было выявлено, что, несмотря на значимость параметров озеленения в практических методах, зелёные насаждения рассматриваются в общих чертах. С учётом обозначенных параметров зелёных насаждений были заданы значения влияния озеленения на снижение шумовой и ветровой нагрузок, удержание пыли, минимизацию влияния масштаба застройки, а также снижение уровня содержания углекислого газа в воздухе. В результате был разработан метод оценки качества городской среды на основании параметров озеленения, который был апробирован на городской территории в Санкт-Петербурге. Были собраны необходимые сведения по зелёным насаждениям для выбранного участка. Метод был реализован с использованием программного кода на языке программирования Python, геомоделирования и визуализации результатов в программе QGIS. Результаты наглядно продемонстрировали значимость учёта параметров озеленения в современной урбанизированной среде и могут стать основанием для составления рекомендаций по улучшению её качества.

Ключевые слова: зелёные насаждения, экологический каркас города, качество городской среды, озеленение, индекс качества городской среды

Для цитирования: Куталия Е.И. Цифровой метод исследования роли параметров озеленения в оценке качества городской среды / Е.И. Куталия, С.А. Митягин // Architecture and Modern Information Technologies. 2026. № 1(74). С. 248-262. URL:

https://marhi.ru/AMIT/2026/1kvart26/PDF/16_kutaliia.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2026-1-248-262 EDN: WIRURR

INFORMATION TECHNOLOGIES AND ARCHITECTURE

Original article

A digital method for studying the role of greening parameters in assessing the quality of the urban environment**Elena I. Kutaliia^{1✉}, Sergey A. Mityagin²**^{1,2}ITMO University, Saint Petersburg, Russia¹lenchik_m21.11@mail.ru ²mityagin@itmo.ru

Abstract. The article examines the role of greenery parameters, such as type, stories, and dimensions of green spaces, in assessing the quality of the urban environment. Greenery parameters include the type of green space, its layering, and its dimensions. An analysis of

^{1,2} © Куталия Е.И., Митягин С.А., 2026

existing approaches to assessing the impact of greenery on the urban environment and research in this area revealed that, despite the importance of greenery parameters in practical methods, green spaces are considered in general terms. Taking these greenery parameters into account, we defined values for the impact of greenery on reducing noise and wind loads, dust retention, minimizing the impact of development scale, and reducing carbon dioxide levels in the air. As a result, a method for assessing the quality of the urban environment based on greenery parameters was developed and tested in the city of St. Petersburg. The necessary data on green spaces for the selected site was collected. The method was implemented using Python programming language, geomodeling, and visualization of results in QGIS. The results clearly demonstrated the importance of taking into account landscaping parameters in a modern urban environment and can serve as a basis for developing recommendations for improving its quality.

Keywords: green spaces, ecological framework of the city, quality of the urban environment, greenery, index of quality of the urban environment

For citation: Kutaliia E.I., Mityagin S.A. A digital method for studying the role of greening parameters in assessing the quality of the urban environment. Architecture and Modern Information Technologies, 2026, no. 1(74), pp. 248-262. Available at:

https://marhi.ru/AMIT/2026/1kvart26/PDF/16_kutaliia.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2026-1-248-262 EDN: WIRURR

В современных городах антропогенный и техногенный факторы значительно преобладают над природными: застраиваются новые жилые и производственные районы на месте лесных массивов и полей; благоустройство общественных пространств часто происходит за счёт вырубки и сокращения площадей озеленения для размещения пешеходных дорожек, детских игровых и спортивных площадок, площадок для отдыха и размещения объектов торговли. Такого рода вырубка зелёных насаждений в городе ведёт к утрате сложившихся экосистем, которые в значительной мере формируют городскую среду – очищают воздух, регулируют температуру [1], защищают от ветра, пыли [2], шума [3], а также поддерживают биоразнообразие на территории [4]. Ограничение объёмов удаления зелёных насаждений, поддержание существующей природной среды и восстановление утраченных экосистем являются одними из наиболее важных задач, стоящих перед городом [5]. Городское озеленение должно формировать единый природный каркас территории, что будет способствовать устойчивому развитию города [6] и даст возможность предоставлять своим жителям более качественную среду для жизни. Формирование каркаса должно происходить без больших территориальных разрывов, чтобы не нарушать общую природную экосистему [7]. На настоящий момент роль зелёных насаждений в формировании качественной городской среды доказана в научных исследованиях и активно обсуждается в профессиональном градостроительном сообществе: проводятся уникальные практические исследования [8], разрабатываются новые городские стандарты³. Однако действия носят либо точечный, либо обобщённый характер и не дают возможность оценить существующую ситуацию для дальнейшей разработки рабочей стратегии.

Зелёные насаждения могут служить эффективным и экономичным способом улучшения качества среды обитания человека и повышения её комфорта [1]. Известный специалист в области экологической эпидемиологии и гигиены окружающей среды Б.А. Ревич в своей статье пишет о благотворном воздействии зелёных пространств на здоровье населения. Озеленённые территории способствуют укреплению социальных связей, увеличению физической активности, снижению воздействия урбанизации и, вследствие всего перечисленного, улучшению физического и психологического здоровья человека [9], что подтверждается многочисленными мировыми исследованиями [10, 11]. Необходимо отметить, что степень влияния зелёных территорий на окружающую городскую среду

³ Новый стандарт городской среды. URL: <https://архитекторы.рф/courses/novyy-standart-kachestva-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 15.12.2023).

напрямую зависит от характера озеленения, так как не каждый ландшафт способен эффективно справляться с проблемами, которые создаёт урбанизированная среда. Так, например, плотные кустарники отлично справятся с удержанием шума от городской дороги, но не всегда смогут создать достаточную тень для отдыха. Понимание подобных процессов очень важно при проектировании городских пространств, так как озеленение как инструмент формирования комфортной и экологически устойчивой среды может значительно сократить необходимость в использовании малых архитектурных форм (навесов, пергол, шумозащитных экранов, ограждений).

