



ГЕОЭКОЛОГИЯ

GEOECOLOGY

DOI: 10.22363/2313-2310-2023-31-4-510-520


EDN: RNKMGK

УДК 502:628.517.2

Научная статья / Research article

Зонирование города Шелехова Иркутской агломерации на основе оценки акустического загрязнения

С.А. Новикова  

*Иркутский государственный университет путей сообщения,
Иркутск, Российская Федерация
eco-science@mail.ru*

Аннотация. Проведено зонирование города Шелехова, основанное на оценке акустического загрязнения территории. Осуществлены натурные наблюдения и выполнен подсчет количества автотранспортных средств, передвигающихся по внутригородским автомобильным дорогам и федеральной трассе Р-258 «Байкал». С помощью шумомеров произведены инструментальные измерения в дневное и ночное время и построены карты уровня звукового давления улично-дорожной сети. Осуществлен расчет статистических характеристик и построен суточный ход распределения уровня шума на главных и второстепенных автодорогах. Проведен анализ полученных результатов и их сравнение с установленными санитарными нормативами на предмет их превышения. Определены фактические данные в поддержку реализации стратегий, направленных на снижение акустического загрязнения и, как следствие, создания благоприятных условий для проживания населения.

Ключевые слова: акустическая нагрузка, нормирование уровня шума, звуковое давление, улично-дорожная сеть

История статьи: поступила в редакцию 15.01.2023; доработана после рецензирования 30.04.2023; принята к публикации 15.09.2023.

© Новикова С.А., 2023




This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/legalcode>

Для цитирования: Новикова С.А. Зонирование города Шелехова Иркутской агломерации на основе оценки акустического загрязнения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. 2023. Т. 31. № 4. С. 510–520. <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2023-31-4-510-520>

Zoning of the city of Shelekhov, Irkutsk agglomeration, based on the assessment of acoustic pollution

Svetlana A. Novikova  

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

 eco-science@mail.ru

Abstract. The study carried out the zoning of the city of Shelekhov, based on the assessment of acoustic pollution of the territory. Field observations were made and the number of vehicles moving along intracity roads and the federal highway R-258 “Baikal” was calculated. With the help of sound level meters, instrumental measurements were made in the daytime and at night, and maps of the sound pressure level of the road network were built. The calculation of statistical characteristics was carried out and the daily course of the distribution of the noise level on the main and secondary roads was constructed. The analysis of the obtained results and their comparison with the established sanitary standards for their excess was carried out. Evidence has been identified to support the implementation of strategies aimed at reducing acoustic pollution and, as a result, creating favorable conditions for the population to live.

Keywords: acoustic load, noise level regulation, sound pressure, road network

Article history: received 15.01.2023; revised 30.04.2023; accepted 15.09.2023.

For citation: Novikova SA. Zoning of the city of Shelekhov, Irkutsk agglomeration, based on the assessment of acoustic pollution. *RUDN Journal of Ecology and Life Safety*. 2023;31(4):510–520. (In Russ.) <http://doi.org/10.22363/2313-2310-2023-31-4-510-520>

Введение

Шелехов – промышленно-транспортный город Иркутской агломерации, через который проходит федеральная трасса Р-258 «Байкал» (Иркутск – Улан-Удэ – Чита) в связи, с чем автотранспорт здесь является круглосуточным источником шума. В транспортном потоке Шелехова отмечается большое количество транзитных грузовых автомобилей и автобусов. В городе достаточно развитая система городского транспорта, в которой, в основном, работают маршрутные такси. Через г. Шелехов проходит Транссибирская магистраль, расположено две железнодорожные станции. В рамках развития Иркутской агломерации и программы «Большой Иркутск» планируется соединить Шелехов, Иркутск и Ангарск линиями скоростного трамвая¹ [1].

Авторами [2] проанализированы статистические данные о реакции арендаторов жилья на шум от автотранспорта в Сингапуре после пандемии COVID-19, показывающие увеличение предпочтения людьми тишины примерно на 10 % с 2019 по 2020 г. Новая бизнес-модель работы на дому

¹ Концепция развития Иркутской агломерации. ФРИО, 2007. 163 с.

и растущий трафик от служб доставки объясняют эту тенденцию. Так, из-за транспортного шума арендная плата за жилье, расположенное вблизи автомобильных дорог, сразу после вспышки пандемии снизилась на 3,8 %, а через год – на 12,7 %.

