

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ»
им. Д.Ф. Устинова**



МОЛОДЕЖЬ. ТЕХНИКА. КОСМОС

**Труды X Общероссийской молодежной
научно-технической конференции**

Том 2

18 – 20 апреля 2018 года, Санкт-Петербург, Россия

Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 50

**Санкт-Петербург
2018**

УДК 623.46: 629.78
М75

М75

Молодежь. Техника. Космос: труды X Общероссийской молодежной науч.-техн. конф. Т.2/ Балт. гос. техн. ун-т. – СПб.; 2018. – 381 с. (Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 50).

ISBN 978-5-907054-31-8

ISBN 978-5-907054-33-2

Представлены статьи и доклады участников X Общероссийской научно-технической конференции «Молодежь. Техника. Космос», которая прошла 18 – 20 апреля 2018 года в БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова (Санкт-Петербург).

Рассматриваются вопросы, связанные с разработкой объектов ракетно-космической техники и аэрокосмических технологий, созданием различных систем вооружения, исследованиями в области информационных технологий, а также с историей ракетно-космической техники и вооружения.

Отзывы направлять в БГТУ «Военмех» по адресу: Россия, 190005, Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., д. 1. Редакция журнала «Военмех. Вестник БГТУ».

УДК 623.46: 629.78

Редакционный совет: д-р техн. наук, проф. *К. М. Иванов*, д-р техн. наук, проф. *В. А. Бородавкин*,
канд. техн. наук, доц. *А. А. Левикин*, ст. преп. *К. А. Афанасьев*, доц. *М. Н. Охочинский*,
ст. преп. *С. А. Чириков*, *А. В. Побелянский*

Ответственный редактор серии
«Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ»
М.Н. Охочинский

Материалы опубликованы в авторской редакции

Подписано к печати 25.06.2018. Формат бумаги 60×84 1/8.
Бумага офсетная. Усл.-печ. л. 47.625. Тираж 130 экз. Заказ № 28
Балтийский государственный технический университет «Военмех»
Типография ООО «Издательство ИНФО-ДА»
С.-Петербург, Столярный пер., д. 10/12

ISBN 978-5-907054-31-8
ISBN 978-5-907054-33-2

© БГТУ «Военмех», 2018
© Авторы, 2018

СЕКЦИЯ №8. ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	314
<i>А. С. Анисимов, И. В. Рудаков, Д. С. Рыльцов, А. А. Троценко</i> РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ ВЕРТОЛЕТНОЙ ПЛОЩАДКИ ДЛЯ НЕПОДГОТОВЛЕННЫХ ДЛЯ ПОСАДКИ МЕСТ НА ЭТАПАХ ЭВАКУАЦИИ	314
<i>А. С. Анисимов, Р. А. Яковлев, И. В. Рудаков, Д. С. Рыльцов</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЭВАКУАЦИИ РАНЕННЫХ ВОЕННОСЛУЖАЩИХ ИЗ ТРУДНОДОСТУПНЫХ МЕСТ.	315
<i>Б. Р. Бабамуратов.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	316
<i>А. П. Васильев, А. В. Шабарова, М. В. Буторина, Д. А. Куклин</i> ОЦЕНКА ШУМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА КАК ФАКТОРА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ.	319
<i>В. А. Васильев</i> СРАВНЕНИЕ УРОВНЕЙ ШУМА ПОЛУЧЕННЫХ РАСЧЁТНЫМ ПУТЕМ И В РЕЗУЛЬТАТЕ НАТУРНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	325
<i>А. В. Гончаров, М. И. Петренко, А. Д. Юшкевич</i> УВЕЛИЧЕНИЕ СООТНОШЕНИЯ СИГНАЛ/ШУМ НА ЛИНИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ТРОПОСФЕРНОЙ СВЯЗИ	328
<i>С. Ю. Гришина, Т. Е. Клюпа</i> ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ ШУМА И РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ШУМОЗАЩИТЕ НА ПРИМЕРЕ ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ	330
<i>А. А. Казакевич, Е. А. Степанова</i> АНАЛИЗ ТРАФИКА СЕТИ ТАКТОВОЙ СЕТЕВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	337
<i>Д. М. Канатьев</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ ДЛЯ КОМПЛЕКСА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ	340
<i>Е. А. Касаткина, Л. В. Контрош, А. В. Храмов, О. И. Шумилов</i> ЭЛЕМЕНТЫ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОЙ ГРУППЫ – ЕЩЕ ОДНА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА КОЛЬСКОГО СЕВЕРА	342
<i>Д. И. Коньков, А. В. Щукин</i> АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	349
<i>В. К. Ксенофонтова, Е. А. Левина, С. В. Левин, А. В. Храмов</i> ВЛИЯНИЕ ЗВУКОВ ВЫСОКИХ ЧАСТОТ (4000ГЦ) НА ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА	351
<i>В. В. Кутнов, С. М. Сакардин</i> МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ШУМОЗАЩИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	353