Проблематика

Наличие озеленения является обязательным фактором, учитываемым при проектировании и оценке качества городской среды. Однако его влияние носит общий характер: применяется объёмно-площадной ($\text{м}^2/\text{чел}$, %) ⁴ или локационный метод без уточнения состава озеленения в конкретных местах ⁵. В нормативные площади озеленённых территорий включают площадки для отдыха и игр, пешеходные дорожки, которые могут составлять до 30% площади таких территорий, что не является в полной мере озеленением и, соответственно, не выполняет функций по улучшению микроклимата. Оценка обеспеченности горожан озеленением производится без учёта его характера (ярусность, породный состав, плотность). В связи с этим такое оценивание не может в полной мере учесть выполнение всех важных функций озеленения (защита от шума, ветра, загазованности, пыли, солнца). Очень часто это приводит к нехватке озеленения в исторических центрах больших городов, в новых жилых районах, а также к сокращению городского озеленения (вырубка под застройку). Последствия проявляются в недовольстве горожан ⁶, создании групп активистов, регулярно обращающих внимание общественности на проблему городского озеленения ⁷, судебных разбирательствах ⁸, что свидетельствует об острой необходимости в решении данного вопроса и подтверждает его актуальность на сегодняшний день.

Анализ существующих практических подходов к учёту озеленения в оценке качества городской среды

Одним из самых используемых в России инструментов для оценки качества городской среды на сегодняшний момент является «Индекс качества городской среды», ключевым разработчиком которого является КБ «Стрелка». Индексирование проводилось с 2018 года и на 2024 год охватывало 1116 городов ⁹. Его результаты представляют общую сравнительную картину качества городской среды на уровне государства, что позволяет выявлять и акцентировать внимание на тех городах, которые в первую очередь требуют изменений. В методике формирования индекса качества городской среды озеленённые пространства выделены в один из типов пространства и оцениваются в отрыве от остальной городской среды. Наличие зелёных насаждений не учитывается как критерий оценки качества для других городских пространств. Озеленение не является индикатором для оценки критерия «Экологичность и здоровье», хотя можно наблюдать прямую

⁴ СП 42.13330.2016. Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* (утв. Приказом Минстроя России от 30.12.2016 N 1034/пр) (ред. от 19.12.2019).

⁵ Закон Санкт-Петербурга от 28.06.2010 N 396-88 «О зеленых насаждениях в Санкт-Петербурге». (Принят Законодательным Собранием Санкт-Петербурга 23 июня 2010 года).

⁶ Петербуржцы просят не рекультивировать Яблоновский сад. URL: <https://www.ntv.ru/novosti/2796502/?ysclid=lqqu6n669q788214310> (дата обращения: 12.11.2023).

⁷ Зелёная коалиция Петербурга. URL: <https://vk.com/greencospb?ysclid=lqqu1gqppb299143350> (дата обращения: 05.10.2023).

⁸ ЗакС Петербурга согласился вывести Шуваловский лес из зоны застройки. URL: <https://78.ru/news/2023-12-13/zaks-peterburga-soglasilsya-vivesti-shuvalovskii-les-iz-zoni-zastroiki> (дата обращения: 15.12.2023).

⁹ Индекс качества городской среды. Методика. URL: <https://индекс-городов.рф/#/methodology> (дата обращения: 05.10.2025).

взаимосвязь [1]. Методика расчёта индикаторов является укрупнённой, в оценке не рассматриваются функциональные особенности озеленения, влияющие на микроклимат в городской среде, поэтому не всегда можно достоверно судить о качестве городской среды в конкретных местах.

Помимо официальных средств оценки качества среды существуют отдельные частные сервисы, использующие свои расчёты. Одним из таких сервисов является интерактивная городская карта «Карта гулябельности Санкт-Петербурга»¹⁰, разработанная командой «Геосемантика» в 2021 году. Эта карта показывает степень комфортности городской среды для пешеходов на основе нескольких факторов: плотность и высотность застройки (чем ниже высота окружающей застройки, тем человек чувствует себя комфортнее), уровень шумового загрязнения от транспорта, а также близость видимого озеленения. Карта оформлена с использованием градиентной заливки от зелёного (тихие комфортные места) к красному (шумные некомфортные места). Описанный сервис очень нагляден и интуитивно понятен пользователю, однако информация редко обновляется. Разработка велась с привязкой к географическим координатам, поэтому, помимо информации для обычных жителей и туристов, он может быть полезен в качестве информационного аналитического сервиса для архитекторов и проектировщиков.

Также существуют инвентаризационные карты деревьев в разных крупных городах мира, которые также могут служить для оценки качества среды. Одной из самых первых и полных является карта деревьев Нью-Йорка¹¹, которая составляется волонтерами с 2015 года. Все деревья, а их более 860 000, имеют идентификационный номер, размер круга соответствует диаметру кроны, а цвет – породе дерева. Помимо общей информации о дереве, есть дополнительная информация о вкладе дерева в управление ливневыми водами, энергосбережение или фильтрацию загрязняющих веществ. Таким образом, есть возможность наглядно оценить экологический вклад зелёной городской инфраструктуры. Карта постоянно пополняется информацией за счёт открытого доступа для пользователей. Производится постоянный мониторинг и обновление также за счёт доступности для заинтересованных людей, которые имеют возможность сообщать об изменениях.

