

Оценка акустической эффективности шумозащитных экранов на автомобильных дорогах города Иркутска

С. А. Новикова¹ ✉, Д. Н. Мартынов²

¹Иркутский государственный университет, Российская Федерация
(664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1)

²Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Российская Федерация
(236016, г. Калининград, ул. А. Невского, 4)

Аннотация: Цель – явилась оценка эффективности шумозащитных сооружений на участках автомобильных дорог в городе Иркутске (Иркутская область). Методы исследования. С помощью шумомеров произведены инструментальные измерения уровня звукового давления на территориях, оборудованных акустическими экранами. Результаты и обсуждение. Проведен анализ полученных результатов и их сравнение с установленными санитарными нормативами на предмет их превышения. Осуществлен расчет статистических характеристик уровня шума. Анализ данных, полученных в результате проведенных измерений, позволил сделать выводы о недостаточной эффективности сооружений, снижающих уровень шума только на расстоянии 1 и 10 м от источников шума и не позволяющих довести уровень шума до установленного санитарного норматива (55 дБА). Заключение. На рассмотренных территориях необходимо проводить мероприятия по защите населения от автотранспортного шума.

Ключевые слова: Иркутск, автомобильный транспорт, уровень шума, санитарные нормы, шумомер, акустические экраны.

Для цитирования: Новикова С. А., Мартынов Д. Н. Оценка акустической эффективности шумозащитных экранов на автомобильных дорогах города Иркутска // Вестник Воронежского государственного университета. Серия География. Геоэкология, 2020, № 4, с. 61-68. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3066>

ВВЕДЕНИЕ

По данным австралийских исследователей шум на 30 % является причиной старения горожан и сокращает продолжительность их жизни на 8-12 лет [1].

В ночное время шум способен кумулятивно накапливаться. Так, например, ночной шум в 55 дБА вызывает такие же физиологические эффекты, как дневной шум в 65 дБА, а шум в 67 дБ, повторяющийся более 5 раз за ночь, оказывает значительный вред для здоровья человека. Пороговое значение уровня шума, способного вызвать нарушение сна, в зависимости от разных причин у детей составляет 50 дБА, у взрослых – 30 дБА, у людей пожилого возраста – значительно ниже [3].

В Европейском Союзе около 56 млн человек, проживающих в районах с населением более 250000 человек, подвержены воздействию шума дорожного движения, превышающего средние значения уровня шума – 55 дБА в год, что весьма опасно для здоровья. В настоящее время в крупных городах Иркутской области, и в частности, в городе Иркутске, отмечается довольно высокий уровень шумового воздействия. Наиболее значимым источником повышенного шумового дискомфорта на территории жилой застройки города выступают транспортные потоки [2].

Как известно, в настоящее время наиболее эффективными среди акустических средств защиты от шума являются методы звукоизоляции и звукопоглощения. Метод звукоизоляции основан на сни-

© Новикова С. А., Мартынов Д. Н., 2020

✉ Новикова Светлана Александровна, e-mail: novikovasveta41@mail.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

жении шума за счет отражения звуковых волн от преграды: перегоронок, ограждений, шумозащитных экранов. *Метод звукопоглощения* основан на снижении шума за счет перехода звуковой энергии в тепловую в порах звукопоглощающего материала. Большая удельная поверхность звукопоглощающих материалов, которая создается стенками открытых пор, способствует активному преобразованию энергии звуковых колебаний в тепловую.

