



85 лет  
БГТУ «ВОЕНМЕХ»  
им. Д.Ф. Устинова



2017  
ГОД ЭКОЛОГИИ  
В РОССИИ

VI ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ  
**«ЗАЩИТА ОТ ПОВЫШЕННОГО ШУМА И ВИБРАЦИИ»**

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ**



**21 – 23 марта 2017, г. Санкт-Петербург**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Балтийский государственный технический университет «Военмех»

VI Всероссийская научно-практическая конференция  
с международным участием

# **Защита от повышенного шума и вибрации**

21-23 марта 2017 г.  
Санкт-Петербург

Сборник докладов  
под редакцией Н.И. Иванова

Санкт-Петербург  
2017

*Научное издание*

УДК 628.517(04)

ББК 30ня431

З-40

**Защита** от повышенного шума и вибрации: сборник докладов

**З-40** Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 21-23 марта 2017 г., СПб/ Под ред. Н.И. Иванова. – СПб., 2017. – 713 с.

ISBN 978-5-906920-24-9

В сборнике трудов приводятся последние исследования в области акустики, снижения шума и вибрации, виброакустических измерений, строительных и инженерных конструкций с учетом требований шумовиброзащиты, дорожного и железнодорожного строительства.

Для специалистов в области виброакустики.

**УДК 628.517(04)**

**ISBN 978-5-906920-24-9**

© БГТУ, 2017

© Авторы, 2017

<b>ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПЛАСТИФИКАТОРА НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭТИЛЕНВИНИЛАЦЕТАТА .....</b>	<b>405</b>
Волоцкой А.Н. <sup>1</sup> , Тарасова О. И. <sup>1</sup> , Юркин Ю. В. <sup>2</sup> .	

<b>ШУМОПОГЛОЩАЮЩИЕ ЭКРАНЫ НА ОСНОВЕ РЕЗОНАТОРОВ ГЕЛЬМГОЛЬЦА: ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ШУМА.....</b>	<b>412</b>
Калиниченко М.В., Булкин В.В.	

<b>ФОРМИРОВАНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ШУМОВОЙ АВТОТРАНСПОРТНОЙ НАГРУЗКИ.....</b>	<b>420</b>
Кошурников Д.Н.	

<b>ПРОГНОЗ ПЛОЩАДИ ТЕРРИТОРИИ, ПОПАДАЮЩЕЙ В ЗОНУ АКУСТИЧЕСКОГО ДИСКОМФОРТА ПО УРОВНЮ ТРАНСПОРТНОГО ШУМА ДЛЯ ДОРОГ ГК АВТОДОР НА ПЕРИОД ДО 2030 ГОДА.....</b>	<b>431</b>
Элькин Ю.И.	

<b>ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА НА ТЕРРИТОРИЮ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ .....</b>	<b>441</b>
Шабарова А.В., Куклин Д.А., Буторина М.В.	

<b>ПРОБЛЕМА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОВЫШЕННОГО ШУМА НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ЗАРУБЕЖОМ .....</b>	<b>447</b>
Тищенко А.С., Куклин Д.А., Тюрина Н.В.	

<b>ИСТОЧНИКИ ШУМОВ И ВИБРАЦИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И СПОСОБЫ ИХ СНИЖЕНИЯ В СУДОВЫХ ВЕНТИЛЯТОРАХ .....</b>	<b>451</b>
Баженова Л.А.	

<b>ВЛИЯНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ВИБРОПОГЛОЩАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА ЕГО ЭФФЕКТИВНОСТЬ .....</b>	<b>475</b>
Смольников В.Ю., Кудавев А.В.	

<b>ПРИБЛИЖЁННАЯ ОЦЕНКА УРОВНЕЙ НАИБОЛЬШЕГО ЗВУКОИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ .....</b>	<b>480</b>
Кирпичников В.Ю., Савенко В.В., Дроздова Л.Ф., Кудавев А.В.	

<b>МАЛЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ЭКРАНЫ – СРЕДСТВО СНИЖЕНИЯ ШУМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА .....</b>	<b>488</b>
Кудавев А.В., Куклин Д.А., Матвеев П.В.	

