

ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

TECHNOSPHERE SAFETY



УДК 613.644

Оригинальное эмпирическое исследование

<https://doi.org/10.23947/2541-9129-2026-10-3-232-246>

Применение малой архитектурной формы типа «Беседка» в качестве шумозащитной конструкции для площадок благоустройства жилых зон

А.В. Артёмов¹, Е.С. Куркин², П.С. Захаров¹, Т.В. Штеба³¹ Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Российская Федерация² ФКУ «Уралуправтодор», г. Екатеринбург, Российская Федерация³ Уральский институт ГПС МЧС России, г. Екатеринбург, Российская Федерация✉ artemovav@m.usfeu.ru

EDN: GGZPEL

Аннотация

Введение. Новый проект «Инфраструктура для жизни» предусматривает обновление жилищного фонда, развитие общественных пространств и формирование удобных маршрутов общественного транспорта. Наряду с химическим загрязнением атмосферного воздуха автотранспорт является значимым источником шумового воздействия, представляющего угрозу для здоровья населения. Для снижения уровня шума применяются специальные акустические экраны и зеленые насаждения. Однако существующие способы шумозащиты внутридворовых пространств не всегда обладают достаточной эффективностью и/или требуют существенных материальных затрат. С целью устранения указанных недостатков предлагается использовать малые архитектурные формы (МАФ), которые могут выступать как эффективное средство снижения шума и одновременно служить элементом благоустройства территории. Цель настоящего исследования — расчетное обоснование возможности применения инженерно-технических элементов благоустройства (МАФ) для снижения шумового воздействия придомовой инфраструктуры, в первую очередь автотранспорта, на площадки отдыха и досуговые зоны жилых районов.

Материалы и методы. Эмпирическую основу исследования составили данные нормативных документов и научных публикаций, дополненные результатами натурных наблюдений. Объектом изучения являлась МАФ в виде полукруглой беседки с глухой задней стенкой. Для сопоставления были рассмотрены расчетные варианты без ограждения, со стандартным шумозащитным экраном, с полосой зеленых насаждений, с малым акустическим экраном и с МАФ типа «Беседка». Расчеты выполнены с применением программ «Эколог-Шум», «Расчет звукоизоляции» и «Расчет шума от транспортных потоков» в соответствии с действующими нормативными методиками.

Результаты исследования. Проведены расчеты шумового воздействия и изоляции воздушного шума для различных вариантов, результаты которых представлены в таблицах и отражены в графических материалах. Частотная характеристика изоляции воздушного шума для сплошной стенки МАФ, изображенная в виде ломаной линии, была определена графическим способом. Индекс изоляции воздушного шума для задней стенки МАФ составил 29 дБ, что указывает на потенциальную возможность ее применения в качестве локального шумозащитного элемента при рассматриваемых расчетных условиях. Расчеты шумовой характеристики транспортного потока показали, что эквивалентный уровень звука составляет 59,7 дБА при предельно допустимом уровне воздействия на зону отдыха жилой территории 45 дБА. Графическое отображение результатов расчета распространения шума представлено в виде изолиний зон акустического дискомфорта на высоте нормирования 1,5 м. Для дополнительной визуализации также выполнено графическое распределение шума в перспективе (3D).

Обсуждение. Полученные результаты показывают, что расчетное снижение уровня шума определяется прежде всего наличием сплошной ограждающей поверхности между источником акустического воздействия и защищаемой площадкой. В рассматриваемых условиях наиболее результативными оказались стандартный шумозащитный экран и МАФ типа «Беседка», тогда как зеленые насаждения, малый акустический экран и отсутствие защитных мероприятий не обеспечили требуемый уровень шумозащиты.

Заключение. Использование ограждающих конструкций, включая экраны и МАФ, значительно снижает уровень шума и уменьшает зону акустического дискомфорта. Необходимость разработки доступных и эффективных решений, направленных на снижение шумового воздействия в жилых зонах, обусловлена требованиями санитарно-гигиенического законодательства. Полученные расчетные данные свидетельствуют о перспективности применения полузакрытых МАФ с глухими ограждающими элементами в качестве дополнительного средства локальной шумозащиты. Окончательная оценка их эффективности требует дальнейшей проверки для иных конструктивных решений, планировочных условий и сценариев шумовой нагрузки.

Ключевые слова: физическое воздействие, шум, жилая зона, малые архитектурные формы, звукоизоляция

Благодарности. Авторы выражают благодарность редакции и рецензентам за внимательное отношение к статье и указанные замечания, которые позволили повысить ее качество.

Для цитирования. Артёмов А.В., Куркин Е.С., Захаров П.С., Штеба Т.В. Применение малой архитектурной формы типа «Беседка» в качестве шумозащитной конструкции для площадок благоустройства жилых зон. *Безопасность техногенных и природных систем*. 2026;10(3):232–246. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2026-10-3-232-246>

Original Empirical Research

Gazebo-Type Small Architectural Form as a Noise Protection Structure for Residential Area Improvement Sites

Artyem V. Artyemov[✉]¹, Evgenii S. Kurkin², Pavel S. Zakharov¹, Tat'yana V. Shteba³

¹ Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russian Federation

² Federal State Institution “Uralupravitel”, Yekaterinburg, Russian Federation

³ Ural Institute of the State Fire Service of EMERCOM of Russia, Yekaterinburg, Russian Federation

✉ artemovav@m.usfeu.ru

Abstract

Introduction. The new “Infrastructure for Life” project aims to renovate housing, public spaces, and develop convenient public transportation routes. Along with chemical air pollution, motor vehicle traffic is becoming a significant source of noise pollution that threatens public health. Special acoustic barriers and green spaces are used to control noise. However, existing methods of noise protection for courtyard spaces are not always effective and/or require significant material costs. To overcome these limitations, the use of small architectural forms (SAFs) has been proposed. These forms can serve as noise reduction measures and also be elements of landscaping. The aim of this research is to provide a calculated justification for the possibility of using engineering and technical landscaping elements, namely SAFs, to reduce the noise from adjacent residential infrastructure, particularly motor vehicles, on recreational and leisure areas in residential districts.

Materials and Methods. The empirical basis of the study consisted of data from regulatory documents, scientific publications, and field observations. The research object was a small architectural form, a semi-enclosed gazebo with a solid rear wall, which could be used for noise protection of adjacent courtyard spaces and landscaped areas. For comparison, we also considered the following design solutions: no barrier, a standard noise barrier, a strip of green space, and a small railway barrier. Acoustic calculations were performed in accordance with current standards using specialized software, including Ecolog-Noise, Calculation of Sound Insulation, and Calculation of Traffic Flow Noise.

Results. Calculations of noise impact and airborne sound insulation were performed for various design options, and the results were presented in tables and graphical materials. The frequency characteristic of airborne sound insulation for a solid SAF wall was determined graphically in the form of a broken line. The airborne sound insulation index for the rear wall of the SAF was 29 dB, which indicated its potential use as a local noise protection element under the considered calculation conditions. Calculations of traffic noise characteristics showed that the equivalent sound level of the motor traffic flow was 59.7 dBA, while the maximum permissible level for a residential recreation area was 45 dBA. The graphical representation of the noise propagation calculation results was presented as isolines of acoustic discomfort zones at the normalization height of 1.5 m. Additionally, a 3D graphical distribution of noise was prepared for visualization purposes.

Discussion. The results showed that the calculated noise reduction was primarily determined by the presence of a solid enclosing surface between the acoustic impact source and the protected area. In the conditions considered, a standard noise-proof screen and a gazebo-type SAF proved to be the most effective, while green spaces, a small acoustic screen and the absence of any protective measures did not provide the required level of noise protection.

