



УДК 502.5

DOI 10.52575/2712-7443-2024-48-4-591-603

Особенности формирования экологического каркаса городского округа Балашиха Московской области

¹Подрубный Д.Г., ²Кулаков А.П.

¹Государственный университет по землеустройству,
Россия, 105064, Москва, ул. Казакова, 15

²Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН,
Россия, 101000, Москва, Уланский пер., 13, стр. 2
E-mail: dmitrypodrubny@gmail.com, bomberos@inbox.ru

Аннотация. Целью исследования является выделение экологического каркаса городского округа Балашиха Московской области, его ключевых элементов, а также выявление геоэкологических особенностей его формирования на современном этапе. Материалами исследования послужили исследования зеленой инфраструктуры городского округа Балашиха с 2021 по 2023 год, генеральный план городского округа Балашиха, актуальные данные дистанционного зондирования Земли. Используются методы и подходы балльно-рейтинговой системы оценки, базовые картографические методы. В результате исследования проведена оценка геоэкологических условий формирования экологического каркаса и выявлено состояние ключевых элементов экологического каркаса городского округа Балашиха. Составлена карта-схема, отражающая ключевые элементы экологического каркаса и его геоэкологическое состояние. Выявлено, что ключевые элементы экологического каркаса городского округа Балашиха преимущественно находятся в напряженных геоэкологических условиях. Среди ключевых элементов, на которые оказывается наибольшее негативное воздействие, выделяются природно-рекреационные зоны рек Пехорка и Черная. Данные коридоры неустойчивы вследствие строительных и благоустроительных работ. Экологические ядра каркаса находятся под угрозой фрагментации, для их защиты необходимо создавать сеть особо охраняемых природных территорий (ООПТ) регионального и местного значения. В сельской местности площадь природно-рекреационных зон сокращается по причине новой дачной и коттеджной застройки. В ряде многонаселенных микрорайонов существует необходимость в проектировании новых озелененных зон, так как на локальные экологические коридоры и клинья, занятые парковыми зонами, оказывается высокая рекреационная нагрузка.

Ключевые слова: экологический каркас, зеленая инфраструктура, антропогенная нагрузка, геоэкологическая оценка, Московская область, Балашиха, Железнодорожный

Для цитирования: Подрубный Д.Г., Кулаков А.П. 2024. Особенности формирования экологического каркаса городского округа Балашиха Московской области. Региональные геосистемы, 48(4): 591–603. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-4-591-603

Features of the Ecological Framework Formation in Balashikha Urban District, Moscow Oblast

¹Dmitry G. Podrubny, ²Artem P. Kulakov

¹State University of Land Use Planning
15 Kazakov St, Moscow 105064, Russia

²Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS
13 Ulansky lane, building 2, Moscow 101000, Russia
E-mail: dmitrypodrubny@gmail.com, bomberos@inbox.ru

Abstract. The purpose of the study is to identify the ecological framework of Balashikha urban district in Moscow Oblast, its key elements, and the geoecological features of its formation at the present stage.



The research materials were studies of Balashikha's green infrastructure from 2021 to 2023, the master plan of Balashikha urban district, and current data from remote sensing of the Earth. The methods and approaches of point-rating assessment system, and basic cartographic methods were used. As the result of the study, the geoecological conditions of the ecological framework formation in Balashikha urban district were assessed, the state of its key elements was revealed, and a schematic map reflecting these findings was constructed. It was found that the key elements of the ecological framework of Balashikha urban district are mainly located in "tense" geoecological conditions. Natural and recreational areas of the Pekhorka and Chernaya Rivers are among the key elements that have the greatest negative impact. These corridors are unsustainable due to construction and improvement works. The ecological cores of the framework are under the threat of fragmentation. To protect them, a network of specially protected natural areas (SPNA) of regional and local significance is necessary. In rural areas, the amount of natural and recreational areas is decreasing due to new dacha and cottage development. As local ecological corridors and wedges occupied by park areas are under a high recreational load, there is a need to design new green areas in a number of densely populated microdistricts.

Keywords: ecological framework, green infrastructure, anthropogenic load, geoecological assessment, Moscow Oblast, Balashikha, Zheleznodorozhny

For citation: Podrubny D.G., Kulakov A.P. 2024. Features of the Ecological Framework Formation in Balashikha Urban District, Moscow Oblast. *Regional geosystems*, 48(4): 591–603. DOI: 10.52575/2712-7443-2024-48-4-591-603

Введение

Постоянный рост городов и изменения административных границ вносят коррективы в разработанные природоохранные планы и ведут к нарушенному управлению экологическим каркасом (ЭК). Под экологическим каркасом понимается вся территориальная совокупность геосистем (естественного и искусственного происхождения), выполняющая специфические функции по поддержанию экологического равновесия в городе, районе, регионе [Пономарев и др., 2012].

Отечественное понятие экологического каркаса конкурирует с зеленой инфраструктурой (ЗИ), относительно новым понятием, вошедшим в практику пространственного планирования с начала 1990-х гг. [Климанова и др., 2016]. Под зеленой инфраструктурой подразумевается совокупность незастроенных элементов городского пространства, для которых характерна многофункциональность, связность и иерархичность [Илларионова, Климанова, 2018]. Схожая концепция сине-зеленой инфраструктуры (СЗИ) учитывает как озелененные, так и водные элементы городской среды [Ghofrani et al., 2017; O'Donnell et al., 2021]. Концепция зеленой инфраструктуры получила распространение за рубежом и утверждена на международном уровне [Климанова и др., 2016]. Отмечается, что ЗИ имеет перед ЭК ряд преимуществ (намного шире по объему включаемых элементов и целей, более «гибкое» в инфраструктурных решениях и др.) [Benedict, McMahon, 2002; Климанова и др., 2018; Winslow, 2021; Подрубный, Широкова, 2022]. Так или иначе, в отечественной практике допустимо использование обеих концепций [Климанова и др., 2018; 2020].