<b>АВИАЦИОННЫЙ ШУМ: РИСК НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕРЫ ПРОФИЛАКТИКИ.....</b>	<b>493</b>
Зинкин В.Н., Шешегов П.М.	

## Оценка воздействия рельсового транспорта на территорию жилой застройки

Шабарова А.В.<sup>1</sup>, Куклин Д.А.<sup>1</sup>, Буторина М.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Балтийский государственный университет «ВОЕНМЕХ»  
им. Д.Ф. Устинова

<sup>2</sup> ЗАО «Институт «Трансэкопроект»

*nastyia-shabarova@yandex.ru*

**Аннотация:** Данная статья посвящена оценке воздействия вредных физических факторов, обусловленных движением рельсового транспорта, на территорию жилой застройки. В качестве примера рассмотрено проектируемое трамвайно-разворотное кольцо. В рамках проводимой оценки произведены измерения на объекте-аналоге, выполнен расчет шумовой характеристики трамвая, составлены карты шума прилегающей к объекту территории. Также в статье описаны мероприятия по снижению шумового воздействия трамвая на жилую застройку.

**Ключевые слова:** рельсовый транспорт, оценка воздействия, шум, вибрация

### Введение

Значение пассажирских перевозок в жизни современного общества трудно переоценить. Сегодня, в связи с быстрым ростом городов, среди пассажирских перевозок особое место занимает городской пассажирский транспорт. Грамотная организация работы городского пассажирского транспорта является очень важным вопросом, так как широко разрастающаяся городская застройка, увеличение числа населения и быстрый темп жизни города обуславливают использование все большего числа транспортных средств. Главной задачей организации пассажирских перевозок является обеспечение безопасности пассажиров, однако, не менее важная задача – это защита людей от опасных и вредных факторов воздействия транспорта.

Среди прочих видов городского пассажирского транспорта важную роль играет городской рельсовый транспорт. Трамвай занимает одно из первых мест по пассажирообороту и разнообразию маршрутов, к тому же, на сегодняшний день он является одним из самых экологически чистых видов транспорта, так как он не оказывает вредного химического воздействия на окружающую среду [1]. Тем не менее, даже самый экологически чистый вид транспорта способен негативно влиять на человека. Трамвай является источником шума, вибрации и электромагнитных полей.

### Оценка предполагаемого влияния шума на жилую застройку

В качестве примера в данной статье рассматривается проектируемое трамвайно-разворотное кольцо на ул. Хасанской. Проект предусматривает

строительство трамвайных путей на участке по ул. Хасанской в границах от пр. Наставников до разворотного кольца с кривыми радиусом от 25 до 30 м. На объекте предполагается использование трамваев типа «Витязь». Интенсивность движения трамваев составит 8,5 пар в час в дневное время и 6 трамваев в ночное время. Под влияние данного объекта будут попадать жилые дома по ул. Хасанская и пр. Наставников. Так как трамвай не является источником химического загрязнения, основными оцениваемыми факторами являются шум, вибрация, инфразвук и электромагнитные излучения (ЭМИ).

Для оценки шумового воздействия на прилегающую территорию был выполнен расчет шумовой характеристики трамвая по п. 7.3.4 ГОСТ 20444-2014, в основу которого легли измерения, выполненные на объекте-аналоге и данные об интенсивности движения трамваев по проектируемому кольцу. Измерения максимальных и эквивалентных уровней звука проводились согласно ГОСТ 20444-2014. Шумовой характеристикой трамвая являются эквивалентный и максимальный уровни звука на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути. Наиболее высокие измеренные эквивалентный и максимальный уровни звука составили 62 и 70 дБА соответственно.

Эквивалентный уровень звука потока трамваев за время наблюдения определяется по формуле:

$$L_{Aeq \text{ потока}}^{\text{трам}} = 10 \lg \left[ \frac{1}{T} \left( 10^{(L_{EA \text{ трам}} + 10 \lg n_{\text{трам}})/10} \right) \right], \text{ дБА}, \quad (1)$$

где  $L_{EA \text{ трам}}$  - средний уровень звукового воздействия при проезде трамвая мимо точки измерения, дБА;

$n_{\text{трам}}$  - число проехавших трамваев за интервал наблюдения.

