

УДК 528.88

DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-223-240

## Оценка качества городской среды с применением геоинформационных систем на примере Московского микрорайона города Краснодара

<sup>1,2</sup> Липилин Д.А., <sup>2</sup> Евтушенко Д.Д.

<sup>1</sup> Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина,  
Россия, 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

<sup>2</sup> Кубанский государственный университет,  
Россия, 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149  
E-mail: LipiLin\_dmitrii@mail.ru; metall26russ@gmail.com

**Аннотация.** В исследовании приводится опыт расчета индекса качества городской среды с применением географических информационных систем (ГИС), а также создание картосхем индикаторов качества городской среды и картосхемы шумового загрязнения, на примере нового микрорайона города Краснодара. Описаны источники исходных данных и методы сбора информации. Для района исследования отобраны индикаторы качества городской среды. На основе анализа нормативных документов разработана и адаптирована методика расчета индекса качества городской среды и создания картосхем индикаторов, а также шкала оценки индекса, основанная на применении геоинформационных технологий. Выполнены сбор исходных данных, рассчитаны индикаторы и индекс качества городской среды, созданы картосхемы некоторых индикаторов и картосхема шумового загрязнения района исследования. Оценка ряда индикаторов, рассчитанных по разработанной методике, оказалась на низком уровне, за счет чего общий балл индекса качества городской среды составил больше половины от максимального значения, что соответствует благоприятному уровню городской среды.

**Ключевые слова:** геоинформационные системы, ГИС, пространственное моделирование, городская среда, качество городской среды, индекс качества, индикаторы качества, шумовое загрязнение, Краснодар

**Для цитирования:** Липилин Д.А., Евтушенко Д.Д. 2022. Оценка качества городской среды с применением геоинформационных систем на примере Московского микрорайона города Краснодара. Региональные геосистемы, 46(2): 223–240. DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-223-240

---

## Assessment of the Quality of the Urban Environment Using Geographic Information Systems on the Example of the Moscow District of Krasnodar

<sup>1,2</sup> Dmitry A. Lipilin, <sup>2</sup> Denis D. Evtushenko

<sup>1</sup> Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin,  
13 Kalinina St, Krasnodar, 350044, Russia

<sup>2</sup> Kuban State University,  
149 Stavropolskaya St, Krasnodar, 350040, Russia  
E-mail: LipiLin\_dmitrii@mail.ru, metall26russ@gmail.com

**Abstract.** The study presents the experience of calculating the urban environment quality index using geographic information systems (GIS), as well as creating map scheme of urban environment quality indicators and noise pollution map schemes, using the example of a new district of Krasnodar. The sources of initial data and methods for collecting information are described. For the study area, indicators



of the quality of the urban environment were selected. Based on the analysis of regulatory documents, a methodology for calculating the urban environment quality index and creating indicator map schemes, as well as an index evaluation scale based on the use of geoinformation technologies, has been developed and adapted. Initial data were collected, indicators and the urban environment quality index were calculated, map schemes of some indicators and a map scheme of noise pollution of the study area were created. The assessment of a number of indicators calculated according to the developed methodology turned out to be at a low level, due to which the overall score of the city quality index was less than half of the maximum value, which corresponds to a favorable urban environment.

**Keywords:** geoinformation systems, GIS, spatial modeling, urban environment, urban environment quality, quality index, quality indicators, noise pollution, Krasnodar

**For citation:** Lipilin D.A., Evtushenko D.D. 2022. Assessment of the Quality of the Urban Environment Using Geographic Information Systems on the Example of the Moscow District of Krasnodar. *Regional geosystems*, 46(2): 223–240 (in Russian). DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-2-223-240

## Введение

В настоящее время создание качественной городской среды становится в число главных государственных программ развития России, таких как «Жилье и городская среда», Федеральный проект «Формирование комфортной городской среды», основная цель которого «сделать города более комфортными для жителей, повысить индекс качества городской среды».

На тему качества городской среды российскими и зарубежными учеными проведено множество исследований, что позволяет считать данную тему актуальной для изучения и дальнейшего совершенствования методов её исследования и улучшения. Так, учёными из Красноярска [Энгельгардт и др., 2018] был проанализирован международный опыт индексирования качества городской среды. Исследователи делают вывод, что «инновационные способы сбора и анализа данных постепенно заменяют устаревшие механизмы управления городом. В отличие от статистических данных, которые успевают устареть к моменту их анализа, «большие данные» могут обрабатываться в режиме реального времени, что повышает качество и скорость принятия решений. Эти технологии способствовали появлению нового феномена – города, управляемые данными» [Энгельгардт и др., 2018, 87 с.].

Исследователями из Воронежа [Епринцев и др., 2020] представлена методика расчета нормализованного вегетационного индекса (NDVI) для урбанизированных территорий, и дан следующий вывод: «Использование показателя NDVI, получаемого на основе космических снимков, целесообразно для идентификации зон природного каркаса урбанизированных территорий, а также водных объектов и степени антропогенной нагрузки, оказываемой на территорию, и в перспективе данный показатель может быть рекомендован к применению в системе социально-гигиенического мониторинга».

Для оценки качества городской среды существует ряд показателей, самым актуальным из которых в России является индекс качества городской среды, для которого в 2019 г. распоряжением Правительства РФ от 23.03.2019 г. №510-р была утверждена Методика формирования качества городской среды. В данной методике представлен перечень индикаторов для расчета индекса качества городской сред. А показатели используются для формулирования рекомендаций к проектированию городской среды, что способствует ускорить и облегчить выполнение работ муниципальным и государственным учреждениям в проектах по благоустройству территорий.

Опыт расчета показателей комфортности городской среды [Шувалова и др., 2020], тепловых аномалий [Погорелов, Липилин, 2016], а также анализа и оценки растительного покрова города с помощью методов дистанционного зондирования [Погорелов и др.,

2017] представлен в исследованиях Краснодарских ученых, в которых данные собирались также с помощью географических информационных систем.

Множество исследований на тему качества городской среды имеется и у зарубежных учёных. Например, ученым из Люблянского университета Saso Medved [2017] в статье «Городская среда и местный климат» изучено воздействие городской застройки на локальные климатические показатели. А в исследовании «Уровень качества жизни в городе и его мониторинг» ученых из Польши [Wolniak, Jonek-Kowalska, 2020] измерено и проанализировано качество жизни городских жителей, описаны методы, используемые для мониторинга, и сделан вывод, что постоянный мониторинг качества жизни способствует повышению его уровня.

Отдельным показателем, не входящим в перечень индикаторов качества, является шумовое загрязнение города. «Шум является постоянным спутником городского жителя. Организм адаптируется к шуму настолько, что даже сон в условиях шума становится для многих нормой. Однако «платой» за эту адаптацию становится плохое самочувствие, низкая работоспособность, недостаточная усвояемость знаний. Известно, что здоровье и успеваемость учащихся в значительной мере определяются по уровню шумового загрязнения в городе в целом и в учебном заведении в частности» [Ардабацкий, 2017, 1138 с.].