Conclusions. The use of enclosing structures, including acoustic barriers and SAFs, can significantly reduce the noise level and decrease the acoustic discomfort zone. The need to develop affordable and effective solutions for reducing noise levels in residential areas is determined by sanitary and hygienic legislation. The calculated data demonstrate the prospects of using semi-enclosed SAFs with solid enclosing elements as an additional means of local noise protection. However, the final assessment of their effectiveness requires further verification for other structural solutions, planning conditions, and noise load scenarios.

Keywords: physical impact, noise, residential area, small architectural forms, sound insulation

Acknowledgements. The authors would like to thank the Editorial board and the reviewers for their attentive attitude to the article and for the specified comments that improved the quality of the article.

For Citation. Artyemov AV. Kurkin ES. Zakharov PS, Shteba TV. Gazebo-Type Small Architectural Form as a Noise Protection Structure for Residential Area Improvement Sites. *Safety of Technogenic and Natural Systems*. 2026;10(3):232–246. <https://doi.org/10.23947/2541-9129-2026-10-3-232-246>

Введение. Реализация национальных проектов, направленных на развитие транспортной и жилищной инфраструктуры, повышает требования к качеству городской среды, а также к безопасности и комфортности внутридворовых пространств [1, 2]. В этих условиях шумовое воздействие автотранспорта рассматривается не только как инженерная задача дорожного проектирования, но и как фактор санитарно-гигиенического риска для населения.

В научной литературе установлено, что транспортный шум представляет собой значимый компонент физического загрязнения урбанизированных территорий и оказывает неблагоприятное влияние на комфорт проживания и здоровье горожан [3]. Обобщающие исследования связывают длительное воздействие шума с неврологическими нарушениями, сердечно-сосудистыми заболеваниями, тревожными состояниями и иными негативными эффектами [4–6]. Следовательно, снижение акустической нагрузки на территориях жилой застройки имеет выраженное санитарно-гигиеническое и градостроительное значение.

Существующие подходы к шумозащите городской среды можно условно разделить на несколько групп. Первая группа включает инженерные шумозащитные сооружения: акустические экраны, ограждающие конструкции и элементы звукоизоляции зданий [8–10]. Их результативность определяется высотой, положением относительно источника шума, геометрическими параметрами, применяемым материалом и наличием звукопоглощающей облицовки [11–13].

При этом инженерные экраны не всегда являются универсальным решением для внутридворовых пространств. В реальных условиях их применение может ограничиваться архитектурными, эксплуатационными, санитарно-гигиеническими и экономическими факторами. Кроме того, фактическое состояние акустических экранов, а также особенности их размещения способны снижать ожидаемую эффективность шумозащиты [14].

Вторая группа решений связана с использованием малых и специализированных акустических экранов [15, 16]. Такие конструкции позволяют локально уменьшать шумовое воздействие, однако их эффективность существенно зависит от высоты, положения относительно источника и приемника шума, а также от типа транспортного потока. Поэтому результаты, полученные для железнодорожного или магистрального шума, не могут автоматически переноситься на дворовые территории и площадки благоустройства. Обобщение указанных экранных решений представлено на рис. 1.



Рис. 1. Применение шумозащитных (акустических) экранов: а — затухание при распространении звука; б — потеря эффективности искусственных шумозащитных конструкций [14]; в — малые акустические экраны [16]

Третья группа решений представлена зелеными насаждениями, которые могут выполнять шумозащитную функцию при достаточной ширине, плотности и ярусности посадок [17, 18]. Наибольший эффект обеспечивают массивы высоких деревьев, дополненные кустарниками, поскольку именно вертикальная структура и плотность кроны определяют способность растительности ослаблять шум.

В качестве естественного шумозащитного средства могут применяться специальные или существующие зеленые насаждения. Исследования показывают, что их эффективность определяется не самим фактом озеленения, а структурными параметрами посадок: высотой, плотностью, шириной полосы, ярусностью и наличием кустарникового слоя [17, 18].

Следовательно, зеленые насаждения обладают выраженным экологическим и градостроительным потенциалом, однако в условиях ограниченной площади дворовой территории их шумозащитная эффективность может быть недостаточной. Основные ограничения связаны с необходимостью дополнительного землеотвода, недостаточной плотностью посадок и сохранением открытых подкroновых пространств.

На практике это приводит к ситуации, когда озеленение улучшает восприятие территории, но не всегда обеспечивает достижение нормативных уровней шума на границе площадок отдыха и досуговых зон.

При размещении гостевых автостоянок и местных проездов рядом с детскими, спортивными и рекреационными площадками возникает необходимость в дополнительных локальных мерах защиты, совместимых с архитектурно-планировочной структурой двора (рис. 2).

Такая постановка задачи позволяет рассматривать МАФ как возможный элемент первого эшелона шумозащиты для нормируемых территорий жилых зон.

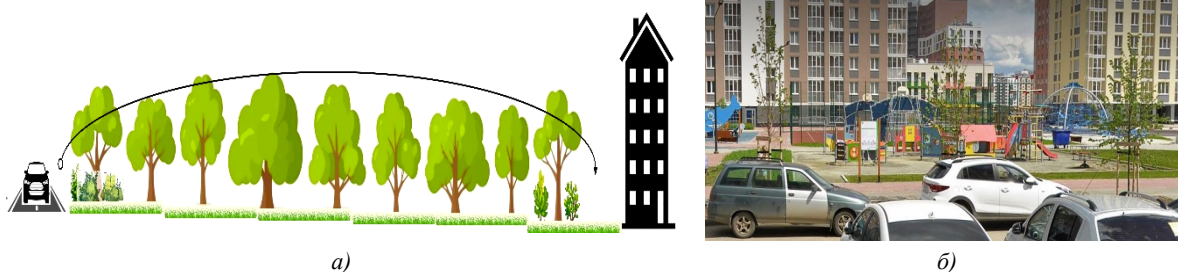


Рис. 2. Применение зеленых насаждений в качестве защитных полос: *а* — затухание при распространении звука; *б* — площадки благоустройства с озеленением со стороны объекта негативного воздействия (открытый интернет-источник «Яндекс-карты»)

Анализ указанных подходов показывает, что каждый из них имеет ограничения применительно к плотной жилой застройке. Традиционные экраны могут ухудшать визуальное восприятие дворовой среды и требовать отдельных затрат на проектирование и строительство. Зеленые насаждения нуждаются в значительной площади и не всегда обеспечивают защиту при наличии открытого подкroнового пространства. Малые акустические экраны эффективны только в определенных геометрических условиях.

Особую актуальность данная проблема приобретает для площадок отдыха и досуговых зон, расположенных вблизи местных проездов и гостевых автостоянок. В таких условиях требуется локальное шумозащитное решение, которое не только снижает акустическое воздействие, но и сохраняет функциональность и архитектурную выразительность благоустраиваемой территории [7].

В случаях, когда установка традиционных экранов или создание полноценных зеленых защитных полос затруднены, проектные и эксплуатационные организации могут использовать сплошные элементы благоустройства: подпорные стенки, ограждающие конструкции или малые архитектурные формы (МАФ) (рис. 3). Их преимущество заключается в совмещении защитной функции с задачами благоустройства территории.