Многие ученые пытаются разработать математические модели шума для изучения взаимосвязи между уровнем звукового давления и пространственно-временными параметрами. Авторами [3] создана модель с использованием метода множественной линейной регрессии для прогнозирования акустического загрязнения на магистральных дорогах Мешхеда – крупнейшего центра религиозного туризма в Иране, который ежегодно посещают порядка двадцати девяти миллионов человек. В [4] предпринята попытка спрогнозировать будущий уровень шума в зависимости от роста транспортных средств в Мумбаи с применением математической модели.

Кроме того, проведенные исследования [5–8] позволили установить, что шум является фактором экологического риска, оказывающим комплексное негативное воздействие на здоровье населения в условиях городской среды. Так, возникает проблема обеспечения акустической безопасности урбанизированных территорий.

Одной из главных причин акустического загрязнения в г. Шелехове служит рост числа источников шума. Кроме того, проведенные исследования [2] позволили установить, что шум является фактором экологического риска, оказывающим комплексное негативное воздействие на здоровье населения в условиях городской среды. Возникает проблема обеспечения акустической безопасности урбанизированных территорий, в том числе и в городе Шелехове.

Методы исследования

С целью выявления шумовой нагрузки в г. Шелехове в период 2016–2020 гг. проводились натурные наблюдения за составом и интенсивностью движения автотранспортных средств в дневное и ночное время, а также осуществлены инструментальные замеры уровня звукового давления с помощью шумомеров Testo 816. Измерения уровня шума проводились по методике². По результатам проведенных исследований была сформирована и зарегистрирована база данных шумовых характеристик улично-дорожной сети [9]. Данные об уровнях шума были обработаны с помощью методов математической статистики. Результатом проведенных расчетов явилось зонирование территории г. Шелехова по уровню акустического загрязнения. Для выполнения работы по созданию карт шумового загрязнения применялась программа QGIS. Слои картографического проекта OpenStreetMap выступали в качестве исходных пространственных данных в программу. При

² Методы контроля. Физические факторы. Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и помещениях: методические указания (МУК 4.3.2194–07). М., 2007. 10 с.

создании карт в слоях исходных подложек были использованы данные натуральных обследований уровней шума, зафиксированных в точках, координаты которых были отсняты с помощью GPS навигатора «Garmin Dakota 20».

Результаты и их обсуждение

В результате проведенных натуральных обследований установлено, что автотранспортные средства всех категорий фиксируются практически в одинаковом количестве как в утренние и вечерние часы «пик», так и дневное время. По интенсивности движения наиболее загружены центральная часть города и трасса Р-258 «Байкал», наименее загруженными оказались окраины города. В дневное время в Шелехове создается максимальный уровень шума, изменяющийся в интервале (80–85] дБА, минимальный – в интервале (65–70] дБА (табл. 1). Наибольший уровень шума, зафиксированный в городе в ночное время, изменяется в интервале (75–80] дБА, наименьший – в интервале [60–65] дБА (табл. 1). Такие уровни шума фиксируются на тех же участках дорог, которым соответствуют уровни шума, изменяющиеся в интервалах (80–85] и [65–70] дБА, согласно измерениям, проведенным в дневное время. На рис. 1–2 представлены результаты зонирования территории г. Шелехова по уровню акустического загрязнения в дневное и ночное время, соответственно.

Таким образом, в дневное время на территории г. Шелехова создается максимальный уровень шума, равный 80-85 дБА, в ночное время – 70-75 дБА, что значительно превышает установленные санитарные нормы³. Средний уровень шума, которому подвержены жители Шелехова, составляет 65 дБА. Территория города находится в зоне повышенного шумового дискомфорта как в дневное, так и ночное время. Норматив, установленный для дневного времени, превышен в 1,5 раза, для ночного времени – 1,7 раза⁴.

В табл. 2 представлены характеристики уровней звукового давления на главных (наиболее загруженных – где регистрируется порядка 5000–6000 авт./ч) и второстепенных (наименее загруженных – 100–500 авт./ч) автомобильных дорогах г. Шелехова, полученные на основе статистической обработки данных инструментальных замеров шума. Анализ средних квадратических отклонений и коэффициентов вариации (< 17 %) показал удовлетворяющую статистическую однородность как на главных, так и на второстепенных дорогах города. Что касается коэффициентов асимметрии: на главных автодорогах отмечается левая асимметрия, обусловленная большими значениями уровня звукового давления. На второстепенных же автодорогах прослеживается правая асимметрия, определяемая наименьшим разбросом значений уровня звукового давления.

³ Постановление главного санитарного врача РФ от 28.01.2021 г. № 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 „Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания“».

⁴ Там же.

