

## Профилактические мероприятия

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Копытенкова О.И.<sup>1</sup>, Афанасьева Т.А.<sup>2</sup>, Бурнашов Л.Б.<sup>3</sup>, Кузнецова Е.Б.<sup>1</sup>

### ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕР СНИЖЕНИЯ СВЕРХНОРМАТИВНОГО АКУСТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЖИЛЫЕ ТЕРРИТОРИИ

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I, 190031, Санкт-Петербург;

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО Северо-Западный Государственный Медицинский Университет им. И. И. Мечникова, 191015, Санкт-Петербург

**Введение.** Существенными источниками внешнего сверхнормативного уровня шума на территориях жилой застройки являются транспортные источники (автомобильные, железнодорожные, авиационные).

**Материал и методы.** Исследования проведены на территориях вдоль автомобильных и железнодорожных трасс с различной интенсивностью транспортных потоков. Выполнены экспериментальные исследования материалов, применяемых для строительства акустических экранов (АЭ). Исследованы оконные блоки, применяемые для шумозащищённых домов. Осуществлены измерения уровней звукового давления в реверберационной камере.

**Результаты.** Превышение допустимых эквивалентных уровней шума на расстоянии от двух до 7,5 м от проезжей части автотранспорта в дневное время достигает 25–32 дБА. Шум от железнодорожного транспорта на расстоянии 25 м от источника по показателю эквивалентного уровня звука для грузового транспорта составляет 77 дБА, максимального – 83 дБА; для «Сапсанов», «Ласточек», «Аллегро» получены идентичные данные; для пассажирских поездов эквивалентный уровень звука составил 71 дБА, для электропоездов – 66–69 дБА. Превышения нормативов по октавным частотам наиболее часто наблюдались на низких частотах от 31,5 до 500 Гц. Индекс изоляции воздушного шума (дБ) оказался выше у материала из бетона и деревянной щепы. Исследование параметров оконных блоков позволило установить, что все исследованные образцы дают снижение эквивалентного уровня шума более, чем на 20 дБА, но отличаются спектральными характеристиками шумоглушения.

**Заключение.** Транспортные потоки создают на территории городских и сельских поселений сверхнормативные уровни шума. Эффективность существующих мер, направленных на борьбу с шумом транспортных потоков, исчерпана. Акустические экраны в условиях высокоэтажной застройки имеют ограниченную эффективность. Вариантом решения проблемы является строительство шумозащищённых зданий. Их размещение вдоль линейных объектов транспорта должно предусматриваться на стадии планировки кварталов, строительство таких зданий должно осуществляться по специальным проектам. При проектировании и строительстве особое внимание необходимо уделять применяемым оконным блокам и качеству их установки. Оконные блоки целесообразно подбирать на основе частотных характеристик шумоглушения.

Ключевые слова: шум; акустическая нагрузка; транспорт; автомобильный транспорт; железнодорожный транспорт; защита от шума.

**Для цитирования:** Копытенкова О.И., Афанасьева Т.А., Бурнашов Л.Б., Кузнецова Е.Б. Гигиеническая оценка мер снижения сверхнормативного акустического воздействия на жилые территории. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(6): 671-676. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-671-676>

**Для корреспонденции:** Копытенкова Ольга Ивановна, доктор мед. наук, проф., гл. науч. сотр. отдела анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург. E-mail: 5726164@mail.ru

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Участие авторов:** концепция и дизайн исследования – Копытенкова О.И.; сбор и обработка материала – Афанасьева Т.А., Бурнашов Л.Б., Кузнецова Е.Б.; статистическая обработка – Бурнашов Л.Б.; написание текста – Копытенкова О.И., Афанасьева Т.А., Бурнашов Л.Б., Кузнецова Е.Б.; редактирование – Копытенкова О.И.; утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все соавторы.

Поступила 11.03.2019

Принята к печати 27.05.19

Опубликована 07.2019

Kopytenkova O.I.<sup>1</sup>, Afanaseva T.A.<sup>2</sup>, Burnashov L.B.<sup>3</sup>, Kuznetsova E.B.<sup>1</sup>

### HYGIENIC ASSESSMENT OF INTERVENTIONS FOR REDUCING EXCESSIVE ACOUSTIC IMPACT ON RESIDENTIAL AREAS

<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, St. Petersburg, 191036, Russian Federation;

<sup>2</sup>Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University, St.-Petersburg, 190031, Russian Federation;

<sup>3</sup>North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 191015, Saint-Petersburg, Russian Federation;

**Introduction.** The most important external sources of excessive noise levels on the territories of residential development are transportation sources (road, rail, aviation).

**The aim of the present study** is the hygienic assessment of the acoustic situation in the areas in the zone of influence of traffic flows and currently used measures to reduce the excess acoustic impact on residential premises.