Балашиха – городской округ, располагающийся в Московской агломерации к востоку от границ города Москвы, с численностью населения более 500 тысяч человек. Местоположение исследуемой территории показано на рис. 1.

Территория городского округа характеризуется нестабильной экологической обстановкой [Подрубный, Широкова, 2022]. Современные границы городского округа приобрели относительно недавно, в 2015 году, в результате объединения с г.о. Железнодорожный. В данный момент территории объединенных городов не связаны жилой и производственной инфраструктурой, а по причине охраны лесопаркового пояса такая связь не представляется возможной.



Рис. 1. Местоположение городского округа Балашиха на карте Московской области
Fig. 1. Location of Balashikha urban district on the map of Moscow Oblast

Объекты и методы исследования

Работа базировалась на методах и подходах балльно-рейтинговой оценки, а также на последних разработках в области экологического каркаса и зеленой инфраструктуры [Пономарев и др., 2012; Климанова и др., 2016; 2018; 2020; Илларионова, Климанова, 2018]. В работе использованы следующие материалы: исследования зеленой инфраструктуры г.о. Балашиха с 2021 по 2023 год [Подрубный, Корнев, 2022а, б; Подрубный, Широкова, 2022]; картографические данные генерального плана г.о. Балашиха, космические снимки *Sentinel-2*, *Landsat*, *MSS 1–5*; картографические онлайн-сервисы *OpenStreetMap*, Яндекс Карты и др.

На первом этапе исследования выделяются объекты зеленой инфраструктуры исследуемой территории. Далее среди объектов зеленой инфраструктуры выделяются ключевые части экологического каркаса по их типологическим признакам [Климанова и др., 2020].

На втором этапе выделенным элементам экологического каркаса дается оценка по ряду индикаторов (каждый индикатор переводится в балльно-рейтинговую шкалу от 1 до 3 баллов по росту предполагаемых негативных экологических условий):

– антропогенная преобразованность ландшафтов по данным визуального дешифрирования космических снимков, в том числе обработки вегетационных индексов *NDVI*,



NDWI, *NDBI*, полевых наблюдений, оценки по методике А. Machado [2004]; балльно-рейтинговая оценка от 1 до 3 баллов (доля от площади объекта ЗИ/СЗИ: 40–59 % – 1 балл; 60–79 % – 2 балла; 80–100 % – 3 балла) [Подрубный, Широкова, 2022];

– площадь экологически неэффективных насаждений по данным визуального дешифрирования космических снимков, оценки соотношения выбросов в атмосферный воздух и пылеулавливающих способностей лесных пород [Подрубный, Широкова, 2022]; балльно-рейтинговая оценка от 1 до 3 баллов (доля от площади объекта ЗИ/СЗИ: 0–24 % – 0 баллов; 25–49 % – 1 балл; 50–74 % – 2 балла; 75–100 % – 3 балла);

– состояние коридоров биоразнообразия, проходящих из ЗИ/СЗИ в городскую среду через незастроенные или частично застроенные открытые пространства [Penteado, 2021; Подрубный, Корнев, 2022а; Подрубный, Широкова, 2022]; экспертная оценка (сохранность коридоров – 0 баллов; как минимум один коридор утрачен при сохранении альтернативного варианта – 1 балл; как минимум один коридор утрачен, но может быть восстановлен – 2 балла; отсутствие коридоров – 3 балла);

– трансформация объекта ЗИ/СЗИ по результатам ретроспективного анализа данных дистанционного зондирования Земли (начиная с 1972 года) [Подрубный, Корнев, 2022а]; экспертная оценка (доля от площади объекта ЗИ/СЗИ: 0 %, не трансформирован – 0 баллов; 1–14 %, трансформирован незначительно – 1 балл; 15–29 %, трансформирован достаточно – 2 балла; 30–90 %, трансформирован значительно – 3 балла);

– потенциальная рекреационная нагрузка по данным близости объектов ЗИ/СЗИ к жилой городской застройке [De Sousa Silva et al., 2018; Подрубный, Широкова, 2022], экспертная оценка (доля от 300-метровой буферной зоны объекта ЗИ/СЗИ: 0 %, не граничит – 0 баллов; 1–49 %, граничит частично – 1 балл; 50–94 %, граничит преимущественно – 2 балла; 95–100 %, граничит полностью – 3 балла).

Суммарное количество баллов, отражающее состояние ключевых элементов экологического каркаса, оценивается от 0 до наивысшего балла, выявленного на исследуемой территории, по 5-балльной шкале геоэкологических условий: благоприятные, удовлетворительные, напряженные, очень напряженные, критические.

На третьем этапе создается карта-схема экологического каркаса территории, в том числе в соответствии с международным опытом городских планов Великобритании, США и Германии [Mell, 2009; Mejía et al., 2015; Zhang et al., 2018; Jerome et al., 2019].

Результаты и их обсуждение

На исследуемой территории выделено 74 объекта зеленой инфраструктуры. К синезеленой инфраструктуре отнесены те объекты зеленой инфраструктуры, которые так или иначе взаимодействуют с поверхностными водными объектами (в основном долины рек и ручьев, береговые зоны водоемов антропогенного происхождения). В ходе полевых наблюдений авторами непосредственно исследованы 43 объекта зеленой инфраструктуры.

