DOI: 10.15593/24111678/2018.01.02

УДК 504.055

А.В. Баландина, О.А. Замараева, Г.М. Батракова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия

АНАЛИЗ ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ НА УЧАСТКАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ВБЛИЗИ УЧЕБНЫХ КОРПУСОВ УНИВЕРСИТЕТА

Рассмотрена проблема повышенного транспортного шума на территориях современных городов. Проанализированы причины увеличения шумового воздействия от автотранспорта, связанные с ростом интенсивности транспортных потоков. Данные о приросте числа автомобилей и интенсивности транспортных потоков в г. Перми приведены согласно сведениям аналитического агентства «Автостат». Объектом исследования являются автотранспортные потоки на локальных участках улично-дорожной сети вблизи учебных корпусов университета. Предметом исследования – характеристики непостоянного шума от транспортных средств. Подсчет транспортных средств, замеры уровней звука и оценка результатов проводились в соответствии с требованиями нормативных документов. Измерения выполнены шумомером «Ассистент». Сравнение полученных результатов по локальным территориям проведено с использованием программы Assistant Tools с поддержкой архива измерений Assistant Data Center. Результаты замеров уровней шума показали, что шум от потока транспортных средств является непостоянным и широкополосным, превышение ПДУ зафиксировано в октавных полосах частот от 63 до 8000 Гц. Моделирование распространения уровней звукового потока на локальной территории выполнено с применением программного обеспечения «Эколог-шум». Наибольшее шумовое загрязнение выявлено в левобережной части города на участках дорог городского центра, что связано с высокой интенсивностью транспортного потока. Практическая значимость исследования заключается в получении данных для разработки мероприятий по снижению шумового воздействия от потока автотранспорта. Для формирования акустически комфортной среды территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам и зданиям образовательных учреждений, в перечень мероприятий могут быть включены градостроительные, транспортно-планировочные, организационные.

Ключевые слова: автотранспорт, транспортные потоки, улично-дорожная сеть, интенсивность, уровень шума.

A.V. Balandina, O.A. Zamaraeva, G.M. Batrakova

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

ANALYSIS OF NOISE LOAD AT THE SITES OF THE STREET-ROAD NETWORK NEAR THE EDUCATIONAL CASES OF THE UNIVERSITY

The problem of increased traffic noise in the territories of modern cities is considered. The reasons for the increase in the noise impact from motor transport associated with the increase in the intensity of traffic flows are analyzed. The object of the study are the traffic flows on the local sections of the street and road network near the university's academic buildings. The subject of the study is the characteristics of non-permanent noise from vehicles. The calculation of vehicles, measurements of sound levels and evaluation of the results were carried out in accordance with the requirements of regulatory documents. The measurements are performed by the "Assistant" sound level meter. A comparison of the results obtained with the local territories was carried out using the Assistant Tools program supporting the Assistant Data Center. Simulation of the distribution of sound levels in a local area is performed using the software "Ecolog-noise". The largest noise pollution was detected in the left-bank part of the city on the sections of the city center roads, which is associated with a high traffic flow intensity. The practical significance of the study is to obtain data for the development of organizational and technical measures for the formation of an acoustically comfortable environment, required for educational and scientific institutions.

Keywords: motor transport, traffic flows, street-road network, intensity, noise level.

Оценка уровней шумового воздействия от автотранспорта актуальна для многих городов России [1–6]. Принято считать, что транспортный шум составляет около 80 % всего городского шума. Автотранспортный шум имеет неблагоприятные последствия для жителей городов, в ряде случаев даже больше, чем шум промышленный или бытовой. Значения уровней транспортного шума в жилой застройке могут достигать 80 дБА и превышать допускаемые нормы на 15–25 дБА.

Наибольшие уровни шума – 90 дБА и более – отмечаются на магистральных дорогах, в то же время на отдельных участках улично-дорожной сети (УДС) районного и внутриквартального значения увеличивается интенсивность движения и возрастает число большегрузных транспортных средств в транспортном потоке, что ведет к повышению уровня шума внутри кварталов и в центральных и периферийных городских районах [1, 7].

Количество транспортных средств неуклонно растет. Например, по данным аналитического агентства «Автостат», прирост числа автомобилей в г. Перми за 5 лет составил до 34 % [8]. Обеспеченность автомобилями населения г. Перми имеет тенденцию к устойчивому росту: в 2015 г. насчитывалось 242 тыс. транспортных средств, в 2017 г. этот показатель вырос до 246,5 тыс.