**Material and methods.** The studies were carried out on the territories along the roads and Railways, with different intensity of traffic flows in accordance with GOST 23337-2014 Noise. Methods of noise measurement in residential areas and in the premises of residential and public buildings, MUK 4.3.2194-07 "Methods of noise measurement in residential areas and in the premises of residential and public buildings." Experimental studies of materials used for the construction of acoustic screens were carried out. Here were investigated window units were used to reduce external noise in the house. Sound pressure levels in octave bands (dB) and sound levels (dBA) in the sound-measuring reverberation chamber were measured in accordance with GOST 27296-2012.

**Results.** Exceeding the permissible equivalent noise levels at a distance from 2 to 7.5 m from the roadway of vehicles in the daytime reaches 25-32 dBA. Noise from railway transport at a distance of 25 m from the source in terms of the equivalent sound level for freight transport is of 77 dBA, maximum - 83 dBA; for cargo transport, Sapsan, Lastochka, Allegro identical data were obtained; for passenger trains, the equivalent sound level accounted for 71 dBA, for electric trains - 66-69 dBA. Exceeding the standards for octave frequencies were most often observed at low frequencies from 31.5 to 500 Hz. The air noise insulation index (dB) is higher for the concrete and wood chips material, i.e. the material with higher density. The study of the parameters of the window blocks allowed us to establish all the studied samples to provide a reduction in the equivalent noise level by more than 20 dBA, but differ in the spectral characteristics of noise damping.

**Conclusion.** Traffic flows create excessive noise levels in urban and rural settlements and impair the quality of life of the population. The effectiveness of existing measures aimed to mitigating noise in the source of generation by both road and rail transport has been exhausted. Acoustic screens in high-rise buildings have very limited efficiency. An option to reduce the adverse impact of external noise on public health is the construction of buildings protected from noise. Placement of buildings along the linear objects of road and rail transport should be provided at the stage of planning of quarters, the construction of such buildings should be carried out on special projects. When designing and building, special attention should be paid to the window units used and the quality of their installation. Window blocks should be selected on the basis of frequency characteristics of noise attenuation.

**Key words:** noise; acoustic load; transport; road transport; railway transport; noise protection.

**For citation:** Kopytenkova O.I., Afanaseva T.A., Kuznetsova E.B. Hygienic assessment of interventions for reducing excessive acoustic impact on residential areas. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian Journal)* 2019; 98(6): 671-676. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-6-671-676>

**For correspondence:** Olga I. Kopytenkova, MD, Ph.D., DSci., Prof., chief researcher of the Department of hygiene of the North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: 5726164@mail.ru.

**Information about the author:**

Kopytenkova O. I., <http://orcid.org/0000-0003-3557-2255>; Afanaseva T.A. <https://orcid.org/0000-0002-2459-9017>; Burnashov L. B., <http://orcid.org/0000-0002-2920-3296>; Kuznetsova E.B., <http://orcid.org/0000-0002-1573-5021>

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgments.** The study had no sponsorship.

**Contribution:** research concept and design – Kopytenkova O.I.; collection and processing of material – Afanaseva T.A., Burnashov L.B., Kuznetsova E.B.; text writing – Kopytenkova O.I., Afanaseva T.A., Burnashov L.B., Kuznetsova E.B.; editing – Kopytenkova O. I.; approval of the final article, responsibility for the integrity of all parts of the article – all co-authors.

Received: 11 March 2019

Accepted: 27 May 2019

Published 07.2019

## Введение

Одной из причин сверхнормативной акустической нагрузки является развитие и строительство жилой и транспортной инфраструктуры без соблюдения требований гигиенических нормативов. Акустическая нагрузка считается одним из наиболее агрессивных видов антропогенного загрязнения окружающей среды, существенно ухудшающая качество жизни населения [1–8, 23, 24, 26, 30]. В соответствии с данными Руководства ВОЗ по вопросам шума в окружающей среде для Европейского союза (2018 г.) воздействие шума на население представляет собой серьезную глобальную проблему [9–19]. Наиболее существенными источниками внешнего сверхнормативного уровня шума на территориях жилой застройки являются транспортные источники (автомобильные, железнодорожные, авиационные) [20, 22, 25, 29].

В сложившейся ситуации на территориях в зоне сформировавшегося акустического дискомфорта необходимо иметь информацию о реальной и прогнозируемой акустической нагрузке и эффективности шумозащитных мероприятий. Недостатки существующей системы нормирования шума транспортных источников, не учитывающей сложившуюся практику застройки территории вдоль автомобильных и железных дорог, а также приаэродромных территорий, затрудняет получение объективной информации.

Цель исследования – гигиеническая оценка акустической обстановки на территориях в зоне влияния транспортных потоков и используемых в настоящее время мер снижения сверхнормативного акустического воздействия на жилые помещения.