В результате анализа сосредоточения и площадных показателей объектов ЗИ и СЗИ по типологическим признакам выделены следующие ключевые элементы экологического каркаса г.о. Балашиха [Климанова и др., 2020]:

– экологические ядра 1 ранга; выделены по признакам: крупный объект ЗИ относительно площади рассматриваемой территории (более 5 км²), кварталы условно-коренных лесов различного состава с преобладанием или достаточной площадью хвойных пород, обширные поймы; выполняют средообразующую и средостабилизирующую функции, характерные базовому резервату [Тасенко и др., 2023];

– экологические ядра 2 ранга; выделены по признакам: менее крупный объект ЗИ относительно площади рассматриваемой территории (более 0,3 км²), кварталы условно-коренных лесов различного состава с преобладанием, достаточной или менее достаточной

площадью хвойных пород, обширные поймы; выполняют меньшую, но тем не менее ключевую роль в формировании экологического каркаса;

– экологические коридоры 1 ранга; выделены по признакам: отрезки речных долин с неширокими поймами и фрагментами террас с естественной растительностью, ответвления экологических ядер (как правило, также расположены в долинных комплексах); выполняют средообразующую и средостабилизирующую функции, функцию соединения экологических ядер и других ключевых элементов экологического каркаса;

– экологические коридоры 2 ранга; выделены по признакам: отрезки речных долин с неширокими поймами и фрагментами террас с естественной растительностью, ответвления экологических ядер (как правило, также расположены в долинных комплексах), расположенные на периферии исследуемой территории; выполняют меньшую ключевую роль в формировании экологического каркаса;

– экологические коридоры 3 ранга; выделены по признакам: в основном отрезки ложбинно-лощинной сети с некоторым озеленением, иногда с сохранившимися водотоками, а также другие небольшие территории (рощи, озелененные фрагменты полосной формы – буферные зоны и др.), уходящие вглубь городской среды; выполняют средообразующую и средостабилизирующую функции локального значения (например, поддержание биоразнообразия);

– зеленая инфраструктура менее значимая для формирования экологического каркаса; выделена по признакам: биогруппы различного породного состава или слабоозелененные, лишенные растительности открытые пространства в окружении городской среды, как правило, блокированные ею; соответственно имеют наименьший состав экологических функций.

Итого, выделено 56 объектов зеленой и сине-зеленой инфраструктуры г.о. Балашиха, выполняющих ту или иную ключевую роль в формировании экологического каркаса. 18 объектов исключены по причине их малой ценности в силу следующих показателей: неспособность к формированию экологических коридоров и клиньев; отсутствие лесного покрова или его малый процент (менее 15 % от площади объекта). В целом для рассматриваемого экологического каркаса характерны признаки периферийного типа с крупными элементами, а также многими экологическими коридорами и клиньями локального значения.

Результаты балльно-рейтинговой оценки ключевых элементов экологического каркаса показаны в таблице.

В границах экологических ядер рассмотрены участки, выполняющие функцию коридора или большого клина. Также отдельно не оценивались небольшие клинья, отходящие от ключевых элементов экологического каркаса.

Градации геоэкологических условий ключевых элементов экологического каркаса составила значения от 0 до 14 баллов:

- 0–2,7 (благоприятные);
- 2,8–5,5 (удовлетворительные);
- 5,6–8,3 (напряженные);
- 8,4–11,1 (очень напряженные);
- 11,2–14 (критические).

Структура экологического каркаса г.о. Балашиха и геоэкологические условия его формирования схематично изображены на рис. 2. На карте-схеме дополнительно показаны участки экологических ядер и коридоров, которые, по результатам проведенной геоэкологической оценки, находятся под угрозой утраты из-за запланированных строительных работ.



Состояние ключевых элементов экологического каркаса городского округа Балашиха (номера объектов зеленой и сине-зеленой инфраструктуры соответствуют рисунку 2)
The state of the key elements of the ecological framework in Balashikha urban district (the numbers of green and blue-green infrastructure sites correspond to Figure 2)

№	Объект зеленой и сине-зеленой инфраструктуры (ООПТ – особо охраняемая природная территория, ПККиО – парк культуры и отдыха, ПРЗ – природно-рекреационные зоны)	Индикаторы (баллы; в скобках указаны абсолютные значения*)					Суммарный балл состояния элемента
		Антропогенная преобразованность ландшафтов	Экологическая неэффективность	Состояние взаимодействия коридоров биоразнообразия и открытых пространств	Трансформация объекта зеленой инфраструктуры с 1972 года	Рекреационная нагрузка	
<i>Ядро 1 ранга, включая коридоры ЗИ и СЗИ 1, 2, 3 рангов</i>							
1	Озерный лесопарк	2 (60)	1 (30)	1 (1 изм.)	2 (10)	1 (40)	7
2	Кучинский лесопарк	3 (80)	1 (40)	0 (8 сохр.)	2 (15)	1 (30)	7
<i>Ядро 1 ранга, включая коридоры ЗИ 1, 3 рангов</i>							
3	Горенский лесопарк	3 (80)	1 (30)	0 (1 сохр.)	2 (10)	2 (50)	8
4	Салтыковский лесопарк	2 (60)	0 (10)	0 (4 сохр.)	2 (10)	1 (5)	5
<i>Ядро 1 ранга, включая коридоры ЗИ 1, 3 рангов</i>							
5	ООПТ «Старинный парк и кв. 1, 3, 4, 9 Салтыковского участка Балашихинского лесопарка»	2 (60)	1 (25)	0 (2 сохр.)	2 (5)	0 (0)	5
<i>Ядро 1 ранга, включая экологические коридоры ЗИ 1, 3 рангов</i>							
6	Юго-восточные леса	3 (80)	3 (75)	1 (4 изм.)	2 (10)	1 (5)	10
<i>Ядро 2 ранга, включая коридоры ЗИ 3 ранга</i>							
7	Южные леса	3 (90)	3 (90)	0 (2 сохр.)	2 (5)	1 (30)	9
8	Ольгинский лесопарк	2 (60)	1 (25)	2 (1 м.б. восст.)	0 (0)	2 (90)	7
9	Восточные леса	2 (60)	2 (50)	0 (2 сохр.)	2 (5)	1 (20)	7
<i>Ядро 2 ранга, включая коридоры ЗИ и СЗИ 3 ранга</i>							
10	Павлинский лесопарк	3 (80)	2 (50)	0 (1 сохр.)	0 (0)	2 (60)	7
11	ПККиО «Пестовский парк»	3 (80)	2 (50)	0 (1 сохр.)	0 (0)	2 (80)	7
<i>Коридор ЗИ и СЗИ 1 и 2 рангов</i>							
12	Центрально-восточные леса	3 (80)	3 (80)	1 (1 изм.)	0 (0)	0 (0)	7
<i>Коридор ЗИ и СЗИ 1 ранга</i>							
13	Усадьба Горенки	1 (50)	0 (20)	3 (отсутств.)	0 (0)	0 (0)	4
<i>Коридор СЗИ 1 ранга</i>							
14	ПРЗ долины р. Пехорки	3 (80)	2 (60)	2 (3 сохр., 1 м.б. восст.)	2 (15)	2 (50)	11
15	ПРЗ долины р. Малашки	3 (80)	1 (25)	0 (2 сохр.)	0 (0)	2 (60)	6
16	ПРЗ долины р. Черной	3 (80)	3 (80)	1 (8 сохр., 1 изм.)	1 (5)	1 (40)	9