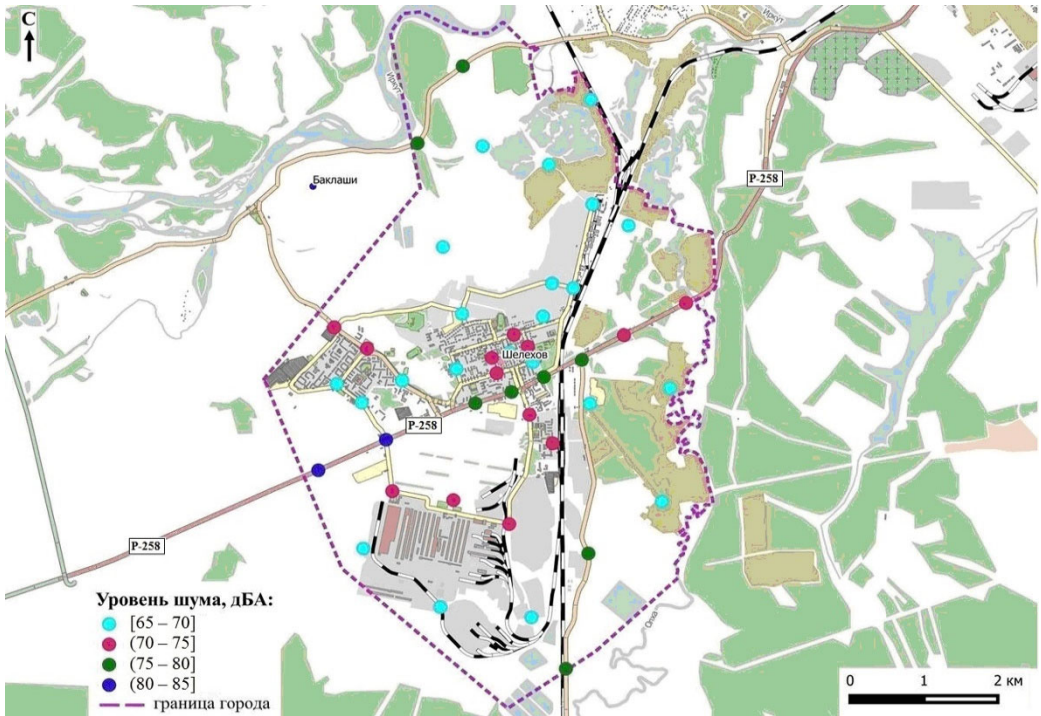


Рис. 1. Карта уровня шума улично-дорожной сети г. Шелехова (дневное время).

Источник: построена автором в программе QGIS по результатам проведенных инструментальных измерений.

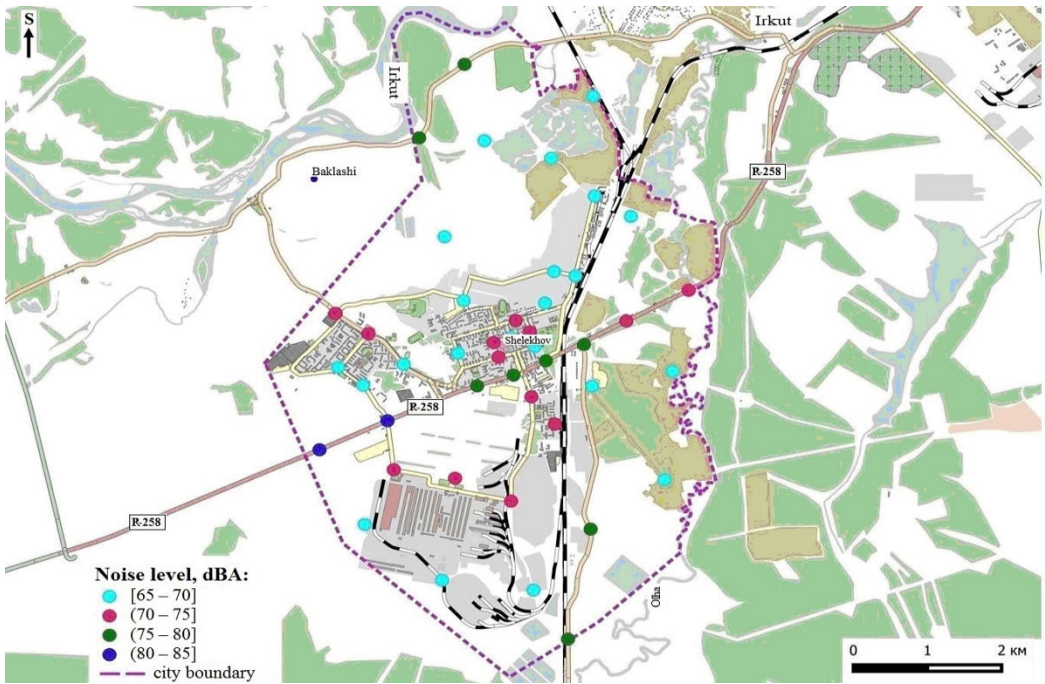


Figure 1. The noise level map of the road network of the city of Shelekhov (daytime)

Рис. 1. Карта уровня шума улично-дорожной сети г. Шелехова (дневное время).

