

ЗАГРЯЗНЕНИЕ, КОНТРОЛЬ, АНАЛИЗ И ОХРАНА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д.С. Веселов

магистрант

Т.А. Воробьева

канд. географ. наук

И.Л. Марголина

канд. географ. наук

(Московский государственный

университет им. М.В. Ломоносова)

Москва, Российская Федерация

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Статья посвящена оценке пространственного изменения уровня шума в городской среде по данным полевых измерений. В городах основным источником шумового загрязнения является автомобильный транспорт, оказывающий наибольшее воздействие на жилые территории, расположенные в непосредственной близости от автомагистралей. Распространение шума обусловлено не только интенсивностью автотранспорта, удаленностью от источника шума, но и от шумопоглощающих свойств поверхности. Проведен анализ распространения шума на территории административного района Москвы по данным инструментальных замеров, нанесенных на картографическую основу. Для исследования выбраны три сезонных периода с различными условиями распространения шума: летний, зимний и межсезонный (осень, весна). Замеры шума проводились в течение года в 863 пунктах, расположенных по сетке с шагом 100 м по всей территории района, в рабочие дни в период наибольшей интенсивности транспортного потока. Полученные значения ранжированы по отношению к предельно допустимому уровню шума на четыре категории: незначительный, средний, высокий и критический. Наиболее благоприятная ситуация отмечена в летний период, когда растительность значительно увеличивает шумопоглощающие свойства поверхности, наихудшая ситуация – в межсезонный период, когда отсутствие растительности и снежного покрова приводит к значительному распространению шума. Среднегодовые показатели фиксируют существенное шумовое загрязнение с критическими уровнями шума вдоль основных автомагистралей. Пространственно-временной анализ распространения шума на территории жилой застройки необходим в проведении комплексной экологической оценки качества городской среды.

Ключевые слова: шумовое загрязнение; автомобильный транспорт; сезонность; шумопоглощающие свойства; Москва.

D.S. Veselov

магистрант

T.A. Vorobyova

Cand. of Geogr. Sciences

I.L. Margolina

Cand. of Geogr. Sciences

(Lomonosov Moscow State University)

Moscow, Russian Federation

ESTIMATE OF SPATIAL CHANGING OF NOISE LEVEL IN THE URBAN ENVIRONMENT

Article is devoted to assessment of spatial changing of noise level in the urban environment. The motor transport is the main source of noise in the cities, which influence on the inhabited territories located near highways. Distribution of noise is caused by intensity of motor transport, distance from noise source, and also noise-attenuating properties of surface. It's given the analysis of noise distribution on the territory of the administrative district of Moscow. It's based on the data of instrumental measurements applied on a cartographic basis. For researching it was taken three seasonal periods with various noise-attenuating conditions: summer, winter and interseasonal (fall, spring). Measurements of noise were fixed within year, in the period of the greatest intensity transport stream in the working days. It was made grid of 863 points covered all territory with step of 100 m. The received data are divided according limited levels on four categories of noise level: insignificant, average, high and critical. The optimum situation is noted during the summer period – the vegetation decreases noise distribution; during the interseasonal period situation is the worst – the lack of vegetation and snow cover leads to considerable distribution to noise. Average annual data fix significant noise influence on noise levels along the main highways. Spatial-temporary analysis of noise level distribution needs in complex environmental researching of quality of urban territory.

Keywords: noise pollution; motor transport; seasons; noise-attenuating properties; Moscow.

DOI: 10.25791/esip.07.2020.1165

Введение

Проблема обеспечения экологической безопасности населения в условиях городской среды с каждым годом становится все более актуальной в связи со стремительным ростом урбанизации в мире [1]. Развитие городов приводит к формированию специфической городской среды. В крупных городах в наибольшей степени проявляются результаты мощного антропогенного воздействия на природные процессы [5, 6]. В результате воздействия видоизменяется окружающий ландшафт и создается искусственная среда, которая по ряду параметров не соответствует условиям нормальной жизнедеятельности человека [2].

В последние десятилетия в городах постиндустриального развития наиболее мощным источником антропогенного воздействия рассматривается автомобильный транспорт [9]. В связи с этим шумовое загрязнение является одной из важных составляющих в формировании общей неблагоприятной обстановки для проживания населения. С ростом урбанизации повышенный уровень шума стал постоянной частью человеческой жизни, одним из значимых характеристик качества городской среды [3, 10]. Усиление шумового фона свыше предельно допустимых уровней представляет собой опасность для физического и психического здоровья человека.