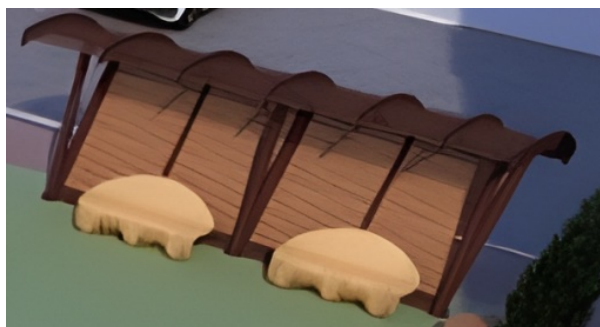


Рис. 3. Малая архитектурная форма «Беседка» для зон благоустройства жилых зон

С этих позиций перспективным направлением является использование элементов благоустройства как части системы шумозащиты. В отличие от специальных инженерных экранов, малые архитектурные формы могут одновременно выполнять рекреационную, градостроительную и защитную функции, что особенно важно для компактных внутридворовых пространств.

Однако в существующих исследованиях основное внимание уделяется традиционным акустическим экранам, зеленым насаждениям и инженерным шумозащитным сооружениям. Возможность применения малых архитектурных форм с глухими ограждающими поверхностями в качестве локальных конструкций для защиты площадок благоустройства от шума изучена недостаточно.

Несмотря на наличие исследований, посвященных традиционным акустическим экранам, зеленым насаждениям и малым шумозащитным конструкциям, недостаточно изучена возможность использования функциональных элементов благоустройства, совмещающих рекреационную и защитную функции, в качестве локальных средств снижения шума во внутридворовых пространствах. Научная новизна настоящей работы состоит в расчетной оценке малой архитектурной формы с глухими ограждающими поверхностями как локального шумозащитного элемента для площадок отдыха жилых зон и в сопоставлении ее эффективности с традиционными вариантами шумозащиты.

Цель данной работы — расчетно оценить возможность применения малых архитектурных форм с глухими ограждающими поверхностями в качестве локальных шумозащитных элементов благоустройства (МАФ) для снижения шумового воздействия придомовой инфраструктуры, прежде всего автотранспорта, на площадки отдыха и досуговые зоны жилых районов.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Выполнен анализ возможных шумозащитных решений для площадок благоустройства жилых зон.
2. Сформированы расчетные варианты шумозащиты, включающие отсутствие ограждения, типовой шумозащитный экран, зеленые насаждения, малый акустический экран и МАФ типа «Беседка».
3. Определены исходные параметры транспортного шума и звукоизоляционные характеристики ограждающей конструкции МАФ.
4. Проведено моделирование распространения шума на территории благоустройства и сопоставление расчетных уровней с предельно допустимыми значениями.
5. Выполнена сравнительная оценка рассмотренных вариантов по санитарно-гигиеническим, экологическим, градостроительным и экономическим критериям.

Материалы и методы. Эмпирическая база и источники данных. Эмпирическую основу исследования составили сведения из нормативных документов, научных публикаций, паспортных характеристик шумозащитных конструкций, а также результаты натурных маршрутных наблюдений, выполненных на территории жилой застройки. Указанные материалы использовались для формирования расчетных сценариев, задания исходных параметров транспортного потока и определения критериев оценки шумового воздействия.

Для проведения расчетно-аналитических работ по оценке акустической нагрузки применялось специализированное программное обеспечение — экологическая геоинформационная система (ГИС) «Эколог-Шум». Программный комплекс включен в «Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД» на основании решения Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций РФ.

Используемые дополнительные модули программного комплекса:

- модуль «Шум от автомобильных дорог». Применялся для расчета эквивалентного (L_{Aeq}) и максимального (L_{AFmax}) уровней звука транспортного потока. Методической основой послужили профильные документы транспортной отрасли;
- модуль «Расчёт звукоизоляции». Использовался для определения индекса изоляции воздушного шума (R_w) ограждающих конструкций. Расчет выполнялся в третьоктавных полосах частот 100–3150 Гц с последующей экстраполяцией до стандартных октавных значений. Дополнительно при выборе критериев оценки характеристик материалов применялись справочные сведения из электронного каталога НИИ строительной физики (1988 г.).

Обоснование принятых акустических моделей базируется на действующих нормативно-технических документах РФ и справочных материалах (см. сноски по ходу текста и ссылки на литературу).

Параметры объектов перспективной жилой застройки приняты на основании ранее разработанной проектной документации.

Шумовые характеристики автотранспорта определены с учетом интенсивности движения, зафиксированной в ходе полевых работ в июле 2025 г. на территории проектируемого жилого микрорайона в г. Екатеринбурге. Указанные работы выполнялись в рамках инженерно-экологических изысканий для предпроектной проработки проектной документации и были направлены на оценку фактического уровня шума на границе площадки проектируемого благоустройства.

При разработке рекомендаций по снижению шума в качестве основы использовались предельно допустимые уровни (ПДУ), установленные санитарно-гигиеническими нормами для объектов территории жилой зоны. Характеристики предлагаемых шумозащитных экранов, включая материал панелей, коэффициент звукопоглощения α_w , поверхностную плотность и другие параметры, выбраны на основе паспортных данных производителей либо с учетом предлагаемых проектных решений и справочной информации.

Графический интерфейс применяемой ГИС позволил одновременно редактировать параметры источников, препятствий, включая заданные коэффициенты звукопоглощения, и расчетных точек как в табличной форме, так и на цифровой карте. Для построения «шумовой» карты использовалась подложка из проектной документации, адаптированная с помощью открытых геоданных и импортированная через модуль «ГИС-Стандарт» в формате *.SNP. Оценка эффективности мероприятий проводилась путем сравнения сценариев «базовый», до внедрения защиты, и «проектный», после реализации рассматриваемых вариантов шумозащиты.

Объект исследования. В качестве объекта исследования для защиты площадок благоустройства от шума со стороны местного проезда автотранспорта была рассмотрена малая архитектурная форма типа «Беседка» с глухой задней стенкой (рис. 3, 4). Такая конструкция анализировалась как локальный ограждающий элемент, способный частично выполнять функцию акустического экрана.

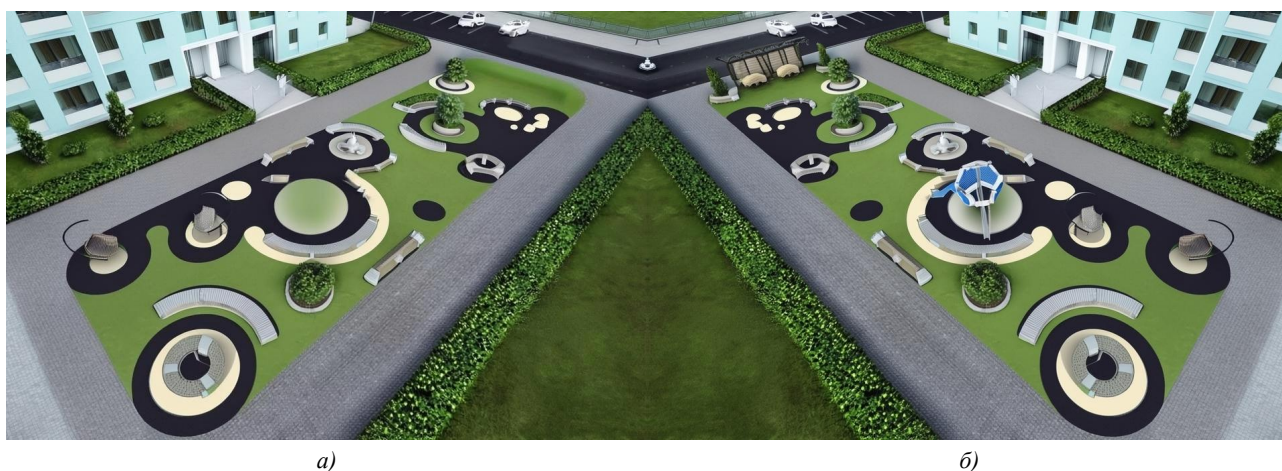


Рис. 4. Панорама расположения МАФ в виде беседки при благоустройстве жилой зоны:
а — без присутствия; б — присутствие со стороны проезжей части

Границы применимости расчетной схемы. В настоящей работе рассмотрен частный расчетный случай применения малой архитектурной формы (МАФ) в виде полузакрытой беседки с глухой задней стенкой. Полученные результаты относятся к принятой планировочной схеме, заданным параметрам транспортного потока и выбранной конфигурации ограждающей конструкции. Распространение сформулированных выводов на иные типы МАФ, варианты застройки и сценарии шумовой нагрузки требует проведения дополнительных расчетных и натурных исследований.