Source: built by the author in the QGIS program based on the results of instrumental measurements.

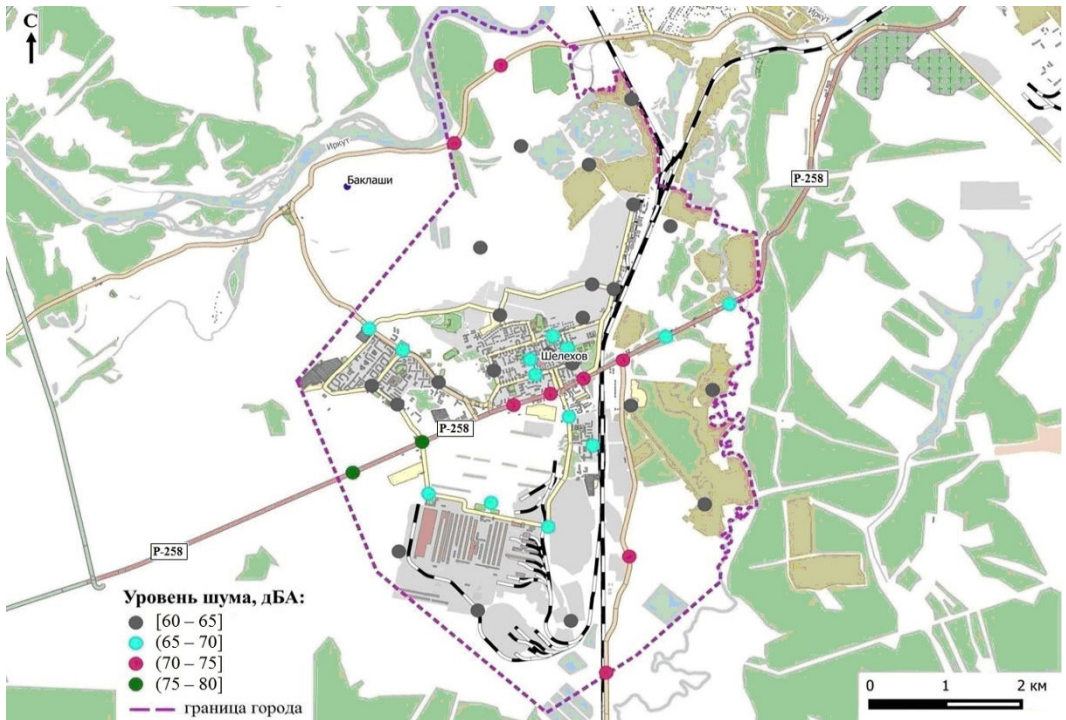


Рис. 2. Карта уровня шума улично-дорожной сети г. Шелехова (ночное время)

Источник: построена автором в программе QGIS по результатам проведенных инструментальных измерений