Для исследования шума в пространстве от автотранспорта традиционно применяется картографический метод, что позволяет выделять зоны шумового дискомфорта, в пределах которых наблюдаются превышения установленных нормативов [3, 8]. Основой для построения карт могут быть данные, полученные при натурных исследованиях или расчетные данные с учетом характеристик автотранспортных потоков, дорожных условий, характера застройки, наличия зеленых насаждений и т.д.

Изучение экологических проблем, связанных с шумовым загрязнением, является наиболее актуальным для территорий крупных городских агломераций, где влияние транспорта на городскую среду усиливается в связи с особенностями градостроительной планировки и постоянным ростом автомобильного парка [9].

Постановка задачи исследования

Распространение шума является многофакторным процессом, имеющим пространственно-временную динамику, определяемую мощностью самого источника и особенностью его расположения. Распространение шума в пространстве городской среды зависит от комплекса факторов:

наличия крупных автомагистралей, интенсивности транспортного потока, характера жилой застройки вдоль дорог, метеорологических показателей, растительного покрова и т.д. Именно поэтому проведение полевых измерений – неотъемлемая часть исследований по оценке шумового воздействия.

В задачу исследования входило проведение пространственно-временных измерений уровня шума для зоны жилой застройки с учетом сезонных изменений окружающей среды, связанных с фенологическим состоянием растительности и наличием снежного покрова. Для пространственно-временного анализа распространения уровня шума в течение года проведены исследования в летний, зимний и весенне-осенний сезон для территории муниципального района Москвы.

В жилой зоне источники шума могут быть постоянные (автомагистрали) и временные – строительные объекты, объекты социальной инфраструктуры и т.д. В исследовании основное внимание уделено шумовому воздействию от автомагистралей.

Исследование сезонного пространственно-временного изменения уровня шума проводилось на территории района проспекта Вернадского, расположенного в Юго-Западном административном округе Москвы. Площадь района – 4,6 км², население составляет 64 000 человек.

Материалы и методы исследования

На начальном этапе проводилось изучение и картографирование пространственного распределения источников шумового загрязнения на изучаемой территории. На составленной карте (рис. 1) отмечены объекты, являющиеся основными источниками шумового воздействия: линейные – автомобильные дороги и автомагистрали с 4...8-полосным движением (постоянный шум); точечные – строительные объекты, развлекательные и образовательные учреждения (временный шум).

Улично-дорожная сеть района исследования представляет автомагистрали различных категорий: с восьмиполосным движением – Ленинский проспект и проспект Вернадского; с шестиполосным – Мичуринский проспект; с четырехполосным – улицы Кравченко и Удальцова; с двухполосным движением – внутриквартальные автомобильные дороги. Жилая зона района представлена разными типами застройки: кварталы пятиэтажного жилого фонда (намеченные под реновацию), многоэтажного жилого фонда и кварталы современных жилых многоэтажных строений после процесса реновации.