С 1989 года в Европейском Союзе применяются шумозащитные экраны с интегрированными солнечными батареями, что в 2009 году позволило получить 4 ГВ (17% от общего объема энергии, полученной благодаря солнечной энергетике). По данным исследования Мадридского института акустики, панель солнцезащитной батареи с основой из керамики, позволяет достичь снижения шума в 32 дБА. Шумозащитные экраны с интегрированными солнечными батареями могут иметь огромный потенциал для Российской Федерации. Наиболее перспективными они могли бы быть на автомагистралях, южного направления, в Сибири и на Дальнем Востоке, включая Иркутскую область, лежащих до 56° с.ш., где регистрируется высокий уровень солнечной радиации. Однако, необходимо отметить, что несмотря на большое количество автотранспортных средств и повышенный шумовой дискомфорт, акустические экраны не получили широкого применения в городах Иркутской области в связи с тем, что являются весьма дорогостоящими (порядка 1,5-20 млн рублей в зависимости от высоты и протяженности экрана).

Проблема шумового загрязнения в крупных городах, и в частности Иркутске, является актуальной и требует детального изучения.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

С целью выявления шумовой нагрузки в городе Иркутске в течение 2019 года нами выполнялись натурные наблюдения за интенсивностью движения автотранспортных средств в часы пик, а также осуществлялись инструментальные замеры уровня шума на участках улиц города Иркутска с установленными акустическими экранами (зона, примыкающая к линейным источникам шумового загрязнения, и зона звуковой тени). Мониторинг акустического загрязнения осуществлялся с помощью шумомеров марки «Testo 816», погрешность измерений которых составляет ± 1 дБА. Измерения уровня шума проводились по стандартной методике. В эксперименте использовался метод ориентировочной оценки постоянного и непостоянного уровней шума, измеренного шумомером

по шкале «А». Данные об уровнях шума были обработаны с помощью методов математической статистики.

В качестве объектов территорий исследования были выбраны, участки дорог города Иркутска, оборудованные шумозащитными комплексами: 1) автомагистраль, расположенная рядом с коттеджным поселком «Новолисиха»; 2) автомагистраль, расположенная рядом с жилым комплексом «Гринлэнд».

По классификации рассматриваемые акустические экраны относятся к комбинированным.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Автомагистраль вблизи коттеджного поселка «Новолисиха». Территория установки шумозащитного экрана обусловлена близостью расположения коттеджного поселка «Новолисиха» города Иркутска к Байкальскому тракту, являющемуся частью федеральной трассы М55 с ежедневным интенсивным транспортным потоком (2340 авт./час пик).

Акустический экран установлен на расстоянии 0,5 м от автомобильной дороги. Протяженность сооружения составляет 160 м, состоит из 80 секций, которые расположены разрозненно: со стороны города Иркутска – 26 секций, затем расположена примыкающая дорога (протяженность «зазора» составляет порядка 20 м) и далее установлено еще 54 секции, длина одной секции равна 2 м. Высота одной секции экрана составляет 5 м.

Измерения уровня шума проводились на расстоянии 0,5 м, 1 м, 5 м, 10 м, 20 м от автомагистрали на участках, оборудованных акустическим экраном и на участках, где экранов нет. Количество проведенных на этих участках измерений – 15.

Согласно проведенным измерениям, максимальные значения уровня шума, равные 84 дБА, были зарегистрированы перед защитным экраном вблизи автомобильной дороги, минимальные значения уровня шума, равные 49 дБА, зафиксированы на расстоянии 10 м от него, затем уровень шума повышался. Среднее значение уровня шума на расстоянии 0,5 м от экрана составило 72 дБА, далее за шумозащитным сооружением уровень шума постепенно снижался до минимальных значений в 58 дБА, регистрируемых на расстоянии 10 м от автодороги, затем уровень шума стал возрастать (рис. 1).