В Санкт-Петербурге в 2018 году был запущен аналогичный проект – интерактивная карта городских деревьев¹². Это проект, созданный по инициативе сообщества «Деревья Петербурга», где любой житель города или организация могут добавлять городские деревья на карту, вносить параметры, прикреплять фотографии. Деревья наносятся кружочками, где радиус соотносится с диаметром ствола, а цвет – с породой. На текущий момент процент заполнения не очень высокий, что говорит о низкой вовлеченности граждан в процесс или отсутствии нужного информирования. При большом количестве сведений она сможет служить средством мониторинга состояния городских деревьев, эффективного планирования посадок, а также подсчёта экологического вклада деревьев в общегородской климат.

Описанные выше практические подходы к учёту озеленения в оценке качества городской среды либо дают обобщённую информацию в масштабах всего города (Индекс качества городской среды, Карта гулябельности), либо являются очень локальными (карты деревьев), но при этом не интерпретируются для формирования самой оценки качества и не тиражируются ввиду отсутствия общей методики учёта зелёных насаждений.

¹⁰ New York City Tree Map. URL: <https://tree-map.nycgovparks.org/tree-map> (дата обращения: 10.09.2024).

¹¹ Карта гулябельности Санкт-Петербурга. URL: <https://walkability.ru/?ysclid=mhtb05qqfb493986094> (дата обращения: 05.10.2025).

¹² Карта городских деревьев. URL: <https://urbantrees.gisbis.org> (дата обращения: 18.11.2024).

Структура метода оценки качества городской среды на основании параметров озеленения

В качестве решения проблемы отсутствия локального учёта озеленения в оценке качества городской среды предлагается использовать разработанный авторами статьи метод оценки качества городской среды на основании параметров озеленения. В основе метода лежит включение в оценку неучтённых характеристик озеленения (тип, породный состав, ярусность, геометрические габариты растения). Основная цель включения указанных параметров – необходимость в акцентировании внимания на том, как состав зелёных насаждений способен повлиять на качество городской среды, а также грамотная и полная оценка её качества с учётом характера озеленения. В случае недостаточного объёма озеленения или его скудного породного состава и ярусности есть возможность выявить участки территории, требующие внимания, и составить рекомендации по повышению качества среды на них. Результаты метода позволят сравнить фактический уровень озеленения и нормативные параметры по озеленению выбранной территории для оценки соответствия его объёмов и качества получаемой городской среды.

Алгоритм разработанного метода состоит из 5 основных этапов, разделённых на подэтапы (рис. 1).



Рис. 1. Блок-схема «Метод оценки качества городской среды на основании параметров озеленения» с выделением основных этапов алгоритма

На первом этапе происходит определение границ территории исследования в формате замкнутого полигона в формате GeoJSON¹³ (рис. 2). Для демонстрации работы метода на реальных данных был выбран жилой микрорайон советского периода застройки в Приморском районе, ограниченный Богатырским и Коломяжским проспектами, Серебристым бульваром и проспектом Испытателей. По центру участка расположены детские сады и школы со своими огороженными участками. Застройка строчная, этажность от 9 до 25 этажей. На территории в основном располагаются панельные многоквартирные дома, также присутствуют несколько кирпично-монолитных зданий. Озеленение территории представлено высокими возрастными лиственными деревьями и крупными кустарниками во дворе.

На втором этапе из открытых источников OSM¹⁴ собираются данные по зданиям (building=*)¹⁵, а также по городским объектам с негативным воздействием, выходящим за границы территории (дороги, парковки, строительные площадки, промышленные

¹³ GeoJSON – это открытый формат представления географических структур данных, который отображает простые географические объекты и их непространственные атрибуты.

¹⁴ OSM (OpenStreetMap) – это некоммерческий веб-картографический проект по созданию заинтересованными пользователями Интернета подробной бесплатной географической карты мира.

¹⁵ building=* – это ключ (tag) для получения информации о всех типах объектов зданий на карте OSM.

территории, площадки сбора мусора, железные дороги, площади, водоёмы и реки, здания, трансформаторные подстанции).



Рис. 2. Этап 1. Выбор и обозначение границ территории для демонстрации работы метода

Важнейшей частью сведений для работы метода является информация об озеленении (оказывает позитивное воздействие на окружающую среду) на территории, часть которой выгружается из базы данных OSM. Поскольку информация о зелёных насаждениях в открытых источниках неполная, дополнительно собирается уточняющая информация: добавляются точечные объекты деревьев/крупных кустарников, полигональные объекты массивов деревьев/кустарников/трав/газонов. Собранная информация обрабатывается с добавлением атрибутивных полей с выявленными характеристиками озеленения (тип, ярус, высота, размер). На момент разработки метода официальные данные по зелёным насаждениям на выбранный участок территории отсутствовали. В связи с этим были проведены натурные обследования для сбора минимальной необходимой информации для проверки работы метода (тип, ярус, примерные габариты). Полученные данные были нанесены на схему территории с примерной географической привязкой.

При наличии доступа основным источником информации о зелёных насаждениях должны послужить инвентаризационные планы территории, дендрологические планы, посадочные схемы от проектных организаций с указанием породного состава, выполненные специалистами в области дендрологии. На сегодняшний день на государственном уровне идут обсуждения о создании цифровой системы мониторинга и учёта городских зелёных насаждений¹⁶, что позволит в будущем использовать обработанные данные для более точной и быстрой оценки качества среды с помощью представленного метода.

В результате формируется единый файл информационной модели местности с вышеописанными слоями (рис. 3).

Третий этап предназначен для оценки негативного и позитивного воздействия на территорию. Для объектов негативного воздействия, собранных на этапе 2, необходимо обозначить факторы оказываемого негативного влияния с точки зрения изменений микроклиматических условий на территории. Ввиду сложности точного подсчёта того или иного воздействия принято решение использовать условные показатели. В данном случае предлагается производить оценку упрощённым способом, отмечая те или иные объекты, которые оказывают негативное влияние (табл. 1).