Расчетные сценарии. Для сопоставления эффективности шумозащитных решений были заданы пять расчетных вариантов, различающихся типом ограждающей либо защитной конструкции:

- вариант 0 — отсутствие какой-либо ограждающей конструкции;
- вариант 1 — применение типового комбинированного шумозащитного экрана: панель шумоотражающая ПШО + панель шумопоглощающая ПШП + панель шумоотражающая светопрозрачная ПШС, без конструкционного козырька; индекс звукоизоляции воздушного шума принят по паспортным данным;
- вариант 2 — применение двухрядных листовых древесно-кустарниковых посадок; затухание звука в октавных полосах при прохождении через плотную листву определяется длиной траектории распространения звука;
- вариант 3 — применение малого шумозащитного экрана; эффективность малого акустического экрана в зависимости от частоты принята согласно [16];
- вариант 4 — применение МАФ типа «Беседка» со сплошным задним ограждением из деревянных реек; индекс изоляции воздушного шума определялся расчетным методом.

Краткие исходные сведения по принятым вариантам ограждающих конструкций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Принятые варианты для выполнения акустической оценки

Вариант	Вид звукоограждающей конструкций	Характеристика	Примечание
0	Отсутствует	—	—
1	Шумозащитный экран	Типовая конструкция, высота 3 м	Паспортные данные производителя
2	Зеленые насаждения	Высота 8 м, ширина полосы 5 м	Затухание в листе по ГОСТ 31 295.2–2005 ¹
3	Малый акустический экран	Высота 0,85 м	[16]
4	МАФ (в виде беседки)	Дерево, высота 2,5 м, толщина 20 мм	Расчет звукоизоляции

Исходные параметры звукоизоляции ограждающей конструкции. Расчет изоляции воздушного шума для однослойного плоского тонкого ограждения выполнялся в соответствии с алгоритмом, приведенным в п. 9.2 СП 275.1325800.2016². Расчет проведен с применением программы «Расчет звукоизоляции» (фирма-разработчик — «Интеграл»), в которой реализована указанная методика.

Частотная характеристика изоляции воздушного шума сплошной стенки МАФ, рассматриваемой как однослойная плоская тонкая ограждающая конструкция, определенная графическим способом и представленная в виде ломаной линии, приведена на рис. 5.

Результаты расчета индекса изоляции воздушного шума RwR_w для задней стенки МАФ представлены в таблице 5.

В качестве исходных данных для расчета использовались сведения об ограждающей конструкции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для расчета звукоизоляции ограждающей конструкции

Параметр	Ед.изм.	Значение	Примечание
Тип конструкции	—	однослойная плоская тонкая ограждающая конструкция из металла, стекла, асбоцементного листа, гипсокартонных листов (сухой гипсовой штукатурки) и тому подобных материалов	СП 275.1325800.2016 ³
Вид материала	—	древесно-стружечная плита (ДСП)	материал-аналог*
Плотность материала	кг/м ³	650	СП 275.1325800.2016 ⁴
Толщина конструкции	мм	20	минимальная рекомендуемая толщина

Примечание: * В п. 9.2 СП 275.1325800.2016⁵ приведён перечень материалов для расчёта однослойных тонких ограждений (металл, стекло, гипсокартонный лист и т. п.) с указанием, что методика распространяется на аналогичные по поведению материалы. При отсутствии в СП 275.1325800.2016⁶ прямого указания на конструкцию из древесины (доска, рейка и проч.) в п. 9.2 для расчёта звукоизоляции однослойной части конструкции (обшивки из деревянных реек) применены табличные значения для ДСтП как материала со схожими акустическими свойствами (плотность, структура). Формулировка в указанном СП «и т.п.» нормативно допускает применение расчётной методики к иным материалам при условии их акустической схожести в указанном перечне.

¹ ГОСТ 31295.2–2005 «Затухание звука при распространении на местности». URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200046351> (дата обращения 14.08.2026)

² СП 275.1325800.2016. «Конструкции ограждающие жилых и общественных зданий». URL: <https://docs.cntd.ru/document/456050583> (дата обращения 14.08.2026)

³ Там же.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

Исходные параметры транспортного потока. Для определения шумовых характеристик транспортного потока применялся алгоритм расчета, приведенный в п. 6.2.8–6.12.8 СП 276.1325800.2016⁷. Исходные параметры включали расчетное время суток, интенсивность движения, долю грузового транспорта, скорость движения, уклон проезжей части, тип покрытия и наличие дополнительных дорожных факторов.

Программные средства расчета транспортного шума. Расчет транспортного шума выполнен в модуле «Шум от автомобильных дорог. 1.1» (фирма-разработчик — «Интеграл»). Указанный модуль позволяет определить эквивалентный уровень звука при движении транспортного потока в заданных дорожных условиях с учетом индивидуальных характеристик потока.

Исходные данные для расчетов шумовых характеристик автомобильных транспортных потоков представлены в таблице 3.

Таблица 3

Исходные данные для расчета шума от автомобильного транспортного потока

Параметр	Ед. изм.	Значение	Примечание	Нормативный документ
Расчетное время суток	—	дневное	Эксплуатация зон благоустройства преимущественно в дневное время (с 7:00 до 23:00)	СанПиН 1.2.3685-21 ⁸
Среднегодовая интенсивность движения	ед./сут	750	Улицы местного значения — улицы в зоне жилой застройки	СП 396.1325800.2018 ⁹
Доля грузовых автомобилей потока	%	0	Движение грузового транспорта не допускается согласно назначенной категории	СП 396.1325800.2018 ¹⁰
Скорость движения	км/ч	20	В жилых зонах, велосипедных зонах и на дворовых территориях	Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 ¹¹
Уклон проезжей части	%	3	Для обеспечения постоянства скорости и безопасности движения, а также учитывая возможности последующей реконструкции дороги за пределами перспективного периода	СП 34.13330.2021 ¹²
Тип покрытия проезжей части	—	асфальтобетон	Учитывая интенсивность движения на данном участке и категорию дороги	СП 42.13330.2016 ¹³
Ширина центральной разделительной полосы	—	нет	В работе не рассматривалась	—
Наличие пересечения	—	нет	В работе не рассматривались	—

Критерии оценки. Программные средства моделирования распространения шума. Моделирование распространения шума выполнено с использованием ПК «Эколог-Шум. 2.4» (фирма-разработчик — «Интеграл»), имеющего рекомендации НИИСФ «Строительной физики» (сертификат соответствия РОСС RU.СП04. Н00084 от 05.03.2007 г.). Комплекс позволяет рассчитывать уровни звукового давления в отдельных точках и на расчетных площадках с учетом дифракции и отражения звука от препятствий.