По мнению автора [Ардабацкий, 2017], проблема шумового загрязнения требует своего решения, особенно в крупных городах, также необходимо исследовать влияние шума на организм человека, развивать акустическую экологию. Борьба с шумовым загрязнением должна проводиться на законодательном уровне, включать строительно-планировочные, организационные, технико-технологические, конструкторские и профилактические меры [Атаев и др., 2019; Атаев, Геллер, 2020].

По нашему мнению, шумовое загрязнение является важным фактором, влияющим на качество городской среды, в связи с чем мы считаем необходимым добавить показатель уровня шума, как один из индикаторов индекса качества городской среды, влияющим на общую оценку качества городской среды. В качестве наглядного примера в исследовании создана картосхема шумового загрязнения на объект исследования.

В данном исследовании рассматривается возможность сбора информации для расчета индикаторов качества городской среды из общедоступных источников и порталов открытых пространственных данных. Основной целью является исследование возможности расчета индекса качества городской среды с использованием современных геоинформационных методов на основе открытых данных на примере нового микрорайона г. Краснодар, а именно: изучение открытых источников исходных данных, связанных с геоинформационными технологиями; адаптация методики расчета качества городской среды под геоинформационные средства и под район исследования; создание картосхем по полученным показателям (в т. ч. и картосхемы шумового загрязнения), а также оценка полученных результатов.

### **Объекты и методы исследования**

Для г. Краснодара в 2019 г. согласно методике формирования качества городской среды (от 23.03.2019 г. №510-р) была проведена оценка качества городской среды, по результатам которой индекс качества составил 223 балла<sup>5</sup>, из этого следует, что среда города является благоприятной для проживания большинства населения. Для первичного изучения возможности применения разработанных нами методов расчета индикаторов качества и создания картосхем был выбран новый Московский микрорайон г. Краснодар. Территория микрорайона занимает небольшую площадь города, равную 529 тыс. м<sup>2</sup>, что в первую

---

<sup>5</sup> Индекс качества городской среды – инструмент для оценки качества материальной городской среды и условий её формирования. Электронный ресурс. URL: <https://индекс-городов.рф/#/> (дата обращения 25.09.2021).

очередь дает возможность быстро собрать данные, провести анализ, минимизировав ошибки и погрешности при расчете.

Микрорайон находится в южной части Прикубанского округа. Ограничен ул. Зиповская и Солнечная на юге и севере, Байбакова и Российская на западе и востоке (рис. 1). Имеет прямоугольную форму, вытянут с юга на север. Микрорайон связан с другими районами города транспортными магистралями и развязками на ул. Российская и Московская.

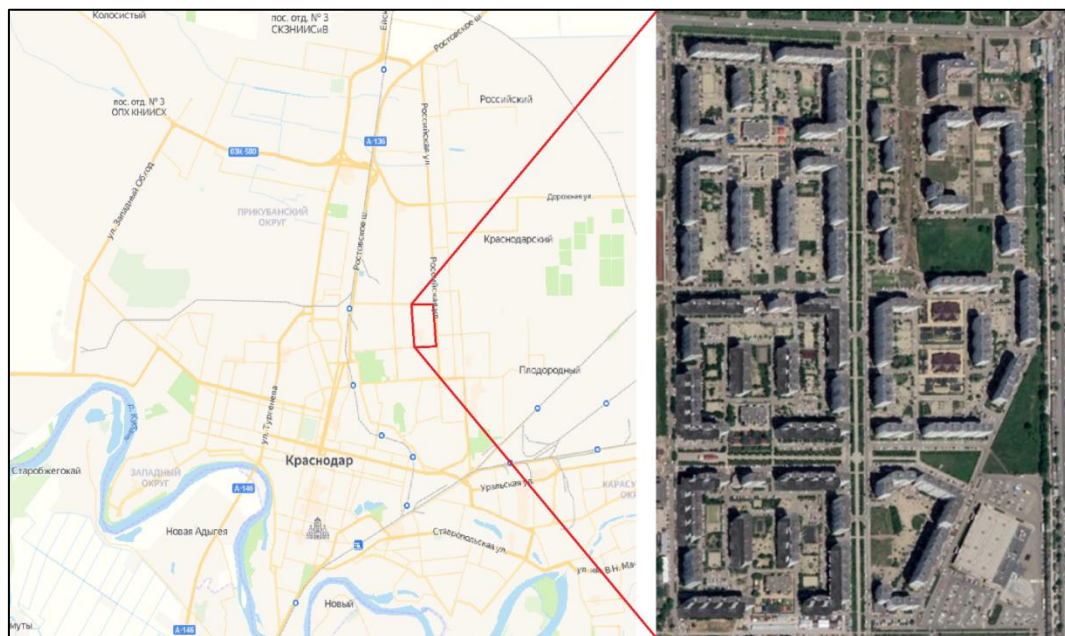


Рис. 1. Московский микрорайон г. Краснодар  
Fig. 1. Moscow microdistrict. Krasnodar city

Московский микрорайон представляет собой типичный пример спального района города, являясь одним из крупнейших жилищных комплексов, который со временем стали выделять в отдельный микрорайон. Он состоит из шести кварталов, которые застроены преимущественно шестнадцатиэтажными панельными типовыми домами эконом-класса, с одно-, двух-, трехкомнатными квартирами улучшенной планировки.

По состоянию на 2021 г. застройка микрорайона Московский полностью завершена. Все жилые дома и здания введены в эксплуатацию. За счет близости к центру жилье востребовано и преимущественно заселено. Исходя из полученных предварительных сведений, район подходит для выполнения поставленных задач и отработки методики исследования.

#### ***Методика расчета индикаторов и получение исходных данных***

В связи с особенностями объекта исследования, его пространственного положения, невозможности получения ряда исходных данных, а также упором на получение исходных данных с помощью современных ГИС технологий, мы считаем необходимым отобрать и обобщить измеряемые индикаторы, представленные в методике формирования индекса качества городской среды (Распоряжение Правительства РФ №510-р от 23.03.2019 г.), а также произвести перерасчет системы оценки индекса методом пропорции и путем исключения баллов убранных индикаторов.

Индикаторы, которые были исключены из исследования по причине отсутствия данных на территорию объекта исследования и иным факторам, представлены в табл. 1.

В табл. 2 представлены исходные данные, источники получения информации и их значения для расчета индикаторов качества городской среды.

Для получения многих исходных данных (см. табл. 2) использовались сервисы, предоставляющие открытый доступ к спутниковым снимкам. Являясь важным источником данных, опыт применения космических снимков нашёл свое отражение в ряде научных исследований [Липилин, 2014; Пенсаков и др., 2016; Gura et al., 2019].