## Материал и методы

Исследования проведены на территориях вдоль автомобильных и железнодорожных трасс с различной интенсивностью транспортных потоков в соответствии с ГОСТ 23337–2014 Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий, МУК 4.3.2194–07 «Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».

Выполнены экспериментальные исследования материалов, применяемых для строительства акустических экранов, исследованы оконные блоки, применяемые для шумозащищенных домов. Осуществлены измерения уровней звукового давления в октавных полосах (дБ) и уровней звука (дБА) в звукомерной реверберационной камере в соответствии с ГОСТ 27296–2012. Использованы шумомер-вибромметр, анализатор спектра ЭКОФИЗИКА-110А, генератор белого шума с линейно-спадающим уровнем спектра шума со скоростью 3 дБ/октаву DL301, усилитель мощности АМ 301. Рассчитан индекс изоляции воздушного шума  $R_w$ , дБ.

## Результаты

Источником шума на территории большинства населённых пунктов преимущественно являются потоки автомобильного транспорта. Результаты измерения шума от транспортных потоков различной интенсивности приведены в табл. 1.

Шум от железнодорожного транспорта на расстоянии 25 м от источника по показателю эквивалентного уровня звука для гру-

Таблица 1

## Результаты натурных измерений эквивалентного и максимального уровней шума от автомобильного транспорта на территории

Зона контроля	Транспортный поток, авт./ч	Эквивалентный уровень шума, дБА			Максимальный уровень шума, дБА		
		тип улично-дорожной сети		норматив*	тип улично-дорожной сети		норматив*
		улица–каньон	проспект		улица–каньон	проспект	
2 м от ограждающей конструкции	2 000	67	63	55	75	73	70
	2 500	69	65	55	83	74	70
	2 750	70	68	55	81	77	70
	3 000	79	75	55	85	82	70
	3 500	80	76	55	86	87	70
Площадка отдыха микрорайонов и групп жилых домов	2 500	69	65	45	84	77	60

Примечание. \* – СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением № 1).

Таблица 2

## Результаты натурных измерений спектральных характеристик шума от железнодорожного транспорта (на расстоянии 25 м во время прохождения поезда)

Тип поезда	Количество вагонов	Характер движения поезда	Октава со средними геометрическими частотами, Гц								Эквивалентный уровень шума, дБА	
			31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000		8000
			Эквивалентный уровень звукового давления, $L_{eq, окт}$ дБ									
Пассажирский	16	Ровный участок	70,3	71,3	68,4	68,5	69,3	67,3	62,5	61,8	52,0	71,8
«Сапсан»	10	Ровный участок	72,7	71,2	72,4	68,2	70,2	70,5	68,3	55,9	72,7	76,2
«Сапсан»	20	Ровный участок	75,5	76,5	75,3	72,9	71,5	70,5	71,1	70,2	67,2	77,5
«Аллегро»	7	Ровный участок	81,3	80,5	80,3	74,4	71,3	71,4	70,9	67,5	53,4	77
«Ласточка»	5	Ровный участок	76,0	78,2	77,5	67,1	68,6	73,2	71,5	65,1	50,2	76,9
Электропоезд	8	Торможение	70,3	70,2	68,3	65,6	64,8	63,3	62,5	60,5	48,3	69,1
		Разгон	65,1	67,9	67,5	60,2	61,3	64,3	63,1	58,4	41,3	68,6
		Ровный участок	63,4	64,3	65,2	63,1	62,7	61,5	58,4	57,5	42,3	66,3
Грузовой	61	Ровный участок	91,6	90,0	80,4	67,6	70,1	71,4	72,4	67,1	52,8	77,4
	58	Ровный участок	85,2	86,4	81,5	79,5	76,4	67,8	62,6	65,5	51,3	77,1

завога транспорта составляет 77 дБА, максимального – 83 дБА; для «Сапсанов», «Ласточек», «Аллегро» получены идентичные данные; для пассажирских поездов эквивалентный уровень звука составил 71 дБА, для электропоездов – 66–69 дБА (табл. 2). Превышения нормативов по октавным частотам наиболее часто наблюдались на низких частотах от 31,5 до 500 Гц.

Для шумозащиты используют акустические экраны [22, 23]. Эффективность экранирования зависит от материала, из которого выполнен экран, конструкции и формы экрана. Результаты исследования в реверберационной камере, проведённые на шести опытных образцах, представлены в табл. 3. Установлено, что индекс изоляции воздушного шума (дБ) выше у материала

из бетона и деревянной щепы, т. е. материала с большей плотностью.

В настоящий период вариантом снижения неблагоприятного воздействия шума на здоровье населения можно считать строительство шумозащищённых зданий. Их размещение и строительство должно предусматриваться на стадии планировки кварталов. Эти вопросы на сегодняшний день находятся вне компетенции Роспотребнадзора.