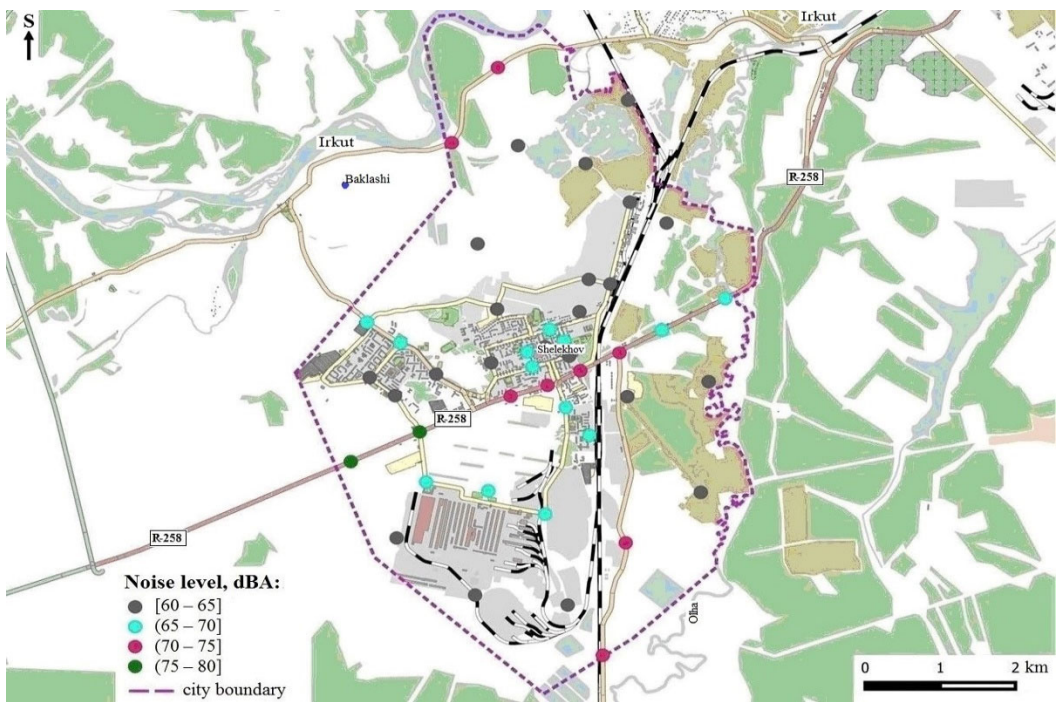


Figure 2. The noise level map of the road network of the city of Shelekhov (nighttime)

Source: built by the author in the QGIS program based on the results of instrumental measurements.

Таблица 1. Результаты замеров уровня шума на участках улично-дорожной сети в Шелехове

Уровень шума, дБА	Участок автодороги с зафиксированным уровнем шума
(80–85) – дневное время (75–80) – ночное время	Въезд в город (Трасса Р-258 «Байкал»), ул. Кабельщиков – Трасса Р-258 «Байкал»
(75–80) – дневное время (70–75) – ночное время	Центральный проспект – Трасса Р-258 «Байкал», проспект Metallургов – проспект Строителей и Монтажников – Трасса Р-258 «Байкал», ул. Мира – ул. Вокзальная – Трасса Р-258 «Байкал», ул. Известковая – Трасса Р-258 «Байкал»
(70–75) – дневное время (65–70) – ночное время	Ул. Кольцевая – Центральный проспект, ул. Белобородова – Центральный проспект – бульвар Созидателей, ул. Индустриальная – ул. Кабельщиков, проспект Metallургов – ул. Индустриальная, проспект Строителей и Монтажников – ул. Индустриальная, проспект Строителей и Монтажников – Восточный проезд, ул. Вокзальная – Привокзальный мкр-н (Гончарово), ул. Александра Невского – ул. Мира, 6-й квартал, ул. Александра Невского – ул. Ленина, ул. Орловских Комсомольцев – ул. Сибирякова, ул. Ленина – ул. Леонида Кулика, ул. Островского – Трасса Р-258 «Байкал», выезд из города в направлении г. Иркутска (Култукский тракт)
[65–70] – дневное время [60–65] – ночное время	Ул. Кольцевая – бульвар Созидателей, ул. Кабельщиков – ул. Энергетиков, ул. Энергетиков – Центральный проспект, ул. Южная – ж/д, ул. Трудовая – ул. Известковая, ул. И. Кочубея – ул. О. Кошевого, ул. О. Кошевого – ул. Котовского, ул. Ленина – ул. Паныжина, ул. Ленина – ул. Л. Кулика, ул. Л. Кулика – ул. Мира, ул. Иркутская – ул. Олхинская – ул. Котовского

Table 1. Results of noise level measurements on sections of the road network in Shelekhov

Noise level, dBA	Road section with fixed noise level
(80–85) – daytime (75–80) – night time	Entrance to the city (Route R-258 «Baikal»), st. Cablemen – Highway R-258 «Baikal»
(75–80) – daytime (70–75) – night time	Central Avenue – Route R-258 «Baikal», Metallurgists Avenue – Avenue of Builders and Installers – Route R-258 «Baikal», st. Mira – st. Vokzalnaya – Highway R-258 «Baikal», st. Izvestkovaya – Highway R-258 «Baikal»
(70–75) – daytime (65–70) – night time	St. Ring – Central Avenue, st. Beloborodova – Central Avenue – Creators Boulevard, st. Industrial – st. Kabelshchikov, Metallurgov Avenue – st. Industrialnaya, Prospekt Builders and Installers – st. Industrialnaya, Prospekt Builders and Installers – Vostochny passage, st. Vokzalnaya – Station microdistrict (Goncharovo), st. Alexander Nevsky – st. Mira, 6 th quarter, st. Alexander Nevsky – st. Lenina, st. Orlovsky Komsomol – st. Sibiryakova, st. Lenin – st. Leonid Kulik, st. Ostrovsky – Highway R-258 «Baikal», exit from the city in the direction of Irkutsk (Kultuisky tract)
[65–70] – daytime [60–65] – night time	St. Ring – Boulevard of the Creators, st. Kabelshchikov – st. Energetikov, st. Energetikov – Central Avenue, st. South – railway, st. Labor – st. Lime, st. I. Kochubey – st. O. Koshevoy, st. O. Koshevoy – st. Kotovsky, st. Lenin – st. Panzhina, st. Lenin – st. L. Kulik, st. L. Kulik – st. Mira, st. Irkutnaya – st. Olkhinskaya – st. Kotovsky