А. А. Пасечник АНАЛИЗ СТРАТЕГИИ ПО ФОРМИРОВАНИЮ В РОССИИ НОВОЙ ОТРАСЛИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ПО ОБРАБОТКЕ, УТИЛИЗАЦИИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ ОТХОДОВ	356
Д. В. Соловьев, О. С. Лаута ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ MESH - СЕТЕЙ	358
Н. С. Усов, Д. Д. Коробов, А. Ю. Олейников, Т. Н. Патрушева РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОХРОМНОГО СТЕКЛА	360
А. В. Шабарова, А. П. Васильев, М. В. Буторина, Д. А. Куклин ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ШУМА МЕТРОПОЕЗДОВ НА ОТКРЫТЫХ ЛИНИЯХ МЕТРОПОЛИТЕНА	362
Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н. АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ СПОСОБ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗЛЕТА ПИЛОТИРУЕМОГО КРЫЛАТОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА С ПАЛУБЫ АВИАНЕСУЩЕГО КРЕЙСЕРА	365
Бойко Е.Н., Григорьев М.Н., Кириллов А.А., Охочинский М.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МОНИТОРИНГУ, ОБСЛУЖИВАНИЮ И АВАРИЙНОМУ РЕМОНТУ БОРТА СУДОВ И ЗАБОРТНОЙ АРМАТУРЫ НА ХОДУ И СТОЯНКЕ	373
АВТОРЫ СБОРНИКА	380

Библиографический список

1. Халиков Р.М., Латыпова З.Б., Фролов Ю.В. Взаимосвязь естественнонаучных дисциплин в рамках интегративного подхода решения проблем экологии // Вестник БГПУ им. М.Акумулы. - 2011. - №2. - С.89-98.
2. Гофман В.Р., Лихачева М.А., Малыгин Д.А. Решение экологических проблем в рамках инновационного подхода // Современные научные исследования и инновации. - 2012. - №5 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2012/05/12929> (дата обращения: 06.04.2018)
3. Пахомова Н.В., Рихтер К.К., Эндрес А. Экологический менеджмент. СПб.: Питер, 2003. – 544 с.
4. Ниязова А.А., Садыкова Э.Ф. Основные научные подходы, используемые в решении экологических проблем // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 1.
5. Власова Е.Я. Инновационные технологии природопользования в решении экологических проблем урбанизированных территорий // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12-2. – С. 371-373 [Электронный ресурс].URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=4259> (дата обращения: 14.04.2018).

УДК 625.1

ОЦЕНКА ШУМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА КАК ФАКТОРА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ.

А. П. Васильев, А. В. Шабарова, М. В. Буторина, Д. А. Куклин

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

В настоящее время проблема негативного воздействия шума имеет глобальный характер, о чем свидетельствуют многочисленные российские и зарубежные научные работы и, в подтверждение, доклады ВОЗ. По данным доклада Европейского парламента более половины населения городов с численностью более 100 тыс. человек находятся под воздействием шума, превышающего рекомендуемый Всемирной Организацией Здравоохранения в качестве безопасного для населения (55 дБА) [1].

По данным официальных органов в Российской Федерации в условиях акустического дискомфорта проживает значительная часть населения страны – около 35 млн. человек [1].

А значения уровней шума могут превышать нормативные на 15 дБ и более.

Сравнение измеренных уровней шума с нормативными значениями позволяет определить наносится ли вред здоровью населения, а оценка рисков позволяет определить размер ущерба различным системам организма в долгосрочной перспективе.

На сегодняшний день существуют исследования в которых описываются математические модели связи повышенных уровней шума с развитием отклонений здоровья у населения.

Совершенствование методик расчётов и появление таких инструментов как карты шума позволяет производить комплексное исследование и оценку рисков здоровью населения, проживающего в условиях повышенного воздействия шума от транспорта.

