

УДК 628.547.2

Е.Д. Шушарина, М.С. Константинова

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

ОЦЕНКА УРОВНЯ ШУМА ГОРОДСКОГО РЕЛЬСОВОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В ГОРОДЕ ПЕРМИ

Отмечена актуальность оценки шумовой нагрузки в центральных районах города Перми. Проведен аудит МУП «Горэлектротранспорт» об организации движения рельсового транспорта. Реализована методика замеров уровня шума в соответствии с нормативными документами. Проведены замеры уровня шума основных транспортных потоков трамвайного парка. Оценка уровня шума проведена по показаниям уровня звукового давления, времени действия уровня звукового давления, интенсивности движения, состава полотна, модели вагона.

Ключевые слова: уровень шума, измерения, электротранспорт, урбанизированные территории, транспортный поток, акустика.

Город Пермь имеет большую развитую транспортную структуру. В формировании шумовой нагрузки участвуют все виды транспортных средств, проходящие через центральные районы города, это касается как автомобильного транспорта, так и рельсового электротранспорта.

По данным обзора на магистралях крупных городов уровни шумов превышают 90 дБ и имеют тенденцию к усилению ежегодно на 0,5 дБ, что является наибольшей опасностью для окружающей среды в районах оживленных транспортных магистралей [1]. Как известно, шум – сильнейший раздражитель, способный влиять на разные системы и органы. Шум больше 80 дБ оказывает нагрузку на нервную систему и может привести к потере слуха, поэтому необходимо принимать меры по его снижению [2].

Известно, что рельсовый транспорт – метрополитен, трамвайные пути и участки линий железных дорог промышленных объектов – являются неотъемлемой частью территории крупного современного города. В связи с ростом территории городов железная дорога оказывается вблизи либо непосредственно в зоне жилой застройки, и проблема защиты ее от шума рельсового транспорта становится все более актуальной.

Учитывая различные факторы градостроительства, специалисты считают трамвай весьма перспективным видом общественного транспорта. Трамвай обеспечивает большую провозную способность, чем автобус или троллейбус. Возможность сцеплять вагоны в поезда способствует повышению эффективности использования городских территорий; количество вагонов в составе поезда ограничивается лишь строительными параметрами линии, что позволяет трамвайным поездам достигать длины, сопоставимой с длиной поездов метрополитена. Чаще всего эксплуатируются поезда из двух и трех вагонов. Оптимальная загрузка автобусной или троллейбусной линии – не свыше 3–4 тыс. пассажиров в час, трамвая – до 7 тыс. пассажиров в час.

Трамваи, как и другой электрический транспорт, не загрязняют воздух продуктами сгорания углеводородного топлива [3].

Трамвайное движение в Перми открыто в 1929 г. Ежедневный выход подвижного состава трамваев на улицы города составляет примерно 127 единиц (в будние дни), действует 11 трамвайных маршрутов (рис. 1). Трамвайные пути проложены только в левобережной части города, преимущественно в центральных районах. Самые популярные маршруты – № 4, 5, 11. Протяженность трамвайных путей равна 110 км. В настоящее время трамвай в Перми перевозит до 30 % от общего числа пассажиров. Это объясняется неразвитостью сети рельсового транспорта в отдаленных районах города.

Оценка шумовой нагрузки осложнена тем, что сложно выявить долевые вклады шума от потоков автотранспортных средств и рельсового транспорта, так как на одном участке дороги чаще всего маршруты совпадают, пересекаются или находятся на близком расстоянии.

Уровни звука (дБА) основных источников шума в жилой застройке на расстоянии 7,5 м имеют следующие значения:

троллейбусы	65–70
автомобильные потоки	65–80
легковые автомобили	72–76
трамваи.....	75–86
пассажирские самолеты	75–85
грузовые автомобили	80–84
открытые линии метрополитена.....	80–85
автобусы	82–88

МОТОЦИКЛЫ.....	80–92
пассажирские поезда (50 км/ч).....	84
электropоезда (50 км/ч).....	87
грузовые поезда (50 км/ч).....	89
Допустимые уровни внешнего шума (дБА) для автотранспорта регламентированы ГОСТ 19358–74:	
легковой автомобиль.....	84
грузовой автомобиль.....	85–92
автобус.....	85
МОТОЦИКЛ.....	80–86