Таблица 1  
Table 1

Исключенные индикаторы  
Excluded indicators

Индикатор	Причина исключения
Доля твердых коммунальных отходов, направленных на обработку и утилизацию, в общем объеме образованных и вывезенных твердых коммунальных отходов	Отсутствие данных на объект исследования
Уровень доступности городской среды для инвалидов и иных маломобильных групп населения	
Состояние зеленых насаждений	Данный индикатор относится к участкам территории с повышенной плотностью биомассы, что не относится к территории исследуемого объекта
Разнообразие услуг в общественно-деловых районах города	Объект исследования является спальным районом города
Уровень развития общественно-деловых районов города	
Доля погибших в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП)	Индикатор будет являться не объективным по причине присутствия смежных районов, население которых также оказывает влияние на данный фактор
Доля сервисов, способствующих повышению комфортности жизни маломобильных групп населения	Отсутствие данных на объект исследования
Доля детей в возрасте 1–6 лет, состоящих на учете для определения в дошкольные образовательные учреждения	
Доля населения, работающего в непромышленном секторе экономики	
Доля граждан в возрасте 14 лет и старше, вовлеченных в принятие решений по вопросам городского развития	
Уровень внешнего оформления городского пространства	
Концентрация объектов культурного наследия	Объект исследования является спальным районом города

Таблица 2  
Table 2

Исходные данные индикаторов качества городской среды  
Initial data of indicators of the quality of the urban environment

Название	Источник данных	Значение индикатора
Общая площадь жилых помещений в многоквартирных домах, признанных аварийными	Минстрой РФ	$S_{ав} = 0$ тыс. м <sup>2</sup>
Общая площадь жилых помещений в многоквартирных домах	ПО «Google Earth»	$S_{общ} = 1056$ тыс. м <sup>2</sup>



Название	Источник данных	Значение индикатора
Общая площадь жилых помещений, оборудованных одновременно водопроводом, водоотведением (канализацией), отоплением, горячим водоснабжением, газом или напольными электрическими плитами	ГИС ЖКХ	$S_{\text{благ}} = 1056$ тыс. м <sup>2</sup>
Количество жилых домов самого распространенного и второго по распространенности типов	Минстрой РФ	$H_a = 65$ ед.
Количество жилых домов всех типов	ПО «Google Earth»	$H = 65$ ед.
Площадь функционально разнообразных участков жилой зоны	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$S_{\text{уфр}} = 93$ тыс. м <sup>2</sup>
Общая площадь жилой зоны	ПО «Google Earth»	$S_{\text{жил}} = 529$ тыс. м <sup>2</sup>
Количество многоквартирных домов в городе, расположенных на земельных участках, в отношении которых осуществлен государственный кадастровый учет	Публичная кадастровая карта	$МДК_{\text{зг}} = 65$ ед.
Общее количество многоквартирных домов	Публичная кадастровая карта	$МДК = 65$ ед.
Протяженность улиц, обеспеченных ливневой канализацией	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$P_o = 13,4$ км
Среднее значение загруженности дорог. Рассчитывается как среднее значение баллов всех улиц в пиковые часы – 8:00 по 16:00 часов по московскому времени (МСК)	Сервис «Яндекс.Карты»	$Me = 7$ баллов
Общая площадь зеленых насаждений, которая используется населением для отдыха, прогулок и развлечений	Сервис «OpenStreetMap»	$S_o = 77$ тыс. м <sup>2</sup>
Площадь всех зеленых насаждений в пределах объекта исследования	ПО «Google Earth»	$S_v = 120$ тыс. м <sup>2</sup>
Площадь территории объекта исследования	ПО «Google Earth»	$S_{\text{гор}} = 1470$ тыс. м <sup>2</sup>
Данные о количестве публикаций с использованием фотографий, сделанных в границах озелененных территорий	Сервисы «Яндекс.Карты» и «Google Maps»	$N = 312$ ед.
Количество сервисов, расположенных в границах озелененных территорий	Сервисы «Яндекс.Карты» и «Google Maps»	$N_s = 10$ ед.
Расчетная численность жителей в радиусе 800 м от границ озелененных территорий общего пользования	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$H_{U800} = 20960$ чел.
Общая численность населения объекта исследования	Минстрой РФ	$H_{\text{гор}} = 28160$ чел.
Общая протяженность освещенных частей улиц	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$P_v = 13,4$ км
Площадь объекта исследования, убираемая механизированным способом	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$S_{\text{мех}} = 65,6$ тыс. км <sup>2</sup>
Количество наземных пешеходных переходов в радиусе 500 м. и суммарная протяженность улично-дорожной сети в радиусе 500 м. от социальных объектов	Сервис «OpenStreetMap»	$N(Z_{U500}) = 24$ ед. $\sum I(Y_{u500}) = 11,2$ км.
Количество объектов (X) и количество типов (G) культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры	Сервисы «Яндекс.Карты», «Google Maps» и «OpenStreetMap»	$X = 43$ ед. $G = 2$ ед.

Название	Источник данных	Значение индикатора
Количество жителей многоквартирных домов, проживающих в радиусе 500 м от ближайшей остановки общественного транспорта	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$H_{МДКУ500} = 15040$ чел.
Численность населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения	Минстрой РФ	$H_{вод} = 28160$ чел.
Количество улиц, наиболее часто отмеченных при публикации фотографий	Сервисы «Яндекс.Карты» и «Google Maps»	$N_{ул(F)} = 1$ ед.
Количество улиц на объекте исследования	Сервис «OpenStreetMap»	$N_{ул} = 7$
Доля населения, проживающего в радиусе 800 метров от спортивных площадок, общей численности населения	ПО «Google Earth», Минстрой РФ	$X_{и800}$

### Расчет отобранных индикаторов качества городской среды

Расчет индикаторов производится по методике, представленной в Распоряжении Правительства РФ от 23.03.2019 г. № 510-р, которая была предварительно адаптирована под объект исследования. Адаптированные формулы и ход подсчета индикаторов качества городской среды представлен в табл. 3.

Таблица 3  
Table 3

### Индикаторы индекса качества городской среды и их расчет Indicators of the urban environment quality index and their calculation

№	Индикатор качества	Формула и расчет индикатора
1	Доля площади многоквартирных домов, признанных аварийными, в общей площади многоквартирных домов	$\frac{S_{ав}}{S_{общ}} \times 100 = \frac{0}{1056} \times 100 = 0\%;$ (1)
2	Доля площади жилых помещений, оборудованных одновременно водопроводом, водоотведением (канализацией), отоплением, горячим водоснабжением, газом или напольными электрическими плитами	$\frac{S_{благ}}{S_{общ}} \times 100 = \frac{1056}{1056} \times 100 = 100\%;$ (2)
3	Разнообразие жилой застройки	$\frac{H-H_a}{H \times 2/3} \times 100 = \frac{65-6_a}{65 \times 2/3} \times 100 = 0\%;$ (3)
4	Разнообразие услуг в жилой зоне	$\frac{S_{уфр}}{S_{жил}} \times 100 = \frac{93}{529} \times 100 = 17,6\%;$ (4)
5	Доля многоквартирных домов, в отношении которых осуществлен государственный кадастровый учет, рассчитывается по формуле	$\frac{МДК_{зп}}{МДК} \times 100 = \frac{65}{65} \times 100 = 100\%;$ (5)
6	Доля общей протяженности улиц, обеспеченных ливневой канализацией (подземными водостоками), в общей протяженности улиц, проездов, набережных	$\frac{P_k}{P_o} \times 100 = \frac{13,4}{13,4} \times 100 = 100\%;$ (6)
7	Загруженность дорог	$Me = 7$
8	Количество улиц с развитой сферой услуг	Считается как количество улиц, не менее 75 процентов протяженности которых имеет плотность объектов торговли и услуг не менее 1 единицы на 100 м, в пределах объекта исследования. Итого: 3 улицы (Российская, Солнечная, Котлярова)