Необходимо отметить, что практически на всем протяжении акустического экрана регистрируемые значения уровня шума превышали установленный для дневного времени норматив, равный 55 дБА,

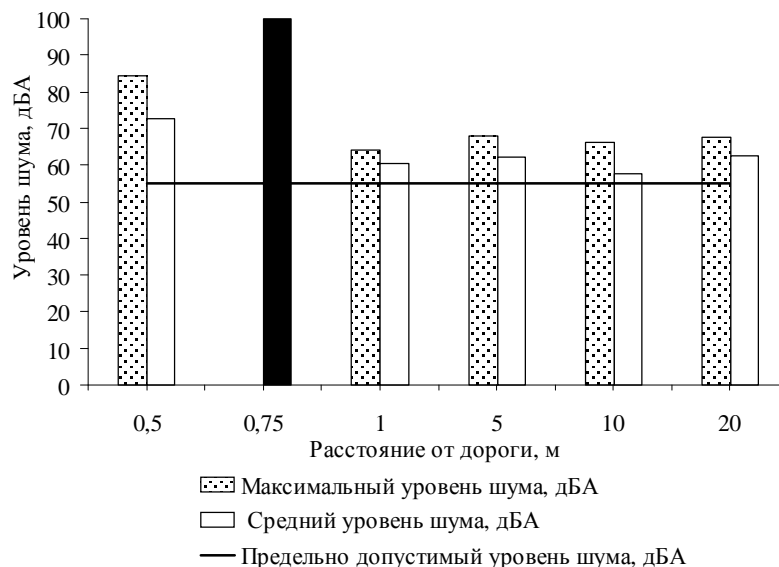


Рис. 1. Уровень шума на территории вблизи коттеджного поселка «Новолисиха», оборудованной шумозащитным экраном
 [Fig. 1. Noise level in the area near the cottage village “Novolisikha” equipped with a noise shield]

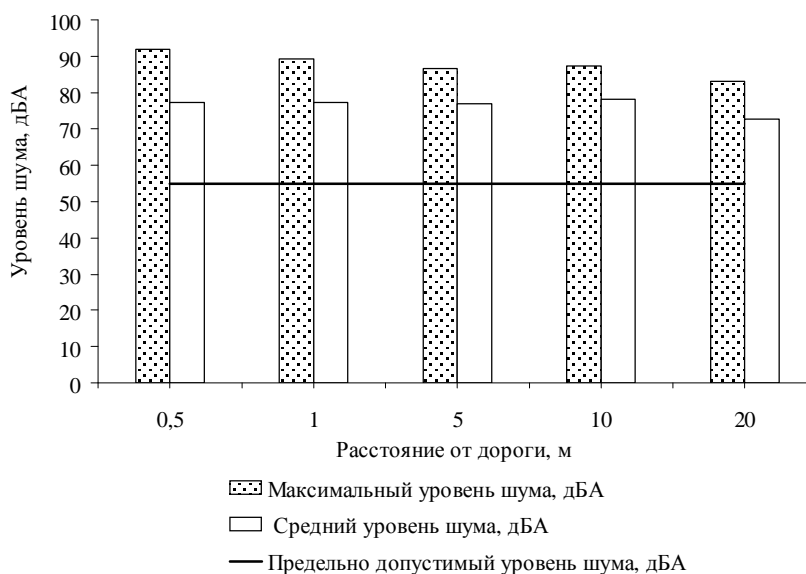


Рис. 2. Уровень шума на территории вблизи коттеджного поселка «Новолисиха», не оборудованной шумозащитным экраном
 [Fig. 2. Noise level in the area near the cottage village “Novolisikha” not equipped with a noise shield]

в пределах 17 дБА. Таким образом, защитный экран, установленный вблизи коттеджного поселка «Новолисиха», позволяет снизить уровень шума на 10 дБА в области звуковой тени.

Максимальные значения уровня шума, равные 92 дБА, были зарегистрированы на расстоянии 0,5 м от автодороги, не оборудованной экраном (рис. 2). Среднее значение уровня шума на этом расстоянии составило 77 дБА, далее за акустическим экраном уровень шума постепенно снижался до минимальных значений в 73 дБА, регистрируе-

мых на расстоянии 20 м от автодороги. Тем не менее на всей протяженности отрезка измерений уровень шума превышал дневные нормы – предельно допустимый уровень шума (ПДУ) [4] на 18-23 дБА.