⁷ Там же.

⁸ СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/fa69e15a74de57cbe09d347462434c11fcfeeaca/ (дата обращения 14.04.2026).

⁹ СП 396.1325800.2018 Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования. URL: <https://docs.cntd.ru/document/552304870> (дата обращения 14.04.2026).

¹⁰ Там же.

¹¹ Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090. О Правилах дорожного движения URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/ (дата обращения 14.04.2026).

¹² СП 34.13330.2021 «СНиП 2.05.02-85* Автомобильные дороги» URL: <https://docs.cntd.ru/document/573818172> (дата обращения 14.04.2026).

¹³ СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*» URL: <https://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения 14.04.2026).

Расчетные допущения. Оценка проводилась по эквивалентному уровню шума (дБА), учитывающему временную неравномерность шумового воздействия. При выполнении расчетов не учитывались эффекты звукопоглощения, а также экранирования отраженными сигналами от соседних зданий, сооружений и зеленых насаждений, что позволяет рассматривать полученные значения как результат принятой расчетной схемы.

Последовательность расчета. Алгоритм исследования включал: 1) задание объекта исследования и расчетных сценариев; 2) определение звукоизоляционных характеристик ограждающей конструкции; 3) расчет шумовой характеристики транспортного потока; 4) моделирование распространения шума для каждого варианта; 5) сопоставление полученных уровней с предельно допустимыми значениями; 6) сравнительную оценку вариантов по заданным критериям.

Критерии оценки. В качестве исходных данных для расчета приняты шумовые параметры, характеризующие акустическое воздействие на окружающую среду, пространственное расположение источников шума и ограждающих конструкций. Расчеты уровней звукового давления проводились в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 31,5–8000 Гц, а также для эквивалентных уровней звука LA.

Моделирование учитывало следующие положения:

– Расчеты проведены в локальной системе координат. Ось ОХ ориентирована на восток, ось ОУ — на север. За отметку 0,0 принят уровень земли; расчет выполнялся без учета рельефа местности. Минимальные размеры расчетного прямоугольника составляли 70 × 70 м.

– В расчете учитывались дифракция и отражение звуковых волн ограждающими конструкциями с учетом метеорологических параметров — температуры и влажности воздуха.

– Значения эквивалентных уровней звукового давления L_{экв} за время воздействия Т получены расчетом на основе октавных уровней с учетом продолжительности используемого временного интервала: дневное время — с 7 до 23 ч, ночное время — с 23 до 7 ч.

– Расчетные точки выбраны непосредственно на территории прилегающей селитебной зоны в соответствии с СП 51.13330.2011¹⁴: на площадках отдыха микрорайонов и групп жилых домов, участках детских дошкольных учреждений, школ, больниц и санаториев расчетные точки принимаются на ближайшей к источнику шума границе площадок на высоте 1,5 м от поверхности земли.

Результаты представлялись в табличном виде и в форме цветных шумовых карт — изолиний.

Нормируемые параметры шума для рассматриваемой территории — площадок отдыха и досуговых зон жилых районов — приняты по СанПиН 1.2.3685-21¹⁵ (таблица 4). Основным критерием являлось соблюдение предельно допустимого эквивалентного уровня звука 45 дБА.

Таблица 4

Нормируемые показатели шума

Назначение помещений или территорий	Время суток	Для источников непостоянного шума	
		Эквивалентные уровни звука L(A _{экв}), дБА	Максимальные уровни звука L(A _{макс}), дБА
Площадки отдыха, функционально выделенные на территории микрорайонов и групп жилых домов	—	45	60

Результаты исследования. Согласно принятой процедуре оценки, были проведены требуемые расчёты, результаты которых приведены в соответствующих таблицах и рисунках.

Частотная характеристика изоляции воздушного шума для сплошной стенки МАФ (как однослойная плоская тонкая ограждающая конструкция) в виде ломаной линии, определенная графическим способом, представлена на рис. 5.

¹⁴ СП 51.13330.2011 «Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с изменением № 1)». URL: <https://clck.ru/3VQEPA> (дата обращения 14.04.2026).

¹⁵ СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_375839/fa69e15a74de57cbe09d347462434c11fcfeeaca/ (дата обращения 14.04.2026).

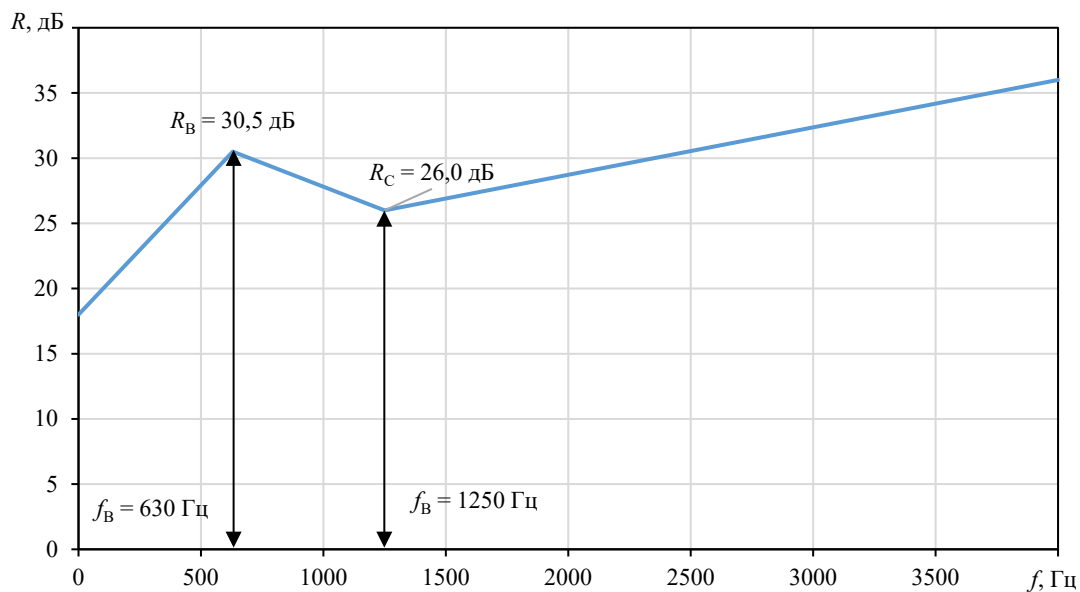


Рис. 5. Ломаная линия частотной характеристика изоляции воздушного шума (график программы «Расчёт звукоизоляции»)

Результаты расчета индекса изоляции воздушного шума (R_w) для задней стенки МАФ представлены в таблице 5.

Таблица 5

Расчет индекса изоляции воздушного шума сплошной стенкой МАФ

Показатель	Октавные полосы со среднегеометрическими частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Звукоизоляция, дБ	11,1	15,6	20	24,5	29	27,5	31	38,5	46
Индекс изоляции воздушного шума, R_w : дБ					29				

Результаты расчетов шумовой характеристики транспортного шума представлены в таблице 6.