Продолжение таблицы
Continuation of the table

17	ПРЗ долины р. Чечеры	3 (80)	1 (25)	0 (7 сохр.)	2 (30)	1 (5)	7
18	ПРЗ долины р. Горенки	3 (80)	1 (25)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	4
19	ПРЗ долины ручья, пруд Птичник	3 (80)	1 (30)	0 (1 сохр.)	2 (20)	1 (5)	7
20	Леса ок. г.о. Реутов	3 (80)	1 (25)	0 (1 сохр.)	3 (35)	0 (0)	7
21	Леса ок. мкрн. 17	3 (80)	1 (30)	3 (отсутств.)	0 (0)	2 (70)	9
22	Леса ок. п. Безменково-2	3 (80)	1 (30)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	4
23	ПРЗ ок. мкрн. Новский	3 (90)	3 (100)	1 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	7
24	ПКиО «Пехорка Парк»	3 (100)	3 (90)	3 (отсутств.)	2 (15)	3 (100)	14
25	ПКиО «Пехорка Лес»	3 (100)	3 (90)	0 (1 сохр.)	0 (0)	1 (30)	7
26	Усадьба Пехра-Яковлевское	3 (80)	0 (10)	0 (1 сохр.)	3 (50)	0 (0)	6
27	Сквер в мкрн. Ольгино	3 (100)	3 (100)	3 (отсутств.)	0 (0)	3 (100)	12
<i>Коридор СЗИ 2 ранга</i>							
28	Долина р. Вьюнки	3 (80)	2 (50)	1 (1 сохр., 1 изм.)	1 (10)	0 (0)	7
29	Долина р. Малиновки	3 (80)	1 (25)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	4
<i>Коридор СЗИ 3 ранга</i>							
30	ПРЗ долины р. Камышенки	1 (50)	0 (10)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	1
31	ПРЗ долины ручья, Васильевский пруд	3 (90)	2 (50)	0 (1 сохр.)	3 (50)	0 (0)	8
32	ПРЗ долины Неждановского ручья	1 (40)	0 (0)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	1
33	ПРЗ долины ручья, пруды в мкрн. Салтыковка	3 (80)	1 (30)	0 (1 сохр.)	3 (40)	0 (0)	7
34	ПРЗ долины ручья в мкрн. Саввино	3 (90)	1 (25)	0 (1 сохр.)	3 (60)	3 (100)	10
35	ПРЗ долины ручья ок. д. Черное	3 (80)	0 (0)	1 (1 изм.)	0 (0)	3 (100)	7
36	ПРЗ долины ручья ок. д. Федурново	3 (80)	3 (90)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	6
37	ПРЗ долины ручья в мкрн. Южный	3 (100)	3 (100)	3 (отсутств.)	0 (0)	3 (100)	12
38	ПРЗ долины ручья ок. с. Новый Милет	3 (100)	3 (100)	3 (отсутств.)	1 (15)	0 (0)	10
39	ПРЗ долины ручья ок. д. Полтево	3 (80)	0 (5)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	3
40	ПРЗ ок. д. Темниково	3 (90)	3 (100)	0 (1 сохр.)	0 (0)	2 (60)	8
41	ПРЗ Миловановского карьера	3 (100)	3 (100)	3 (отсутств.)	0 (0)	3 (100)	12
<i>Коридор ЗИ и СЗИ 3 ранга</i>							
42	ПРЗ в мкрн. Салтыковка	3 (80)	1 (30)	0 (2 сохр.)	3 (30)	0 (0)	7
<i>Коридор ЗИ 3 ранга</i>							
43	ООПТ «Парк в с. Новый Милет»	3 (80)	3 (100)	0 (1 сохр.)	0 (0)	1 (15)	7
44	ООПТ «Парк в д. Полтево»	3 (80)	3 (100)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	6
45	Леса ок. мкрн. 22А	3 (80)	0 (0)	0 (1 сохр.)	2 (15)	2 (50)	7
46	Леса ок. Пуршевского кладбища	2 (60)	1 (25)	1 (1 изм.)	3 (80)	0 (0)	7
47	ПРЗ ок. мкрн. 22А	3 (90)	2 (40)	0 (1 сохр.)	2 (15)	1 (25)	8
48	ПРЗ ок. д. Фенино	3 (100)	3 (100)	0 (1 сохр.)	0 (0)	0 (0)	6

Окончание таблицы
End of the table

49	ПРЗ ок. д. Павлино	3 (100)	2 (70)	0 (1 сохр.)	2 (15)	1 (45)	8
50	ПРЗ в д. Русавкино-Романово	3 (90)	3 (100)	0 (1 сохр.)	2 (15)	0 (0)	8
51	ПРЗ в мкрн. Заря	3 (80)	1 (25)	0 (1 сохр.)	0 (0)	2 (70)	6
52	ПРЗ в д. Черное	3 (90)	2 (60)	0 (1 сохр.)	0 (0)	1 (10)	6
53	ПРЗ в мкрн. Купавна	3 (90)	0 (5)	0 (1 сохр.)	3 (90)	2 (40)	8
54	ПРЗ в мкрн. Лукино	3 (100)	3 (100)	1 (1 изм.)	0 (0)	0 (0)	7
55	ПРЗ в мкрн. Павлино	3 (80)	2 (50)	3 (отсутств.)	0 (0)	3 (100)	11
56	Скверы в мкрн. Павлино	3 (100)	2 (70)	3 (отсутств.)	0 (0)	3 (100)	11

Примечание: *В показателях трансформации объекта зеленой инфраструктуры с 1972 года указана доля от 300-метровой буферной зоны объекта ЗИ/СЗИ, %; в показателях состояния взаимодействия коридоров биоразнообразия и открытых пространств использованы сокращения: отсутств. – отсутствуют, м.б. восст. – может быть восстановлен, изм. – изменен(ы), сохр. – сохранен(ы); в остальных показателях указана доля от площади объекта ЗИ/СЗИ, %.