Автомагистраль вблизи жилого комплекса «Гринлэнд». Оборудование шумозащитного сооружения обусловлено интенсивностью движения транспортного потока по автодороге вблизи жилого комплекса «Гринлэнд» (около 1800 авт./час пик). Акустический экран установлен на расстоянии 10 м от автодороги. Протяженность сооружения

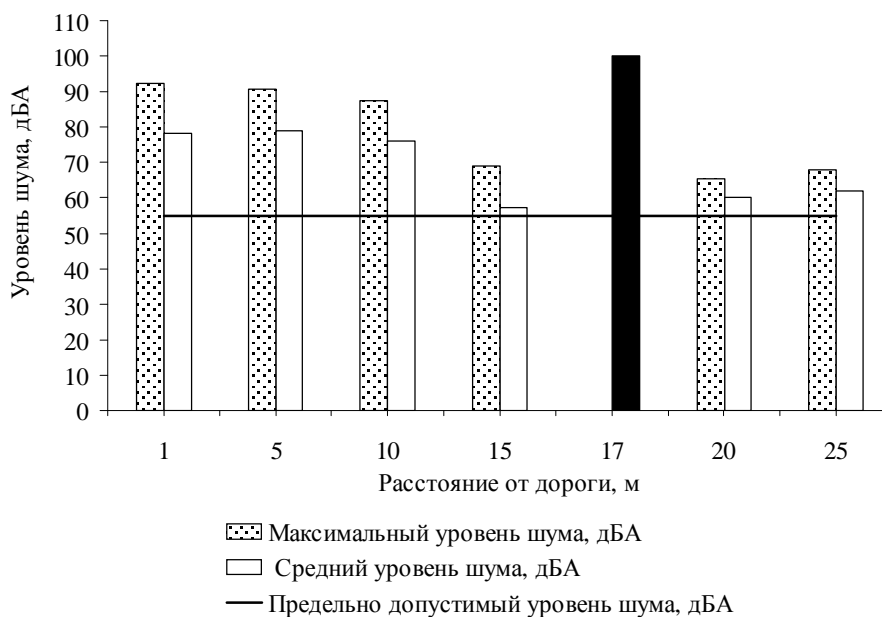


Рис. 3. Уровень шума на территории вблизи жилого комплекса «Гринлэнд», оборудованной шумозащитным экраном
 [Fig. 3. Noise level in the area near the “Greenland” residential complex equipped with a noise shield]

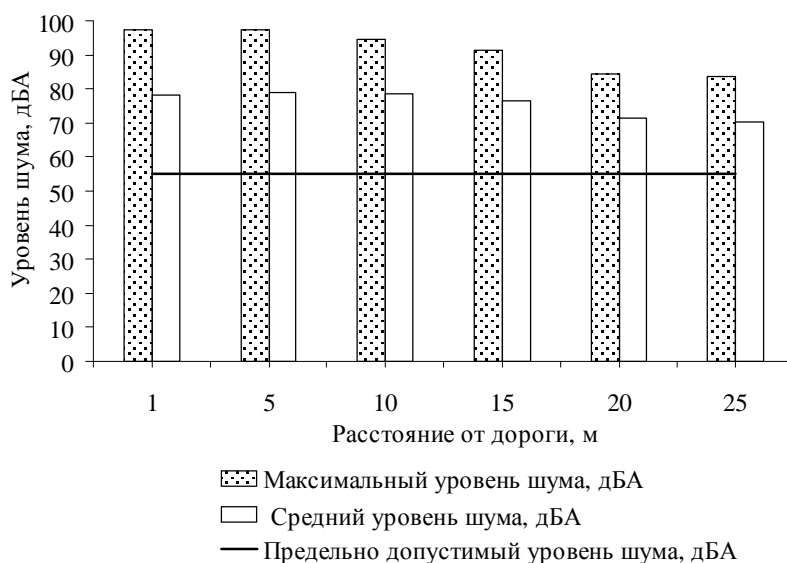


Рис. 4. Уровень шума на территории вблизи жилого комплекса «Гринленд», не оборудованной шумозащитным экраном
 [Fig. 4. Noise level in the area near the “Greenland” residential complex not equipped with a noise shield]

составляет 160 м, количество секций – 80, длина секции равна 2 м, высота одной секции акустического экрана составляет 2,15 м.