В качестве примера в данной статье выступал посёлок вблизи Санкт-Петербурга с численностью населения более 8000 человек. Территория посёлка характеризуется высокой загруженностью железнодорожным и автомобильным транспортом, при чрезвычайно стеснённой застройке (на некоторых участках железная дорога проходит на расстоянии 15 м от фасадов жилых домов).

Методы исследований. Модель текущей шумовой ситуации в посёлке была построена на основании сопряжения результатов инструментальных измерений и результатов акустических расчётов. В основу исследований были заложены результаты инструментальных измерений уровней шума на селитебной территории, шумовых характеристик автомобильных и железных дорог, в дневное (с 07:00 до 23:00) и ночное (с 23:00 до 07:00) время суток. Акустические расчёты выполнялись в программном комплексе SoundPlan ver. 7.3, в котором реализованы существующие в Российской Федерации методики и методы по расчёту распространения шума с учётом особенностей рельефа, экранирования шума зданиями и постройками, и затухание шума при распространении. Общая площадь на которой производились расчёты составила 8 км², шаг сетки составил 10 м, было выбрано 259 расчётных точек (расчётные точки преимущественно располагались на фасадах жилых зданий). Оценка риска для здоровья населения в контрольных точках проводилась на основании рассчитанного эквивалентного средневзвешенного суточного шума (L_{den}), который введен Директивой Европейской Комиссии 2002/49/ЕС от 25 июня 2002 г. [7]. С использованием полученных

данных был рассчитан средневзвешенный недельный шум, который был принят в качестве среднегодового или среднееголетнего на исследуемой территории.

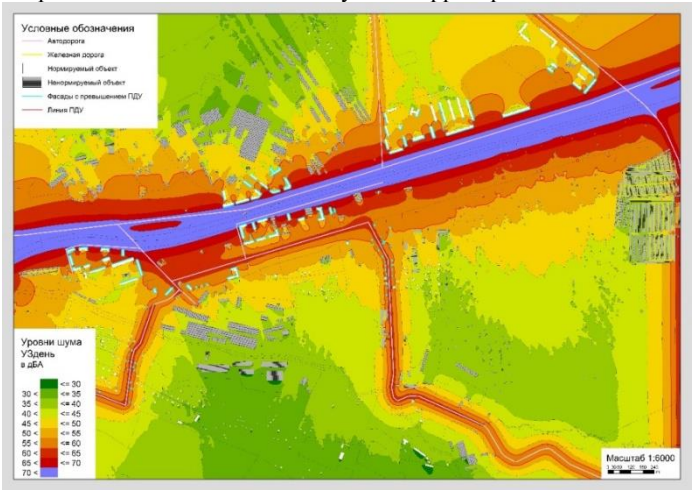


Рис. 1. Карта шума обследуемого посёлка

Оценку риска здоровью населения проводили согласно методическим рекомендациям Роспотребнадзора через расчет приведенного индекса риска [5, 8, 9], который определяется на основе решения системы рекуррентных уравнений, описывающих эволюционные математические модели развития во времени неблагоприятных эффектов определенной тяжести под воздействием шума. Для выделения зон акустического дискомфорта была принята следующая градация индекса риска: индекс менее 0,05 характеризует риск как пренебрежительно малый; индекс в диапазоне 0,05 – 0,35 характеризует риск как умеренный, при котором рекомендуются меры по организации постоянного мониторинга шумовой нагрузки и мероприятия по снижению шумовой нагрузки; величина индекса риска в диапазоне 0,35 – 0,6 характеризует риск как высокий; а в диапазоне выше 0,6 как чрезвычайно высокий.

Основные результаты.

В ходе проделанной работы были произведены расчёт и оценка индивидуальных и популяционных рисков здоровью населения посёлка от транспортного шума. Были выявлены все источники транспортного шума и был оценён их вклад в шумовую ситуацию, сложившуюся на территории посёлка. Результаты расчёта и инструментальных измерений показали, что около 90% населения посёлка подвержено сверхнормативному влиянию транспортного шума, в ночное время превышения уровней шума на жилой территории составило по эквивалентному уровню звука до 27 дБА в ночное время и до 17 дБА в дневное.

Значения индивидуальных и популяционных рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению показателей здоровья, формирующуюся при условии соблюдения всех принятых в расчетах исходных условий (например, определенная продолжительность и интенсивность воздействия, неизменность экспозиции во времени, конкретные значения факторов экспозиции и др.). Расчёт и оценка зависимостей «экспозиция-ответ» выявили, что доля населения раздражённого общим и ночным шумом, а также имеющих устойчивые нарушения сна, колеблется в диапазоне 5 – 25 %, в зависимости от возрастной группы.