Таблица 2. Характеристики звукового давления в городе Шелехове /
Table 2. Sound pressure characteristics in Shelekhov

Тип автодорог / Road type	\bar{Y} , дБА dBA	Me, дБА dBA	Mo, дБА dBA	A	σ , дБА dBA	Max, дБА dBA	Min, дБА dBA	U, %
Главные / Main	76,33	80,00	82,00	-0,86 (л.а.) (l.a.)	7,87	85,00	60,00	10,31
Второстепенные / Secondary	67,71	67,00	65,00	0,04 (п.а.) (r.a.)	4,33	75,00	60,00	6,40

Примечание: \bar{Y} – среднее значение; Me – медиана; Mo – мода; Max – максимальное значение; Min – минимальное значение; A – коэффициент асимметрии; л.а. – распределение звукового давления асимметрично (левая асимметрия); п.а. – распределение звукового давления асимметрично (правая асимметрия); σ – среднее квадратическое отклонение; U – коэффициент вариации.

Note: \bar{Y} – mean value; Me – median; Mo – mode; Max – maximum value; Min – minimum value; A – coefficient of asymmetry; l.a. – sound pressure distribution is asymmetrical (left asymmetry); r.a. – distribution of sound pressure is asymmetrical (right asymmetry); σ – standard deviation; U – coefficient of variation.

На рис. 3–4 представлены графики суточного распределения уровня шума на главных и второстепенных автомобильных дорогах г. Шелехова.

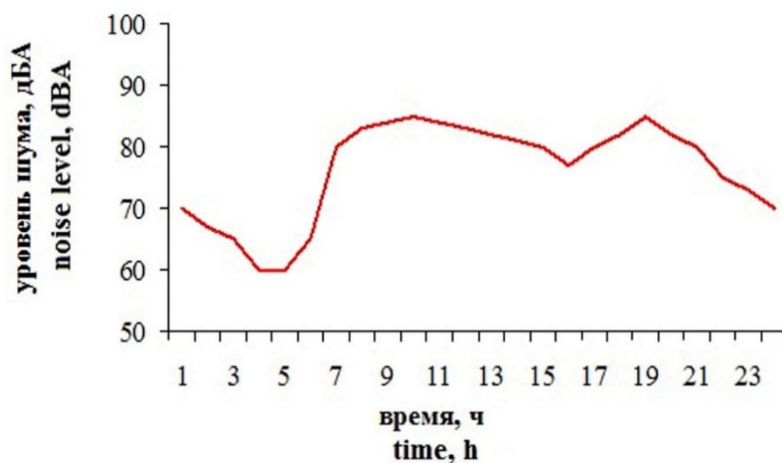


Рис. 3. Суточное распределение уровня шума на главных автомобильных дорогах г. Шелехова
Figure 3. Daily distribution of noise level on the main highways of Shelekhov

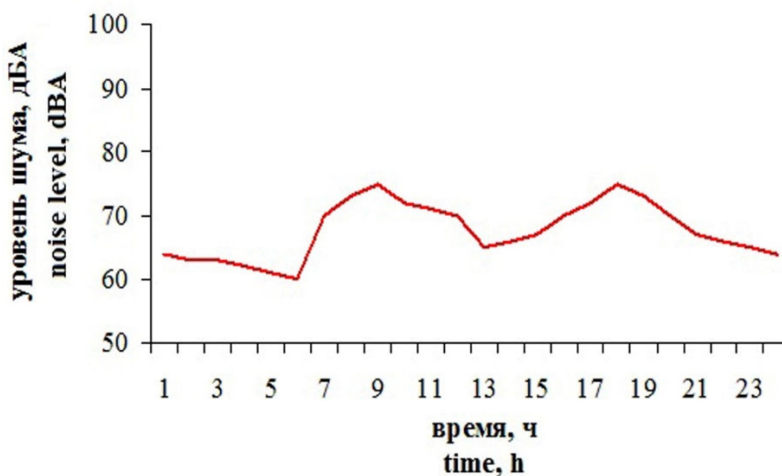


Рис. 4. Суточное распределение уровня шума на второстепенных автомобильных дорогах г. Шелехова
Figure 4. Daily distribution of noise level on secondary roads of Shelekhov

В суточном распределении уровня шума на главных дорогах города выделяются два максимума: утренний и вечерний, соответствующие наибольшему количеству автотранспортных средств, зафиксированному на автодорогах во время проведения натурных видеонаблюдений. На второстепенных дорогах максимумы выражены неярко. Так, в Шелехове на главных автодорогах максимумы звукового давления, равные 85 дБА, были отмечены в 10.00 и 19.00 ч, на второстепенных – в 9.00 и 18.00 ч (75 дБА).