Одним из требований к шумозащищённым зданиям является требование к применяемым оконным блокам. Исследование параметров оконных блоков позволило установить, что все исследованные образцы дают снижение эквивалентного уровня шума

Таблица 3

## Характеристики звукоизоляции материалами, используемыми для строительства акустических экранов

Тип шумозащитной панели	Материал, конструкция панели	Среднегеометрическая частота, Гц					Индекс изоляции воздушного шума, дБ
		125	250	500	1000	2000	
		Показатель звукоизолирующей способности $R_d$ , дБА					
Акустоб-ПАП	Акустическая вата, стальной лист толщиной до 0,7 мм	19	21	28	33	40	32
АпАТЭК	Пултрузионные полые двухкамерные замкнутые профили	31	31	26	34	40	34
АЗ-с	Алюминиевые профили, плита теплоизоляционная из стекловаты, оцинкованная сталь	15	19	29	38	44	32
Дюрисол (Масстар)	Бетон, деревянная щепа	38	41	37	44	51	44
SOUNDGUARD	Кварцевый наполнитель	19	18	24	27	32	28

Таблица 4

**Результаты натурных измерений эквивалентного и максимального уровней шума от автомобильного транспорта в жилом помещении и снаружи ограждающих конструкций**

Точка измерения	Уровень звука, дБа				
	средний эквивалентный по трём измерениям	расширенная неопределённость измерений	оценочный	максимальный	эффективность
Выносной микрофон, 2 м от фасада:					
день	56,7	1,1	57,9	77	–
ночь	46,7	1,2	37,8	58	–
Внутри помещения:					
ночь, день	36,7	1,0	47,8	41	20,0
ночь, ночь	28,0	1,1	29,0	38	18,7

Примечание. При проведении измерений внутри помещения были соблюдены требования обеспечения достаточного воздухообмена.

Таблица 5

**Значения изоляции воздушного шума R различными типами оконных блоков с рамкой 2-камерного стеклопакета ПВХ с открытым климатическим клапаном**

Тип оконного блока	Климатический клапан	Октавы со среднегеометрическими частотами, Гц					
		125	250	500	1000	2000	4 000
		Значения звукоизоляции, дБ					
Rehau Delight с заполнением створок F1 и S1 – 6-14-4-12-4	Air-BoxComfort	7,0	17,4	19,0	23,7	30,7	28,5
	Aereco EHA2-EFA2	7,3	16,5	19,0	23,7	30,7	28,8
	Aereco EMM	13,2	15,4	21,1	25,6	29,8	28,1
RehauEuro/Blitz с заполнением створок F1 и S1 – 4-10-4-10-4	Aereco EMM	6,6	17,3	20,9	25,8	30,4	28,2
	Aereco EHA2-EFA2	10,2	19,1	17,8	20,9	26,9	27,7
	Air-Box Comfort	10,2	19,1	17,8	20,9	26,9	27,7

более, чем на 20 дБа, но отличаются спектральными характеристиками шумоглушения (табл. 4 и 5).

**Обсуждение**

Превышение допустимых эквивалентных уровней шума на расстоянии от 2 до 7,5 м от проезжей части автотранспорта в дневное время достигает 25–32 дБа. Уровень шума во время прохождения поездов на расстоянии 25 м от железнодорожного полотна (ГОСТ 20444) в 97% случаев превышает нормативные значения для территорий на расстоянии до 100 м. Эквивалентный уровень шума в 60% случаев превышает норматив для дневного времени суток (55 дБа) и в 100% для ночного времени суток. Вместе с тем расстояние 100 м является охранной зоной железнодорожного транспорта. Динамика затухания уровня зву-

ка в расчётных точках на высоте 1,5 и 30 м от земли на расстоянии 25–100 м от ж.д. полотна приведена на рис. 1 и 2. Расчёты показывают, что 100-метровая зона недостаточна для достижения гигиенических нормативов по шуму при интенсивном движении потоков железнодорожного транспорта.

Перечень мероприятий для снижения акустической нагрузки в «источнике» однотипен [24–27]. Для автодорог мероприятия, используемые в настоящее время, включают следующее: ограничение скорости до 30 км/ч (до 2 дБа); малозумные покрытия (снижение шума до 3 дБа); замена светофорного регулирования на кольцевые пересечения (до 4 дБа); запрет движения в ночное время грузовых автомобилей (до 7 дБа); плавное движение потока транспорта (до 4 дБа). Дополнительно используется установка препятствий (экранов) между автомобильной дорогой и защищаемыми объектами, которые дают снижение шума на 12–20 дБа, или прокладка магистрали в тоннеле, которая полностью исключает распространение шума на прилегающие территории. Для железнодорожного транспорта перечень мероприятий включает шпифование рельсов (3,5 дБа) и накладки на шейку рельсов (3 дБа), а также установку акустического экрана (АЭ).