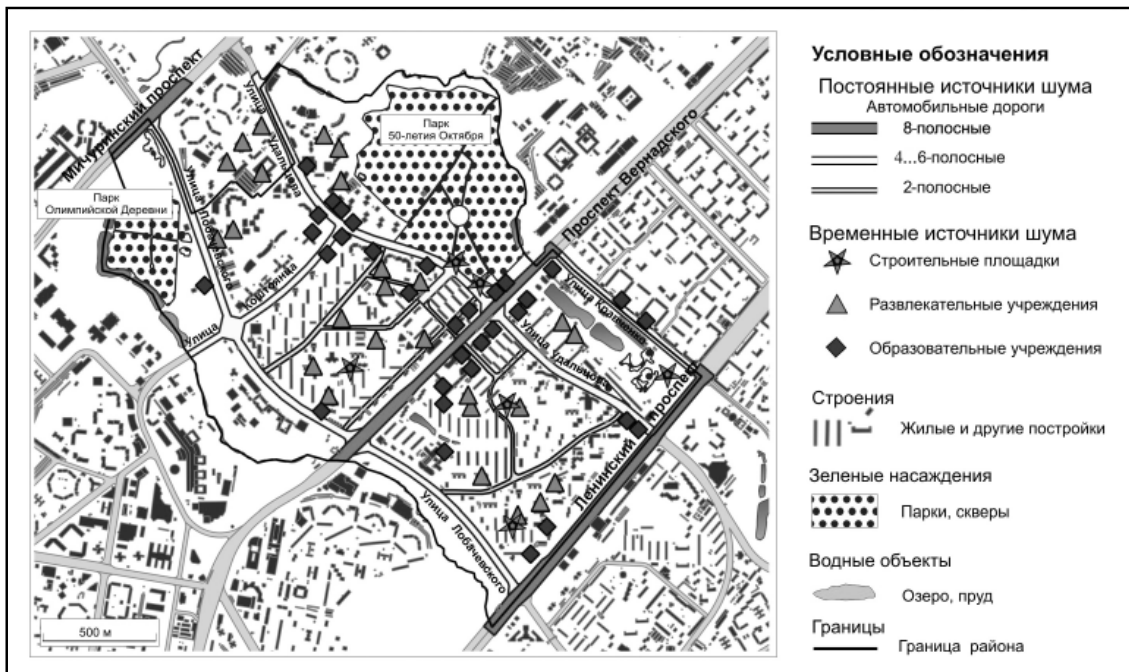


Рис. 1. Источники шумового воздействия района проспект Вернадского

Замеры шума проводились по сезонам в течение года в период с ноября 2017 по ноябрь 2018 гг. в 863 пунктах, расположенных по сетке с шагом 100 м по всей территории района. В тех случаях, когда рассчитанное местоположение измерения попадало в недоступную зону (водоем, здание, дорога и др.), измерение проводилось в наиболее близкой доступной точке. Для каждой точки было зафиксировано значение по трем сезонам (летнему, зимнему, весенне-осеннему). Пространственные исследования уровня шума ориентированы на анализ шумового воздействия от главного источника шума – автотранспорта, поэтому все измерения проводились в рабочие дни в период вечернего часа пик с 18.30 до 20.00 ч.

Для измерения шума использовался прибор шумомер второго класса (АКТАКОМ АТТ-9000). Значения шума фиксировались на высоте около 1,5 м путем расчета среднеарифметического значения трех последовательно фиксируемых значений с интервалом в 20 с в режиме непрерывного измерения. Полученная в результате измерений информация обработана методами геоинформационного картографирования и моделирования с использованием программ Quantum GIS и Arc GIS.

Обсуждение результатов исследования

В ходе исследования распространения шума выделены три сезонных периода: летний, характеризующийся облиственной растительностью; зимний – в период сформировавшегося снежного

покрова; весенне-осенний, характеризующийся отсутствием листвы и снежного покрова.

Основываясь на установленные нормативы для территорий, прилегающих к жилой зоне в дневное время (с 7 до 23 ч), уровень шума не должен превышать 55 дБА, в ночное время – 45 дБА [7]. Полученные значения ранжированы по отношению к ПДУ на четыре категории: незначительная (менее 45 дБА), средняя (45...55 дБА), высокая (55...65 дБА) и критическая (более 65 дБА) (таблица).

Наиболее благоприятная ситуация по шумовому загрязнению отмечается в летний период, что обусловлено увеличением шумопоглощающей способности поверхности за счет облиствления растительности, препятствующей распространению шума от автомагистралей вглубь кварталов. Критические уровни шумовой нагрузки фиксируются в непосредственной близости от Ленинского, Вернадского и Мичуринского проспектов, занимая незначительные площади – около 7 % от территории исследуемого района. Сильная шумовая нагрузка фиксируется вдоль крупных автомагистралей района, захватывая первые линии домов, и составляет 30 %. Средний уровень шумовой нагрузки отмечен внутри кварталов с многоэтажной жилой застройкой и составляет 38 % от территории района. Комфортные по шумовому воздействию участки с незначительным уровнем шума зафиксированы в парках, а также в кварталах пятиэтажной жилой застройки и составляют 25 % от площади территории.