Заключение

Для снижения сверхнормативного шума, сохранения акустически благополучных территорий города Шелехова необходимо разработать стратегический план мероприятий, который предполагает принятие комплекса архитектурно-планировочных и логистических решений.

Архитектурно-планировочные решения:

– размещение жилых строений не вдоль автомобильных дорог, а под углом (с учетом требований освещенности и ветрового режима на территории города);

– планирование «глухих» фасадов у домов, выходящих на автодорогу с интенсивным движением или размещение на этих сторонах нежилых помещений с временным пребыванием в них людей;

– кольцевое размещение зданий при строительстве с ограничением въезда во внутривдворное пространство;

– учет геоморфологических особенностей территории и использование положительных форм рельефа в качестве естественного природного экрана или, напротив, прокладка новых трасс в пониженных участках рельефа (корректировка продольного и поперечного профилей улиц: нивелировка продольного профиля улицы позволяет не менять скорость автомобиля на всей ее протяженности за счет трассирования с использованием существующих форм рельефа);

– перепланировка образовательных учреждений, в том числе дошкольных, находящихся в зонах акустического загрязнения, особенно в тех случаях, когда прогулочные зоны в детских садах расположены практически на обочинах улиц с интенсивным движением автомобильного транспорта (например, ул. Энергетиков, ул. Кабельщиков, ул. Тимофея Панжина);

– озеленение территорий, прилегающих к проезжей части и между встречными полосами транспортной магистрали, следует проводить с учетом оптимальной средозащитной функции, климатических особенностей территорий, расстояния от автомобильных дорог, видового состава и типа древесно-кустарниковой растительности [10].

Логистические решения:

– модернизация и расширение магистральной инфраструктуры – перенаправление транзитных потоков за пределы населенного пункта, так, в Шелехове необходимо осуществить строительство объездной дороги, которая позволит транзитному транспорту двигаться в обход города, а следовательно, снизить нагрузку на внутригородские дороги, результаты проведенных натурных обследований позволяют прийти к выводу, что перенос автомобильных дорог от жилых домов и офисов позволит сократить уровень шума в среднем на 8 дБА;

– перераспределение внутригородских потоков с учетом видового состава (запрет на движение по отдельным улицам грузового транспорта), на некоторых дорогах уже введен запрет на въезд большегрузных автомобилей в определенные часы, однако этого недостаточно.

Таким образом, строительство объездных автомобильных дорог для пропуска части транспортного потока, включая транзитный, а также приведение параметров улично-дорожной сети в соответствие с интенсивностью движения является одним из важных направлений развития транспортного узла г. Шелехова и Иркутской агломерации в целом.

Список литературы

- [1] *Morillas J.M.B., Gozalo G.R., Escobar V.G.* Variability of traffic noise pollution levels as a function of city size variables. *Environmental Research*. August 2021. Vol. 199. 111303. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111303> (accessed: 10.10.2023).
- [2] *Yao-pei W., WangYong T., Fan T.Y.* The price of quietness: How a pandemic affects city dwellers' response to road traffic noise. *Sustainable Cities and Society*. December 2023. Vol. 99. 104882. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104882> (accessed: 10.10.2023).
- [3] *Arani N., Karrabi M., Abolfazl Mohammadzadeh Moghaddam.* Observational and statistical evaluation of factors affecting traffic noise: A case of tourist, pilgrimage and business area. *Applied Acoustics*. May 2022. Vol. 193. 108750. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108750> (accessed: 10.10.2023).
- [4] *Soni A.T., Amrit K.K., Vijay R., Makde K.M., Kumar R.* Noise prediction and environmental noise capacity for urban traffic of Mumbai. *Applied Acoustics*. January 2022. Vol. 188. 108516. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108516> (accessed: 10.10.2023).
- [5] *Welch D.J., Shepherd D., Dirks K.D., Reddy R.R.* Health effects of transport noise. *Transport Reviews*. June 2023. Vol. 43. P. 1190–1210. Available from: <https://doi.org/10.1080/01441647.2023.2206168> (accessed: 10.10.2023).
- [6] *Kminson K.K., Cai Y.S., Chen Y., Blackmore C.C., Rodgers G., Jones N., Gulliver J., Fenech B., Hansell A.L.* Does air pollution confound associations between environmental noise and cardiovascular outcomes? – A systematic review. *Environmental Research*. 1 September 2023. Vol. 232. 116075. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116075> (accessed: 10.10.2023).
- [7] *Poulsen A.H., Sorensen M.M., Hvidtfeldt U.A., Christensen J.H., Brandt J., Frohn L.M., Ketzel M.M., Andersen C., Jensen S.S., Münzel T., Raaschou-Nielsen O.* Concomitant exposure to air pollution, green space, and noise and risk of stroke: a cohort study from Denmark. *The Lancet Regional Health – Europe*. August 2023. Vol. 31. 100655. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lanep.2023.100655> (accessed: 10.10.2023).
- [8] *Васильев А.В.* Подходы к оценке экологического риска при воздействии акустических загрязнений // *Экология и промышленность России*. 2018. Т. 22. № 2. С. 25–27. <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-2-25-27>
- [9] *Новикова С.А.* Шумовые характеристики транспортных потоков на участках улично-дорожной сети городов Иркутской области. Свидетельство о регистрации базы данных RU 2017620455, 19.04.2017. Заявка № 2017620151 от 27.02.2017.
- [10] *Новикова С.А., Мартынов Д.Н.* Влияние зеленых насаждений на снижение уровня шума от автотранспортных потоков в Иркутске // *Вестник Московского университета*. Серия 5: География. 2022. № 4. С.16–25.