$L_{EA \text{ трам}}$  определяется как арифметически усредненная по числу трамваев  $n_{\text{трам}}$  за интервал наблюдения  $T$  сумма измеренных значений уровней звукового воздействия [2].

Расчет шумовой характеристики представлен в таблице 1.

Таблица 1. Расчет эквивалентного уровня звука потока трамваев

Время	$L_{EA \text{ трам}}$ , дБА	T, ч	N, шт	$L_{Aeq \text{ потока}}$ , дБА
День	62	1	17	74
Ночь	62	3	6	65

Согласно расчетам, эквивалентный уровень звука потока трамваев на расстоянии 7,5 м от оси ближнего пути составил 74 дБА днем и 65 дБА ночью. Так как в результате проведения измерений максимальные уровни звука получились на 8 дБА выше эквивалентных, а согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96

предельно допустимые максимальные уровни шума на 15 дБА выше эквивалентных, в расчете учитываются только эквивалентные уровни.

Расчет уровня звука на прилегающей к объекту территории жилой застройки производился с помощью программного комплекса SoundPLAN согласно ГОСТ 31295.2-2005 «Шум. Затухание звука при распространении на местности». В качестве расчетных точек были выбраны здания, расположенные на 42-45 м от трамвайных путей, т.е. наиболее к ним приближенные. По результатам расчетов уровни шума в расчетных точках превысят допустимые на 2-3 дБА.

С помощью SoundPLAN также были составлены карты шума территории, на которых наглядно показаны зоны, подверженные наибольшему шумовому воздействию [3] (рис. 1).