Результаты расчёта индивидуального риска для некоторых точек приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты расчёта возникновения нарушений сна.

№ РТ	Lday, дБА	Lnight, дБА	Lden, дБА	Относитель ный риск заболевания сердечно- сосудистой системы	Доля лиц, раздражё нных ночным шумом, (НА), %	Доля лиц раздражё нных шумом, %	Доля лиц с устойчивым нарушением сна при шуме железной дороги (HSD), %	Доля лиц с устойчивым нарушением сна, при автомобильном шуме (HSD), %

№ PT	Lday, дБА	Lnight, дБА	Lden, дБА	Относитель ный риск заболевания сердечно- сосудистой системы	Доля лиц, раздражё нных ночным шумом, (НА), %	Доля лиц раздражё нных шумом, %	Доля лиц с устойчивым нарушением сна при шуме железной дороги (HSD), %	Доля лиц с устойчивым нарушением сна, при автомобильном шуме (HSD), %
1	64.5	63.3	69.5	1.05	23.83	22.79	6.90	19.84
2	64.6	63.4	69.6	1.06	24.02	23.03	6.94	19.94
3	64.7	63.5	69.7	1.06	24.22	23.26	6.98	20.05
4	64.8	63.7	69.9	1.06	24.58	23.69	7.06	20.23
5	65.1	64	70.2	1.06	25.19	24.41	7.19	20.54
6	52.2	50.2	56.6	1.01	7.50	5.09	2.82	9.12
7	51.9	50.1	56.5	1.01	7.39	5.00	2.80	9.03
8	52.1	50.3	56.7	1.01	7.54	5.12	2.84	9.15
9	52.7	51	57.4	1.00	8.04	5.58	2.99	9.59
10	53.7	52.2	58.5	1.00	8.98	6.44	3.27	10.37
11	63.5	62.4	68.6	1.04	22.07	20.73	6.53	18.91
12	63.7	62.6	68.8	1.05	22.44	21.16	6.61	19.11
13	63.8	62.7	68.9	1.05	22.63	21.38	6.65	19.21
14	63.9	62.8	69.0	1.05	22.82	21.61	6.69	19.31
15	64.1	63	69.2	1.05	23.20	22.06	6.77	19.52
16	70.6	69	75.3	1.16	37.65	38.79	9.49	26.26

Результаты оценки риска здоровью населения в условиях хронической экспозиции шума для некоторых точек приведён в таблице 2.

Таблица 2. Результаты расчёта приведённого индекса риска здоровью, связанного с шумовым фактором.

Возраст	Риск заболеваний слуха без воздействия фактора (фон)	риск заболеваний сердечно-сосудистой системы без воздействия фактора (фон)	Риск заболеваний нервной системы без фактора воздействия (фон)	Риск нарушений системы органов слуха под воздействием фактора	Риск заболеваний сердечно-сосудистой системы под воздействием фактора	Риск заболеваний нервной системы под воздействием фактора	Дополнительный риск заболеваний органов слуха под воздействием фактора	Дополнительный риск заболеваний сердечно-сосудистой системы под воздействием фактора	Дополнительный риск заболеваний нервной системы под воздействием фактора	Агрегированный совокупный риск развития заболеваний органов	Дополнительный совокупный риск нарушений здоровья	Приведённый риск заболеваний под воздействием фактора
Расчётная точка № 103, средневзвешенный уровень шума – 76,1 дБА												
1	0,023	0,007	0,029	0,024	0,011	0,030	0,000	0,004	0,001	0,064	0,005	0,006
2	0,024	0,008	0,029	0,025	0,016	0,031	0,001	0,008	0,002	0,070	0,011	0,012
3	0,024	0,008	0,029	0,025	0,021	0,033	0,001	0,013	0,004	0,077	0,017	0,018
5	0,024	0,009	0,030	0,027	0,031	0,036	0,002	0,022	0,006	0,091	0,029	0,031
10	0,026	0,012	0,031	0,031	0,062	0,043	0,005	0,051	0,012	0,130	0,063	0,068
15	0,027	0,015	0,032	0,035	0,102	0,050	0,008	0,087	0,018	0,177	0,104	0,113
20	0,029	0,019	0,033	0,040	0,152	0,058	0,011	0,133	0,025	0,233	0,154	0,167
25	0,031	0,025	0,034	0,044	0,217	0,065	0,014	0,192	0,031	0,301	0,213	0,234
30	0,033	0,032	0,036	0,049	0,299	0,074	0,017	0,267	0,038	0,383	0,286	0,317
35	0,035	0,041	0,037	0,055	0,405	0,082	0,020	0,364	0,045	0,484	0,375	0,421
40	0,037	0,053	0,038	0,060	0,541	0,090	0,024	0,488	0,052	0,608	0,485	0,553
45	0,039	0,069	0,040	0,066	0,716	0,099	0,027	0,647	0,059	0,761	0,620	0,722
50	0,041	0,088	0,041	0,072	0,940	0,108	0,031	0,851	0,067	0,950	0,788	0,940
51	0,042	0,093	0,042	0,074	0,992	0,110	0,032	0,899	0,068	0,993	0,826	0,992
52	0,042	0,098	0,042	0,075	1,046	0,112	0,032	0,949	0,070	1,038	0,866	1,046