Таблица 6

Расчет шума от транспортных потоков

Показатель	Результат, дБА
Поправка, учитывающая изменение количества грузовых автомобилей и автобусов в транспортном потоке по сравнению с расчетным составом ($L_{\text{груз}}$)	–3
Поправка учитывающая, изменение средней скорости движения по сравнению с расчетным значением ($L_{\text{ск}}$)	–6,5
Поправка, учитывающая величину продольного уклона ($L_{\text{ук}}$)	0,75
Поправка, учитывающая тип дорожного покрытия ($L_{\text{пок}}$)	3
Поправка, учитывающая наличие центральной разделительной полосы ($L_{\text{рп}}$)	0
Поправка, учитывающая наличие пересечения ($L_{\text{перес}}$)	0
Эквивалентный уровень звука автомобильного транспортного потока ($L^{\text{авт. экв.}}$),	59,7

Результаты расчетов распространения шума представлены в таблице 7.

Таблица 7

Результаты расчетов уровней шума на территории рассматриваемой зоны благоустройства

№	Вариант	Уровень шума на границе нормируемой территории (максимальное значение), дБА
0	Отсутствует	53
1	Шумозащитный экран	45
2	Зеленые насаждения	53
3	Малый акустический экран	53
4	МАФ (в виде беседки)	45
	ПДУ	45

Зоны неблагоприятного воздействия шума представлены на изолиниях зон акустического дискомфорта на высоте нормирования 1,5 м (рис. 6).

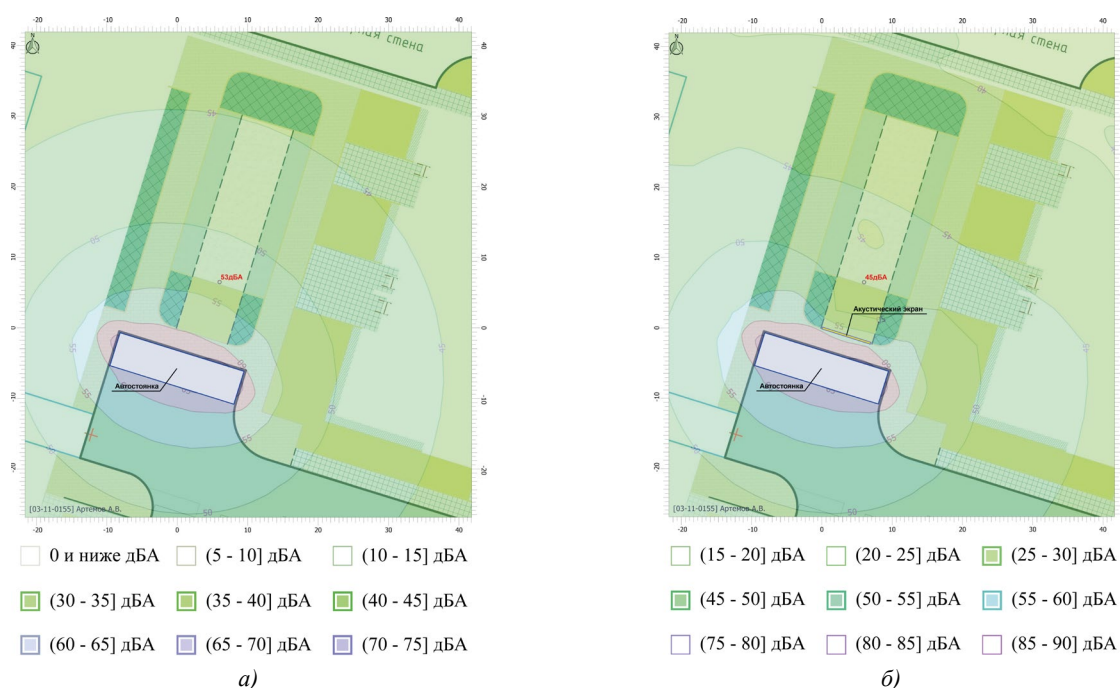


Рис. 6. Расчетное распределение уровня шума на территории благоустройства на высоте 1,5 м: а — вариант № 0 — отсутствие ограждающей конструкции; б — вариант № 1 — типовой шумозащитный экран (шумовые карты, формируемые ПК «Эколог-Шум»)

Для визуализации было выполнено графическое распределение шума в перспективе (3D) на высоте нормирования 1,5 м (рис. 7).



Рис. 7. Расчетное распределение уровня шума в формате 3D для варианта № 4 — МАФ типа «Беседка» с глухой задней стенкой. Расчет выполнен для высоты нормирования 1,5 м

Обсуждение. Полученные расчетные результаты свидетельствуют о том, что ключевым фактором снижения шума на границе нормируемой территории является наличие сплошной ограждающей поверхности, размещенной между источником шумового воздействия и защищаемой площадкой. В связи с этим варианты с типовым шумозащитным экраном и МАФ типа «Беседка» обеспечили достижение предельно допустимого уровня, тогда как отсутствие ограждающей конструкции, зеленые насаждения и малый акустический экран в принятой расчетной схеме не позволили получить сопоставимый эффект.

Данная интерпретация согласуется с литературными сведениями о том, что эффективность акустических экранов определяется их высотой, геометрическими параметрами, положением относительно источника и приемника шума, а также наличием непрерывной экранирующей поверхности [11–14]. Для МАФ типа «Беседка» шумозащитное действие обусловлено не самим фактом благоустройства территории, а наличием глухой задней стенки, выполняющей функцию локального барьера на пути распространения звуковой волны.

Следует подчеркнуть, что представленные результаты имеют расчетный характер. Используемые программные средства и нормативные методики позволяют выполнить предварительную оценку акустической эффективности анализируемых решений, однако не заменяют инструментальную проверку в натурных условиях. Поэтому полученное снижение уровня шума для варианта с МАФ следует рассматривать как расчетно-прогнозное значение, справедливое для принятой геометрии объекта, характеристик транспортного потока и условий распространения звука.

Для интерпретации практической применимости рассмотренных решений была выполнена сравнительная оценка по критериям, отражающим не только акустический результат, но и возможность использования соответствующего мероприятия в условиях жилой застройки:

- «Обеспечение санитарно-гигиенических норм» — соответствие расчетного уровня шума предельно допустимому значению для нормируемой территории;
- «Градостроительная интеграция» — возможность включения решения в архитектурно-планировочную структуру дворовой территории без ухудшения ее функциональности и визуального восприятия;
- «Экологический эффект» — потенциальное снижение отрицательного воздействия шумового фактора на окружающую среду и условия проживания населения;
- «Материальные затраты» — ориентировочная потребность в дополнительных финансовых вложениях сверх обычных работ по благоустройству территории.

Такое ранжирование показывает, что выбор шумозащитного мероприятия не должен основываться исключительно на величине расчетного снижения уровня шума. Для площадок благоустройства значимы также градостроительная совместимость, эксплуатационная целесообразность и возможность реализации решения без формирования отдельного инженерного объекта.

Результаты сравнительной оценки рассматриваемых вариантов мероприятий по шумозащите представлены в таблице 8.

Интерпретация рассмотренных вариантов показывает, что стандартный шумозащитный экран является наиболее очевидным инженерным решением при приоритете санитарно-гигиенического результата. Вместе с тем его применение во внутривдоровой среде может быть ограничено эстетическими и планировочными требованиями, поскольку такой экран воспринимается как самостоятельное техническое сооружение.

Таблица 8

Результаты сравнительной оценки вариантов шумозащиты по приоритетным критериям

Вариант	Обеспечение санитарно-гигиенических норм	Градостроительная интеграция	Экологический эффект	Материальные затраты
0	–	–	–	–
1	+	–	+	+
2	–	+	+	–*
3	–	–	+	+
4	+	+	+	–*

Примечания: * Материальные затраты только в рамках проекта благоустройства территории

Низкая эффективность варианта с зелеными насаждениями объясняется тем, что полоса шириной 5–10 м и рядовая посадка без плотного нижнего яруса не формируют непрерывного акустического барьера. Это согласуется с данными о необходимости достаточной ширины, плотности и ярусности насаждений для достижения выраженного шумозащитного эффекта [17, 18].