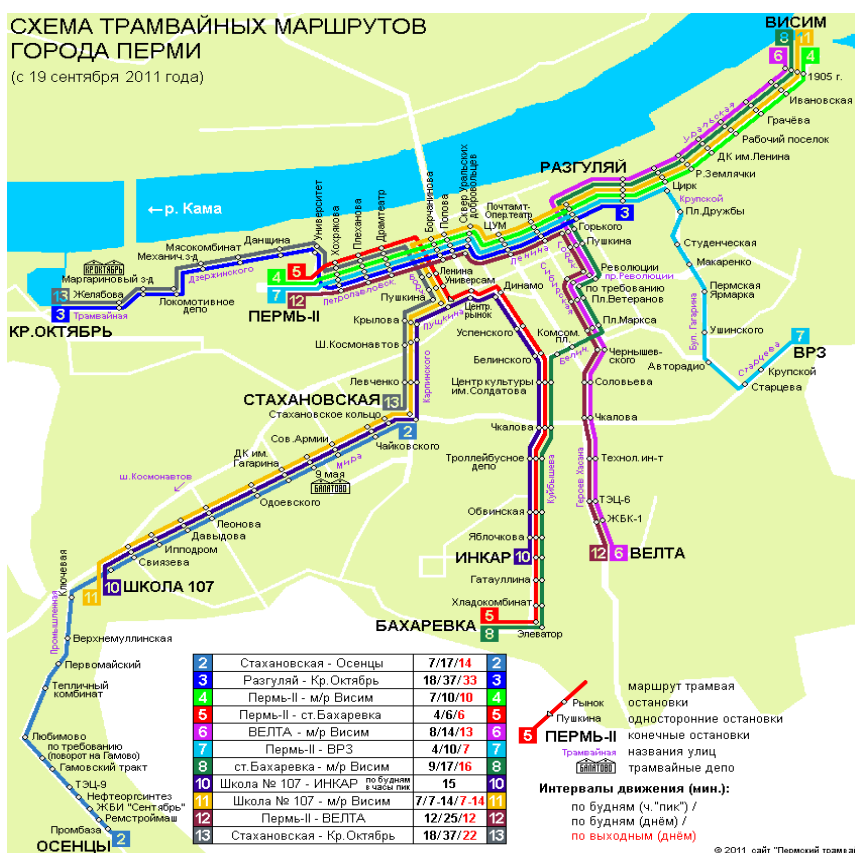


Рис. 1. Схема трамвайных маршрутов города Перми

Шумовой характеристикой потоков трамваев является уровень звука, определяемый на расстоянии 7,5 м от оси трамвайного пути (табл. 1) [4].

Таблица 1

**Уровни шума рельсового транспорта в зависимости
от состава полотна**

Основание	Уровень звука (дБА) при интенсивности движения, пар/ч											Максимальный уровень звука, дБА	
	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40		50
Шпально-песчаное	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	82
Шпально-щебеночное на монолитной бетонной плите	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	83
Шпально-щебеночное	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	86
Монолитно-бетонное	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	92

Уровни шума любого вида транспорта зависят от качества дорожного покрытия (или способа укладки рельсов), интенсивности движения, скорости движения, продольного уклона улицы, состояния покрытия проезжей части, а также технического состояния транспортного средства [5].

Снижению уровня трамвайного шума может способствовать применение экранирующих шум фальшбортов со звукопоглотителями, закрывающими колеса. Ведутся поиски эффективного способа демпфирования колес трамвайного вагона. Определенный эффект может быть получен от создания малозумного оборудования. Для уменьшения шума на некоторых трамвайных путях применяют резиновые прокладки.

Хороший звукопоглощающий эффект дает укладка рельсов на крупноразмерные плиты, под которыми выполняется прочная асфальтобетонная подушка. Рельсы, утопленные в плитах, обеспечивают наиболее бесшумное движение трамвая. Наибольшее снижение трамвайного шума можно добиться путем уменьшения шума, исходящего от колес. Хорошие результаты дает амортизационная прокладка между ободом колеса и диском.

Наибольший шум трамвай издаст на поворотах. Для уменьшения этого шума на вагон устанавливается специальное

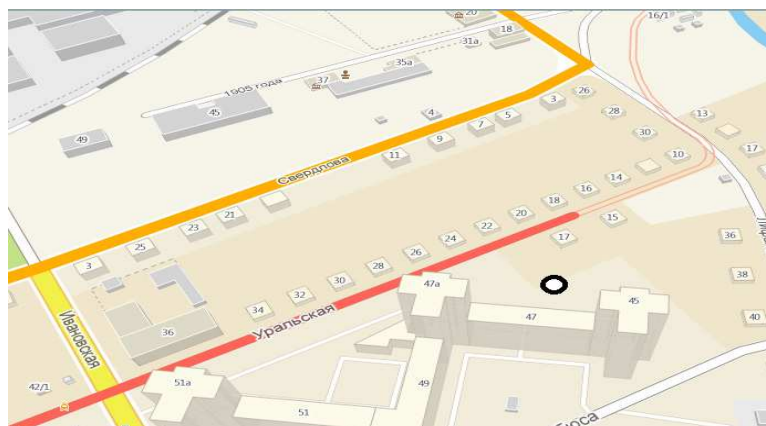
смазочное оборудование, которое на поворотах подает на колеса графитный раствор. Это новшество не только помогло уменьшить шум от колес, но и увеличить срок их службы [6].