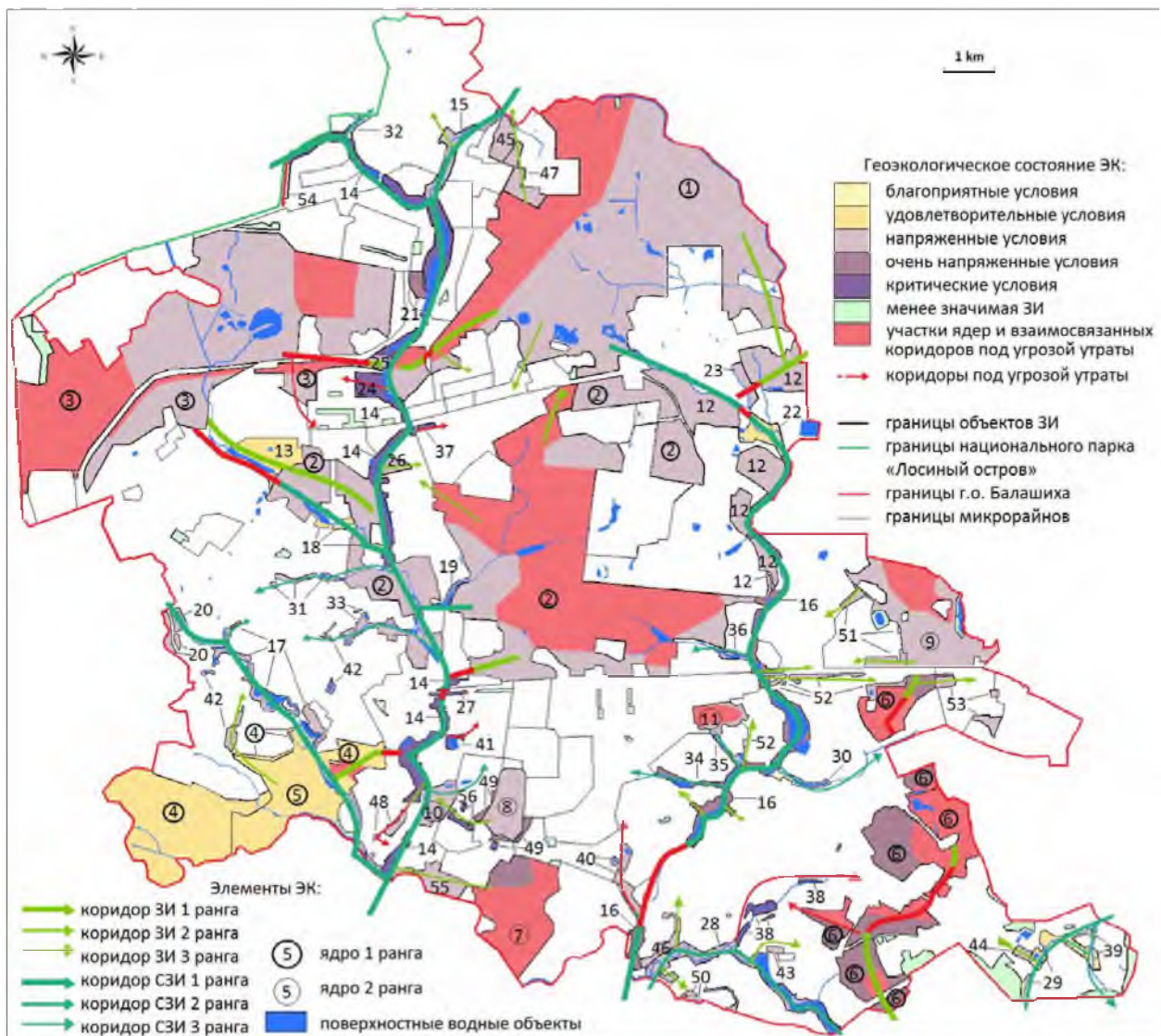


Рис. 2. Карта-схема экологического каркаса городского округа Балашиха
Fig. 2. A schematic map of the ecological framework of Balashikha urban district

Выделяются следующие стратегические ядра и коридоры экологического каркаса г.о. Балашиха, на устойчивость которых оказывается наибольшее воздействие.

Озерный и Горенский лесопарки.

Экологические ядра 1 ранга, являются наиболее ценными базовыми резерватами г.о. Балашиха. Ядра характеризуются напряженными геоэкологическими условиями. Для обоих лесопарков характерны потери земель за последние 40 лет. В настоящее время они находятся под угрозой раздробления при осуществлении проекта дублера Щелковского шоссе. Трасса разделит Озерный лесопарк на две части, что качественно повлияет на его экосистему. Строительство шоссе также повлияет на состояние и возможную утрату стратегического коридора-моста между Горенским и Озерным лесопарком.

Кучинский лесопарк.

Экологическое ядро 1 ранга, характеризуется напряженными геоэкологическими условиями. На состояние Кучинского лесопарка повлияли санитарные вырубki вследствие заражения насаждений короедом-типографом. В юго-западной части лесопарка расположен стратегический коридор-мост, связанный с долиной р. Пехорки.

Салтыковский лесопарк и ООПТ «Старинный парк и кв. 1, 3, 4, 9 Салтыковского участка Балашихинского лесопарка».