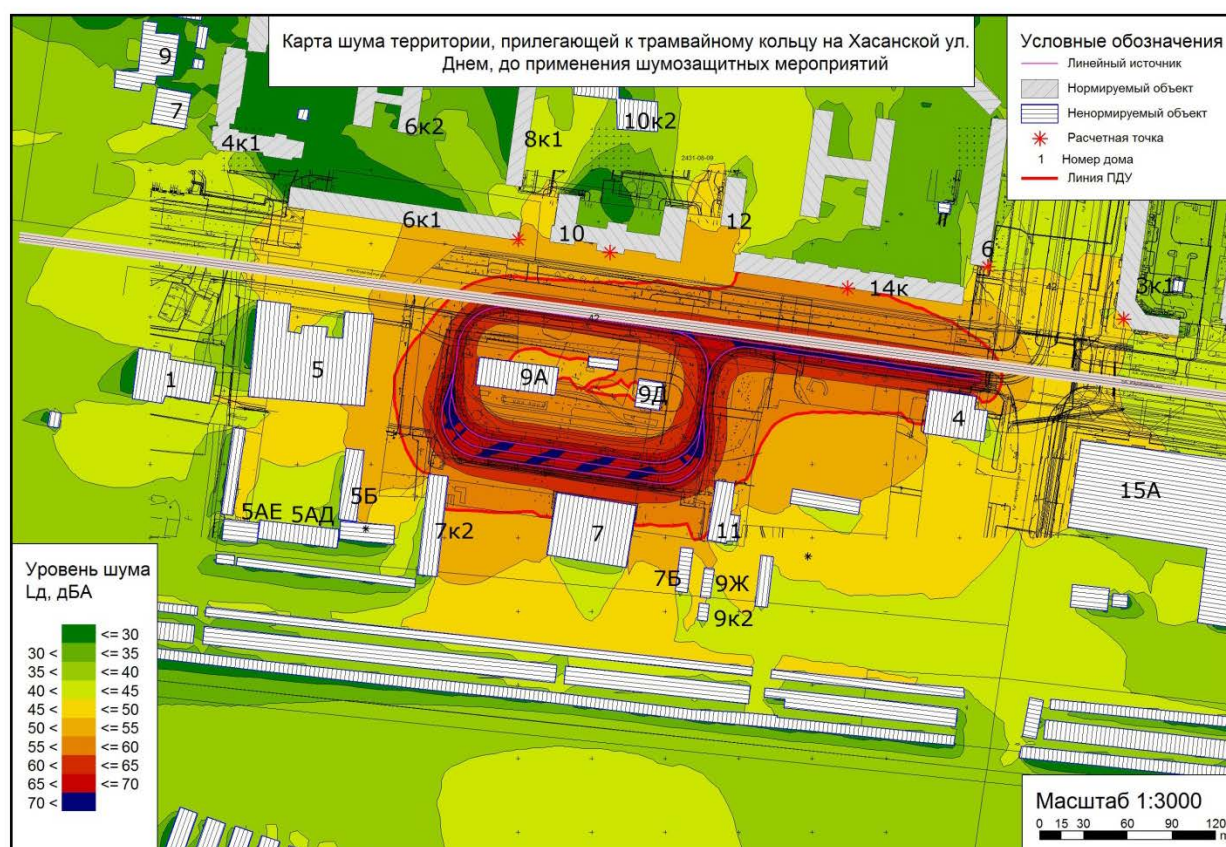


Рис. 1. Карта шума территории в дневное время

### Оценка воздействия, вибрации, инфразвука и ЭМИ

На сегодняшний день не существует утвержденных методик прогнозирования ожидаемого уровня воздействия данных физических факторов, в связи с чем, применяется метод существующего объекта-аналога. В качестве объекта-аналога для проведения измерений была выбрана отстойно-разворотная трамвайная площадка на пересечении ул. Руставели и пр. Науки,

так как она схожа с проектируемым объектом типом используемого пассажирского трамвайного вагона и интенсивностью движения.

Другим фактором, влияющим на зону жилой застройки, является вибрация. Если относительно акустического загрязнения влияние трамвая может сравниться с влиянием автотранспорта, то вибрация, создаваемая трамваем, значительно превышает вибрацию от других, нерельсовых, видов городского транспорта [1]. Источниками вибрации трамвая, как и источниками шума, служат: область контакта колеса с рельсом (действующие в области этого контакта силы, обусловленные микронеровностями колеса и рельса) и оборудование, установленное на транспортном средстве. Вибрация от трамвая передается окружающей территории через грунт, с увеличением расстояния от источника она затухает благодаря внутренним потерям в грунте, расширению фронта вибрационной волны и упругому волновому сопротивлению среды [4]. Влияние данного физического фактора оценивалось по результатам измерений, проводимых в помещении общественного здания, расположенного на расстоянии 13 метров от объекта аналога. В таблице 2 представлены результаты измерений уровня вибрации.

Таблица 2. Результаты измерений уровня вибрации

№ точек измерения	Направление действия	Эквивалентные скорректированные уровни виброускорения, дБ	Примечание
1	X	59	В помещении на расстоянии 13 м от оси движения
	Y	58	
	Z	60	
Наибольшее измеренное значение		60	-
Допустимые уровни вибрации согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96		67	В жилых помещениях, палатах больниц, санаториев

По результатам измерений можно сделать вывод, что уровень вибрации на прилегающей к трамвайному кольцу территории находятся в пределах нормы для жилых помещений, расстояние до которых больше указанного.

Наряду с обычным средне- и высокочастотным шумом городской рельсовый транспорт является источником низкочастотного шума и инфразвука, который, как правило, всегда сопровождает шум и вибрацию. Инфразвук может возникать при циклическом перемещении больших поверхностей или вращательном движении больших масс. Для трамвая источником инфразвука может служить система «колесо-рельс», а также, как и в случае с шумом и вибрацией, оборудование, установленное на транспортном средстве [5]. Измерения уровня инфразвука проводились на расстоянии 7,5 м и 40 м от оси ближайшего пути объекта-аналога. Наиболее высокие уровни инфразвука, полученные в результате измерений, представлены в таблице 3.