Основным условием эффективности АЭ является его близость к источнику шума. Типовая высота АЭ для автомобильных дорог составляет 2–6 м, для железных дорог – 4–6 м. Высота АЭ является основной характеристикой, определяющей его эффективность. Каждый 1 м увеличения высоты АЭ в среднем увеличивает его эффективность на 1,5–2 дБа. При увеличении высоты АЭ в 2 раза его эффективность может увеличиться на 5–6 дБа.

Вместе с тем натурные испытания эффективности АЭ показали, что материал, из которого выполняют экраны, имеет значение в основном с позиции суждения о стоимости, простоты обслуживания и вандалоустойчивости. Акустическая эффективность экранов из различных материалов в натуральных условиях отличается на 1–1,5 дБа. Железнодорожный транспорт генерирует преимущественно низкочастотный шум. Наиболее эффективными для строительства АЭ в этих условиях являются шумозащитные материалы, изготовленные из бетона и щепы с минимально допустимой поверхностной плотностью панели АЭ более 24 кг/м<sup>2</sup>.

Натурные измерения и геоинформационное моделирование уровней акустической нагрузки в районе эксплуатации желез-

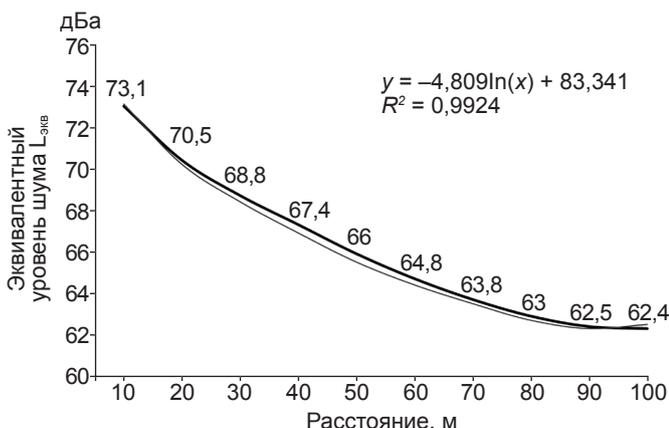


Рис. 1. Данные расчётов затухания уровня звука на высоте 1,5 м от земли.

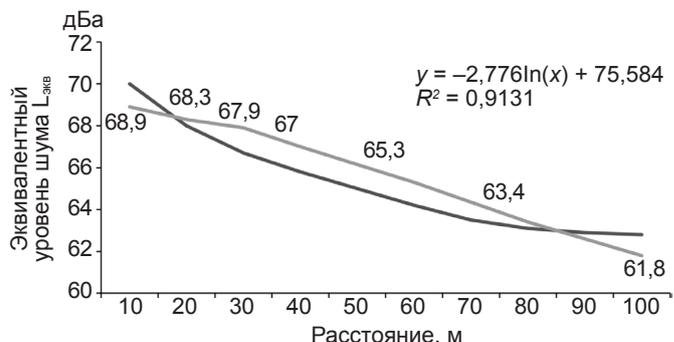


Рис. 2. Данные расчётов затухания величины эквивалентного уровня звука на высоте 30 м от земли.

ных дорог показало, что в районах потоков грузового транспорта сверхнормативные значения регистрируются даже на расстоянии 100 м от источника шума, эквивалентный уровень звука на этом расстоянии в момент прохождения поезда достигает 62 дБА. На высоте расчётных точек 1,5 м от поверхности земли на расстоянии 7,5 и 15 м от источника эквивалентный уровень звука составляет 73,1 и 70,5 дБА соответственно, на высоте расчётных точек в 30 м – 68,9 и 68,3 дБА соответственно. Пиковые значения уровня звука наблюдаются на высоте 5 м. Изучен участок железной дороги, вдоль которой установлен АЭ со стандартными характеристиками (протяжённость 400 м, высота экрана 5 м, толщина стенок 0,2 м). Выявлено, что в результате установки АЭ на пути распространения шума его наибольшая эффективность (15-18 дБА) достигается только на малых и средних высотах (до 5 м). С дальнейшим увеличением высоты от поверхности земли (до 30 м) эффективность АЭ на расстоянии до 50 м составит лишь 2 дБА. Следовательно, использование АЭ для снижения шума при эксплуатации железных дорог вблизи многоэтажных зданий не является эффективным средством и требует разработки иных путей решения этой проблемы [6, 21, 22].

Значения изоляции воздушного шума R оконного блока RehauDelight с рамкой 2-камерного стеклопакета ПВХ с заполнением створок F1 и S1 – 6-14-4-12-4 с открытым климатическим клапаном Aegeco EMM показали наибольшую эффективность (среди испытанных образцов) на низких частотах. Это позволяет рекомендовать подобные образцы к использованию вдоль линейных объектов железнодорожного транспорта.