Была рассчитана величина популяционного риска здоровью населения. Эта величина характеризует частоту нарушений здоровья по всей экспонируемой популяции. Расчёт популяционных рисков производился для всех расчётных точек. При проведении расчёта было

сделано допущение, что распределение населения посёлка по возрастным категориям соответствует среднему по Российской Федерации. Оценка популяционного риска показала, что в результате воздействия транспортного шума число, связанных с дополнительным риском от шума, заболеваний сердечно-сосудистой системы, составляет 3181 случаев в год, заболеваний нервной систем 352 случаев в год и заболеваний слухового аппарат 152 случая в год. Результаты расчёта популяционного риска для населения посёлка приведены в таблице 3.

Таблица 3

Расчёт популяционного риска для здоровья населения проживающего под воздействием транспортного шума.

Возраст, лет	Численность населения под воздействием, чел	Число заболеваний, связанных с дополнительным риском от воздействия шума, сл/год		
		органов слуха	сердечно-сосудистой системы	нервной системы
0-10	1134	0	18	5
11-20	824	5	52	12
21-30	1293	15	182	36
31-40	1355	20	344	51
41-50	1131	23	508	55
51-60	1274	37	898	79
61-70	905	30	742	69
71-80(и старше)	503	22	437	45
Всего	8416	152	3181	352

Руководствуясь рекомендациями литературных материалов и нормативной документацией было произведено сравнение результатов расчёта рисков для населения посёлка со шкалой оценки индекса. Для проведения сравнения население подвергающееся воздействию транспортного шума было поделено по зонам акустического дискомфорта. Было выделено 6 зон со следующими диапазонами эквивалентных уровней средневзвешенного шума:

- Зона 1 – 50-55 дБА;
- Зона 2 – 55-60 дБА;
- Зона 3 - 60-65 дБА;
- Зона 4 - 65-70 дБА;
- Зона 5 - 70-75 дБА;
- Зона 6 - 75-80 дБА.

Таблица 4

Оценка рисков здоровью населения подвергающихся воздействию транспортного шума

Уровень риска	Зоны акустического дискомфорта						Всего, чел. (%)
	Зона 1 (50-55 дБА)	Зона 2 (55-60 дБА)	Зона 3 (60-65 дБА)	Зона 4 (65-70 дБА)	Зона 5 (70-75 дБА)	Зона 6 (75-80 дБА)	
Низкий риск	57	722	34	304	300	287	1704 (20%)
Умеренный риск	-	176	63	840	758	744	2581 (31%)
Высокий риск	-	-	67	281	365	415	1128 (13%)
Экстремальный риск	-	-	-	665	988	1350	3003 (36%)
Все уровни риска	57	898	164	2090	2411	2796	8416 (100%)

По результатам сравнения видно, что около 49% населения проживает в условиях высокого и экстремального риска здоровью. Также был произведён анализ критических возрастных точек, в

которых риск переходит в другую категорию, результаты анализа для некоторых точек представлены в таблице 5.