Анализ эффективности функционирования УДС в г. Перми за 2017 г. в сравнении с предшествующими периодами исследования (2015–2016 гг.) [9] отражает неравномерную интенсивность транспортных потоков в разных районах города в утренние и вечерние часы пик. Установлено, что в среднем по городу прирост составил 16,68 % в утренние часы и 8,32 % в вечернее время. В таблице представлены результаты оценки интенсивности движения на перекрестках в разных районах города.

Характеристика прироста интенсивности транспортных потоков в г. Перми

Часы пиковой нагрузки транспортных сообщений	Прирост интенсивности, %		
	центральное городское ядро	центрально-планировочный район	периферийная часть
Утренние	29,57	15,94	4,53
Вечерние	4,53	17,81	2,63

Результаты исследований [2] показали, что большая часть г. Перми характеризуется уровнем шума от автотранспорта, превышающим 60 дБА. Измеренные уровни шума в центральных районах левобережной части города составили в рабочие дни в дневное время суток от 50,6 до 76,9 дБА, в вечернее время – от 61,0 до 74,4 дБА, ночью – от 44,9 до 73,6 дБА. Полученные результаты свидетельствуют о превышении рекомендованных значений эквивалентного уровня звука на территории жилых зданий и учебных заведений. Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» уровень шума в дневное время не должен превышать 55 дБА, в ночное – 45 дБА.

Постоянное шумовое воздействие влияет на слух, может привести к снижению работоспособности, умственной активности, вызвать беспокойство, раздражительность, агрессивность. Известно, что при занятиях умственным трудом, требующим концентрации внимания, шум снижает производительность и эффективность процесса [2, 5]. Высшие учебные заведения являются местом многопрофильного обучения, территорией реализации активности молодых людей возрастной категории 17–35 лет, где на протяжении всего периода обучения (4–6 лет) должны создаваться условия, гарантирующие безопасность и охрану здоровья.

Наши исследования по определению шумовой нагрузки от потока автотранспорта были выполнены на локальных территориях г. Перми. Для всех исследуемых участков характерна достаточно высокая интенсивность движения автомобилей по дорогам общегородского и районного значения.

В соответствии с требованиями нормативных документов, в частности ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики», определены УДС с двусторонним движением общественного, грузового и индивидуального транспорта. Участки имели однотипное покрытие и разметку дороги. Для получения характеристик в периоды наибольшей интенсивности движения автотранспорта замеры выполнялись на участках дорог с установившейся скоростью движения автотранспорта в дни рабочей недели в утреннее (7:00–12:00), дневное (12:00–17:00) и вечернее время (17:00–23:00).

Измерения уровней шума выполнены шумомером «Ассистент» комплектации TOTAL («НТМ-Защита»). Анализ результатов измерения проводился с использованием программы AssistantTools, в составе которого AssistantDataCenter – поддержка архива измерений. Уровень шума замерялся на расстоянии 7,5 м от пути движения транспортных средств на расстоянии 1,5 м от поверхности. Все измерения выполнены в летне-осенний период с соблюдением требований эксплуатации оборудования – скорость ветра не более 5 м/с, отсутствие атмосферных осадков. Превышения предельно допустимых уровней (ПДУ) в октавных полосах частот от 31,5 до 8000 Гц определялись по ГОСТ 12.1.003–83 «Шум. Общие требования безопасности», значения ПДУ приняты по СН 2.2.4/2.1.2.562–96 для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам и прочим объектам в жилой застройке.

Оценка интенсивности транспортного потока и замеры уровней шума выполнены на трех участках. Характеристика участков УДС, оценка интенсивности движения, состав транспортного потока и измеренные уровни шума представлены ниже.

В 2015–2017 гг. были выполнены исследования на территории *университетского кампуса*, расположенного в правобережной части города [10, 11]. Территория университетского кампуса, включая учебные корпуса и объекты научно-производственного кластера ПНИПУ и УрО РАН, примыкает к общегородской магистрали – Дороге Дружбы, связывающей Орджоникидзевский район и мкр. Гайва с микрорайонами правобережья (Дзержинский и Кировский районы г. Перми) и имеющей выход на Коммунальный мост через р. Каму. На территории кампуса преобладают дороги районного и квартального значения. Движение организовано по улицам Академика Королева, Проф. Поздеева, Проф. Дедюкина. Все дороги имеют асфальтобетонное покрытие с постоянной разметкой. На пересечении Дороги Дружбы и ул. Проф. Дедюкина имеется светофор. Дороги характеризуются продольным уклоном, равным 3 %, часть дороги по ул. Проф. Поздеева имеет продольный уклон 10 %. Все дороги, кроме Дороги Дружбы, дороги по ул. Проф. Дедюкина и части дороги по ул. Академика Королева, имеют одностороннее движение.