Таблица 3. Наибольшие измеренные значения уровней инфразвука



№ Точки измерений	Уровни звукового давления/ эквивалентные уровни звукового давления, дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами Гц				Общий уровень звукового давления/ эквивалентный общий уровень звукового давления, дБ Лин	Примечание
	2	4	8	16		
1	73	60	57	62	73	Точка измерений располагалась на расстоянии 7,5 м от оси трамвайного пути.
<b>Предельно допустимые уровни инфразвука согласно СН 2.2.4/2.1.8.583-96</b>	<b>90</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>90</b>	Территория жилой застройки

Измеренные уровни инфразвука не превышают нормативных значений для территории жилой застройки.

Как транспорт, использующий в своей работе электричество, трамвай является источником электромагнитных излучений. Для оценки предполагаемого влияния ЭМИ на селитебную территорию были проведены измерения уровней максимальных напряженностей электрического и магнитного полей на расстоянии 7,5 м и 40 м от оси ближнего пути объекта-аналога. В результате сравнения полученных значений с нормативными значениями из ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 и СанПиН 2.1.2.2645-10 был сделан вывод, что воздействие ЭМИ на рассматриваемую территорию не будет превышать норму уже на расстоянии 7,5 м от оси ближайшей полосы движения.

### **Мероприятия по снижению воздействия физических факторов**

По результатам оценки влияния вредных физических факторов от рельсового транспорта на территорию жилой застройки можно утверждать, что только уровень шума требует снижения, уровень воздействия остальных факторов не превышает норму. Для снижения уровня шума предусмотрены следующие мероприятия:

- использование модернизированного дорожного покрытия, сварка рельсов в плети алюмотермитным способом и устройство трамвайных путей с монтажом резиновых профилей под подошву и в пазухи рельсов;
- установка систем лубрикации, которые позволят снизить износ рельсов и уменьшить шум при движении трамвая на 1,5 дБА;
- установка шумозащитных экранов;
- соблюдение режима работы трамваев, интенсивности и скорости их движения.

Оптимальные параметры акустических экранов были рассчитаны с помощью программы SoundPLAN. По результатам расчетов высота экранов составит 3 м, а их общая длина 345 м. После проведения шумозащитных мероприятий уровень шума на территории, прилегающей к трамвайному кольцу, будет соответствовать норме.

### **Заключение**

Несмотря на то, что трамвай считается одним из самых экологически чистых видов транспорта, так как он не является источником химического загрязнения атмосферы, он может негативно влиять на окружающую территорию с помощью ряда физических факторов. Поэтому чрезвычайно важно проводить оценку возможного влияния рельсового транспорта еще на стадии проектирования объекта. Оценка воздействия вредных физических факторов, обусловленных движением трамвая по трамвайно-разворотному кольцу, показала, что для рассматриваемого объекта из всех влияющих на прилегающую территорию факторов превышения в жилой застройке будут наблюдаться только по уровню шума. Уровни вибрации, инфразвука и ЭМИ не превысят норму. В связи с этим необходимо провести ряд шумозащитных мероприятий, позволяющих снизить уровень шума в источнике (в системе «колесо-рельс») и на пути распространения. Проведение мероприятий, описанных в статье, позволит уменьшить влияние проектируемого объекта на территорию до нормативных значений.

### **Список литературы**

1. *Марков С.Б.* Экспериментальное исследование вибрационного воздействия обусловленного движением трамваев // V Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации» (Санкт-Петербург, 18 – 20 марта 2015): сб. трудов. СПб., 2015. С. 498 – 502
2. Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики: ГОСТ 20444-2014; введ. 01.07.15
3. *Буторина М.В.* Карты шума оперативные для железнодорожного транспорта. Общие требования и методы построения Печ. В сборнике: Защита от повышенного шума и вибрации. Сборник докладов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. под редакцией Н.И. Иванова. Санкт-Петербург, 2015. С. 104-112.
4. Шум и вибрация, создаваемые движением рельсового транспорта. Часть 1. Общее руководство: ГОСТ Р ИСО 14837-1-2007; введ. 01.10.08
5. *Зинкин В.Н.* Экологические, производственные и медицинские аспекты инфразвука / Зинкин В.Н., Ахметзянов И.М. // IV Всерос. науч.-практ. конф. с международным участием «Защита от повышенного шума и вибрации» (Санкт-Петербург, 18 – 20 марта 2015): сб. трудов. СПб., 2015. С. 178 – 180.