## Заключение

Акустическое воздействие транспортных источников, представляя собой серьёзную гигиеническую проблему, нуждается в решении.

Транспортные потоки создают на территории городских и сельских поселений сверхнормативные уровни шума и ухудшают качество жизни населения. Эффективность существующих мер, направленных на борьбу с шумом в источнике образования как автомобильного, так и железнодорожного транспорта, исчерпана. Акустические экраны в условиях высокоэтажной застройки имеют весьма ограниченную эффективность.

Вариантом снижения неблагоприятного воздействия внешнего шума на здоровье населения является строительство шумозащищённых зданий. Размещение шумозащищённых зданий вдоль линейных объектов автомобильного и железнодорожного транспорта должно предусматриваться на стадии планировки кварталов, строительство таких зданий должно осуществляться по специальному проекту. При проектировании и строительстве особое внимание необходимо уделять применяемым оконным блокам и качеству их установки. Оконные блоки целесообразно подбирать на основе частотных характеристик шумоглушения.

## Л и т е р а т у р а

(пп. 9–20 см. References)

- Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д. Обоснование объёма исследований физических факторов на участке под строительство с точки зрения гигиенического нормирования. *Гигиена и санитария*. 2017; 96(7): 651-6. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-651-656>
- 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. Методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования химического загрязнения окружающей среды и его влияние на здоровье населения. *Материалы Пленума Научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды*. Под ред. акад. РАН Ю.А. Рахманина. 2015: 184-6.
- Кузнецова Е.Б. Санитарно-гигиенические требования к уровням шума в жилых зданиях и на территории жилой застройки. Существующая практика применения. *Здоровье - основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения: труды XIII Всероссий-*

*ской научно-практической конференции с международным участием*. СПб, 2018; 13 (2): 853-62.

- Мельцер А.В., Боровков Н.В., Кузнецова Е.Б. Оценка влияния на население повышенных уровней шума по итогам социально-гигиенического мониторинга. *Защита населения от повышенного шумового воздействия: сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. Под ред. Н.И. Иванова, К.Б. Фридмана. 2015: 27-8.
- Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Курепин Д.Е. Оценка акустического воздействия на основе анализа риска здоровью населения при строительстве и эксплуатации железных дорог. *Актуальные вопросы развития инновационной деятельности в новом тысячелетии: XIV Международная научно-практическая конференция*. 2015: 29-33.
- Курепин Д.Е., Копытенкова О.И. Стратегия развития шумозащитных мероприятий в условиях городской застройки. *Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2014): тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции*. Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I. 2014: 50-2.
- Копытенкова О.И. Оценка риска воздействия физических факторов окружающей среды при организации здравоохранения урбанизированной территории. *Реформы Здравоохранения Российской Федерации. Современное состояние, перспективы развития: сборник материалов IV ежегодной конференции с международным участием, посвященной памяти д.м.н. профессора, акад. МАНЭБ, з.д.н. РФ Полякова Игоря Васильевича*. Под ред. И.М. Акулина, О.В. Мироненко. 2017: 50-2.
- Титова Т.С., Копытенкова О.И., Курепин Д.Е. Об объективной оценке акустического воздействия. *Железнодорожный транспорт*. 2017; (5): 75-7.
- Фридрих К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н., Леванчук А.В. Концептуальная модель оценки и управления риском для здоровья населения от транспортных загрязнений. *Известия Петербургского университета путей сообщения*. 2011; (1): 230-7.
- Афанасьева Т.А., Копытенкова О.И., Машарский Б.Л. Анализ нормативно-правовой документации, регламентирующей шум железнодорожного транспорта. *Защита от повышенного шума и вибрации: сборник докладов*. Министерство образования и науки Российской Федерации, Балтийский государственный технический университет «Военмех». 2017: 174-7.
- Леванчук А.В., Курепин Д.Е. Использование геоинформационного метода для решения проблемы воздействия шума транспортных потоков на окружающую среду. *Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБТРАНС-2018): материалы VI Международной научно-практической конференции*. 2018: 89-93.
- Курепин Д.Е., Леванчук А.В. Использование методологии оценки риска здоровью в практике регламентирования акустического воздействия. *Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: материалы Всероссийской научно-практической конференции*. Под ред. А.Ю. Поповой. 2017: 215-18.
- Курепин Д.Е. Использование методики оценки риска здоровью населения для обеспечения акустической безопасности территорий в зоне транспортировки полезных ископаемых. *Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием в 2-х томах*. Под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. 2016: 293-8.
- Ватулина Е.Я., Леванчук А.В., Леванчук Л.А., Курепин Д.Е. Графическое представление результатов исследования экологической нагрузки на урбанизированную территорию при воздействии транспортных потоков. *Интернет-журнал Науковедение*. 2016; 8; 2 (33): 100.
- Курепин Д.Е., Леванчук А.В., Киселев А.В., Федоров В.Н., Зибарев Е.В. Методические подходы к оценке риска сверхнормативного акустического воздействия при строительстве и эксплуатации железных дорог. *Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием*. 2015: 43-6.
- Клепиков О.В., Самойлов А.С., Ушаков И.Б., Попов В.И., Куропал С.А. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (8): 686-92.
- Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д. Особенности мониторинга инфразвукового загрязнения селитебных территорий, прилегающих к транспортным магистралям. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1141-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1141-1145>