Таблица 5

Переход величины совокупных рисков в другую категорию

Зона акустического дискомфорта	Возраст перехода риска из низкого в умеренный	Возраст перехода риска из умеренного в высокий	Возраст перехода риска из высокого в чрезвычайный
Зона 1 (50-55 дБА)	-	-	-
Зона 2 (55-60 дБА)	58	-	-
Зона 3 (60-65 дБА)	17	52	-
Зона 4 (65-70 дБА)	11	40	50
Зона 5 (70-75 дБА)	9	33	43
Зона 6 (75-80 дБА)	7	29	38

Исходя из анализа результатов расчёта индивидуальных и популяционных рисков, было принято решение о необходимости разработки мероприятий по снижению рисков. Для снижения риска от транспортного шума был разработан ряд мероприятий по снижению шума от транспорта в посёлке. Для уменьшения размера зон влияния повышенных уровней шума, обеспечения предельно допустимых уровней на территории и в помещениях жилых зданий, и, следовательно, снижения величин рисков, рекомендуется установка акустических экранов, планировочные мероприятия, направленные на обеспечение разрывов между железной дорогой и жилой застройкой, применение для жилой застройки специального шумозащитного остекления.

Для оценки эффективности приведённых шумозащитных мероприятий, был произведён расчёт уровней шума в тех же расчётных точках, что и до применения мероприятий. И на основании полученных данных был произведён повторный расчёт популяционного риска здоровью населения. По результатам расчётов после применения шумозащитных мероприятий было выявлено, что внедрение шумозащитных мероприятий обеспечит снижение рисков здоровью населения посёлка от транспортного шума до приемлемых значений.

Библиографический список

1. Иванов Н.И. Концепция снижения шума в РФ: Защита от повышенного шума и вибрации: доклады V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Россия, Санкт-Петербург, 18-20 марта 2015 г.) / под ред. Н.И. Иванова — Санкт-Петербург: Изд-во «Айсинг», 2015: 12-24.
2. Буторина М. В. Концепция и разработка карт шума городов и населенных пунктов. Защита населения от повышенного шумового воздействия: сб. докл. II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием; под ред. Н. И. Иванова. Изд-во ИННОВА. 2014: 117–140.
3. Кошурников Д.Н. Формирование и эволюция рисков для здоровья городского населения под воздействием шумовой автотранспортной нагрузки. Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации». 2017: 420-430.
4. Волкодаева М.В., Левкин А.В., Демина К.В. Использование шумовых карт города для выбора управленческих решений по регулированию автотранспортных потоков. NOISE Theory and Practice, 2015; 1: 22–30.
5. МР 2.1.10.0059-2012. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума: Методические рекомендации. Available at: <http://www.02.rospotrebnadzor.ru/content/138/18346/> (16.04.2018).
6. ГОСТ 31295.2-2005 (ИСО 9613-2:1996). Межгосударственный стандарт. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.
7. Директива 2002/49/ЕС Европейского Парламента и Совета от 25 июня 2002 года относительно оценки и контроля шума окружающей среды.
8. Зайцева Н.В., Трусов П.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Чигвинцев В.М., Цинкер М.Ю. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей. Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 15-23.
9. Клейн С.В., Кошурников Д.Н. Оценка шумовой экспозиции и связанного с ней риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния аэропорта. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013; 15 (3-6): 1806–1812.

Для сборки электрохромного устройства пространство между электродами с электрохромной пленкой заполняли электролитом. В качестве квазитвердого электролита был использован раствором LiClO_4 в полиэтиленгликоле. Затем ячейка была склеена эпоксидным клеем. Приложенное напряжение (около 6 В), с соответствующей полярностью, вносит заряд в электрохромный материал, что вызывает изменение поглощения в видимой области спектра (рис. 2).



Рис. 2. Электрохромная ячейка: а – обесцвеченное; б – окрашенное состояние

Когда напряжение порядка нескольких вольт подается между прозрачными электрическими проводниками, ионы курсируют между ион-хранящей пленкой и ЭХ пленкой, и одновременно электроны вводятся (извлекаются) из прозрачного проводника. Таким образом, изменяются оптические свойства электрохромных тонких пленок, и, следовательно, электрохромных устройств.

Пленка оксида никеля переходит из восстановленного состояния NiOOH в окисленное Ni(OH)_2 , с переходом цвета с темного на прозрачный [6].

Энергопотребление происходит только тогда, когда надо изменить окраску самого электрохромного стекла – наше стекло обладает циклической памятью. ЭХ-стекло также имеет хорошие характеристики по светопропускаемости и прозрачности.

Изготовленное экстракционно-пиролитическим методом электрохромное устройство выдерживало более 500 циклов обесцвечивание-окрашивание, не меняя интенсивности цвета.

Технология производства электрохромного стекла ЭП методом по растворной технологии позволяет делать стекла сложных форм и размеров, без применения дорогостоящих вакуумных машин. Применение данного стекла возможно в нулевых домах, многоквартирных домах и офисах, а также в автомобилестроении.