Недостаточная эффективность малого акустического экрана связана с его ограниченной высотой. При высоте 0,85 м такая конструкция не перекрывает значимую часть пути распространения звука между транспортным потоком и расчетной точкой, расположенной на высоте 1,5 м, поэтому в рассматриваемой планировочной схеме она не обеспечивает достижения ПДУ.

Вариант с МАФ типа «Беседка» отличается от стандартного экрана тем, что шумозащитная функция в данном случае совмещается с рекреационной и градостроительной. Это позволяет рассматривать такую конструкцию не как отдельное природоохранное сооружение, а как элемент благоустройства, который одновременно формирует защищенное пространство и сохраняет функциональное назначение площадки.

Практическая значимость полученного результата заключается в том, что МАФ с глухой задней стенкой может использоваться как локальное средство шумозащиты в тех случаях, когда установка традиционного экрана нежелательна или затруднена по архитектурно-планировочным причинам. При этом окончательная оценка эффективности такого решения требует уточнения для иных геометрических схем и условий шумовой нагрузки.

Ограничениями исследования являются расчетный характер полученных результатов, рассмотрение одного типа МАФ, одной планировочной конфигурации и одного сценария транспортной нагрузки. Кроме того, в расчетной схеме не учитывались некоторые факторы городской среды, включая отражения от соседних зданий и изменчивость фактической интенсивности движения.

Таким образом, результаты следует интерпретировать как расчетное обоснование перспективности применения МАФ типа «Беседка» с глухой задней стенкой для локальной шумозащиты. Для подтверждения практической эффективности необходимы натурные измерения шума до и после установки конструкции, а также серия расчетов при различных расстояниях до источника, интенсивностях движения и вариантах застройки.

Заключение. В работе выполнена расчетная оценка возможности применения МАФ типа «Беседка» с глухой задней стенкой в качестве локальной шумозащитной конструкции для площадок благоустройства жилых зон.

По результатам моделирования установлено, что при заданных параметрах транспортного потока вариант без защитных мероприятий не обеспечивает соблюдения предельно допустимого уровня шума на границе нормируемой территории. Типовой шумозащитный экран и МАФ типа «Беседка» в рассматриваемой расчетной схеме позволяют снизить уровень шума до 45 дБА.

Зеленые насаждения и малый акустический экран при принятых исходных условиях не обеспечивают требуемого уровня шумозащиты, что связано с недостаточной непрерывностью и/или высотой защитного барьера.

Главный вывод исследования состоит в том, что полузакрытая МАФ типа «Беседка» с глухой задней стенкой может рассматриваться как перспективное локальное шумозащитное решение, совмещающее акустическую и градостроительную функции.

Полученные результаты имеют расчетный характер и требуют дальнейшей проверки: инструментального подтверждения в натуральных условиях, анализа других типов МАФ, вариантов застройки и сценариев шумовой нагрузки.

Список литературы / References

1. Ворошилов Н.В. Тенденции, проблемы и перспективы реализации национального проекта России «Безопасные качественные дороги». *Вопросы территориального развития*. 2022;10(2):3. <https://doi.org/10.15838/tdi.2022.2.62.3>
2. Voroshilov NV. Trends, Problems, and Prospects for Implementing the Russian National Project “Safe and High-Quality Roads”. *Territorial Development Issues*. 2022;10(2):3. (In Russ.) <https://doi.org/10.15838/tdi.2022.2.62.3>
3. Зайцев О.Б., Артемов А.В. Зеленые стандарты в строительстве: реальность и перспективы. *Лесотехнические университеты в реализации концепции возрождения инженерного образования: социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса : Материалы X Международной научно-технической конференции, Екатеринбург, 18–19 мая 2015 года*. Екатеринбург: ФГБОУ ВО УГЛТУ, 2015. С. 167–169. URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5336?locale=en> (дата обращения 14.08.2026)
4. Zaytsev OB, Artyomov AV. Green Environmental Standards in Construction: Reality and Prospects. In: *Forestry Engineering Universities in the Implementation of the Concept of Reviving Engineering Education: Socio-Economic and Environmental Problems of the Forest Complex: Proceedings of the X International Scientific and Technical Conference, Yekaterinburg, May 18–19, 2015*. Yekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2015. P. 167–169. (In Russ.) URL: <https://elar.usfeu.ru/handle/123456789/5336?locale=en> (accessed 14.04.2026).
5. Май И.В., Кошурников Д.Н. Учет шумового фактора при размещении жилой застройки как условие обеспечения благоприятной городской среды. *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. 2021;3(43):27–38. URL: <https://fcrisk.ru/node/2266> (дата обращения 14.04.2026).
6. May IV, Koshurnikov DN. Accounting the Noise Factor when Placing Residential Buildings as a Condition for Ensuring a Favorable Urban Environment. *Bulletin of Perm National Research Polytechnic University. Applied Ecology. Urban Development*. 2021;3(43):27–38. (In Russ.) URL: <https://fcrisk.ru/node/2266> (accessed 14.04.2026).
7. Iliria Ibrahimi Asllani, Riaz Agahi. Impact of Residential Noise Exposure on Neurological Health: A Systematic Scoping Review. *Journal of Urban Health*. 2025;102: 1175–1197. <https://doi.org/10.1007/s11524-025-01026-2>