№	Индикатор качества	Формула и расчет индикатора
9	Индекс пешеходной доступности	Определяется путем расчета среднего для каждого дома отношения длины кратчайшего пешеходного маршрута (с учетом инфраструктуры) к длине предельного расстояния (прямая линия) до точек притяжения населения. Итого, индекс пешеходной доступности равен 1,4
10	Доля озелененных территорий общего пользования в общей площади зеленых насаждений	$\frac{S_o}{S_v} \times 100 = \frac{77}{120} \times 100 = 64 \%$ ; (7)
11	Уровень озеленения	$\frac{S_v}{S_{\text{зоп}}} \times 100 = \frac{120}{1470} \times 100 = 8 \%$ ; (8)
12	Привлекательность озелененных территорий	$\frac{N}{S_o} = \frac{312}{77} = 4,1 \text{ ед./тыс. кв. м}$ (9)
13	Разнообразие услуг на озелененных территориях рассчитывается по формуле	$\frac{N_s}{S_o} = \frac{10}{77} = 0,1 \text{ ед./тыс. кв. м}$ (10)
14	Доля населения, имеющего доступ к озелененным территориям общего пользования, в общей численности населения	$\frac{H_{U800}}{H_{\text{зоп}}} \times 100 = \frac{20960}{28160} \times 100 = 74,4 \%$ ; (11)
15	Доля освещенных частей улиц, проездов, набережных в общей протяженности улиц, рассчитывается по формуле	$\frac{P_v}{P_o} \times 100 = \frac{13,4}{13,4} \times 100 = 100 \%$ ; (12)
16	Доля площади города, убираемая механизированным способом, в общей площади города	$\frac{S_{\text{мех}}}{S_{\text{зоп}}} \times 100 = \frac{65,6}{1470} \times 100 = 0,4 \%$ ; (13)
17	Безопасность передвижения вблизи учреждений здравоохранения, образования, культуры и спорта	$\frac{N(Z_{U500})}{\sum I(Y_{u500})} = \frac{24}{11,2} = 2,1 \text{ ед./км}$ ; (14)
18	Разнообразие культурно-досуговой и спортивной инфраструктуры рассчитывается по формуле	$\frac{X \times 100000}{H_{\text{зоп}} \times 128,5 \times G} \times 100 = \frac{43 \times 100000}{28160 \times 128,5 \times 2} \times 100 = 59,4 \%$ (15)
19	Обеспеченность спортивной инфраструктурой	$(\frac{X}{H_{\text{зоп}}} \times 100 + X_{u800}) / 2 = (\frac{43}{28160} \times 100 + 100) / 2 = 50,1 \%$ ; (16)
20	Доступность остановок общественного транспорта	$\frac{H_{\text{МКДУ500}}}{H_{\text{зоп}}} \times 100 = \frac{15040}{28160} \times 100 = 53,7 \%$ ; (17)
21	Доля городского населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, в общей численности городского населения	$\frac{H_{\text{вод}}}{H_{\text{зоп}}} \times 100 = \frac{28160}{28160} \times 100 = 100 \%$ ; (18)
22	Количество центров притяжения для населения	$\frac{N_{\text{ул(F)}}}{N_{\text{ул}}} = \frac{3}{7} = 0,4 \text{ ед.}$ (19)

### **Расчет и оценка индекса качества городской среды**

Согласно утверждённой Правительством РФ методике, индекс качества определяется на основании суммы значений всех индикаторов. Индикаторы оцениваются по шкале от 1 до 10 баллов, где 1 шаг соответствует 1 баллу. 1 балл означает минимальное значение, 10 баллов – максимальное значение.

Опираясь на данную методику, мы произвели адаптацию оценки баллов согласно особенностям района исследования:



- для индикатора позиции 1 (см. табл. 3) значение баллов принимать обратно-пропорциональному значению показателя, деленному на 10;
- для индикаторов, предусмотренных позициями 2, 4, 5, 6, 10, 11, 14, 15, 16, 18, 19, 20 и 21, баллы рассчитываются как деление процентного соотношения на 10;
- для индикаторов, предусмотренных позициями 12, 13, 17, баллы принимаются равными полученным значениям индикатора;
- для индикатора, предусмотренного позицией 22, баллы рассчитываются путем умножения показателя на 10;
- для индикаторов, предусмотренных позициями 3, 7, 8, баллы рассчитываются путем вычисления порогового значения показателей;
- для индикатора позиции 3 принимается пороговый показатель разнообразия жилой застройки – 10. Соответственно, количество баллов будет равняться отношению значения индикатора к 10;
- для индикатора позиции 7 принимать шкалу значений загруженности дорог от 0 до 9, обратно-пропорционально к бальной системе, с шагом, равным 1. Соответственно, значение 0 загруженности дорог будет равняться 10 баллам, а значение 9 следует принимать равным 1 баллу;
- для индикатора позиции 8 принимать количество баллов, равных отношению значения показателя к общему числу улиц, умноженному на 10;
- для индикатора позиции 9 количество баллов равняется обратно-пропорциональному значению показателя, умноженному на 10.

В утверждённой Правительством методике расчета качества городской среды (№ 510-р от 23.03.2019 г.) шкала оценки имеет 2 диапазона. С учетом того, что для исследования пришлось отобрать 22 индикатора, совокупный индекс качества городской среды измеряется по шкале от 0 до 220 баллов. Соответственно, неблагоприятная городская среда определяется при индексе качества городской среды в диапазоне от 0 до 110 баллов. Благоприятная городская среда – когда индекс качества городской среды находится в диапазоне от 111 до 220 баллов. В будущих исследованиях мы планируем рассмотреть возможность увеличения числа диапазонов оценки качества городской среды.

### ***Создание шумовой карты на объект исследования***

Визуализация шумового загрязнения города может быть осуществлена в нескольких вариантах. В исследовании [Кошурников, Максимова, 2018] представлены способы получения картосхемы шумового загрязнения на примерах из зарубежной и отечественной практики. Например, в г. Томск выполнялось шумовое моделирование на примагистральной территории с использованием разработанного авторами экспериментального программного пакета *NoiseTracer*. В качестве исходной модели местности была использована векторная 2D-модель примагистральной территории, полученная при оцифровке топографических карт. Мы решили использовать данный способ визуализации шумовой картосхемы, однако исходная модель составлялась на основе измерения уровня шума на местности.

Для создания шумовой картосхемы необходимо определить уровень шума в ряде точек на объекте исследования.

Так как в исследовании шумовая картосхема является лишь наглядным примером для дальнейшего изучения уровня шума как одного из индикаторов качества городской среды, мы решили отойти от методики, изложенной в ГОСТ 23337-2014 «Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий», и использовать менее точное оборудование для измерения.