¹⁶ Экотон «Зелёный код Москвы». URL: <https://www.mos.ru/news/item/144181073/?ysclid=mlaypgqp8a878595868> (дата обращения: 06.02.2025).

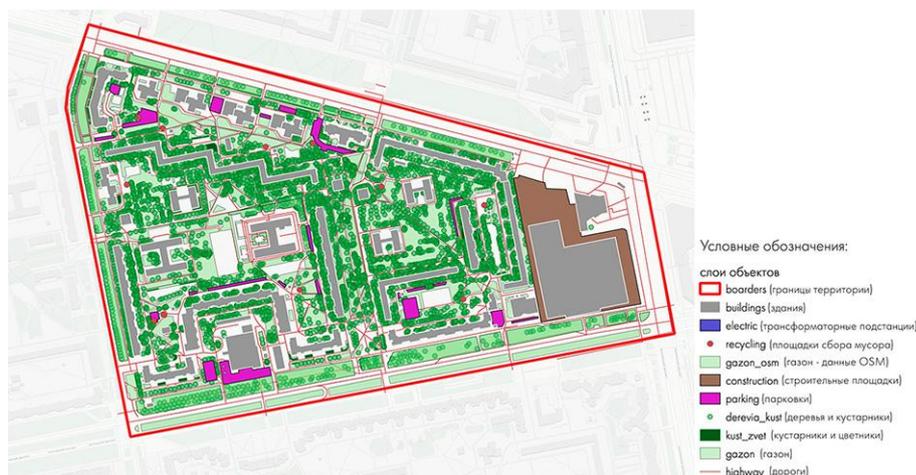


Рис. 3. Этап 2. Общая информационная модель местности

Таблица 1. Присвоение значений атрибутов негативного воздействия в зависимости от типа объекта

№ п/п	Наименование типа объекта	Факторы негативного воздействия на городскую среду *					
		Шум Noise	Тень Shadow	Ветер Wind	Масштаб Scale**	Пыль Dust	CO ₂
1	2	3	4	5	6	7	8
1	дороги	-1/-2	0	-1/-2	0	-1/-2	-1/-2
2	парковки	-1	0	-1	0	-1	-1
3	строительные площадки	-1	0	0	0	-1	0
4	промышленные территории	-1	0	0	-1	0	-1
5	площадки сбора мусора	-1	0	0	0	-1	0
6	железные дороги	-2	0	-2	0	-1	0
7	площади	-1	-1	-1	0	0	0
8	водоёмы	-1	-1	-1	0	0	0
9	реки						
10	здания	0	0	0	-1	0	0
11	трансформаторные подстанции	-1	0	0	0	0	-1

* -2 – значительное воздействие, -1 – минимальное воздействие, 0 – отсутствует или незначительно.

** Масштаб/Scale – под указанным параметром подразумевается психологическое воздействие, оказываемое на человека при наличии несомасштабных объектов (высокие здания, длинные заборы) [12].

Отображение негативного воздействия на территории производится путём построения буферных полигонов влияния на окружающую среду (табл. 2) с присвоением атрибута оценки по шкале от 0 (отсутствует) до -2 (присутствует) (рис. 4). При назначении размеров буферных полигонов использовались существующие методы оценки¹⁷ и нормативные документы, устанавливающие границы санитарно-защитных зон¹⁸.

¹⁷ Global Noise Pollution Map. URL: <https://lukasmartinelli.ch/gis/2016/04/03/openstreetmap-noise-pollution-map.html> (дата обращения: 12.12.2024).

¹⁸ Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 25.09.2007 № 74 (ред. от 25.04.2014) «О введении в действие новой редакции санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (зарегистрировано в Минюсте России 25.01.2008 № 10995).

Таблица 2. Размер буферных полигонов для объектов негативного воздействия

№ п/п	Наименование типа объекта	Размер буферного полигона, м	Примечание
1	2	3	4
1	улицы	160/80/35/ 220/190/80	по аналогии с методом Лукаса Мартинелли для Global Noise Pollution Map
2	проезды дворовые	15	
3	железные дороги	100	–
4	открытые территории (площади, водоёмы, реки)	10	–
5	здания	15	–
6	открытые парковки и стоянки для автомобилей, гаражи	25	согласно постановлению N74 (ред. от 25.04.2014)
7	промышленные зоны (заводы и т.п.)	100	по аналогии с методом Лукаса Мартинелли
8	трансформаторные подстанции	10	
9	площадки для сбора мусора	10	согласно постановлению N74 (ред. от 25.04.2014)
10	территория стройки (стройплощадка)	25	