5. Xia Chen, Mingliang Liu, Lei Zuo, Xiaoyi Wu, Mengshi Chen, Xingli Li, et al. Environmental Noise Exposure and Health Outcomes: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analysis. *European Journal of Public Health*. 2023;33(4):725–731. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckad044>
6. Yuliang Lan, Roberts H, Mei-Po Kwan, Helbich M. Transportation Noise Exposure and Anxiety: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Environmental Research*. 2020;191:110118. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110118>
7. Зиятдинова А.Р., Фахрутдинова И.А. Подходы к проектированию соседских пространств в контексте социологических теорий создания благоприятной городской среды. *Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета*. 2017. № 2(40). С. 60–69. URL: <https://clck.ru/3VEJtE> (дата обращения 14.04.2026).
- Ziyatdinova AR, Fahrutdinova IA. Design Approaches for Neighboring Spaces in a Context of Sociological Theories of Creating a Friendly Urban Environment. *News of the Kazan State University of Architecture and Engineering*. 2017;2(40):60–69. (In Russ.) URL: <https://clck.ru/3VEJtE> (accessed 14.04.2026).
8. Ковязин В.Ф., Глушкова Н.А. Защита жилой зоны поселения от воздействия шума акустическими экранами. *Инновационная наука*. 2015;12–2:67–70. URL: <https://clck.ru/3VEK43> (дата обращения 14.04.2026).
- Kovyazin VF, Glushkova NA. Protection of the Residential Area of the Settlement from Noise Using Acoustic Screens. *Innovative Science*. 2015;12–2:67–70. (In Russ.) URL: <https://clck.ru/3VEK43> (accessed 14.04.2026).
9. Чермных В.А., Уткина М.С., Шутова О.А. Анализ применения шумозащитных экранов для снижения шума транспортного потока при строительстве жилого комплекса. *Современные технологии в строительстве. Теория и практика*. 2018;2:107–115.
- Chermnykh VA, Utkina MS, Shutova OA. Analysis of the Application of Noise Screens to Reduce Traffic Noise during the Construction of Residential Complex. *Modern Technologies in Construction. Theory and Practice*. 2018;2:107–115. (In Russ.)
10. Аткина Л.И., Ефимова Н.А. Особенности планировочных решений образовательных объектов ограниченного пользования. *Леса России и хозяйство в них*. 2023;4(87):78–87. <https://doi.org/10.51318/FRET.2023.87.4.008>
- Atkina LI, Efimova NA. Features of Planning Solutions for Educational Objects of Limited Use. *Forests of Russia and Economy in Them*. 2023;4(87):78–87. (In Russ.) <https://doi.org/10.51318/FRET.2023.87.4.008>
11. Аистов В.А., Шубин И.Л. Исследования влияния формы шумозащитного экрана на его акустическую эффективность. *Academia. Архитектура и строительство*. 2009;5:200–208. URL: <https://clck.ru/3VEKTW> (дата обращения 14.04.2026).
- Aistov VA, Shubin IL. Studies of the Influence of the Shape of the Noise Shield on Its Acoustic Efficiency. *Academia. Architecture and Construction*. 2009;5:200–208. (In Russ.) URL: <https://clck.ru/3VEKTW> (accessed 14.04.2026).
12. Иванов Н.И., Шашурин А.Е., Бойко Ю.С. Влияние материала на акустическую эффективность шумозащитных экранов. *Noise Theory and Practice*. 2016;2;4(6):24–28.
- Ivanov NI, Shashurin AE, Boiko IS. Influence of the Material on the Acoustic Efficiency of the Noise Barriers. *Noise Theory and Practice*. 2016;2(4):24–28. (In Russ.)
13. Кондратьев С.А., Иванов Н.И., Тюрина Н.В. Влияние формы и размеров акустического экрана на его эффективность. *Noise Theory and Practice*. 2025;11(3):121–132. URL: <https://clck.ru/3VEKkV> (дата обращения 14.04.2026).
- Kondratev SA, Ivanov II, Tyurina NV. Influence of Noise Barrier Design Parameters on Its Acoustical Insertion Loss. *Noise Theory and Practice*. 2025;11(3):121–132. (In Russ.) URL: <https://clck.ru/3VEKkV> (accessed 14.04.2026).
14. Тюрина Н.В. Актуальные проблемы проектирования транспортных акустических экранов. *Защита от повышенного шума и вибрации : Сборник докладов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Санкт-Петербург, 18–20 марта 2015 года / под редакцией Н.И. Иванова*. Санкт-Петербург: Общество с ограниченной ответственностью «Айсинг», 2015. С. 685–693.
- Tyurina NV. Actual Problems of Designing Acoustic Transport Screens. In: *Protection from Increased Noise and Vibration. Proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, St. Petersburg, March 18–20, 2015*. St. Petersburg: Aising Limited Liability Company; 2015. P. 685–693. (In Russ.)
15. Калиниченко М.В. О возможности применения акустических экранов, выполненных на основе резонаторов Гельмгольца, для снижения шума. *Noise Theory and Practice*. 2015;1(1):45–54. URL: <https://clck.ru/3VEKx6> (дата обращения 14.05.2026).
- Kalinichenko M.V. About the Possibility of Using Acoustic Screens, Made on the Basis of Helmholtz Resonators, to Reduce Noise. *Noise Theory and Practice*. 2015;1(1):45–54. (In Russ.) URL: <https://clck.ru/3VEKx6> (accessed 14.08.2026).
16. Васильев А., Ли-Ко-шин Ю., Кудавев А.В., Куклин Д.А., Матвеев П.В. Эффективность малых акустических экранов для защиты от шума железнодорожного транспорта. *Noise Theory and Practice*. 2016;2(3):45–49.
- Vasilev A, Li-Ko-Shin Y, Kudaev AV, Kuklin DA, Matveev PV. The Effectiveness of Small Noise Barriers for Protection of Railway Noise. *Noise Theory and Practice*. 2016;2(3):45–49. (In Russ.)

17. Лукьянец А. Г. Снижение уровня шума в зависимости от структурных параметров насаждений. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2011;65:253–263.

Lukyanets AG. Decreasing of Noise Level Depending on Plantings Structure Parameters. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2011;65(1):253–263. (In Russ.)

18. Гордеев Ю.А., Кулагин А.А. Влияние зелёных насаждений на шумовую характеристику урбанизированных территорий. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. 2014;2(46):151–155.

Gordeev YuA, Kulagin AA. Effect of Shade-Trees Plantations on the Noise Level of Urbanized Territories. *Izvestia Orenburg State Agrarian University*. 2014;2(46):151–155. (In Russ.)

Об авторах:

Артём Вячеславович Артёмов, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров» Уральского государственного лесотехнического университета (620100, Российская Федерация, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37), [SPIN-код](#), [ORCID](#), artemovav@m.usfeu.ru

Евгений Сергеевич Куркин, начальник ФКУ «Уралуправтдор» (620026, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Луначарского, д. 203), kurkines@inbox.ru

Павел Сергеевич Захаров, кандидат технических наук, ассистент кафедры «Технологии целлюлозно-бумажных производств и переработки полимеров» Уральского государственного лесотехнического университета (620100, Российская Федерация, г. Екатеринбург, Сибирский тракт, д. 37), [SPIN-код](#), [ORCID](#), zaharovps@m.usfeu.ru

Татьяна Валерьевна Штеба, кандидат технических наук, доцент кафедры пожарной безопасности технологических процессов и производств Уральского института Государственной противопожарной службы МЧС России (620062, Российская Федерация, г. Екатеринбург, ул. Мира, 22), [SPIN-код](#), [ORCID](#), shtebatv@yandex.ru

Заявленный вклад авторов:

А.В. Артёмов: разработка концепции, написание рукописи, внесение замечаний и исправлений.

Е.С. Куркин: разработка методологии, курирование данных, валидация результатов.

П.С. Захаров: проведение исследования, формальный анализ, написание черновика рукописи.

Т.В. Штеба: визуализация, написание черновика рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

About the Authors:

Artyem V. Artyemov, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of the Department Technology of Pulp and Paper Production and Processing of Polymers, Ural State Forest Engineering University (37, Siberian Tract, Yekaterinburg, 620100, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), artemovav@m.usfeu.ru

Evgenii S. Kurkin, Head of the Federal State Institution “Uralupravtodor” (620026, Yekaterinburg, Lunacharsky Street, 203), kurkines@inbox.ru

Pavel S. Zakharov, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Lecturer of the Department Technology of Pulp and Paper Production and Processing of Polymers, Ural State Forest Engineering University (37, Siberian Tract, Yekaterinburg, 620100, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), zaharovps@m.usfeu.ru

Tat'yana V. Shteba, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor of Department of Fire Safety of Technological Processes and Production, Ural Institute of State Fire Service of EMERCOM of Russia (22, Mira St., Yekaterinburg, 620062, Russian Federation), [SPIN-code](#), [ORCID](#), shtebatv@yandex.ru

Claimed Contributorship:

AV Artyemov: conceptualization, writing – review & editing.

ES Kurkin: methodology, data curation, validation.

PS Zakharov: investigation, formal analysis, writing – original draft preparation.

TV Shteba: visualization, writing – original draft preparation.

Conflict of Interest Statement: the authors declare no conflict of interest.

All authors have read and approved the final version of manuscript.

Поступила в редакцию / Received 28.05.2026

Поступила после рецензирования / Reviewed 22.06.2026

Принята к публикации / Accepted 10.07.2026