В наших исследованиях измерения уровня шума при движении трамваев были проведены в трех районах города Перми. Первый участок – улица Уральская (Мотовилихинский район), второй участок – улица Крылова (Дзержинский район), третий участок – улица Петропавловская (Ленинский район) (рис. 2). Участки транспортных путей в Мотовилихинском и Дзержинском районах не имели пересечений с автомобильными дорогами и, как следствие, характеризовали шумовое воздействие только от подвижного состава. Улица Петропавловская является одной из главных улиц города с максимальной интенсивностью движения трамваев.

В соответствии с ГОСТ 20444–85 «Транспортные потоки. Шум. Методы измерения шумовой характеристики» измерения уровня шума проводились в течение не менее двадцати проходов трамваев в обоих направлениях. Время для замеров было выбрано с учетом наибольшей интенсивности движения. Уровень шума был измерен на расстоянии 7,5 м от трамвайной колеи на высоте 1,5 м от поверхности головки рельса. Измерения проводились при соблюдении требований по метеоусловиям: скорость ветра не более 5 м/с, отсутствие атмосферных осадков. Организация и размещение измерительного оборудования показаны на рис. 3.

Измерения уровней шума проводились шумомером «Ассистент». Измерительное оборудование выпущено приборостроительной компанией НТМ-Защита. Прибор предназначен для измерения средних (эквивалентных), экспоненциально усредненных и пиковых уровней звука, инфразвука и ультразвука; уровней звукового давления (УЗД) в октавных и треть-октавных полосах частот в диапазонах звука, инфразвука и ультразвука [7].

Анализ результатов измерения проводился с использованием программы Assistant Tools, в составе которого Assistant Data Center – поддержка архива измерений на ПК. Архив результатов на ПК состоит из трех разделов: данные, вычисления, протоколы.



а



б



в

Рис. 2. Участки замеров уровня шума от рельсового транспорта:
а – улица Уральская; *б* – улица Крылова на участке спуска от Центрального рынка; *в* – улица Петропавловская



Рис. 3. Измерение шумового воздействия

Анализ результатов измерения с использованием программы Assistant Tools представлен в табл. 2, 3. Для участков измерения определены превышения предельно допустимых уровней (ПДУ) в октавных полосах частот от 31,5 до 8000 Гц, стандартизованных ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности». В высоких частотах, формирующих более неприятный шум, допустимые уровни шума значительно уменьшаются. Значения ПДУ приняты по СН 2.2.4/2.1.2.562–96 для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам, зданиям поликлиник, зданиям амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и др. в период 7.00 – 23.00.

Таблица 2

Уровни шума рельсового транспорта

Уровень звукового давления (дБ) в октавных полосах частот, Гц									Уровень звука, дБА		
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	L_{eq}	$L_{s\ max}$	$L_{i\ max}$
<i>№ 1 (улица Крылова)</i>											
73	71,7	68	65,3	63,1	60	57,1	55,1	53,6	65,6	83,5	95,9
Превышение ПДУ											
–	–	2	6,3	9,1	10	10,1	10,1	9,6	10,6	13,5	25,9
<i>№ 2 (улица Уральская)</i>											
74,6	72	67,7	65	62,8	57,6	50,5	46,3	40,1	63,3	81,8	87,9
Превышение ПДУ											
–	–	1,7	6	8,8	7,6	3,5	1,3	–	8,3	11,8	17,9
<i>№ 3 (улица Петропавловская)</i>											
84,5	81,7	79,9	76,1	70,6	67,8	63,1	58	51,7	73,3	90,1	97,7
Превышение ПДУ											
–	6,7	13,9	17,1	16,6	17,8	16,1	13	7,7	18,3	20,1	27,7