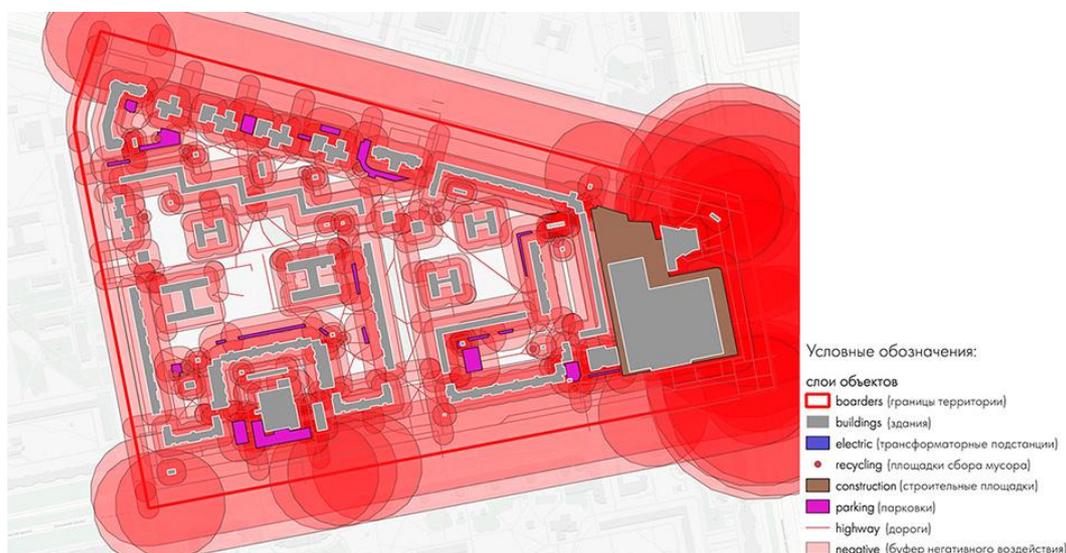


Рис. 4. Этап 3. Подэтап 1. Оценка негативного воздействия

Различные типы зелёных насаждений оказывают определенное воздействие на микроклимат и способны минимизировать негативные факторы городской среды [8]. Анализ позитивного влияния существующего на территории озеленения производится с учётом его способности улучшать микроклиматические качества окружающей среды (поглощать шум, создавать тень, уменьшать ветровые потоки, формировать среду, сомасштабную человеку, улавливать пыль, поглощать углекислый газ). Основными критериями присвоения значений выступили типы зелёных насаждений, их габариты (чем выше растение и больше его размах, тем больше значение), а также ярусы (верхний и средний ярусы имеют значения 1-2 в зависимости от негативного фактора, нижний ярус значения 1-0) (табл. 3).

Следующим шагом алгоритма метода оценки качества городской среды на основании параметров озеленения после присвоения значений позитивного влияния объектам озеленения является построение буферных полигонов (рис. 5).

Таблица 3. Присвоение значений атрибутов позитивного воздействия в зависимости от типа объекта

№ п/п	Наименование типа	Значения позитивного влияния, оказываемого на негативные факторы городской среды*					
		Шум Noise	Тень Shadow	Ветер Wind	Масштаб Scale**	Пыль Dust	CO ₂ ***
1	2	3	4	5	6	7	8
1	лиственные деревья	2	2	2	2	2	2
2	хвойные деревья	2	1	1	2	2	1
3	лиственные кустарники	1	1	1	1	2	2
4	хвойные кустарники	1	1	1	1	2	2
5	многолетние травы	0	0	0	1	1	1
6	газон	0	0	0	0	1	1

*2 – влияет значительно, 1 – влияет минимально, 0 – не влияет или влияет незначительно.

** Масштаб/Scale – под указанным параметром подразумевается способность озеленения создавать среду, сомасштабную человеку, таким образом снижая давление от плотной городской застройки [13, 14].

*** В случае добавления информации о возрасте зелёных насаждений коэффициент может быть пересчитан с учётом того, что у разновозрастных растений уровень поглощения углекислого газа варьируется.



Рис. 5. Этап 3. Подэтап 2. Оценка позитивного воздействия

На текущий момент в научных исследованиях не было обнаружено готового решения для расчёта радиуса влияния того или иного растения на окружающую среду. В связи с этим в рамках разработки нового метода был предложен расчёт, основанный на привязке к габаритам растения и к ярусу озеленения через соответствующие коэффициенты (табл. 4). Для вычисления размера буферного полигона точечного элемента озеленения (дерева или отдельного кустарника) в расчёт берётся примерный радиус кроны или куста R. Размер буферного полигона определяется по формуле 1.1:

$$V_{\text{озел.}} = R \times k, (1.1)$$

где $V_{\text{озел.}}$ – диаметр буфера позитивного воздействия на окружающую среду; R – диаметр кроны дерева или куста; k – коэффициент влияния (принимается в зависимости от яруса в диапазоне от 1 до 4) (табл. 4).

Таблица 4. Коэффициенты влияния для расчёта буферного полигона

Параметр, от которого зависит коэффициент	Значение параметра	Значение* коэффициента k для точечных объектов	Значение* коэффициента k для полигональных объектов
Ярус	1	4	–
	2	3	2
	3	–	1,5
	4	–	–

* В основе присвоения коэффициентов лежит выдвинутая в рамках описанной работы гипотеза о том, что чем выше ярус растения, тем больше будет его воздействие на окружающую среду и, соответственно, больше значение буферного полигона. В связи с этим нижний четвёртый ярус лишен такого значения и не обладает позитивным буфером, а лишь воздействует непосредственно в месте своего расположения.

Для вычисления размера буферного полигона полигонального элемента озеленения (группы кустарников или цветника) в расчёт берётся примерная высота Н кустарников или цветника. Размер буферного полигона определяется по формуле 1.2:

$$V_{\text{озел.}} = H \times k, \tag{1.2}$$

где $V_{\text{озел.}}$ – диаметр буфера позитивного воздействия на окружающую среду; Н – высота кустарников или цветника; k – коэффициент влияния (принимается в зависимости от яруса согласно табл. 3).

Общие показатели по факторам воздействия (Noise, Shadow, Wind, Scale, Dust, CO2) вычисляются методом агрегации значений по всем перечисленным факторам воздействия с присвоением в качестве атрибутов точки слоя «Сетка» (рис. 6). Для расчёта общих значений показателей воздействия на городскую среду используется следующая формула (1.3):

$$F_j = \sum_{i=1}^n f_i, \tag{1.3}$$

где F – общее значение фактора воздействия в точке (диапазон значений зависит от количества объектов, оказывающих воздействие в конкретной точке); f_i – значение конкретного параметра буферного полигона; j – фактор воздействия, i – номер точки, в которой производится оценка.