Интенсивность движения транспортных средств на участках УДС с односторонним движением заметно отличается от интенсивности транспортного потока на общегородской магистрали. Максимальная интенсивность – 1338 авт./ч (Дорога Дружбы), минимальное число транспортных средств – 30 авт./ч (ул. Академика Королева). Основную долю в потоке составляли легковые автомобили (85–95 %), доля грузового и общественного транспорта – от 9 до 17,5 %.

Для территории университетского кампуса определены значения уровня шума в широком диапазоне – от 43,5 до 65,9 дБА, превышения по эквивалентному уровню звука были зафиксированы в одной из точек наблюдения и составили от 1,2 до 14,7 дБА. Моделирование распространения уровней звукового давления выполнено с применением программного обеспечения «Эколог-шум» [12]. Карта с результатом моделирования представлена на рис. 1.

Административный корпус с аудиторным фондом для образовательной и научной деятельности, расположенный в ядре городского центра, с продольных сторон примыкает к дорогам районного значения. Оценка шумовой нагрузки проводилась по двум транспортным коридорам: ул. Луначарского и ул. Екатерининская. Обе дороги имеют асфальтобетонное покрытие и одностороннее движение. Улица Луначарского имеет четыре полосы движения и продольный уклон 2 %, ул. Екатерининская – три полосы движения с продольным уклоном 3 %. На дорогах нанесена прерывистая дорожная разметка, обозначающая границы полос движения. На перекрестках рассматриваемых улиц движение регулируется светофорами.

Интенсивность движения в период наблюдений составила 1198 авт./ч (ул. Луначарского) и 1458 авт./ч (ул. Екатерининская). Доля легковых автомобилей – 91–95 %, доля грузового и общественного транспорта – от 4,6 до 8,6 %.

Территория размещения административного корпуса характеризуется значением уровня шума от 78,9 дБА. Превышение ПДУ составляет 18,2–33,9 дБА, что характеризует рассмотренный участок как зону акустического дискомфорта. Шумовая карта локальной территории представлена на рис. 2.

Учебный корпус строительного факультета, расположенный в городском центре вблизи регулируемого перекрестка дорог общегородского значения. Исследования проводились по двум транспортным коридорам: ул. Чкалова и ул. Куйбышева. Обе дороги имеют асфальтобетонное покрытие с прерывистой разметкой, обозначающей границы полос движения, предназначенные для движения в одном направлении, обе дороги с двусторонним движением. Продольный уклон дорог: ул. Чкалова – 6 %, ул. Куйбышева – 1 %. Особенность рассматриваемых участков УДС состоит в том, что вдоль ул. Куйбышева проложены трамвайные пути. В моменты движения трамваев замеры уровня шума приостанавливали.

Интенсивность движения автотранспорта составила: по ул. Чкалова – 1700 авт./ч, по ул. Куйбышева – 1346 авт./ч. Основной состав транспортного потока представлен легковыми автомобилями (84,1–86,4 %), доля грузового и общественного транспорта – от 13,3 до 15,8 %.

Диапазон превышения по эквивалентному уровню звука от всех точек замера составляет от 14 до 22 дБА. Данный участок характеризуется значениями от 79,2 дБА. Выявлено, что учебный корпус строительного факультета, как и административный корпус университета, находится в зоне акустического дискомфорта. Шумовая карта локальной территории представлена на рис. 3.

В ходе работы определены уровни шума на участках УДС в периоды наибольшей интенсивности транспортных сообщений. В зонах акустического дискомфорта размещены административный и учебный корпуса и часть жилой зоны университетского кампуса. Обобщение результатов замеров уровней шума показало, что шум от потока транспортных средств является непостоянным и широкополосным, превышение ПДУ зафиксировано в октавных полосах частот от 63 до 8000 Гц (рис. 4).