Изучив опыт измерения шумового загрязнения исследователями из Белгорода [Семейкин, 2017], а также опираясь на оценки и результаты анализа бесплатных мобильных приложений ученых из Перми [Семина, 2019], нами было решено использовать программ-

ное обеспечение *Spectroid* для оценки шумового загрязнения территории, так как данное приложение дает минимальные погрешности при измерении уровня шума ( $\pm 5$  дБ).

Для определения шумового загрязнения городской среды, согласно пункту 3.1 ГОСТ 23337-2014, исходные данные формировались на основе измерения уровня звукового сигнала в децибелах (дБ).

Прибором измерения уровня звукового сигнала использованы микрофоны смартфонов. Для получения максимально объективных данных измерения проводились на 3 моделях и усреднялись. Пространственное распределение точек стояния выбрано с учетом равномерного полного покрытия территории объекта исследования пространственной информацией (рис. 2).

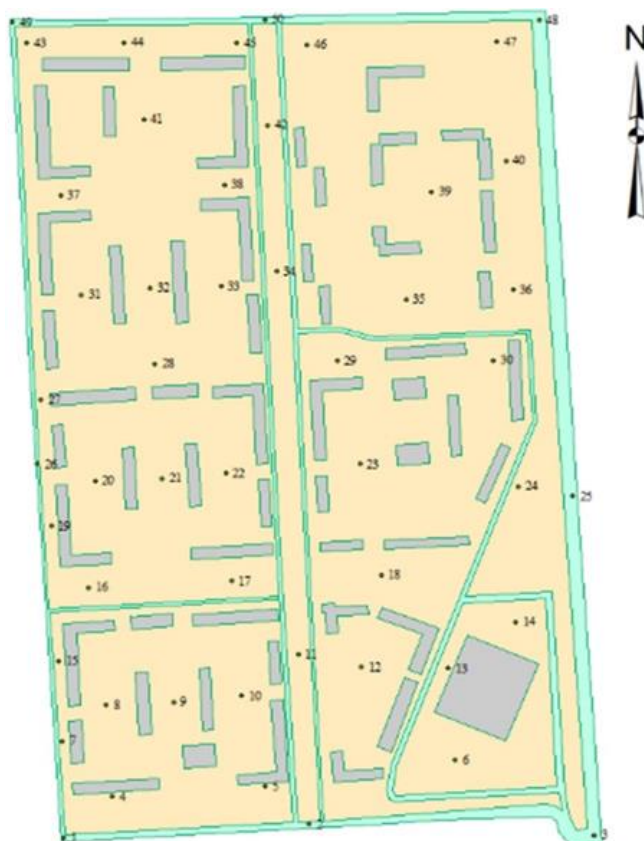


Рис. 2. Расположение точек измерения шума  
Fig. 2. Location of noise measurement points

Показатели уровня шума в децибелах (дБ) были получены из среднего значения измерений длительностью в 60 секунд в разное время суток на 50 точках стояния и записаны в табл. 4.

Визуализация данных произведена с помощью ПО «*Surfer*» путем импорта данных таблицы. Картограмма представлена в результатах исследования (см. рис. 3).

Опыт исследования шумового загрязнения городской среды также присутствует в ряде исследований отечественных авторов [Овчинников, 2019; Пупшева, 2016; Толстова, Дроздов, 2020].

#### **Создание картограмм индикаторов**

В качестве наглядного представления индекса качества городской среды созданы картограммы индикаторов, предусмотренных позициями 8, 11, 14, 20. Данные индикаторы выбраны с учетом простоты их воспроизведения на картографическом изображении. Картограммы созданы на основе ПО «*ArcGIS*». В качестве векторной основы использованы

слои сервиса «OpenStreetMap». Использовались следующие способы картографического изображения: способ качественного фона – для всех картосхем; способ наглядных значков – для картосхемы спортивной инфраструктуры.

Таблица 4  
Table 4

Измеренные показатели уровня шума в микрорайоне Московский г. Краснодара  
Measured noise level indicators in the Moskovsky microdistrict of Krasnodar

№	Время по МСК			Средний, дБ	№	Время по МСК			Средний, дБ
	8:00, дБ	12:00, дБ	18:00, дБ			8:00, дБ	12:00, дБ	18:00, дБ	
1	73	68	72	71	26	74	68	73	72
2	75	66	76	72	27	72	64	73	70
3	78	65	78	74	28	68	61	69	66
4	69	61	68	66	29	61	58	62	60
5	67	60	69	65	30	57	52	57	55
6	68	63	67	66	31	61	53	63	59
7	70	62	72	68	32	54	51	55	53
8	54	52	56	54	33	56	50	53	53
9	50	49	51	50	34	64	59	62	62
10	57	53	58	56	35	61	57	60	59
11	64	60	63	62	36	62	57	61	60
12	62	56	61	60	37	66	60	67	64
13	60	55	60	58	38	63	59	64	62
14	58	53	59	57	39	58	55	59	57
15	71	64	73	69	40	64	57	66	62
16	69	63	68	67	41	59	55	58	57
17	62	58	65	62	42	63	58	61	61
18	57	54	59	57	43	73	65	75	71
19	70	63	69	67	44	72	66	74	71
20	60	55	63	59	45	74	65	76	72
21	49	47	51	49	46	73	61	72	69
22	54	51	55	53	47	76	67	75	73
23	53	50	54	52	48	81	69	80	77
24	61	57	63	60	49	80	72	79	77
25	80	71	81	77	50	77	70	78	75

Картосхема территории зеленых насаждений создавалась методом дешифрирования спутникового снимка. Методика расчета площади озеленения города с применением данных дистанционного зондирования земли приведена в исследовании Пермских ученых и характеризуется следующим образом: «методика представляется наиболее простой, требующей наименьших трудозатрат» [Сергеева, Пирожков, 2021].

### Результаты и их обсуждение

В ходе исследования мы провели расчет индекса качества городской среды с применением ГИС-технологий, которые позволили быстро и без излишних трудозатрат выполнить поставленные задачи. В результате наших расчетов значение индикатора индекса качества городской среды получено из суммы значений показателей (см. табл. 3) и составило 117,1 балла, а также были созданы: картосхема шумового загрязнения Московского микрорайона города Краснодара и картосхемы некоторых индикаторов.

В соответствии с разработанной шкалой оценки баллов индекс качества городской среды объекта исследования попадает в диапазон от 111 до 120 баллов. Исходя из этого, район исследования относится к благоприятной городской среде. Опираясь на полученные значения индикаторов качества городской среды, которые внесли минимальный вклад в общий балл, и изучив картосхему шумового загрязнения объекта исследования, можно выделить следующие проблемы:

- однообразная жилая застройка (1 тип здания) – застройка в районе является в большей степени монотонной;

- малое количество озелененных территорий, парков и скверов. На объекте исследования присутствует 1 сквер, в пешеходной доступности только для 70 % населения, а также уровень озеленения равен 8 %, что нарушает нормы проектирования «СП 42.13330.2016 градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», согласно которым данный показатель должен быть равен от 20 % площади жилой застройки;

- малое количество сервисов на озелененных территориях общего пользования;

- малая обеспеченность улиц, убираемых механизированными способами;

- малое разнообразие объектами спортивной инфраструктуры. На объекте исследования присутствует всего 2 вида данных объектов;

- малое количество спортивных сооружений;

- малое количество остановок общественного транспорта. Доля населения, имеющая пешеходную доступность к остановкам, составляет всего 50 % от общего числа жителей;

- шумовое загрязнение у зданий, расположенных около дорог, составляет более 70 дБ, что согласно СНиП 23-03-2003 «Защита от шума» превышает предельно допустимый уровень шума на территории, непосредственно прилегающей к жилым зданиям.