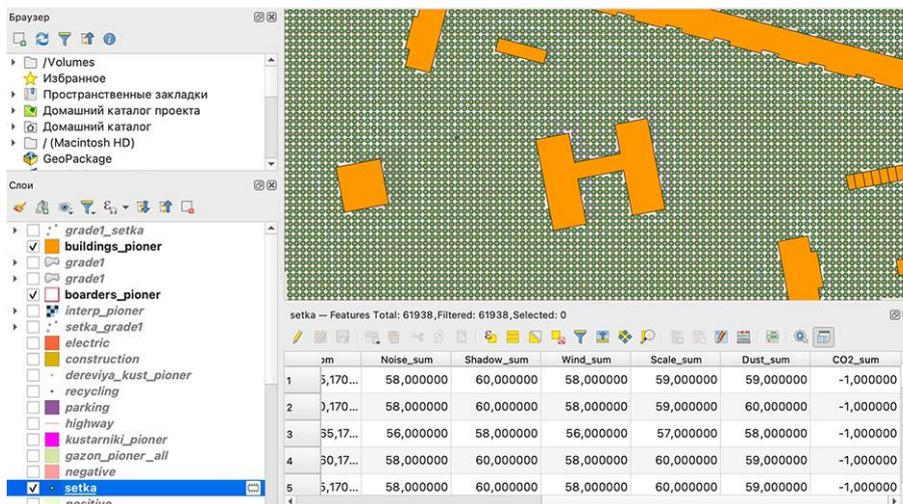


Рис. 6. Этап 3. Подэтап 3. Вычисление общих показателей по факторам воздействия в программе QGIS

На четвёртом этапе вычисляются оценки качественных показателей (GRADE) путём суммирования показателей факторов воздействия для отдельных точек на территории согласно формуле (1.4):

$$W = \sum_{j=1}^n F_j, \quad (1.4)$$

где W – итоговое значение индекса качества среды в точке; F_j – общее значение конкретного фактора воздействия в точке; j – фактор воздействия.

В качестве сценариев для демонстрации работы метода рассчитываются три оценки с последующим сравнением между собой.

Показатель GRADE1 (W_1) – это оценка существующего положения с учётом имеющегося древесно-кустарникового состава озеленения.

Показатель GRADE2 (W_2) наглядно демонстрирует минимальную эффективность одноярусного газонного озеленения при создании микроклиматического комфорта на территории; в расчёт принимается только четвёртый ярус озеленения – газон.

Показатель GRADE3 (W_3) производится с учётом восполнения озеленения на участках с низкими отметками, выявленными при расчёте существующего положения. Оценка GRADE3 (W_3) служит для демонстрации потенциала принятия дополнительных мер по озеленению для повышения качества городской среды.

На пятом этапе демонстрируются результаты и их интерпретация. На основании полученных на четвёртом этапе значений производится интерполяция методом обратновзвешенного расстояния. В результате получается растровый слой, покрывающий всю выбранную городскую территорию, обозначенную границами на первом этапе (рис. 7).

Полученное растровое изображение проходит переклассификацию. Основная задача этой переклассификации – разбить значения растровых полигонов на группы отрицательных и положительных чисел, при этом интервалы шкалы, близкие к нулю, имеют меньший шаг, так как в них попадает большее количество величин. После переклассификации растрового слоя производится векторизация. Формируются векторные слои с полигонами в геоинформационной системе, каждый из которых содержит значение качества городской среды на выбранном участке исследования.

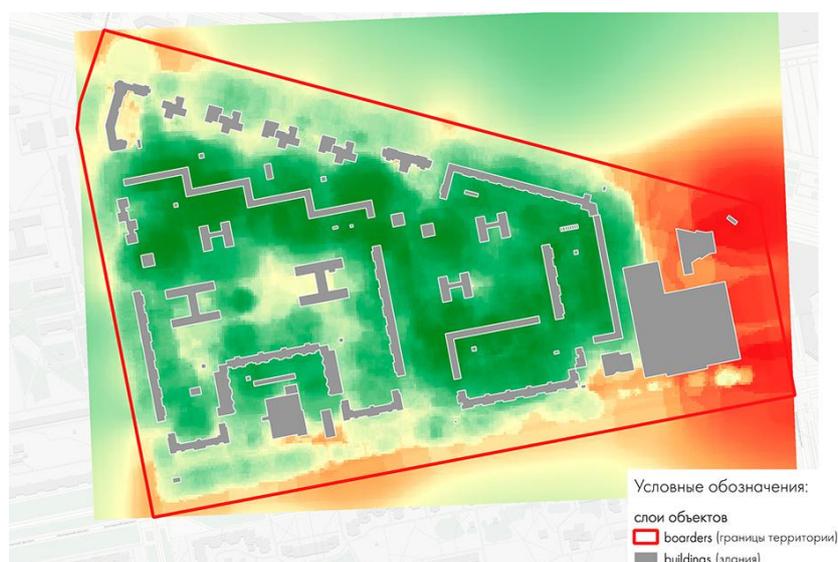


Рис. 7. Этап 5. Единое растровое изображение после интерполяции

Результаты работы метода и их интерпретация

Результаты применения метода представляются в виде цветных изображений (рис. 8), состоящих из набора окрашенных векторных полигонов, покрывающих весь участок выбранной территории исследования, с цветовым диапазоном, отображающим качественные показатели оценки качества городской среды на основании параметров озеленения.