Способы снижения шумового воздействия от автотранспорта определяются с учетом градостроительных, транспортно-планировочных условий и факторов, связанных с организацией движения [7, 13–14]¹. В перечень мероприятий по защите от шума могут быть включены следующие:

- регулирование этажности жилой застройки; свободная планировка микрорайона; ориентация новых зданий торцевой стороной к источнику шума; современные способы остекления и герметизация оконных проемов; вертикальное озеленение и др.;

- регулирование ширины улицы в линиях застройки, создание пешеходных зон в центральных районах города;

- обеспечение оптимальных режимов движения; разделение потоков грузовых и легковых автомобилей с выделением отдельных полос, внедрение перехватывающих стоянок, исключение сквозного движения по внутриквартальным территориям и др.

- уменьшение шумности транспортных средств; внедрение системы контроля соблюдения требований к внешнему уровню шума при прохождении технического осмотра и др.;

- внедрение шумозащитных технологий в дорожном строительстве, ремонте и содержании дорог; применение дорожных покрытий со звукопоглощающими свойствами; применение защитных экранов; озеленение придорожных территорий и др.

Разработка способов защиты от автотранспортного шума предусмотрена прежде всего для строящихся микрорайонов, объектов нового строительства и при реконструкции городских кварталов. В условиях сложившейся городской застройки внедрение шумозащитных мероприятий требуют больших затрат, но эти инвестиции оправданы общими целями повышения качества городской среды и снижения уровней шума до значений допустимого воздействия применительно к объектам постоянного пребывания людей, объектов здравоохранения, социальной сферы и образования.

¹ ОДМ 218.2.013–2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам. М.: Росавтодор, 2011. 160 с.

Рис. 1. Шумовая карта территории университетского кампуса

Рис. 2. Шумовая карта территории размещения административного корпуса

Список литературы

- 18

5. Усанина Л.В., Вербицкая Н.О. Оценка состояния шумового загрязнения автомобильным транспортом улично-дорожной сети в г. Екатеринбурге [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3. – URL: <https://www.science-education.ru/article/view?id=9468> (дата обращения: 16.01.2018).
6. Танеева А.В. Анализ шумового загрязнения в крупных городах на примере улица Восстания г. Казани // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2011. – № 4(7). – С. 63-68.
7. Павлова Е.И. Экология транспорта: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2006. – 344 с.
8. За 5 лет автопарки крупных городов России выросли на 21 % [Электронный ресурс] // Аналитическое агентство «АВТОСТАТ». – URL: <https://www.autostat.ru/news/23442/> (дата обращения: 20.01.2018).
9. Анализ эффективности функционирования улично-дорожной сети города Перми в 2017 году [Электронный ресурс] / ООО «Агентство дорожной информации РАДАР». – URL: <http://road.perm.ru/analiz-effektivnosti-funktsionirovaniya-ulichno-dorozhnoj-seti-goroda-permi-v-2017-godu/> (дата обращения: 20.01.2018).
10. Батракова Г.М., Баландина А.В., Замараева О.А. Оценка интенсивности транспортного потока и шумовой нагрузки на территории студенческого городка ПНИПУ // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2016. – № 4. – С. 88–100.
11. Баландина А.В., Замараева О.А. Перехватывающая стоянка как метод борьбы с шумовым загрязнением // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. – 2016. – № 4. – С. 26–39.
12. Программный комплекс для расчета и нормирования акустического воздействия от промышленных источников и транспорта «Эколог-Шум»: руководство пользователя. Версия 2. – СПб.: Интеграл, 2014. – 177 с.
13. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учебник. – М.: Логос, 2013. – 432 с.
14. Лобатовкина Е.Г., Ларионова К.О. Проектирование защиты жилых и общественных зданий от транспортного шума [Электронный ресурс]: метод. указания. – М.: НИУ МГСУ, 2015. – 35 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/> (дата обращения: 20.01.2018).