Построенная картосхема шумового загрязнения (рис. 3) дает наглядное представление проблемы и понимание «эпицентров шума», которыми на территории исследуемого объекта оказались придорожные территории. Также картосхема обладает высокой метричностью, что позволяет получить средние показатели уровня шума в любой точке территории методом интерполирования по соседним изолиниям.

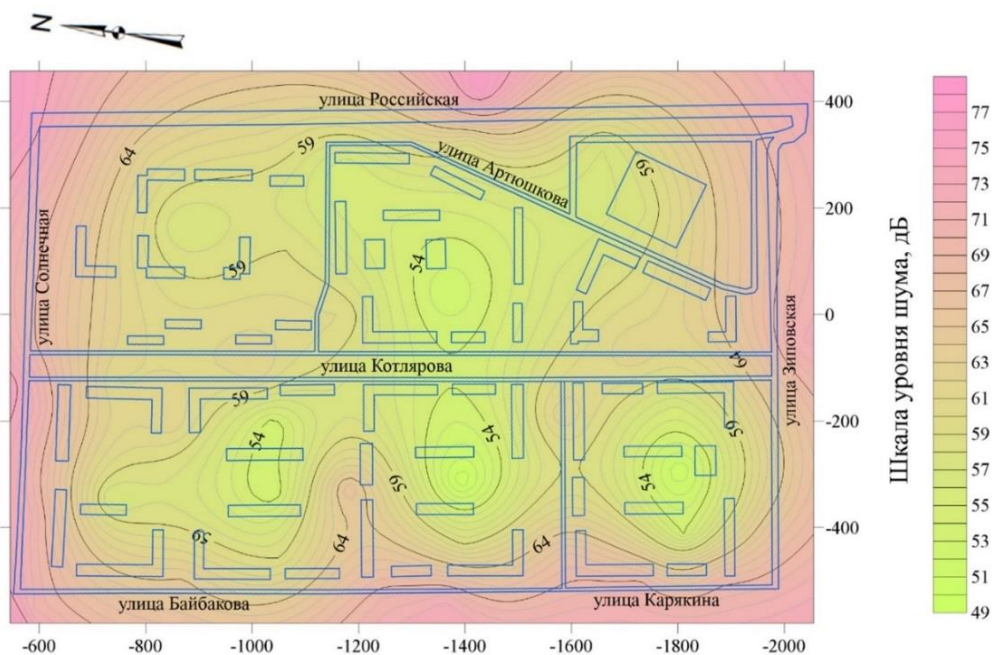


Рис. 3. Картосхема шумового загрязнения Московского микрорайона г. Краснодара  
Fig. 3. Map scheme of noise pollution of the Moscow microdistrict in the city of Krasnodar

Условная система шкала координат на шумовой картосхеме указана в метрах. Сечение изолиний составляет 1 дБ.

На карте зеленых насаждений (рис. 4) легко выявить зоны озеленения территории. Она может быть использована как для визуального представления, так и для расчета площадей.



Рис. 4. Картограмма зеленых насаждений Московского микрорайона г. Краснодара  
Fig. 4. Green space map scheme of the Moscow microdistrict in the city of Krasnodar

Картограмма спортивной инфраструктуры (рис 5.) позволяет определить наличие спортивных площадок и тренажеров и их количество на данной территории.

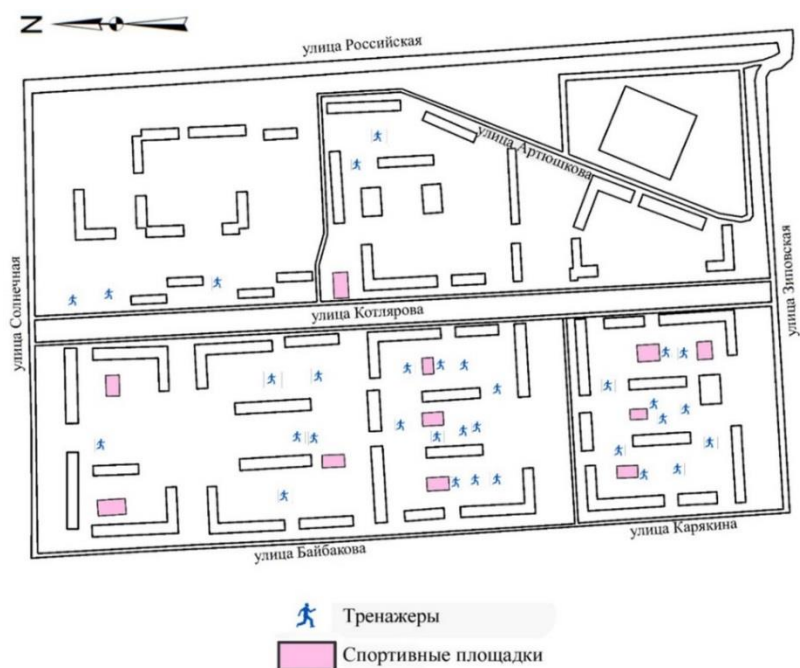


Рис. 5. Картограмма спортивной инфраструктуры Московского микрорайона  
Fig. 5. Sports infrastructure map scheme of the Moscow microdistrict

Картосхема улиц с развитой сферой услуг (рис. 6) наглядно показывает улицы, которые имеют плотность объектов торговли и услуг не менее 1 единицы на 100 м на более 75 % протяженности, и улицы, не соответствующие этим показателям.

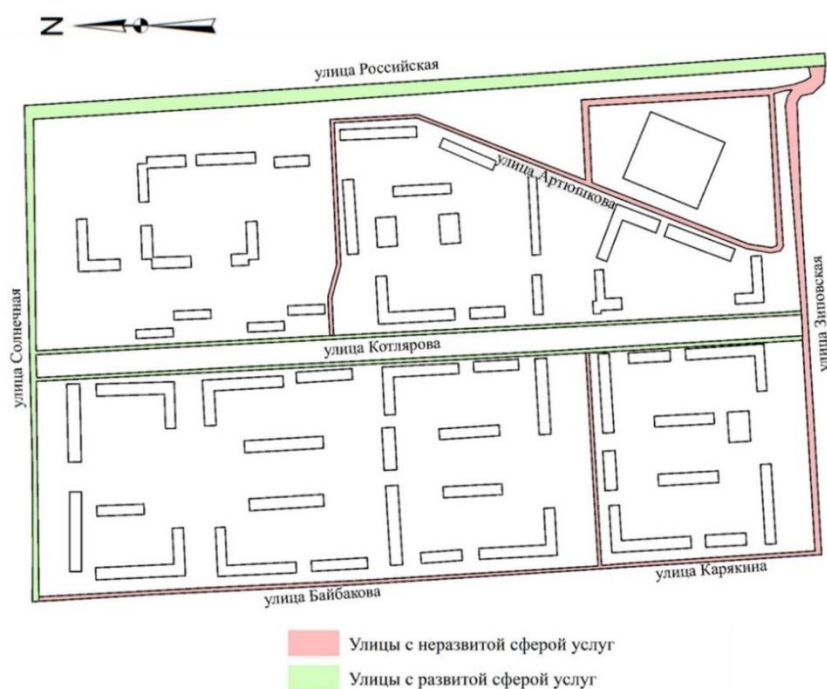


Рис. 6. Картосхема улиц с развитой сферой услуг Московского микрорайона  
Fig. 6. Street map scheme with developed services sector of the Moscow microdistrict

На картосхеме пешеходной доступности к озелененным территориям общего пользования (рис. 7) отображена жилая застройка, находящаяся в радиусе 800 м от ближайшей озелененной территории.