Экологическое ядро 1 ранга. Салтыковский лесопарк, включая ООПТ регионального значения, характеризуется удовлетворительными геоэкологическими условиями, несмотря на близкое расположение к г. Москве, воздействие со стороны полигона ТБО «Кучино», а также антропогенное происхождение участков лесничества. Для лесного покрова характерна целостность и удаленность от автотрасс и городской среды, в том числе от большой рекреационной нагрузки.

Юго-восточные леса.

Экологическое ядро 1 ранга, характеризующееся очень напряженными геоэкологическими условиями. Ландшафты сильно нарушены в ходе хозяйственной деятельности, строительство промышленных зон влияет на направление коридоров биоразнообразия. Строительство трассы «Москва – Казань» дополнительно нарушило целостность коридора, идущего с севера на юг в сторону долины р. Вьюнки.

Павлинский и Ольгинский лесопарки, ПКиО «Пестовский парк».

Экологические ядра 2 ранга, характеризуются напряженными геоэкологическими условиями. В лесопарках основные угрозы связаны с работами по благоустройству и связанной с ними рекреационной нагрузкой. Пестовский парк потерял значительную часть насаждений вследствие заражения короедом-типографом и санитарных вырубок.

Природно-рекреационные зоны долины р. Пехорки.

Территории выполняют функцию важнейшего экологического коридора 1 ранга, который пронизывает городской округ с севера на юг. Коридор характеризуется критическими геоэкологическими условиями. Пойма подвержена застройке, нарушению водоохранной зоны, а также повышенной рекреационной нагрузке в районах высокой плотности населения. Свою целостность коридор больше всего теряет в районах упраздненного города Железнодорожный. Из-за потерь растительного покрова природно-рекреационные зоны характеризуются низкой степенью экологической эффективности. Дальнейшее изъятие земель природно-рекреационных зон должно быть ограниченным.

Природно-рекреационные зоны долины р. Черной.

Территории выполняют функцию стратегического коридора 1 ранга, который охватывает восточную часть г.о. Балашиха. Коридор характеризуется очень напряженными геоэкологическими условиями. Развиваются проблемы с застройкой в водоохранной зоне. Коридор теряет целостность южнее упраздненного города Железнодорожный из-за новых строительных работ, на границе с городской средой он сохраняет структуру, включая связь с долинами безымянных ручьев. Поскольку Железнодорожный и сопредельные



микрорайоны характеризуются нехваткой зеленых зон, на данные территории оказывается большая рекреационная нагрузка.

Природно-рекреационные зоны долин рек Горенка, Чечера (включая каскады прудов), Малашиха.

Помимо природно-рекреационных зон долины р. Горенки, территории характеризуются напряженными геоэкологическими условиями. Реки Горенка и Чечера антропогенно преобразованы и зарегулированы каскадом старинных прудов.

Среди экологических коридоров 2 и 3 рангов наиболее ценными для формирования экологического каркаса являются длинные по форме долины ручьев, уходящие вглубь городской среды. Некоторые из них характеризуются напряженными геоэкологическими условиями, во многом по причине повышенного рекреационного воздействия многонаселенных микрорайонов (природно-рекреационные зоны ручьев в деревне Черное, микрорайонах Саввино и Южный). Такие территории не менее подвержены воздействию в сельской местности, где за последние 40 лет площадь природно-рекреационных зон значительно сократилась из-за дачной и коттеджной застройки (например, в микрорайоне Салтыковка).

Критическими геоэкологическими условиями характеризуются парковые зоны, скверы в центральных и многонаселенных районах города: ПКиО «Пехорка Парк» и «Пехорка Лес», скверы в микрорайонах Южный, Павлино, природно-рекреационная зона Миловановского карьера в микрорайоне Керамик. Поскольку данные территории не оказывают опорной функции в экологическом каркасе городского округа, а также нацелены на ежедневную рекреацию, высокие значения оценки объяснимы и для данных территорий могут считаться умеренными. Проектирование новых озелененных зон в многонаселенных микрорайонах г.о. Балашиха способно равномерно распределить рекреационную нагрузку на городскую зеленую инфраструктуру.

Благоприятные геоэкологические условия отмечены в природно-рекреационных зонах Неждановского ручья и реки Камышенки, что объясняется удаленностью от городской среды.

Заключение

Таким образом, ключевые элементы экологического каркаса территории г.о. Балашиха преимущественно характеризуются напряженными геоэкологическими условиями. Это объясняется нестабильностью лесного покрова вследствие строительства и иной хозяйственной деятельности, санитарных вырубок, растущих потребностей в ежедневном отдыхе и соответственно высокой рекреационной нагрузки и работ по благоустройству.

Наибольшее негативное воздействие получают экологические коридоры 1 ранга в природно-рекреационных зонах рек Пехорка и Черная. Данные территории используются недостаточно рационально, что может привести к большому дроблению и утрате некоторых участков двух стратегически важных экологических «магистралей», проходящих через городской округ с севера на юг.

Только четыре экологических ядра из одиннадцати не находятся под угрозой фрагментации в ходе новых строительных работ (в основном транспортной инфраструктуры). Прогнозируется дальнейшая раздробленность экологических ядер и их базовых резерватов, что никак не будет компенсировано относительно экологического каркаса рассматриваемой территории, и также повлияет на состояние лесопаркового пояса г. Москвы.