Измерения уровня шума проводились на расстоянии 1 м, 5 м, 10 м, 15 м, 20 м, 25 м от автомобильной дороги на территориях, оборудованных шумозащитным экраном и участках не оборудованных экраном. Количество проведенных на этих участках измерений – 15. Согласно проведенным замерам, максимальные значения уровня шума,

равные 92 дБА, были зарегистрированы на расстоянии 1 м от автодороги, минимальные значения уровня шума, равные 45 дБА, зафиксированы после акустического экрана на расстоянии 10 м от дороги, затем уровень шума повышался (рис. 3). Таким образом, защитный экран, установленный вблизи коттеджного поселка «Гринлэнд», позволяет снизить уровень шума на 16-22 дБА в области звуковой тени экрана. Несмотря на это, средние значения уровня шума на всем протяжении эк-

Результаты проведенных измерений уровня шума в г. Иркутске
[Table. The results of the measurements of the noise level in Irkutsk]

Расстояние от дороги, м [Distance from the road, m]	Максимальное значение, дБА [Maximum value dBA]	Среднее значение, дБА [Average value, dBA]	Минимальное значение, дБА [Minimum value, dBA]	Среднее квадратичное отклонение, дБА [Minimum value, dBA]	Коэффициент вариации, % [Coefficient of variation,%]
<i>Шумозащитный экран вблизи коттеджного поселка «Новолисиха»</i> [Noise shield near the cottage village «Novolisikha»]					
Территории, оборудованные шумозащитными экранами [Territories equipped with noise shields]					
0,5	84,4	72,8	61,1	5,8	8,0
1,0	64,2	60,5	56,8	1,9	3,1
5,0	67,8	62,0	56,1	2,9	4,7
10,0	66,1	57,7	49,3	4,2	7,3
20,0	67,6	62,4	57,3	2,6	4,1
Территории, не оборудованные шумозащитными экранами [Territories not equipped with noise shields]					
0,5	91,7	77,3	62,9	7,2	9,3
1,0	89,4	77,1	64,9	6,1	8,0
5,0	86,8	77,0	67,3	4,9	6,3
10,0	87,5	78,3	69,0	4,6	5,9
20,0	83,1	72,6	62,1	5,2	7,2
<i>Шумозащитный экран вблизи жилого комплекса «Гринленд»</i> [Noise shield near the «Greenland» residential complex]					
Территории, оборудованные шумозащитными экранами [Territories equipped with noise shields]					
1,0	92,3	78,3	64,3	7,0	8,9
5,0	90,9	78,9	66,8	6,0	7,6
10,0	87,5	76,2	64,9	5,6	7,4
15,0	68,9	57,2	45,5	5,8	10,2
20,0	66,4	58,8	55,0	3,8	6,5
25,0	67,9	62,2	56,4	2,9	4,6
Территории, не оборудованные шумозащитными экранами [Territories not equipped with noise shields]					
1,0	97,3	78,3	59,3	9,5	12,1
5,0	97,2	79,1	61,0	9,0	11,4
10,0	94,4	78,4	62,3	8,0	10,2
15,0	91,3	76,7	62,2	7,3	9,5
20,0	84,2	71,3	58,5	6,4	9,0
25,0	83,6	70,3	56,9	6,7	9,5

ранных преград превышали ПДУ, установленный для дневного времени [4], в среднем на 23 дБА.