Рис. 7. Картосхема пешеходной доступности к озелененным территориям общего пользования Московского микрорайона  
Fig. 7. Map scheme of pedestrian accessibility to green areas of public use map of the Moscow microdistrict

## Заключение

Впервые для Московского микрорайона г. Краснодара был проведен расчет качества городской среды с применением геоинформационных систем.

При том, что расчет индекса качества городской среды согласно утвержденной Правительством методике производится для территории целого города, проведенное исследование показало, что объектами анализа могут выступать также: городские округа, микрорайоны, кварталы, и др. единицы территориального деления населённого пункта.

На примере расчета индекса качества городской среды для объекта исследования показано, что методика, включающая применение ГИС, позволяет автоматизировать процессы, связанные с определением уровня качества городской среды, а также повысить наглядность путем визуализации данных картографическими методами, а использование геопорталов как источников данных позволяет наиболее простым и быстрым способом подобрать исходные данные и провести соответствующие расчеты.

Также исследование дало представление о возможности создания картосхем различных характеристик качества городской среды, что позволяет реализовать преимущества картографического метода исследования при разработке программ по развитию городов.

В дальнейшем наше исследование планируется расширить на территорию целого города, что даст возможность при расчете использовать большее количество индикаторов качества городской среды, и позволит создать ряд интересных картографических материалов для анализа: нормализованный вегетационный индекс качества городской среды, картосхема домов в аварийном состоянии или анализ дорожно-транспортных происшествий, как один из индикаторов безопасности городской среды.

В связи с тем, что расчеты индикаторов качества городской среды выполнены на основе объективных и реальных исходных данных, стоит учитывать, что при расчете индикаторов для территории всего г. Краснодара по утвержденной Правительством методике итоговый индекс качества городской среды микрорайона Московский может измениться как в лучшую, так и в худшую сторону, что объясняется укрупнением масштаба исследования и влиянием индикаторов других районов.

## Список литературы

- Ардабацкий С.А. 2017. Теоретические и практические аспекты проблемы шумового загрязнения. Бюллетень медицинских интернет-конференций, 7 (6): 1136–1138.
- Атаев П.Г., Геллер Р.М., Липаткин Д.В. 2019. Методика анализа дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими на примере Санкт-Петербурга. Транспорт Российской Федерации, 5 (84): 50–53.
- Атаев П.Г., Геллер Р.М. 2020. Современные методы анализа аварийности на дорогах. Ленинградский дорожник, 1 (003): 39–43.
- Епринцев С.А., Клепиков О.В., Шекоян С.В. 2020. Дистанционное зондирование Земли как способ оценки качества окружающей среды урбанизированных территорий. Здоровье населения и среда обитания – ЗНИСО, 4 (325): 5–12. DOI: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-5-12.
- Кошурников Д.Н., Максимова Е.В. 2018. Обзор зарубежной и отечественной практики шумового картирования (Noise Mapping) в условиях плотной городской застройки. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика, 3 (31): 27–43. DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.03.
- Липилин Д.А. 2014. Распределение и динамика объектов размещения твердых бытовых отходов на территории Краснодарского края. Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Краснодар, 23 с.
- Овчинников А.П. 2019. Оценка шумового загрязнения территории Кировского района г. Ярославль. В кн.: Молодой исследователь: вызовы и перспективы. CXLV международная научно-практическая конференция, 09 декабря 2019 г., Москва, Интернаука: 134–139.
- Пенсаков Г.И., Шевченко Г.Г., Гура Д.А., Грибкова И.С. 2016. Применение данных дистанционного зондирования с целью рационального использования земель в Российской Федерации.



- Федерации. Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ», 10: 24–38.
- Погорелов А.В., Липилин Д.А. и Лубенцов А.А. 2017. Оценка многолетних изменений зеленых насаждений города Краснодара по данным спутниковых снимков. В кн.: Региональные географические исследования. Краснодар, Кубанский государственный университет: 119–137.
- Погорелов А.В., Липилин Д.А. 2016. Тепловой «портрет» города Краснодара. Поиск тепловых аномалий. В кн.: Географические исследования краснодарского края. Краснодар, Кубанский государственный университет: 219–231.
- Пупшева Л.Н., Вагапова А.Р., Комиссаренко Д.В. 2016. Шумовое загрязнение окружающей среды. Молодежный научный вестник, 2 (2): 4–6.
- Сергеева О.С., Пирожков С.П. 2021. Разработка методики расчета площади озеленения города с применением данных дистанционного зондирования земли. Географический вестник, 2 (57): 170–181. DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-170-181.
- Семейкин А.Ю. 2017. Оценка шумовой обстановки городской среды в отдельных микрорайонах г. Белгорода. Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова, 9: 56–60. DOI: 10.12737/article\_59a93b0921c674.33606701.
- Семина А.Е. 2019. Бесплатные мобильные приложения как инструмент оценки шумового воздействия транспортных потоков. Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика, 4 (36): 106–114. DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.10.
- Толстова Ю.О., Дроздов В.В. 2020. Шумовое загрязнение городской среды Санкт-Петербурга в пределах Кировского и Красносельского районов. Вестник науки и образования, 15–1 (93): 69–73.
- Шувалова Е.Д., Липилин Д.А., Пелина А.Н. 2020. Оценка комфортности среды города Краснодара. В кн.: Региональные географические исследования. Краснодар, Кубанский государственный университет: 389–392.
- Энгельгардт А.Э., Липовка А.Ю., Федченко И.Г. 2018. Международный опыт индексирования качества городской среды. Урбанистика, 4: 77–87. DOI: 10.7256/2310-8673.2018.4.27886.
- Gura D.A., Markovsky I.G., Khakhuk B.A., Pshidatok S.K. 2019. About prospects for the air laser scanning technology implementation for obtaining a digital model of densely built-in territories. In: Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 698, No. 4: 044014. DOI: 10.1088/1757-899X/698/4/044014.
- Medved S. 2022. Urban Environment and Local Climate. In: Building Physics. Springer Tracts in Civil Engineering. Springer, Cham.: 453–472. DOI: 10.1007/978-3-030-74390-1\_7.
- Wolniak R., Jonek-Kowalska I. 2020. The level of the quality of life in the city and its monitoring. Innovation: The European Journal of Social Science Research, 34 (3): 376–398. DOI: 10.1080/13511610.2020.1828049.