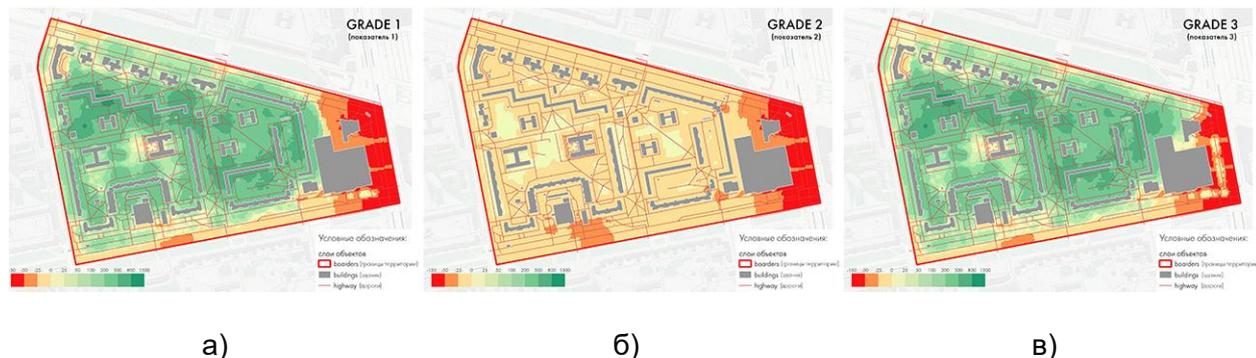


Рис. 8. Этап 5. Итоговые показатели оценки качества городской среды на основании параметров озеленения: а) GRADE1, б) GRADE2, в) GRADE3

Интерпретация полученных значений выглядит следующим образом:

- 1) отрицательные значения (красные оттенки) – городская среда с низким качеством, требующая мероприятий по её улучшению;
- 2) положительные значения от 0 до 25 (жёлтые оттенки) – городская среда с компенсацией всех негативных воздействий; мероприятия по улучшению приветствуются, но не являются обязательными;
- 3) положительные значения свыше 25 (зелёные оттенки) – городская среда с высоким уровнем качества; требуется мониторинг состояния и поддержание уровня.

Заключение

Результатом работы является новый метод, в расчётах которого используются параметры озеленения (тип, ярус, габариты зелёных насаждений). Это позволяет оценивать качество городской среды с учётом их влияния на микроклиматические условия, что отличает представленный метод от существующих подходов к учёту озеленения при оценке качества городской среды. В ходе апробации метода выяснилось, что большая часть необходимой информации по составу зелёных насаждений в городской среде на существующий момент отсутствует в цифровом виде в открытых источниках и требует ручной оцифровки. Оценка города в целом будет возможна после проведения цифровой инвентаризации городских зелёных насаждений, что даст возможность добавить дополнительные параметры для оценивания: породный состав, и позволит выделить аллергенные породы деревьев, кустарников и трав, учесть возраст деревьев путём назначения весовых коэффициентов в расчёте позитивного влияния.

Демонстрация метода наглядно показала, что наличие древесно-кустарниковой растительности в оценке обеспеченности зелёными насаждениями имеет важное значение и требует учёта при оценке. Зелёные насаждения являются важной экологической составляющей городской среды, и новый метод позволяет выявить места, где озеленение стоит использовать в качестве инструмента для улучшения её качества. Результаты исследования имеют прикладное значение для градостроительного проектирования и расчётов Индекса качества городской среды. Внедрение предложенного метода позволит усовершенствовать оценку качества городской среды и озеленённых пространств, улучшить микроклиматические условия на конкретных территориях, а также будет способствовать устойчивому развитию городов.

Источники иллюстраций

Рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8а, 8б, 8в. Выполнены авторами статьи.

Список источников

1. Городков А.В. Ландшафтно-средозащитное озеленение и его влияние на экологическое состояние крупных городов Центральной России: автореферат дис. доктора сельскохозяйств. наук: 03.00.16. Санкт-Петербург, Брянск, 2000. 36 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_000265301/ (дата обращения: 28.12.2025).
2. Анисимова С.В. Пылеочищающая роль зеленых насаждений в городе / С.В. Анисимова, Н.В. Дмитренко, А.Н. Ведмидь // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2010. № 48. С. 150-154. EDN: MVOVSN
3. Махонин Е.В. Экологическая роль зеленых насаждений в защите окружающей среды от воздействия стрессовых факторов города (на примере г. Орла): автореферат дис. канд. биол. наук: 03.00.16. Брянск, 2006. 24 с. URL: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1097305/ (дата обращения: 28.12.2025).
4. Дубино А.М. Многоуровневый подход к формированию воднозеленого каркаса города с применением водосберегающих технологий // Architecture and Modern Information Technologies. 2025. №2(71). С. 232-248. URL: https://marhi.ru/AMIT/2025/2kvart25/PDF/14_dubino.pdf (дата обращения: 28.12.2025). DOI: 10.24412/1998-4839-2025-2-232-248 EDN: QOAOGO
5. Шемякина В.А. Территории жилой застройки. Современная зарубежная западноевропейская концепция «здоровый город» / В.А. Шемякина, М.Д. Рогазинская // Architecture and Modern Information Technologies. 2022. №1(58). С. 195-211. URL: https://marhi.ru/AMIT/2022/1kvart22/PDF/13_shemjakina.pdf (дата обращения: 30.12.2025). DOI: 10.24412/1998-4839-2022-1-195-211
6. Шубенков М.В. Концепция устойчивого развития урбанизированных территорий // Architecture and Modern Information Technologies. 2023. №4(65). С. 169-179. URL: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/12_shubenkov.pdf (дата обращения: 30.12.2025). DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-X169-179
7. Климанова О.А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития / О.А. Климанова, Е.Ю. Колбовский, О.А. Илларионова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2018. Т. 63. Вып. 2. С. 127-146. URL: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2018.201> (дата обращения: 29.12.2025).
8. Hashemi F., Poerschke U., Iulo L., Chi G. Urban Microclimate, Outdoor Thermal Comfort, and Socio-Economic Mapping: A Case Study of Philadelphia, PA, 2023. №13. С. 1-19. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings13041040> (дата обращения: 04.12.2024). DOI: 10.3390/buildings13041040
9. Ревич Б.А. Значение зеленых пространств для защиты здоровья населения городов // Анализ риска здоровью. 2023. № 2. С. 168-185. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.17
10. Finlay J. Franke T., McKay H., Sims-Gould J. Thea Franke and Heather McKay et al. Therapeutic landscapes and wellbeing in later life: Impacts of blue and green spaces for older adults // Health Place. 2015. Vol. 34. URL: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.05.001> DOI: 10.1016/j.healthplace.2015.05.001 (дата обращения: 17.11.2024).