30. Крийт В.Е., Сладкова Ю.Н., Смирнов В.В. Двухуровневые автомобильные мосты как особый источник шумового воздействия на жилую застройку на примере канонерского острова Санкт-Петербурга. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1162-5. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1162-1165>
31. Май И.В., Кошурников Д.Н., Галкина О.А. Пространственно-временной анализ риска для здоровья населения при воздействии городского шума (на примере г. Перми). *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 35-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-35-39>.

## References

1. Kuznetsova E.B., Bulavin I.D. to support the level of research of physical factors in the area under construction from the standpoint of hygienic standardization. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96(7): 651-6. (in Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-7-651-656>
2. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Kurepin D.E. Improving the system of socio-hygienic monitoring on the basis of hygienic assessment of the acoustic impact of road transport on the environment. *Methodological problems in the examination, evaluation and regulation of chemical environmental pollution and its impact on public health Materials of the Plenum of the Scientific Council of the Russian Federation on human ecology and environmental hygiene*. Ed. Yu.A. Rakhmanin. 2015: 184-6 (in Russian).
3. Kuznetsova E.B. Sanitary and hygienic requirements to noise levels in residential buildings and on the territory of residential development. *The actual practice of Health is the basis of human potential: problems and ways to solve them: proceedings of the XIII All-Russian scientific-practical conference with international participation*. 2018; 13(2): 853-62. (in Russian).
4. Melzer A.V., Borovkov N.In. Kuznetsova E.B. assessment of the impact of increased noise levels on the population based on the results of social and hygienic monitoring. *Protection of the population from increased noise exposure: collection of reports of the all-Russian scientific and practical conference with international participation*. Ed. N.I. Ivanov, K.B. Friedman. 2015: 27-8. (in Russian).
5. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Kurepin D.E. Acoustic impact Assessment based on the analysis of public health risk in the construction and operation of Railways. *Topical issues of innovation in the new Millennium XIV international scientific and practical conference*. 2015: 29-33. (in Russian).
6. Kurepin D.E., Koptenkova O.I. strategy for the development of anti-noise measures in urban areas. *Technosphere and ecological safety on transport (TEBTRANS-2014) abstracts of the IV International scientific-practical conference*. St. Petersburg state transport University of Emperor Alexander I. 2014: 50-2. (in Russian).
7. Kopytenkova O.I. Assessment of risk of exposure to physical environmental factors with health organization urbanized area. *The Reform of healthcare of the Russian Federation. Current state, development prospects. Proceedings of the conference IV annual conference with international participation, dedicated to the memory of Professor; Acad. MANEB, s.d.N. Russia Polyakov Igor Vasilievich*. Ed. I.M. Akulin, O.V. Mironenko. 2017: 50-2.
8. Titova T.S., Kopytenkova O.I., Kurepin D.E. Acoustic impact Assessment. *Zheleznodorozhnyy transport [Railways]*. 2017; (5): 75-7. (in Russian).
9. Environmental Noise Guidelines for the European Region. WHO Regional Office for Europe. 2018. 161 p.
10. Barcelo Perez C., Piñero R.G. Potential effect caused by urban noise in housewives from Havana City. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiologia*. 2008; 46 (2).
11. Belojevic G., Evans G.W., Paunović K., Jakovljevic B. Traffic noise and executive functioning in urban primary school children: the moderating role of gender. *J Environ Psychol*. 2012; 32: 337-41.
12. Brink M. Parameters of well-being and subjective health and their relationship with residential traffic noise exposure – a representative evaluation in Switzerland. *Environ Int*. 2011; 37: 723-33.
13. Christensen J.S., Raaschou-Nielsen O., Tjønneland A., Overvad K., Nordsborg R.B., Kettel M. et al. Road traffic and railway noise exposures and adiposity in adults: a cross-sectional analysis of the Danish Diet, Cancer, and Health Cohort. *Environ Health Perspect*. 2016; 124 (3): 329-35.
14. Clark C., Crombie R., Head J., van Kamp I., van Kempen E., Stansfeld S.A. Does traffic-related air pollution explain associations of aircraft and road traffic noise exposure on children's health and cognition? A secondary analysis of the United Kingdom sample from the RANCH project. *Am J Epidemiol*. 2012; 176: 327-37.