Максимальные значения уровня шума, равные 97 дБА, были зафиксированы на расстоянии 1 м от автодороги не оборудованной шумозащитным экраном (рис. 4). Средние значения колебались от 78 дБА на расстоянии 1 м от дороги до 70 дБА на расстоянии 25 м от нее. Тем не менее, на всей про-

тяженности отрезка измерений средний (эквивалентный) уровень превышал дневные нормы ПДУ шума [4] в среднем на 15-25 дБА.

Результаты расчетов статистических характеристик уровня шума, зарегистрированного в ходе инструментальных измерений, представлены в таблице. Анализ средних квадратических отклонений и коэффициентов вариации (<17 %) пока-

зал удовлетворительную статистическую однородность как на территориях, оборудованных акустическими экранами, так и на территориях, не оборудованных ими. Таким образом, статистическая обработка позволила сделать выводы о степени однородности данных, полученных во время проведения натурных обследований участков дорог, а также корректности зафиксированного уровня звукового давления в городе Иркутске.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье проведена оценка уровня шума на территориях города Иркутска, оснащенных акустическими экранами. Результаты проведенных замеров на участках дорог, оборудованных шумозащитными экранами (на примере коттеджного поселка «Новолисиха» и жилищного комплекса «Гринлэнд») позволяют сделать вывод об эффективности сооружений, снижающих уровень шума на расстоянии 1 и 10 м от источников шума. Однако существующей эффективности экранов недостаточно для того, чтобы довести уровень шума до установленного санитарного норматива [4]. Причинами повышенной акустической нагрузки являются большое количество автомобилей, некачественное дорожное покрытие, износ транспортных средств, а также несоблюдение скоростного режима автотранспортными потоками.

Необходимо отметить ряд выявленных недостатков, изученных акустических экранов.

1. Нерациональное расположение: 1) недостаточная протяженность экранных сооружений (охват не всей территории, подверженной шумовому воздействию); 2) наличие «разрыва» между частями шумозащитного комплекса, установленного вблизи коттеджного поселка «Новолисиха», из-за примыкающей автодороги.

2. Низкая эффективность сооружений, не позволяющая обеспечивать уровень шума, соответствующий ПДУ [6] на прилегающих территориях (норматив превышен в среднем на 15-25 дБА).

Результаты данного исследования имеют практическую значимость при дальнейшей разработке и внедрении комплекса мероприятий по снижению уровня звукового давления в крупных городах. Так, для снижения уровня шума до значений ПДУ нами предложены следующие меры на автодорогах, оснащенных акустическими экранами: 1) замена отталкивающих шумозащитных экранов на наиболее эффективные – шумопоглощающие; 2) грамотное проектирование экранов, недопущение «разрывов» (промежутков) в акустических комплексах; 3) постепенный переход на гибридные автотранспортные средства и бесшумные электромобили; 4) проведение политики, направленной на снижение темпов роста автомобилизации населения (строительство новых веток трамваев и троллейбусов).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Денисов В. В. *Экология: учеб. пособие для бакалавров технических вузов*. Москва, Феникс, 2013. 414 с.
2. Копытенкова О. И., Леванчук А. В., Курепин Д. Е. *Совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга на основе гигиенической оценки акустического воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду*. Москва, Таусс-Пресс, 2015.
3. Ильяева Е. Н. Медико-социальная значимость шума в условиях современного города // *Медицина труда и промышленная экология*, 2008, № 8, с. 37-41.
4. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Санитарные нормы. «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Москва, Минздрав России, 1996. 8 с.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию 30.07.2020

Принята к публикации 20.11.2020

GEOECOLOGY

UDC 504.055

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3066>

Assessment of the Acoustic Efficiency of Noise Protection Screens on the Roads of the City of Irkutsk

S. A. Novikova¹✉, D. N. Martynov²

¹*Irkutsk State University, Russian Federation
(1, K. Marx St., Irkutsk, 664003)*