11. Vries S., Dillen S.M.E., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. Groenewegen et al. Streetscape greenery and health: stress, social cohesion and physical activity as mediators // *Social Science & Medicine*. 2013. URL: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.06.030> (дата обращения: 10.11.2024). DOI: 10.1016/j.socscimed.2013.06.030
12. Эллард К. «Среда обитания: как архитектура влияет на наше поведение и самочувствие». Москва: «Альпина Паблишер», 2018. 288 с.
13. Гейл Я. Города для людей. Москва: «Крост», 2010. 276 с.
14. Нефедов В.А. Городской ландшафтный дизайн. Санкт-Петербург: «Любавич», 2012. 320 с.

References

1. Gorodkov A.V. *Landshaftno-sredozashchitnoe ozelenenie i ego vliyanie na ekologicheskoe sostoyanie krupnyh gorodov Central'noj Rossii (avtoref. dok. dis.)* [Landscape and environmental protection greening and its impact on the environmental state of large cities in Central Russia (Doc. Dis. Thesis)]. Sankt-Peterburg, Bryansk, 2000, 36 p. Available at: https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_000265301/
2. Anisimova S., Dmitrenko N., Vedmid' A. Dust-purifying role of urban green planting. *Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Highway University*, 2010, no. 48, pp. 150-154.
3. Mahonin E.V. *Ekologicheskaya rol' zelenyh nasazhdenij v zashchite okruzhayushchej sredy ot vozdeystviya stressovyh faktorov goroda (na primere g. Orla) (avtoref. kand. dis.)* [The ecological role of green spaces in protecting the environment from the impact of urban stress factors (using the city of Orel as an example) (Cand. Dis. Thesis)]. Bryansk, 2006, 24 p. Available at: https://rusneb.ru/catalog/000200_000018_RU_NLR_bibl_1097305/
4. Dubino A.M. A multilevel approach to planning an urban blue-green framework using water-saving technologies. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2025, no. 2(71), pp. 232-248. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2025/2kvart25/PDF/14_dubino.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2025-2-232-248 EDN: QOAOGO
5. Shemyakina V.A., Rogazinskaya M.D. Territories of residential areas. Modern foreign concept of «healthy city». *Architecture and Modern Information Technologies*, 2022, no. 1(58), pp. 195-211. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2022/1kvart22/PDF/13_shemjakina.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2022-1-195-211
6. Shubenkov M.V. The concept of sustainable development of urbanized territories. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2023, no.4(65), pp. 169-179. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2023/4kvart23/PDF/12_shubenkov.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2023-4-169-179
7. Klimanova O.A., Kolbowsky E.Yu., Illarionova O.A. The ecological framework of Russian major cities: spatial structure, territorial planning and main problems of development. *Vestnik of Saint Petersburg University. Earth Sciences*, 2018, vol. 63, issue 2, pp. 127-146. Available at: <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2018.201>
8. Hashemi F., Poerschke U., Lulo L., Chi G. Urban Microclimate, Outdoor Thermal Comfort, and Socio-Economic Mapping: A Case Study of Philadelphia, PA, 2023, no.13, pp. 1-19. URL: <https://doi.org/10.3390/buildings13041040> DOI: 10.3390/buildings13041040
9. Revich B.A. The significance of green spaces for protecting health of urban population. *Health Risk Analysis*, 2023, no. 2, pp. 168-185. DOI: 10.21668/health.risk/2023.2.17

10. Finlay J. Franke T., McKay H., Sims-Gould J. Thea Franke and Heather McKay et al. Therapeutic landscapes and wellbeing in later life: Impacts of blue and green spaces for older adults. *Health Place*, 2015, vol. 34. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.05.001> DOI: 10.1016/j.healthplace.2015.05.001
11. Vries S., Dillen S.M.E., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P. Groenewegen et al. Streetscape greenery and health: stress, social cohesion and physical activity as mediators. *Social Science & Medicine*. 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.06.030> DOI: 10.1016/j.socscimed.2013.06.030
12. Ellard C. *Sreda obitaniya: kak arkhitektura vliyayet na nashe povedeniye i samochuvstviye* [Places of the Heart: The Psychogeography of Everyday Life]. Moscow, Alpina Publisher, 2018, 288 p.
13. Gehl J. *Goroda dlya lyudey* [Cities for People]. Moscow, Krost, 2010, 276 p.
14. Nefedov V.A. *Gorodskoy landshaftnyy dizayn* [Urban landscape design]. St. Petersburg, Lyubavich, 2012, 320 p.

ОБ АВТОРАХ

Куталия Елена Игоревна

Магистр градостроительства, Научно-исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

lenchik_m21.11@mail.ru

Митягин Сергей Александрович

Кандидат технических наук, директор Института Дизайна и урбанистики, Научно-исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

mityagin@itmo.ru

ABOUT THE AUTHORS

Kutaliia Elena I.

Master of Urban Planning, ITMO University, Saint Petersburg, Russia

lenchik_m21.11@mail.ru

Mityagin Sergey A.

PhD in Engineering Sciences, Director of the Institute of Design and Urban Studies, ITMO University, Saint Petersburg, Russia

mityagin@itmo.ru