## References

- Ardabatsky S.A. 2017. Teoreticheskiye i prakticheskiye aspekty problemy shumovogo zagryazneniya [Theoretical and Practical Aspects of the Problem of Noise Pollution]. Bulletin of Medical Internet Conferences, 7 (6): 1136–1138.
- Ataev P.G., Geller R.M., Lipatkin D.V. 2019. Method of Analysis of Personal-Injury Road Traffic Accidents on the Example of St Petersburg. Transport of the Russian Federation, 5 (84): 50–53 (in Russian).
- Ataev P.G., Geller R.M. 2020. Sovremennyye metody analiza avariynosti na dorogakh [Modern Methods for Analyzing Accidents on the Roads]. Leningradskiy dorozhnik, 1 (003): 39–43.
- Yeprintsev S.A., Klepikov O.V., Shekoyan S.V. 2020. Remote Sensing of the Earth as a Method of Assessing Environmental Quality of Urban Areas. Public Health and Life Environment – PH&LE, 4 (325): 5–12 (in Russian). DOI: 10.35627/2219-5238/2020-325-4-5-12.
- Koshurnikov D.N., Maksimova E.V. 2018. Review of Foreign and Domestic Practices of Noise Mapping in Dense Urban Areas. Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban development, 3 (31): 27–43 (in Russian). DOI: 10.15593/2409-5125/2018.03.03.



- Lipilin D.A. 2014. Raspredeleniye i dinamika obyektov razmeshcheniya tverdykh bytovykh otkhodov na territorii Krasnodarskogo kraya [Distribution and dynamics of solid domestic waste disposal facilities on the territory of the Krasnodar Territory]. Abstract. dis. ... cand. geogr. Sciences. Krasnodar, 23 p.
- Ovchinnikov A.P. 2019. Otsenka shumovogo zagryazneniya territorii Kirovskogo rayona g. Yaroslavl [Evaluation of Noise Pollution in the Territory of the Kirovsky District of Yaroslavl]. In: Molodoy issledovatel: vyzovy i perspektivy [Young researcher: challenges and prospects]. CXLV international scientific and practical conference, 09 December 2019, Moscow, Publ. Internauka: 134–139.
- Pensakov G.I., Shevchenko G.G., Gura D.A., Gribkova I.S. 2016. The Application of Remote Sensing Data for the Purpose of Rational Use of Land in Russian Federation. Scientific Works of the Kuban State Technological University, 10: 24–38 (in Russian).
- Pogorelov A.V., Lipilin D.A., Lubentsov A.A. 2017. Otsenka mnogoletnikh izmeneniy zelenykh nasazhdeniy goroda Krasnodara po dannym sputnikovykh snimkov [Assessment of Long-Term Changes in Green Spaces in the City of Krasnodar According to Satellite Imagery]. In: Regionalnyye geograficheskiye issledovaniya [Regional Geographic Research]. Krasnodar, Publ. Kubanskiy gosudarstvennyy universitet: 119–137.
- Pogorelov A.V., Lipilin D.A. 2016. Teplovoy «portret» goroda Krasnodara. Poisk teplovykh anomalii [Thermal «Portrait» of the City of Krasnodar. Search for Thermal Anomalies]. In: Geograficheskiye issledovaniya krasnodarskogo kraya [Geographical Studies of the Krasnodar Territory]. Krasnodar, Publ. Kubanskiy gosudarstvennyy universitet: 219–231.
- Pupsheva L.N., Vagapova A.R., Komissarenko D.V. 2016. Shumovoye zagryazneniye okruzhayushchey sredy [Noise pollution of the environment]. Molodezhnyy nauchnyy vestnik, 2 (2): 4–6.
- Sergeeva O.S., Pirozhkov S.P. 2021. Methodology Development for Calculating the Area of Greenery in a City, Using Remote Sensing Data. Geographical bulletin, 2 (57): 170–181 (in Russian). DOI: 10.17072/2079-7877-2021-2-170-181.
- Semeykin A.Yu. 2017. Assessment of the Noise Situation of Urban Environment in Certain Districts of Belgorod. Bulletin of Belgorod State Technological University Named after. V.G. Shukhov, 9: 56–60 (in Russian). DOI: 10.12737/article\_59a93b0921c674.33606701.
- Semina A.E. 2019. Free Mobile Applications as a Tool for Assessing the Noise Impact of Traffic Flows. Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development, 4 (36): 106–114 (in Russian). DOI: 10.15593/2409-5125/2019.04.10.
- Tolstova Yu.O., Drozdov V.V. 2020. Noise Pollution of the Urban Environment of Saint Petersburg within the Kirov and Krasnoselsky Districts. Herald of Science and Education, 15–1 (93): 69–73 (in Russian).
- Shuvalova E.D., Lipilin D.A., Pelina A.N. 2020. Otsenka komfortnosti sredy goroda Krasnodara [Evaluation of the comfort of the environment of the city of Krasnodar]. In: Regionalnyye geograficheskiye issledovaniya [Regional geographic research]. Krasnodar, Publ. Kubanskiy gosudarstvennyy universitet: 389–392.
- Engelgardt A.E., Lipovka A.Yu., Fedchenko I.G. 2018. Mezhdunarodnyy opyt indeksirovaniya kachestva gorodskoy sredy [International experience of indexing the quality of the urban environment]. Urbanistika, 4: 77–87. DOI: 10.7256/2310-8673.2018.4.27886.
- Gura D.A., Markovsky I.G., Khakhuk B.A., Pshidatok S.K. 2019. About prospects for the air laser scanning technology implementation for obtaining a digital model of densely built-in territories. In: Construction and Architecture: Theory and Practice of Innovative Development. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Vol. 698, No. 4: 044014. DOI: 10.1088/1757-899X/698/4/044014.
- Medved S. 2022. Urban Environment and Local Climate. In: Building Physics. Springer Tracts in Civil Engineering. Springer, Cham.: 453–472. DOI: 10.1007/978-3-030-74390-1\_7.
- Wolniak R., Jonek-Kowalska I. 2020. The level of the quality of life in the city and its monitoring. Innovation: The European Journal of Social Science Research, 34 (3): 376–398. DOI: 10.1080/13511610.2020.1828049.



*Поступила в редакцию 31.01.2022;  
поступила после рецензирования 03.03.2022;  
принята к публикации 06.04.2022*

*Received January 31, 2022;  
Revised March 03, 2022;  
Accepted April 06, 2022*

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.  
**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Липилин Дмитрий Александрович**, кандидат географических наук, доцент кафедры землеустройства и земельного кадастра, Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина; старший преподаватель кафедры геоинформатики, Кубанский государственный университет, г. Краснодар, Россия

**Dmitry A. Lipilin**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Land Cadastre of the Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin; Senior Lecturer of the Department of Geoinformatics of the Kuban State University, Krasnodar, Russia

**Евтушенко Денис Дмитриевич**, студент кафедры геоинформатики Кубанского государственного университета, г. Краснодар, Россия

**Denis D. Evtushenko**, student of the Department of Geoinformatics of the Kuban State University, Krasnodar, Russia