Распределение шумовой нагрузки по территории

Зоны шумовой нагрузки	Значения, дБА	Соотношение территорий с различной шумовой нагрузкой, %			
		по сезонам			среднегодовое
		летний	зимний	осенне-весенний	
Незначительная	<45	25	16	15	17
Средняя	45...55	38	35	33	37
Высокая	55...65	29	23	23	25
Критическая	>65	7	26	29	21

Зимний период характерен отсутствием облиствения древесного яруса и установившимся снежным покровом, который уменьшает шумопоглощающие свойства горизонтальной (наземной) составляющей поверхности. В этот сезон, по сравнению с летом, шумопоглощающие свойства поверхности уменьшаются, а распространение шума увеличивается. Кроме этого, использование в зимний период шин с увеличенным протектором приводит к повышенному уровню шума от автотранспорта. Результаты замеров показывают, что зона с критической шумовой нагрузкой увеличивается до 26 % за счет проникновения шума внутрь жилых кварталов. Доля территорий с незначительным шумовым загрязнением уменьшается и составляет 16 % на территориях парков и небольшими пятнами внутри кварталов пятиэтажного жилого фонда.

В осенне-весенний межсезонный период шумопоглощающие свойства поверхности минимальны, отсутствие листвы и снежного покрова позволяет шуму отражаться от горизонтальных и вертикальных поверхностей, способствует его значительному распространению от автомагистралей вглубь района. Доля территории с критическим уровнем шумового загрязнения имеет максимальное значение за год и составляет 29 %, а с незначительным воздействием имеет минимальные значения – 14 %.

Для оценки среднегодового значения шумового загрязнения рассчитана величина осредненного воздействия с учетом весовых коэффициентов продолжительности каждого сезона. Для этого, согласно климатическим и фенологическим данным, определены соотношения периодов облиствения (лето) и установившегося снежного покрова (зима) для Московского региона [4]. Согласно данным многолетних фенологических наблюдений, период облиствения растительности

в Московском регионе составляет около шести месяцев, т.е. это продолжительность от раскрытия листвы древесного яруса растительности до периода листопада. Период установившегося снежного покрова продолжается три-четыре месяца и, соответственно, около двух месяцев длится межсезонный период.

Таким образом, расчет среднегодового шумового воздействия проводится по следующей формуле:

$$\text{Шум}_{\text{ср.год}} = 0,5 \text{ Шум}_{\text{л}} + 0,3 \text{ Шум}_{\text{з}} + 0,2 \text{ Шум}_{\text{о-в}},$$

где $\text{Шум}_{\text{ср.год}}$ – среднегодовое значение шума, $\text{Шум}_{\text{л}}$, $\text{Шум}_{\text{з}}$, $\text{Шум}_{\text{о-в}}$ – шум в летний, зимний и осенне-весенний сезоны соответственно.

Результаты пространственных расчетов представлены на карте среднегодового изменения шумового загрязнения (рис. 2).

Территории с критическим уровнем шума, значительно превышающим установленные предельно допустимые нормативы, составляют 21 % и располагаются вдоль проспектов Вернадского и Ленинского (8 полос), улицы Лобачевского (6 полос) и ограничены первым рядом жилых строений, выполняющих роль шумозащитных экранов, за которыми уровень шумовой нагрузки уменьшается до сильного и среднего уровней.

Территории с сильным уровнем шумового воздействия составляют 25 %. Основные очаги сильного воздействия примыкают к автомагистралям с 4...6-полосным движением, улицам Кравченко, Удальцова, Коштоянца. К юго-западу от улицы Лобачевского отсутствуют шумозащитные экраны и сооружения, что приводит к растеканию пятна сильного воздействия до границы исследуемой территории.