References

1. Shherbina E.V., Renc A.I., Marshalkovich A.S. Ocenka vlijanija avtotransportnyh potokov na shumovoj rezhim gorodskoj sredy [Assessment of the impact of road traffic on the noise regime of the urban environment] Moscow, *VESTNIK MGSU (Scientific and Engineering Journal for Construction and Architecture)*, 2013, 72 p.
2. Maj I.V., Koshurnikov D.N., Galkina O.A. Prostranstvenno-vremennoj analiz riska zdorov'ju naselenija pri vozdejstvii gorodskogo shuma (na primere g. Permi) [Space-time analysis of risk to public health under the exposure to urban noise (on the example of Perm)]. *Gigiena i sanitarija*, 2017, no. 96(1), pp. 35-39. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-35-39>
3. Koshurnikov D.N., Galkina O.A., Kapustina I.V. Instrumental'naja ocenka transportnogo shuma, kak faktora riska dlja zdorov'ja naselenija goroda Permi [Instrumental evaluation of transport noise as a risk factor for the health of the population of Perm]. *Zdorov'e sem'i - 21 vek*, 2015, no. 3, pp. 72-83.
4. Ganzha O.A. Ocenka шумового воздействия в зонах городских транспортных пересечений на геоэкологическую среду города (на примере г. Волгограда) [Assessment of noise impact in the zones of urban transport intersections on the geoeological environment of the city (on the example of the city of Volgograd)]. Abstract of Ph. D. thesis, Moscow, 2009, 19 p.
5. Usanina L.V., Verbickaja N.O. Ocenka sostojanija шумового zagrjaznenija avtomobil'nym transportom ulichno-dorozhnoj seti v g.Еkaterinburge [Assessment of the state of noise pollution by road transport in the street-road network in Yekaterinburg]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2013, no. 3, available at: <https://www.science-education.ru/article/view?id=9468> (accessed 20 January 2018).
6. Taneeva A.V. Analiz шумового zagrjaznenija v krupnyh gorodah na primere ulica Vosstanija g.Казани [Analysis of noise pollution in large cities by the example of Vosstania street, Kazan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo jenergeticheskogo universiteta*, 2011, no. 4(7), pp. 63-68.
7. Pavlova E.I. Jekologija transporta [Ecology of transport]. Moscow, Vysshaja shkola, 2006, 344 p.

8. Za 5 let avtoparki krupnyh gorodov Rossii vyrosli na 21% [For 5 years, the car parks of major Russian cities have grown by 21%]. available at: <https://www.autostat.ru/news/23442/> (accessed 20 January 2018).

9. Analiz jeffektivnosti funkcionirovaniya ulichno-dorozhnoj seti goroda Permi v 2017 godu. ООО «Agentstvo dorozhnoj informacii RADAR», available at: <http://road.perm.ru/analiz-effektivnosti-funktsionirovaniya-ulichno-dorozhnoj-seti-goroda-permi-v-2017-godu> (accessed 20 January 2018).

10. Batrakova G.M., A.V. Balandina, O.A. Zamaraeva Ocenka intensivnosti transportnogo potoka i shumovoj nagruzki na territorii studencheskogo gorodka PNIPU [Evaluation of the intensity of the traffic and noise pollution on the campus of PNRPU]. *Bulletin of PNRPU. Applied ecology. Urban development*, 2016, no. 4, pp. 88-100.

11. Balandina A.V., O.A. Zamaraeva Perehvatyvajushhaja stojanka kak metod bor'by s shumovym zagriznieniem [Park-and-Ride Parking as the method of dealing with noise pollution]. *Transport. Transportnye sooruzhenija. Jekologija*, 2016, no. 4, pp. 26-39.

12. Programmnyj kompleks dlja raschjota i normirovaniya akusticheskogo vozdejstviya ot promyshlennyh istochnikov i transporta "Jekolog-Shum": rukovodstvo pol'zovatelja. Firma "Integral", Sankt-Peterburg, 2014, 177 p.

13. Ivanov, N.I. Inzhenernaja akustika. Teorija i praktika bor'by s shumom [Engineering acoustics. Theory and practice of noise control]. Moscow: Logos, 2013, 432 p.

14. Lobatovkina E.G., Larionova K.O. Proektirovanie zashhity zhilyh i obshhestvennyh zdaniy ot transportnogo shuma [Designing the protection of residential and public buildings from traffic noise] available at: <http://www.iprbookshop.ru/> (accessed 20 January 2018).

Получено 15.02.2018

Об авторах

Баладина Алена Вадимовна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: alyona.v.balandina@gmail.com).

Замараева Ольга Алексеевна (Пермь, Россия) – магистрант кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: fayna94@mail.ru).

Батракова Галина Михайловна (Пермь, Россия) – доктор технических наук, профессор кафедры «Охрана окружающей среды» Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

About the authors

Alyona V. Balandina (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: alyona.v.balandina@gmail.com).

Olga A. Zamaraeva (Perm, Russian Federation) – Master Student, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation, e-mail: fayna94@mail.ru).

Galina M. Batrakova (Perm, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Environmental Protection, Perm National Research Polytechnic University (29, Komsomolsky av., Perm, 614990, Russian Federation).