²*Immanuel Kant Baltic Federal University, Russian Federation
(4, A. Nevsky St., Kaliningrad, 236016)*

Abstract: The aim of the study was to assess the effectiveness of noise protection structures on road sections in the city of Irkutsk (Irkutsk region). *Methods.* With the help of sound level meters, instrumental measurements of the sound pressure level were carried out in the territories equipped with noise shields. *Results.* The analysis of the results obtained and their comparison with the established sanitary standards for their excess is carried out. The calculation of the statistical characteristics of the noise level has been carried out. The analysis of the data obtained as a result of the measurements made it possible to draw conclusions about the insufficient efficiency of the structures that reduce the noise level only at a distance of 1 and 10 m from noise sources and do not allow bringing the noise level to the established sanitary standard (55 dBA). *Conclusion.* In the considered territories, it is necessary to take measures to protect the population from road traffic noise.

Key words: Irkutsk, road transport, noise level, sanitary standards, sound level meter, acoustic screens.

For citation: Novikova S. A., Martynov D. N. Assessment of the acoustic efficiency of noise protection screens on the roads of the city of Irkutsk. *Vestnik Voronezskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria Geografija. Geoekologia*, 2020, No. 4, pp. 61-68. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo.2020.4/3066>

REFERENCES

1. Denisov V. V. *Jekologija: ucheb. posobie dlja bakalavrov tehniceskikh vuzov* [Ecology]. Moscow, Feniks Publ., 2013. 414 p. (In Russ.)
2. Kopytenkova O. I., Levanchuk A. V., Kurepin D. E. *Sovershenstvovanie sistemy social'no-gigienicheskogo monitoringa na osnove gigienicheskoy ocenki akusticheskogo vozdejstviya avtomobil'nogo transporta na okruzhajushhuju sredu* [Improving the system of social and hygienic monitoring based on the hygienic assessment of the acoustic impact of road transport on the environment]. Moscow, Tauss-Press Publ., 2015, pp. 184-186. (In Russ.)
3. Il'kaeva E. N. *Mediko-sotsial'naya znachimost' shuma v usloviyakh sovremennogo goroda* [Medical and social significance of noise in a modern city]. *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2008, no. 8, pp. 37-41. (In Russ.)
4. SN 2.2.4/2.1.8.562-96. Sanitarnye normy. "Shum na rabochih mestah, v pomeshhenijah zhilyh, obshchestvennyh zdaniy i na territorii zhiloz zastrojki" [Sanitary norms 2.2.4/2.1.8.562-96. Sanitary standards. "Noise at workplaces, in premises of residential, public buildings and on the territory of residential buildings"]. Moscow, Minzdrav Rossii, 1996. 8 p. (In Russ.)

Conflict of interests: The authors declare no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 30.07.2020

Accepted: 20.11.2020

© Novikova S. A., Martynov D. N., 2020

✉ Svetlana A. Novikova, e-mail: novikovasveta41@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Новикова Светлана Александровна
старший преподаватель кафедры гидрологии и природопользования географического факультета Иркутского государственного университета, г. Иркутск, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2534-3379>, e-mail: novikovasveta41@mail.ru

Мартынов Дмитрий Николаевич
магистрант кафедры географии, природопользования и пространственного развития факультета экологии и природопользования Балтийского Федерального Университета им. И. Канта, г. Калининград, Российская Федерация, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0136-5621>, e-mail: razerdazer@gmail.com

Svetlana A. Novikova
Senior Lecturer of the Department of Hydrology and Environmental Management, Faculty of Geography, Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2534-3379>, e-mail: novikovasveta41@mail.ru

Dmitry N. Martynov
Master of the Department of Geography, Nature Management and Spatial Development, Faculty of Ecology and Nature Management, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russian Federation, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0136-5621>, e-mail: razerdazer@gmail.com