Библиографический список

1. Granqvist C.G. Inorganic Electrochromic Materials. Amsterdam: Elsevier. 2002. 650 p.
2. Monk P.M.S., Mortimer R.J., Rosseinsky D.R. Electrochromism and Electrochromic Devices. Cambridge University Press. 2007 - 421 p.
3. Exarkhos G.J., Zhou X.-D. Discovery-based Design of Transparent Conducting Oxide Films // Thin Solid Films 2007. P. 515-521.
4. Холькин А.И. Патрушева Т.Н. Экстракционно-пиролитический метод. Получение оксидных функциональных материалов. М.: Ком.Книга. 2006 - 288 с.
5. Патрушева Т.Н. Растворные пленочные технологии. Изд. СФУ. Красноярск. 2010. 278 С.89.
6. Rougier A. Basic concepts on electrochromic materials and devices // Université de Picardie Jules Verne. 2009. V. 91. P.4

УДК 625.4

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ УРОВНЕЙ ШУМА МЕТРОПОЕЗДОВ НА ОТКРЫТЫХ ЛИНИЯХ МЕТРОПОЛИТЕНА

А. В. Шабарова, А. П. Васильев, М. В. Буторина, Д. А. Куклин

Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д. Ф. Устинова

На сегодняшний день метро является одним из важнейших видов городского транспорта. Его преимущества – большой пассажирооборот, разнообразие и большая протяженность маршрутов, высокая интенсивность движения метropоездов, меньшее воздействие на окружающую среду по сравнению с другими видами транспорта. Однако метро способно оказывать высокое шумовое воздействие на пассажиров, а также на селитебную территорию, прилегающую к наземным линиям. Повышенный уровень шума является угрозой здоровью (риск сердечно-сосудистых заболеваний, снижение работоспособности, нервно-психические заболевания и пр.), а также причиной беспокойства и дискомфорта. [1]

В нашей стране рельсовый транспорт все чаще становится причиной жалоб населения на повышенный шум. Для разработки шумозащитных мероприятий необходимо грамотно оценить шумовое воздействие источника на прилегающую к нему территорию. Для оценки могут быть применены как расчетные методы, так и прямые измерения шумовой характеристики потока с дальнейшими расчетами уровней шума в расчетной точке на территории.

В качестве примера в данной статье рассматривается Филевская открытая ветка Московского метрополитена.

Определение шумовой характеристики потока метропоездов расчетным методом

Расчетный метод определения шумовой характеристики потока метропоездов описан в СП 23-104-2004 «Оценка шума при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов метрополитена». Согласно представленной в данном документе методике, эквивалентный уровень звука, создаваемого поездами метро, необходимо рассчитывать согласно формуле 1:

$$L_{Aeq} = 2 + 10 \lg(n) + 24,9 \lg(\vartheta) - 10 \lg(r) + 10(l), \text{ дБА} \quad (1)$$

где n – число пар поездов в час, пар/ч; ϑ – скорость движения поезда, км/ч; r – расстояние между приемной точкой и осью пути, ближайшего к расчетной точке, м; l – длина поезда, м [2];

В таблице 1 представлены результаты расчета и исходные данные.

Таблица 1. Результаты расчетов эквивалентного уровня звука согласно СП 23-104-2004

	Интенсивность движения поездов, пар/ч	Скорость движения поездов, км/ч	Длина поезда, м	Расстояние до расчетной точки, м	Эквивалентный уровень звука потока метропоездов, дБА
День	27	60	120	25	67,4
Ночь	21	60	120	25	65,3

Определение шумовой характеристики потока метропоездов при помощи измерений

ГОСТ 20444-2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики» включает в себя методики определения шумовой характеристики потока метропоездов на открытых линиях метрополитена. Для сравнения значений, полученных расчетным путем, шумовая характеристика того же самого потока была определена согласно данному документу.