Таблица 3

Обобщение результатов измерений

Номер участка	Уровни звука, дБА		Время действия звука, с	Среднее значение измеренных уровней звука, дБА	Средняя скорость движения трамвая, м/с
	L_{eq}	L_{max}			
1	65,6	95,9	6,9	66,9	5,74
2	63,3	87,9	6,35	78,86	6,71
3	73,3	97,7	5,05	90,86	8,65
ПДУ	55	70	–	–	–

По результатам эксперимента по каждому участку отмечено превышение предельно допустимого уровня шума на территории жилой застройки. Максимальное превышение на 27,7 дБА зафиксировано на участке № 3 (ул. Петропавловская), участок № 1 (ул. Крылова) характеризуется превышением ПДУ на 25,9 дБА, участок № 2 (ул. Уральская) – на 17,9 дБА. Различие установленных уровней шума рельсового транспорта объясняется отличием дорожного покрытия на выбранных участках, продольного уклона улицы, интенсивностью и скоростью движения трамваев. Максимальная скорость движения трамвая на участке № 3 характеризует максимальный уровень звука.

Библиографический список

1. Проблемы снижения уровней шума в городах. – URL: http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00002454_0.html (дата обращения: 20.04.2013).
2. Сугорихин И.А., Литвиненко С.А. Геоинформационная система контроля уровня шумового загрязнения индустриального центра. – Барнаул, 2011. – 120 с.
3. Трамвай. – URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B2%D0%B0%D0%B9> (дата обращения: 20.04.2013).
4. Карагодина И.Л., Осипов Г.Л., Шишкин И.А. Борьба с шумами в городах. – М.: Медицина, 1972. – 140 с.
5. Градостроительные меры борьбы с шумом / Г.Л. Осипов [и др.]. – М.: Стройиздат, 1975. – 160 с.
6. Транспорт и окружающая среда. – URL: <http://www.newecologist.ru/ecologs-4872-1.html> (дата обращения: 20.04.2013).
7. Константинова М.С., Батракова Г.М. Аппаратурное оснащение для мониторинга шумового воздействия производственных объектов // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. студ., асп. и молодых ученых. – Пермь, 2013. – С. 180–184.

References

1. Problemy snizhenija urovnej shuma v gorodakh [Problems of decrease in noise levels in the cities], available at: http://otherreferats.allbest.ru/ecology/00002454_0.html (accessed 20 April 2013).

2. Sutorikhin I.A., Litvinenko S.A. Geoinformacionnaja sistema kontrolja urovnja shumovogo zagriznenija industrial'nogo centra [Geoinformation monitoring system of level of noise pollution in the industrial center]. Barnaul, 2011. 120 p.

3. Tramvaj [Street railway], available at: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B2%D0%B0%D0%B9> (accessed 20 April 2013).

4. Karagodina I.L., Osipov G.L., Shishkin I.A. Borba s shumami v gorodakh [Fight with noise in the cities]. Moscow: Medicina, 1972. 140 p.

5. Gradostroitelnye mery borby s shumom [Town-planning measures of fight with noise]. G.L. Osipov [et al.]. Moscow: Strojizdat, 1975. 160 p.

6. Transport i okružhajuschaja sreda [Transport and environment], available at: <http://www.newecologist.ru/ecologs-4872-1.html> (accessed 20 April 2013).

7. Konstantinova M.S., Batrakova G.M. Apparaturnoe osnaschenie dlja monitoringa shumovogo vozdejstvija proizvodstvennykh obektov [Equipment for monitoring of noise influence of production objects]. *Materialy X Vserossijskoj nauchno-praktičeskoj konferentsii studentov, aspirantov i molođykh uchenykh «Jekologija i nauchno-tekhničeskij progress. Urbanistika»*. Perm, 2013, pp. 180–184.

Получено 7.05.2013

E. Shusharina, M. Konstantinova

NOISE ASSESSMENT OF ELECTRIC RAILWAY IN PERM

The paper presents the evaluation of the relevance of noise pollution in the central areas of the city of Perm. Implemented methods of measurements of noise in accordance with the regulations. Conducted measurements of noise levels. Defined level of sound pressure the effect the sound pressure level, taking into account the intensity and patterns of movement of the car.

Keywords: noise, measurement, electric transportation, urban areas, traffic flow, acoustics.

Шушарина Екатерина Дмитриевна (Пермь, Россия) – студентка кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: shusharina91@yandex.ru).

Константинова Маргарита Сергеевна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды», Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: ritakonstantinova@yandex.ru).

Shusharina Ekaterina (Perm, Russia) – student of chair Environment protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: shusharina91@yandex.ru).

Konstantinova Margarita (Perm, Russia) – master student of Environment protection, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: ritakonstantinova@yandex.ru).