References

- [1] Morillas JMB, Gozalo GR, Escobar VG. Variability of traffic noise pollution levels as a function of city size variables. *Environmental Research*. August 2021;199.111303. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111303>
- [2] Yao-pei W, Wang Yong T, Fan TY. The price of quietness: How a pandemic affects city dwellers' response to road traffic noise. *Sustainable Cities and Society*. December 2023;99.104882. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104882>
- [3] Arani N, Karrabi M, Abolfazl Mohammadzadeh Moghaddam. Observational and statistical evaluation of factors affecting traffic noise: A case of tourist, pilgrimage and business area. *Applied Acoustics*. May 2022;193.108750. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2022.108750>
- [4] Soni AT, Amrit KK, Vijay R, Makde KM, Kumar R. Noise prediction and environmental noise capacity for urban traffic of Mumbai. *Applied Acoustics*. January 2022;188.108516. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2021.108516>
- [5] Welch DJ, Shepherd D, Dirks KD, Reddy RR. Health effects of transport noise. *Transport Reviews*. June 2023;43:1190–1210. <https://doi.org/10.1080/01441647.2023.2206168>
- [6] Kminson KK, Cai YS, Chen Y, Blackmore CC, Rodgers G, Jones N, Gulliver J, Fenech B, Hansell AL. Does air pollution confound associations between environmental noise and cardiovascular outcomes? – A systematic review. *Environmental Research*. 1 September 2023;232.116075. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116075>
- [7] Poulsen AH, Sorensen MM, Hvidtfeldt UA, Christensen JH, Brandt J, Frohn LM, Ketzel MM, Andersen C, Jensen SS, Münzel T, Raaschou-Nielsen O. Concomitant exposure to air pollution, green space, and noise and risk of stroke: a cohort study from Denmark. *The Lancet Regional Health – Europe*. August 2023;31.100655. <https://doi.org/10.1016/j.lanep.2023.100655>
- [8] Vasiliev AV. Approaches to the assessment of environmental risk under the influence of acoustic pollution. *Ecology and Industry of Russia*. 2018;22(2):25–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.18412/1816-0395-2018-2-25-27>
- [9] Novikova SA. *Noise characteristics of traffic flows on sections of the street-road network of cities in the Irkutsk region. Certificate of registration of the database RU 2017620455, 04/19/2017. Application No. 2017620151 dated February 27, 2017.* (In Russ.).
- [10] Novikova SA, Martynov DN. The influence of green spaces on the reduction of noise from traffic flows in Irkutsk. *Bulletin of the Moscow University. Series 5: Geography*. 2022;(4):16–25. (In Russ.)

Сведения об авторе:

Новикова Светлана Александровна, старший преподаватель кафедры техносферной безопасности, Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация, 664074, Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15. ORCID: 0000-0003-2534-3379. eLIBRARY SPIN-код: 8593-1545. E-mail: eco-science@mail.ru

Bio note:

Svetlana A. Novikova, Senior Lecturer, Department of Technosphere Safety, Irkutsk State Transport University, 15 Chernyshevsky St, Irkutsk, 664074, Russian Federation. ORCID: 0000-0003-2534-3379. eLIBRARY SPIN-code: 8593-1545. E-mail: eco-science@mail.ru