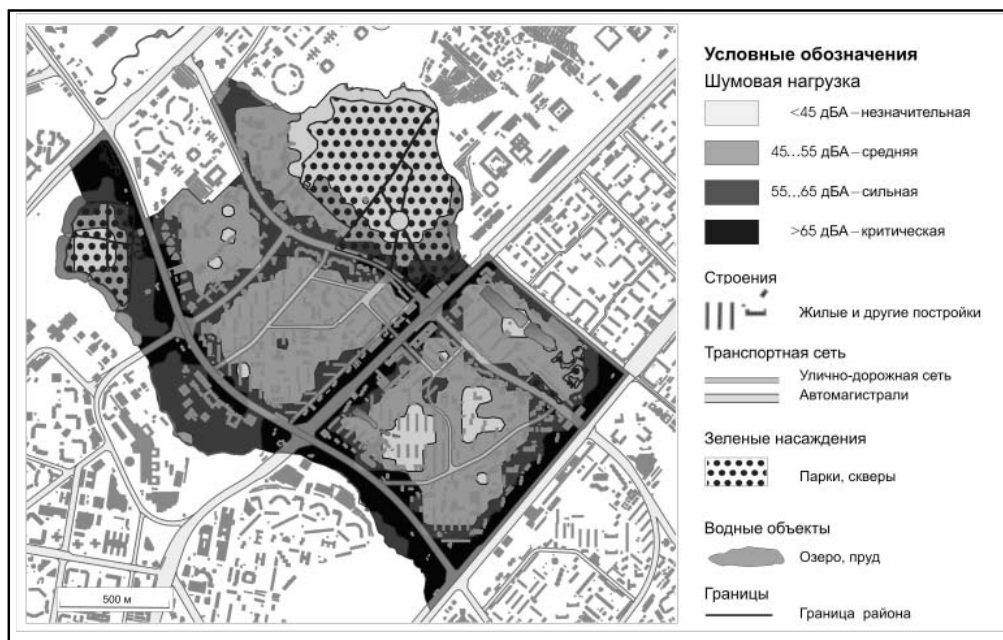


Рис. 2. Пространственное изменение уровня среднегодовой шумовой нагрузки

Территории со средней шумовой нагрузкой (37 %) выделены на внутриквартальных территориях жилой зоны района и на прилегающих к автодорогам парковых территориях. Территории с незначительной шумовой нагрузкой (17 %) определены главным образом на центральных участках парковых территорий, отдельные «пятна» фиксируются в квартале между Ленинским проспектом и проспектом Вернадского среди пятиэтажного жилого фонда.

При проведении измерений из временных источников шума учитывались только строительные объекты, чье воздействие зафиксировано в виде локальных «пятен» относительных превышений внутри жилых кварталов. Остальные типы временных источников шума оказались неучтенными, поскольку их режим функционирования не совпадает с вечерним часом пик в рабочие дни.

Заключение

Уровень шумового загрязнения на территории жилой застройки становится одним из важных в определении качества городской среды. Основную роль в формировании шумовой обстановки в городе играет автотранспорт. Распространение шума зависит от расположения автомагистралей, наличия шумозащитных и шумопоглощающих объектов и особенностей застройки.

Представленный опыт исследования распространения шума в городской среде показал, что среднегодовые показатели фиксируют существенное шумовое загрязнение с критическими

уровнями вдоль основных автомагистралей. Внутри жилых кварталов отмечается пространственная неоднородность уровня шумовой нагрузки, обусловленная не только самим источником шума, но и взаиморасположением объектов с их шумопоглощающими свойствами, зависящими, в том числе, и от сезона. Наибольшее шумовое загрязнение наблюдается в межсезонный осенне-весенний период при отсутствии снежного покрова и облиствения растительности. Таким образом, для фиксации наибольшего уровня шумового воздействия в течение года следует проводить сбор информации именно в этот период.

Полученные результаты могут быть использованы в проведении крупномасштабных исследований для комплексной экологической оценки качества городской среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Битюкова В.Р. *Социально-экологические проблемы развития городов России*. Изд-е 3-е. М.: Книжный дом «Либроком», 2012. 488 с.
2. Воробьева Т.А., Краснушкин А.В., Потапов А.А. Изучение и картографирование физического загрязнения городской среды // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2005. № 4. С. 35...39.
3. Горецкая А.Г., Марголина И.Л., Мороз А.В. Особенности шумового воздействия автотранспорта в городской среде // *Экологические системы и приборы*. 2017. № 6. С. 19...23.
4. *Национальный атлас России*. Т. 2. Природа и экология. Москва: ФГУП «ГОСГИСЦЕНТР», 2004. 495 с.