ГОСТ 20444-2014, допускает проведение измерений максимальных уровней звука и уровней звукового воздействия при однократном проезде метропоезда в случае, если измерения шумовых характеристик потока метропоездов провести невозможно. Измерять уровень звукового воздействия проходящего мимо точки измерения метропоезда необходимо до тех, пор пока уровень звука не снизится на 10 дБА, относительно наибольшего мгновенного уровня звука в момент проезда. Измеренные значения арифметически суммируются и усредняются по числу проехавших мимо точки измерения поездов за интервал наблюдения. Полученные значения в дальнейшем пересчитываются по формуле 2 для потока поездов заданной интенсивности в интервале времени T .

$$L_{Aeq}^{\text{метро потока}} = 10 \lg \left(\frac{1}{T} \left(10^{\bar{L}_{EA\text{метро}} + 10 \lg n_{\text{метро}}} \right) \right), \text{ дБА} \quad (2)$$

где $\bar{L}_{EA\text{метро}}$ – средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения, дБА; $n_{\text{метро}}$ – число проехавших метропоездов за временной интервал наблюдения.

Средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда на открытой линии метрополитена мимо точки измерения $\bar{L}_{EA\text{метро}}$ определяется по формуле 3:

$$\bar{L}_{EA\text{метро}} = 10 \lg \left(\frac{1}{n_i} \sum_{i=1}^{n_i} 10^{0,1 L_{EA\text{метро}}^i} \right), \text{ дБА} \quad (3)$$

где $L_{EA\text{метро}}$ – уровень звукового воздействия, измеренный при проходе n -го транспортного средства, дБА; n – число проходов транспортного средства определенного типа, для которых выполнялись измерения [3].

В таблице 2 приведены результаты расчета эквивалентного уровня звука по данной методике. Зная измеренные значения уровня звукового воздействия и пересчитав их согласно формуле 3, можно определить эквивалентный уровень звука потока метропоездов нужной интенсивности.

Таблица 2

Результаты расчетов эквивалентного уровня звука согласно ГОСТ 20444-2014

	Средний уровень звукового воздействия при проезде метропоезда, $L_{E\text{Аметро}}$, дБА	Интенсивность движения поездов, шт/час	Рассчитанный эквивалентный уровень звука потока метропоездов, дБА
День	67,4	54	61
Ночь	67,4	42	58

Разработка шумозащитных мероприятий

Для оценки шумового воздействия наземной ветки метро на прилегающую к ней селитебную территорию были разработаны карты шума, и проведены расчеты уровней шума, которые выявили превышения предельно допустимых уровней шума [4, 5]. В жилой застройке превышение ПДУ составляет до 13 дБА.

Расчет уровней звука на прилегающей к объекту территории жилой застройки, а также построение карт шума производилось с помощью программного комплекса SoundPLAN, в котором реализованы существующие в Российской Федерации методики и методы по расчёту распространения шума с учётом особенностей рельефа, экранирования шума зданиями и постройками, и затухание шума при распространении. Акустические расчеты распространения звука проводились согласно ГОСТ 31295.2-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности» [6]. При построении карт шума вся территория разбивалась по сетке с шагом 10 м, в расчете были учтены все особенности рельефа вблизи путей. В качестве расчетных точек были выбраны здания, наиболее близко расположенные к источнику шума.

На рисунке 1 представлен фрагмент карты шума участка территории, прилегающей к исследуемому объекту.

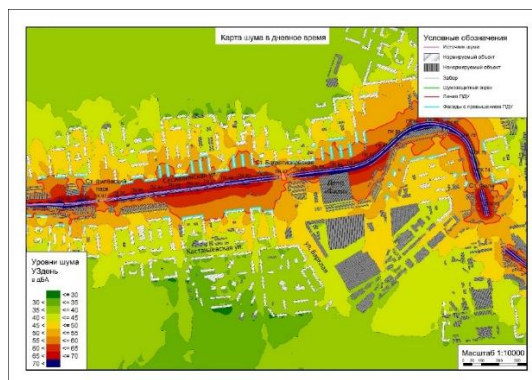


Рис. 1. Карта шума участка Филевской ветки метро

В целях улучшения акустической ситуации на территории вблизи открытой ветки метрополитена был разработан комплекс шумозащитных мероприятий. Для снижения уровней шума на селитебной территории был предложен вариант расстановки акустических экранов вдоль путей. Параметры акустических экранов были определены при помощи программы SoundPLAN, позволяющей определить оптимальную высоту экрана, и посредством расчетов. Общая длина экранов составила около 10 км, высота экранов варьируется от 4 до 6 м.

Данное мероприятие позволило снизить уровни шума на селитебной территории, кроме того, предусмотрена установка шумозащитного остекления фасадов домов, расположенных наиболее близко к источнику. На рисунке 2 изображен фрагмент карты шума участка территории, прилегающей к путям, после установки шумозащитных экранов.