Защите экологических ядер поспособствует создание новых ООПТ относительно большой площади (помимо Старинного парка и кв. 1, 3, 4, 9 Салтыковского участка Балашихинского лесопарка другие ООПТ регионального значения г.о. Балашиха не выполняют функции экологического ядра и коридоров 1, 2 рангов). Сеть ООПТ регионального и местного значения должна тяготеть к долине реки Пехорки как основополагающему экологическому коридору. Данная территориальная специфика предполагает создание ООПТ, требующих

охраны как преимущественно природных территорий (в экологических ядрах Кучинского, Горенского, Озерного лесопарков), так и природно-культурных комплексов (курганский комплекс вблизи района Акатово, старинный парк в Павлинском лесопарке и др.). На территории нереализованного ООПТ «Пехорка» сохраняется потенциал для создания нескольких ООПТ. В Озерном лесопарке, наиболее уязвимом экологическом ядре рассматриваемого каркаса, необходима охрана комплекса озер (Бабошкино, Юшино, Козлово). Может быть рассмотрена возможность охраны пейзажных ресурсов долины реки Черной как второго по важности экологического коридора, связывающего экологические ядра в восточной части городского округа. Долина реки Черной находится под негативным воздействием строительных работ. Также в целях сохранения экологических ядер и связанных с ними коридоров необходимо рассмотреть расширение границ ООПТ «Старинный парк и кв. 1, 3, 4, 9 Салтыковского участка Балашихинского лесопарка» и «Озеро Бисерово».

В ряде микрорайонов выявлена необходимость в проектировании новых зеленых зон в целях «разгрузки» городских парков, выполняющих функции локальных экологических коридоров и клиньев.

Список литературы

- Илларионова О.А., Климанова О.А. 2018. Трансформация «зеленой инфраструктуры» в крупных городах Южной Америки. Вестник Московского университета. Серия 5. География, 3: 23–29.
- Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. 2020. Зеленая инфраструктура города. М., КМК, 324 с.
- Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Илларионова О.А. 2018. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития. Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле, 63(2): 127–146. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2018.201>
- Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Курбаковская А.В. 2016. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады. География и природные ресурсы, 2: 191–200.
- Подрубный Д.Г., Корнев К.В. 2022а. Применение ретроспективного анализа при изучении геоэкологических особенностей зеленой инфраструктуры (на примере городского округа Балашиха Московской области). В кн.: Трансграничное сотрудничество в области экологической безопасности и охраны окружающей среды. Материалы VI Международной научно-практической конференции, 02–03 июня 2022. Гомель, Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины: 192–196.
- Подрубный Д.Г., Корнев К.В. 2022б. Связь открытых пространств и коридоров биоразнообразия (на примере городского округа Балашиха Московской области). В кн.: Сохранение экосистем и биоразнообразия. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 29 ноября 2022. Владимир, Владимирский государственный университет: 157–160.
- Подрубный Д.Г., Широкова В.А. 2022. Геоэкологические особенности зеленой инфраструктуры (на примере городского округа Балашиха Московской области). Международный сельскохозяйственный журнал, 6: 569–572. https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_6_569
- Пономарев А.А., Байбаков Э.И., Рубцов В.А. 2012. Экологический каркас: анализ понятий. Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки, 154(3): 228–238.
- Тасенко Д.С., Паташова Е.С., Скрипчинская Е.А. 2023. Экологический каркас городов и городов-курортов Кавказских Минеральных Вод (на примере Ессентуков, Пятигорска, Кисловодска, Лермонтова и Железноводска). Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки, 17(4): 71–82. <https://doi.org/10.31161/1995-0675-2023-17-4-71-82>
- Benedict M.A., McMahon E.T. 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Renewable Resources Journal, 20(3): 12–17.
- De Sousa Silva C., Viegas I., Panagopoulos T., Bell S. 2018. Environmental Justice in Accessibility to Green Infrastructure in Two European Cities. Land, 7(4): 134. <https://doi.org/10.3390/land7040134>



- Ghofrani Z., Sposito V., Faggian R. 2017. A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. *IJES*, 6(1): 15–36. <https://doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>
- Jerome G., Sinnett D., Burgess S., Calvert T., Mortlock R. 2019. A Framework for Assessing the Quality of Green Infrastructure in the Built Environment in the UK. *Urban Forestry & Urban Greening*, 40: 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.001>
- Machado A. 2004. An index of naturalness. *Journal for Nature Conservation*, 12(2): 95–110. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2003.12.002>
- Mejía C.V., Shirotova L., Marques de Almeida I.F. 2015. Green Infrastructure and German Landscape Planning: A Comparison of Approaches. *Urbani izziv*, 26: 25–37. <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-002>
- Mell I.C. 2009. Can Green Infrastructure Promote Urban Sustainability? *Proceedings of the Institute of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 162(1): 23–34. <https://doi.org/10.1680/ensu.2009.162.1.23>
- O'Donnell E.C., Gosling S., Netusil N.R., Chan F., Dolman N. 2021. Perceptions of Blue-Green and Grey Infrastructure as Climate Change Adaptation Strategies for Urban Water Resilience. *Proceedings of the British Academy*, 9(9): 143–182. <https://doi.org/10.5871/jba/009s9.143>
- Penteado H. 2021. Urban Open Spaces from a Dispersal Perspective: Lessons from an Individual-Based Model Approach to Assess the Effects of Landscape Patterns on the Viability of Wildlife Populations. *Urban Ecosystems*, 24: 753–766. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-01074-3>
- Winslow J.F. 2021. Multifunctional Green Infrastructure: Planning and Design for Long-Term Care. *Socio-Ecological Practice Research*, 3(3): 293–308. <https://doi.org/10.1007/s42532-021-00088-1>
- Zhang Z., Meerow S., Newell J.P., Lindquist M.W. 2018. Enhancing Landscape Connectivity Through Multifunctional Green Infrastructure Corridor Modeling and Design. *Urban Forestry & Urban Greening*, 38: 305–317. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.014>