15. Hardoy M.C., Carta M.G., Marci A.R., Carbone F., Cadeddu M., Kovess V. et al. Exposure to aircraft noise and risk of psychiatric disorders: the Elmas survey – aircraft noise and psychiatric disorders. *Soc Psychiatr Psychiatr Epidemiol*. 2005; 40: 24-6.
16. Oftedal B., Krog N.H., Pyko A., Eriksson C., Graff-Iversen S., Haugen M. et al. Road traffic noise and markers of obesity: a population-based study. Tokyo: Institute of Noise Control Engineering of Japan. *Environ Res*. 2014; 20 (138): 144-53.
17. Roswall N., Hogh V., Envold-Bidstrup P., Raaschou-Nielsen O., Kettel M., Overvad K et al. Residential exposure to traffic noise and health-related quality of life – a population-based study. *PLoS One*. 2015; 10 (3): e0120199. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120199>
18. Schell L.M. Environmental noise and human prenatal growth. *Am J Phys Anthropol*. 1981; 56: 63-70.
19. Sørensen M., Andersen Z.J., Nordsborg R.B., Becker T., Tjønneland A., Overvad K. et al. Longterm exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study. *Environ Health Perspect*. 2013; 121: 217-22.
20. Torre G.L., Moscato U., Torre F.L., Ballini P., Marchi S., Ricciardi W. Environmental noise exposure and population health: a cross-sectional study in the Province of Rome. *J Public Health (Oxf)*. 2007; 15: 339-44.
21. Friedman B.K., Lim T.E., Custalow S.N., Levanchuk A.V. Conceptual model of assessment and management of risk to public health from traffic pollution. *Proceedings of St. Petersburg University of means of communication*. 2011; (1): 230-7. (in Russian).
22. Afanasieva T.A., Kopytenkova O.I., Masharskiy B.L. Analysis of the legal documentation governing the rail transport noise. *Protection from high noise and vibration collection of reports*. Ministry of education and science of the Russian Federation. Baltic state technical University "Voenmekh". 2017: 174-7. (in Russian).
23. Levanchuk A.V., Kurepin D.E. The Use of geoinformation method to solve the problem of the impact of traffic noise on the environment. *Technosphere and environmental safety in transport (TEBTRANS-2018): Proceedings of the VI International scientific-practical conference*. 2018: 89-93. (in Russian).
24. Kurepin D.E., Levanchuk A.V. Use of health risk assessment methodology in the practice of acoustic impact regulation *Topical issues of the organization of control and supervision of physical factors. Materials of the all-Russian scientific-practical conference*. Ed. A.Yu. Popova. 2017: 215-8. (in Russian).
25. Kurepin D.E. The Use of risk assessment methods for public health to ensure the acoustic safety of areas in the area of transportation of minerals. Actual problems of safety and health risk analysis under the influence of environmental factors. *Materials VII all-Russian scientific and practical conference with international participation in 2 volumes*. Ed. A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva. 2016: 293-8. (in Russian).
26. Vatulina E.Ya., Levanchuk A.V., Levanchuk L.A., Kurepin D.E. Graphical representation of the results of the study of the environmental load on the urban area under the influence of traffic flows. *Internet-zhurnal Naukovedenie [The Internet journal of the sociology of Science]*. 2016; 8; 2(33): 100. (in Russian).
27. Kurepin D.E., Levanchuk A.V., Kiselev A.V., Fedorov V.N., Zibarev E.V. Methodological approaches to the risk assessment of excess acoustic impact in the construction and operation of Railways. *Actual problems of safety and health risk analysis under the influence of environmental factors. Proceedings of the VI all-Russian scientific-practical conference with international participation*. 2015: 43-6. (in Russian).
28. Klepikov O. V., Samoilo A. S., Ushakov I. B., Popov V. I., Kurolop S. A. Comprehensive assessment of the environment of an industrial city. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97(8): 686-92. (in Russian).
29. Kuznetsova E.B., Bulavina I.D. Features of monitoring of infrasonic pollution of residential areas adjacent to transport highways. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97(12): 1141-5. (in Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1141-1145>
30. Crit E.V., Sladkova Y.N., Smirnov V.V. a two-level road bridges as a particular source of noise exposure for residential development on the example of Kanonersky island in St. Petersburg. *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97(12): 1162-5. (in Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1162-1165>
31. May I.V., Koshurnikov D.N., Galkina O.A. Spatio-temporal analysis of public health risk under the influence of urban noise (on the example of Perm). *Gigiena i sanitariya [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2017; 96(1): 35-9. (in Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-35-39>