5. *Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния* / Под редакцией Н.С. Касимова. М.: ИП Филимонов М.В., 2014. 560 с.
6. Потапов А.А. Геоинформационные системы в экологическом мониторинге электромагнитных полей радиочастотного диапазона // *Геоинформатика*. 2011. № 1. С. 17...25.
7. *Санитарные нормы: СН 2.2.4/2.1.8.562–96*. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. М., 1996. 8 с.
8. Haibo Wang, Hanjie Chen, Ming Cai. Evaluation of an urban traffic Noise–Exposed population based on points of interest and noise maps: The case of Guangzhou. *Environmental Pollution*, 2018. # 239, pp. 741...750.
9. Haibo Wang, Ming Cai, Yifan Yao. A modified 3D algorithm for road traffic noise attenuation calculations in large urban areas. *Journal of Environmental Management*. 2017, # 196, pp. 614...626.
10. Xiaodong Lu, Jian Kang, Peisheng Zhu, Jun Cai, Fei Guo, Yuan Zhang. Influence of urban road characteristics on traffic noise. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2019, #75, pp. 136...155.
3. Goretskaya A.G., Margolina I.L., Moroz A.V. Osobennosti shumovogo vozdeystviya avtotransporta v gorodskoy srede [The specific features of the noise impact of vehicles in urban environment]. *Ekologicheskie sistemy i pribory* [Ecological Systems and Devices]. 2017. № 6, pp. 19...23.
4. *Natsional`nyy atlas Rossii*. Т. 2. Priroda i ekologiya [National Atlas of Russia. Nature and ecology]. М.: FGUP «GOSGISTSENTR». 2004. 495 p.
5. *Regiony i goroda Rossii: integral`naya otsenka ekologicheskogo sostoyaniya*. Pod red. N.S. Kasimova [Regions and cities of Russia: integrated assessment of an ecological state]. М.: IP Filimonov M.V. 2014. 560 p.
6. Potapov A.A. Geoinformatsionnye sistemy v ekologicheskom monitoringe elektromagnitnykh poley radiochastotnogo diapazona [Geographic information systems in environmental monitoring of electromagnetic fields of radio-frequency range]. *Geoinformatika* [Geoinformatics]. 2011. № 1, pp. 17...25.
7. *Sanitarnye normy: SN 2.2.4/2.1.8.562–96*. Shum na rabochikh mestakh, v pomeshcheniyakh zhilykh, obshchestvennykh zdaniy i na territorii zhiloy zastroyki [Sanitary norms: SN 2.2.4/2.1.8.562–96. Noise at workplaces, in residential and public buildings and residential areas]. М., 1996, p. 8.
8. Haibo Wang, Hanjie Chen, Ming Cai. Evaluation of an urban traffic Noise–Exposed population based on points of interest and noise maps: The case of Guangzhou. *Environmental Pollution*, 2018. # 239, pp. 741...750.
9. Haibo Wang, Ming Cai, Yifan Yao. A modified 3D algorithm for road traffic noise attenuation calculations in large urban areas. *Journal of Environmental Management*. 2017, # 196, pp. 614...626.
10. Xiaodong Lu, Jian Kang, Peisheng Zhu, Jun Cai, Fei Guo, Yuan Zhang. Influence of urban road characteristics on traffic noise. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2019, #75, pp. 136...155.

REFERENCES

1. Bityukova V.R. *Социально-экологические проблемы развития городов России*. Изд-е 3-е. [Social-ecological problems of development of the cities of Russia. Prod. the 3rd]. М.: Knizhnyy dom «Librokom» [Moscow: Book House Librocom] 2012. 488 p.
2. Vorobyova T.A., Krasnushkin A.V., Potapov A.A. Izucheniye i kartografirovaniye fizicheskogo zagryazneniya gorodskoy sredy [Studying and mapping of physical pollution of the urban environment]. *Vestnyk Moskovskogo universiteta. Seriya 5. Geografiya* [Bulletin of the Moscow University. Series 5. Geography]. 2005. № 4, pp. 35...39.



Информация об авторах

Веселов Денис Сергеевич, магистрант

Воробьева Татьяна Александровна, канд. геогр. наук, доцент

Марголина Ирина Леонидовна, канд. геогр. наук, старший научный сотрудник

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. 119991, Москва, Российская Федерация, Ленинские горы, д. 1

Information about authors

Veselov Denis Sergeevich, Undergraduate

Vorobeva Tatyana Alexanderovna, Cand. of Geogr. Sciences, Associate Professor

Margolina Irina Leonidovna, Cand. of Geogr. Sciences, Senior Researcher

Lomonosov Moscow State University. 119991, Moscow, Russian Federation, Leninskie Gory, 1