References

- Illarionova O.A., Klimanova O.A. 2018. Transformation of Green Infrastructure in Large Cities of South America. *Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*, 3: 23–29 (in Russian).
- Klimanova O.A., Kolbovsky E.Yu., Illarionova O.A. 2020. *Zelenaya infrastruktura goroda [The Green Infrastructure of the City]*. Moscow, Publ. KMK, 324 p.
- Klimanova O.A., Kolbovsky E.Yu., Illarionova O.A. 2018. The Ecological Framework of Russian Major Cities: Spatial Structure, Territorial Planning and Main Problems of Development. *Vestnik of St. Petersburg University. Earth Sciences*, 63(2): 127–146 (in Russian). <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2018.201>
- Klimanova O.A., Kolbovsky E.Yu., Kurbakovskaya A.V. 2016. Assessing the Geoecological Functions of the Green Infrastructure in Cities of Canada. *Geography and Natural Resources*, 37(2): 165–173 (in Russian).
- Podrubny D.G., Kornev K.V. 2022a. *Primenenie retrospektivnogo analiza pri izuchenii geokologicheskikh osobennosti zelenoi infrastruktury (na primere gorodskogo okruga Balashikha Moskovskoi oblasti) [The Application of Retrospective Analysis in the Study of Green Infrastructure's Geoecological Features (on the Example of Balashikha Urban Okrug, Moscow Region)]*. In: *Transgranichnoe sotrudnichestvo v oblasti ekologicheskoi bezopasnosti i okhrany okruzhayushchei sredy [Cross-Border Cooperation in the Field of Environmental Safety and Environmental Protection]*. Proceedings of the VI International scientific and practical conference, 02–03 June 2022. Gomel, Publ. F. Skorina Gomel State University: 192–196.
- Podrubny D.G., Kornev K.V. 2022b. *Svyaz' otkrytykh prostranstv i koridorov bioraznoobraziya (na primere gorodskogo okruga Balashikhi Moskovskoi oblasti) [The Link Between Open Spaces and Biodiversity Corridors (on the Example of Balashikha Urban Okrug, Moscow Region)]*. In: *Sokhranenie ekosistem i bioraznoobraziya [Ecosystem and Biodiversity Conservation]*. Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, 29 November, 2022. Vladimir, Publ. Vladimir State University: 157–160.
- Podrubny D.G., Shirokova V.A. 2022. Geoecological Specific Features of the Green Infrastructure (on the Example of Balashikha Urban Okrug, Moscow Region). *International Agricultural Journal*, 6: 569–572 (in Russian). https://doi.org/10.55186/25876740_2022_65_6_569



- Ponomarev A.A., Baibakov E.I., Rubtsov V.A. 2012. The Ecological Framework: an Analysis of Terminology. Scientific notes of Kazan University. Series: Natural Sciences, 154(3): 228–238 (in Russian).
- Tasenko D.S., Patashova E.S., Skripchinskaya E.A. 2023. Ecological Framework for Cities and Resort Cities of Caucasian Spas (Essentuki, Pyatigorsk, Kislovodsk, Lermontov and Zheleznovodsk). Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and Exact Sciences, 17(4): 71–82 (in Russian). <https://doi.org/10.31161/1995-0675-2023-17-4-71-82>
- Benedict M.A., McMahon E.T. 2002. Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Renewable Resources Journal, 20(3): 12–17.
- De Sousa Silva C., Viegas I., Panagopoulos T., Bell S. 2018. Environmental Justice in Accessibility to Green Infrastructure in Two European Cities. Land, 7(4): 134. <https://doi.org/10.3390/land7040134>
- Ghofrani Z., Sposito V., Faggian R. 2017. A Comprehensive Review of Blue-Green Infrastructure Concepts. IJES, 6(1): 15–36. <https://doi.org/10.24102/ijes.v6i1.728>
- Jerome G., Sinnett D., Burgess S., Calvert T., Mortlock R. 2019. A Framework for Assessing the Quality of Green Infrastructure in the Built Environment in the UK. Urban Forestry & Urban Greening, 40: 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.001>
- Machado A. 2004. An index of naturalness. Journal for Nature Conservation, 12(2): 95–110. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2003.12.002>
- Mejía C.V., Shirotova L., Marques de Almeida I.F. 2015. Green Infrastructure and German Landscape Planning: A Comparison of Approaches. Urbani izziv, 26: 25–37. <https://doi.org/10.5379/urbani-izziv-en-2015-26-supplement-002>
- Mell I.C. 2009. Can Green Infrastructure Promote Urban Sustainability? Proceedings of the Institute of Civil Engineers: Engineering Sustainability, 162(1): 23–34. <https://doi.org/10.1680/ensu.2009.162.1.23>
- O'Donnell E.C., Gosling S., Netusil N.R., Chan F., Dolman N. 2021. Perceptions of Blue-Green and Grey Infrastructure as Climate Change Adaptation Strategies for Urban Water Resilience. Proceedings of the British Academy, 9(9): 143–182. <https://doi.org/10.5871/jba/009s9.143>
- Penteado H. 2021. Urban Open Spaces from a Dispersal Perspective: Lessons from an Individual-Based Model Approach to Assess the Effects of Landscape Patterns on the Viability of Wildlife Populations. Urban Ecosystems, 24: 753–766. <https://doi.org/10.1007/s11252-020-01074-3>
- Winslow J.F. 2021. Multifunctional Green Infrastructure: Planning and Design for Long-Term Care. Socio-Ecological Practice Research, 3(3): 293–308. <https://doi.org/10.1007/s42532-021-00088-1>
- Zhang Z., Meerow S., Newell J.P., Lindquist M.W. 2018. Enhancing Landscape Connectivity Through Multifunctional Green Infrastructure Corridor Modeling and Design. Urban Forestry & Urban Greening, 38: 305–317. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.10.014>

*Поступила в редакцию 16.08.2024;
поступила после рецензирования 24.09.2024;
принята к публикации 12.11.2024*

*Received August 16, 2024;
Revised September 24, 2024;
Accepted November 12, 2024*

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

Подрубный Дмитрий Германович, аспирант кафедры геоэкологии и природопользования, Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

Кулаков Артем Павлович, младший научный сотрудник, Институт геоэкологии имени Е.М. Сергеева Российской академии наук, Москва, Россия

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Dmitry G. Podrubny, Postgraduate Student of the Department of Geoecology and Environmental Management, State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

Artem P. Kulakov, Junior Researcher, Sergeev Institute of Environmental Geoscience, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia