

DOI 10.15593/2409-5125/2016.04.07

УДК 504.61

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

Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет

## **ОЦЕНКА ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА И ШУМОВОЙ НАГРУЗКИ НА ТЕРРИТОРИИ СТУДЕНЧЕСКОГО ГОРОДКА ПНИПУ**

Рассмотрены вопросы транспортного сообщения и маятниковой миграции населения в современных городах. Объектом исследования выбран микрорайон в правобережной части г.Перми, который характеризуется ежедневными в течение рабочей недели перемещениями большого числа работающих жителей и обучающихся из мест проживания к месту работы/учебы и обратно. Предметом исследования является шумовая нагрузка, создаваемая транспортными средствами. Выбраны участки уличной-дорожной сети, на которых оценивалась интенсивность транспортного потока и шумовое воздействие. Подсчет и измерения шума проводились в соответствии с разработанной программой в течение года в дни рабочей недели в утреннее, дневное и вечернее время. Определены основные характеристики транспортного потока, наиболее загруженные участки улично-дорожной сети и периоды наибольшей интенсивности транспортных сообщений. Измерения уровня шума выполнены шумомером «Ассистент». Шумовая карта территории создавалась с применением программного обеспечения «Эколог-шум». Показатели шумового воздействия автотранспорта характеризуются значениями от 43,5 до 65,9 дБА, превышения составили от 1,2 до 14,7 дБА на участках с двухсторонним движением. С учетом развития территории для решения вопросов транспортной доступности микрорайона предложено включать мероприятия по защите от шума.

**Ключевые слова:** автотранспорт, маятниковая миграция, уличная дорожная сеть, шумовая нагрузка, интенсивность движения, моделирование распространения шума.

Жизнь современного города невозможна без организованного транспортного сообщения, создания условий перевоза грузов, движения общественного и индивидуального транспорта. Транспортная доступность обеспечивает высокую мобильность населения, что в свою очередь, обуславливает процесс регулярных перемещений из мест проживания к месту работы/учебы и обратно, ежедневных поездок с периферийных районов города в центральные и обратно.

Процессы маятниковой миграции населения в городах, небольших по численности населения, и мегаполисах, являющихся центрами притяжения трудовой миграции из пригородных зон, существенно отличаются по интенсивности. К факторам, влияющим на интенсивность таких перемещений, причисляют экономический потенциал города и его отдельных районов, социально-экономический уклад периферийных районов, а также многочисленные социальные аспекты. Несмотря на приоритет вопросов социально-экономического плана, все миграционные процессы зависят от организации транспортных сообщений. Перемещение в заданном направлении значительных людских потоков в крупных городах в основном обеспечивается всеми видами общественного транспорта (городским наземным, подземным, железнодорожным), а также индивидуальным. Маятниковая миграция населения между районами внутри городских территорий может обеспечиваться общественным и индивидуальным транспортом.

Для обеспечения требуемой эффективности транспортного сообщения главными являются вопросы безопасности и оптимизации организации движения, логистические решения для отдельных видов транспорта и маршрутов, своевременность ремонта дорожного покрытия и др. Вопросам сохранения качества среды локальных территорий, через которые проходят интенсивные транспортные потоки, уделяется недостаточно внимания. Своевременное решение вопросов снижения воздействия на окружающую среду гарантирует сохранение экологического статуса территориям.

Объектом наших исследований являлась территория микро-района в правобережной части Ленинского района г. Перми – «Оленьи горы» (название территории до 1970-х гг.), «Студенческий городок» или «Комплекс» политехнического института (позднее технического и политехнического университета). Жилая зона создавалась в конце 1970–1990-х гг. и формировалась на базе объектов образовательного учреждения – политехнического института. Общая площадь территории – 164 га, на которой расположены объекты образовательного и научно-производственного кластера ПНИПУ и УрО РАН, жилая застройка (многоквартирные дома, студенческие общежития), социальные объекты (дет-

ский сад, начальная школа лицея, магазины и др.). Территория тяготеет к особо охраняемым природным зонам (Закамский бор и Верхнекурьянский бор), расположенным в правобережной части Перми, это продолжительное время поддерживает высокий экологический статус студенческого городка. Большие открытые пространства делают территорию удобной для проведения полевых практик большого числа обучающихся, спортивных занятий на открытом воздухе, спортивных и культурно-массовых мероприятий, отдыха.

В целом территория студенческого городка рассматривается как благоустроенная жилая и рекреационная зона, обладающая хорошей транспортной доступностью. Микрорайон примыкает к общегородской магистрали (Орджоникидзевский район, мкр. Гайва – Пермь (центр)) – Дорога Дружбы, имеющей выход на автодорожный Коммунальный мост через р. Каму и связывающей студенческий городок с микрорайонами правобережья (Дзержинский и Кировский районы г. Перми). Особенностью рассматриваемой территории является выраженная маятниковая миграция населения, сформированная ежедневными в течение рабочей недели потоками работающих жителей микрорайона и обучающихся. Организация образовательного процесса в высшем учебном заведении предполагает сезонное увеличение количества студентов в летний и зимний сессионный период. Как правило, этот контингент формируют студенты заочных и дистанционных форм обучения. В сессионный период увеличивается интенсивность транспортных сообщений, фиксируется нехватка парковочных мест, образуются зоны несанкционированной парковки, что приводит к перегрузке дорожной сети. Заметный спад интенсивности движения автомобилей отмечается с середины лета до конца августа. Транспортное сообщение обеспечено общественным (один автобусный маршрут) и индивидуальным автотранспортом. Транспортная мобильность населения достаточно высока, в последнее время и у студентов отмечается значительный рост числа личных автомобилей.

Известно, что высокая интенсивность транспортного потока ведет к увеличению нагрузки на окружающую среду. Одним из значимых факторов воздействия на качество среды обитания и здоро-

вье человека является шум. Автотранспортный шум, доля которого может составлять 60–80 % всех городских шумов [1], имеет значимые последствия, зона его влияния обширна, а параметры физического воздействия шума на организм человека значительно выше. Транспортный шум является повсеместным для городской черты. Результаты оценки акустического дискомфорта, формируемого автотранспортом, по городам России [1–8] показывает значительные превышения допустимых уровней шума (рис. 1).

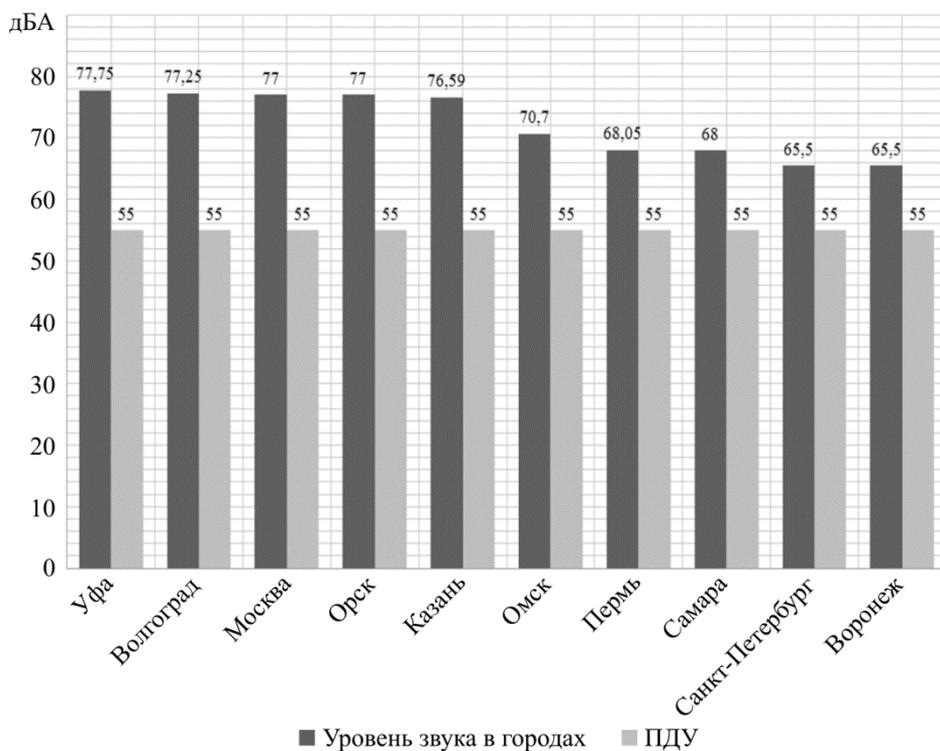


Рис. 1. Уровни шума автотранспортных средств в крупных городах России [1–8]

Постоянная шумовая нагрузка от автотранспорта может привести к снижению порога слышимости, изменениям в функциональном состоянии центральной нервной системы, ухудшению сна, снижению работоспособности и эффективности обучения, а также обострению иных физиологических расстройств [9–12].

Несмотря на удаленность микрорайона студенческого городка от центральных городских районов и основных транспортных ма-

гистралей г. Перми, именно автотранспортные потоки являются приоритетным источником шума на рассматриваемой территории.

В соответствии с требованиями нормативных документов, в частности ГОСТ 20444–2014 «Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики», выбраны участки уличной-дорожной сети (УДС), на которых оценивалась интенсивность транспортного потока и шумовое воздействие. Все участки УДС имели однотипное покрытие и разметку (край проезжей части двухполосной дороги). Часть участков обеспечивало двустороннее движение для общественного, грузового и индивидуального транспорта, часть – только одностороннее движение. Подсчет и измерения шума проводились в соответствии с разработанной программой, схема пространственной структуры оценки интенсивности транспортного движения и замеров шума представлена на рис. 2, а. Для получения характеристик в периоды наибольшей интенсивности движения замеры выполнялись в течение года в дни рабочей недели в утреннее (7:00 – 12:00), дневное (12:00–17:00) и вечернее время (17:00 – 23:00).

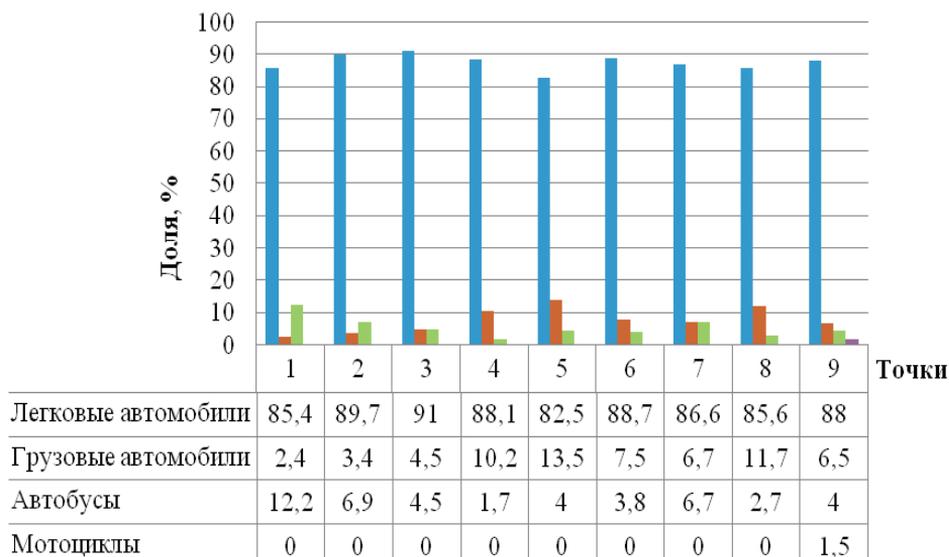
Результаты, характеризующие транспортный поток, представлены на рис. 2. Наибольшая интенсивность движения наблюдалась в утреннее и дневное время, что связано с особенностью маятниковой миграции населения исследуемой территории и высокой интенсивностью движения транспорта по общегородской магистрали – Дороге Дружбы (точка 8). Основной транспортный поток формирует индивидуальный транспорт, доля грузового и общественного транспорта в общем потоке колеблется от 9 до 17,5 %.

Прогнозный уровень шума с учетом скорости движения транспорта по участкам УДС микрорайона составляет для легковых автомобилей – 67–72 дБА, автобусов и грузового транспорта – 80–87 дБА. По наблюдениям многие транспортные средства имели большой срок эксплуатации и технические дефекты, которые, несомненно, повлияли на результаты замеров шума.

Измерения уровней шума выполнены шумомером «Ассистент», комплектация TOTAL (приборостроительная компания «НТМ-Защита»). Анализ результатов измерения проводится с использованием программы AssistantTools, в составе которого AssistantDataCenter – поддержка архива измерений.

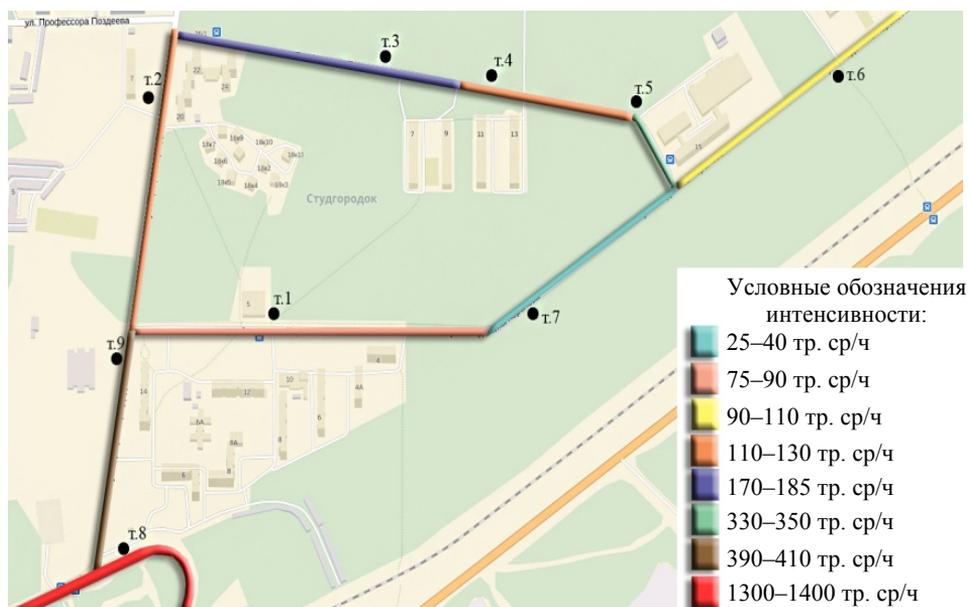


*а*

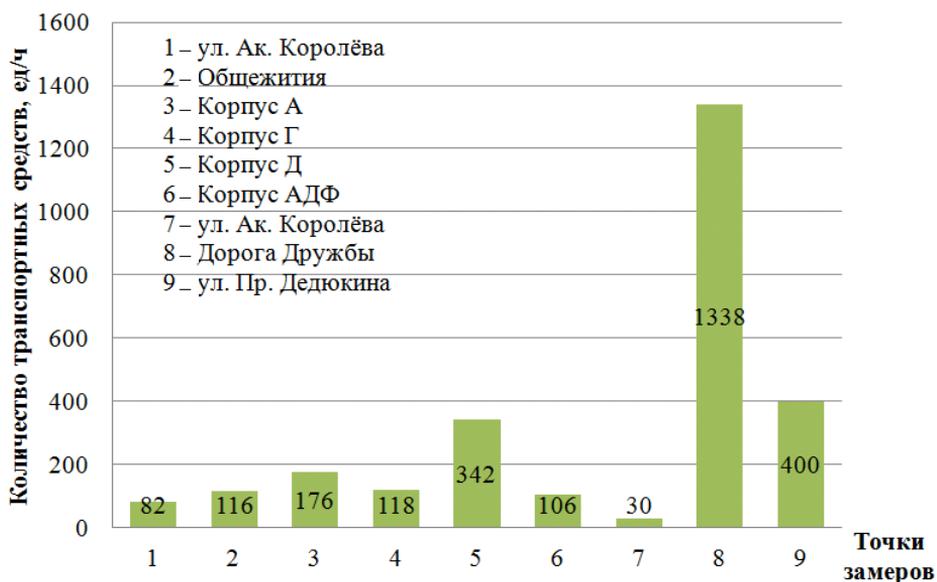


*б*

Рис. 2. Организация исследований и результаты, характеризующие транспортный поток: *а* – схема точек для оценки интенсивности движения транспорта и замеров шума; *б* – характеристика транспортного потока



в



з

Рис. 2. Окончание. Организация исследований и результаты, характеризующие транспортный поток: в – интенсивность движения по участкам УДС; з – интенсивность транспортного потока

Уровень шума замерялся на расстоянии 7,5 м от пути движения транспортных средств на расстоянии 1,5 м от поверхности. Измерения проводились при соблюдении требований эксплуатации оборудования по метеоусловиям – скорость ветра не более 5 м/с, отсутствие атмосферных осадков. 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». Значения ПДУ приняты по СН 2.2.4/2.1.2.562-96 для территорий, непосредственно прилегающих к жилым домам и проч.

Исследуемая территория по показателям шумового воздействия характеризуется значениями от 43,5 до 65,9 дБА. «Затухание» шума от транспорта обусловлено наличием естественного защитного экрана в виде ненарушенных лесонасаждений. Превышения по эквивалентному уровню звука составили от 1,2 до 14,7 дБА. Точки 8 и 9 находятся на участках УДС, имеющих двухстороннее движение, поэтому высока интенсивность движения транспорта, в связи с этим для них отмечены наибольшие показания уровня звукового давления.

В течение всего периода исследований отмечены интервалы наибольшей интенсивности движения – с 13:00 по 15:00 по местному времени, связанные с завершением дневных занятий.

На основании полученных результатов с применением программного обеспечения «Эколог-шум» (ООО «Фирма "Интеграл"», г. Санкт-Петербург) построена шумовая карта территории (рис. 3). Фрагменты выделенных зон позволяют сделать вывод об акустической обстановке, изолинии отражают уровни шума, числовые значения имеют свой характерный цвет.

При сравнении результатов моделирования со значениями ПДУ установлено, что в зону акустического дискомфорта частично попадают жилые объекты по ул. Академика Королева. При прогнозируемом увеличении транспортного потока на Комплексе ПНИПУ, в связи с его расширением, в зону акустического дискомфорта могут попасть жилые здания по ул. Профессора Дедюкина (общежития) и здания учебных корпусов по ул. Академика Королева.

Дальнейшее развитие территории студенческого городка с осуществлением планов увеличения объектов спортивного и социально-культурного назначения, обновления жилищного фонда, активной пропагандой здорового образа жизни формируют благопри-

ятный имидж территории и увеличивают ее привлекательность для проживания и посещений. Решение вопросов транспортной доступности микрорайона должно объединять решения по увеличению протяженности и поддержанию должного состояния автомобильных дорог и превентивных мер, включая мероприятия по защите от шума.

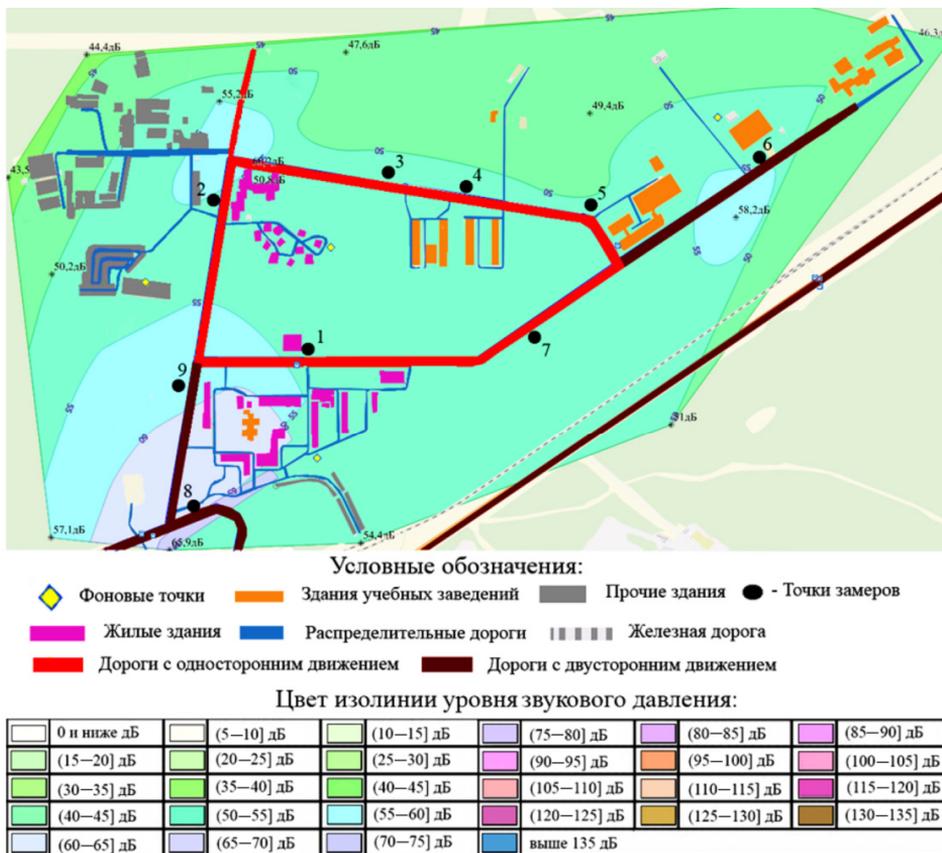


Рис. 3. Шумовая карта исследуемой территории

Приоритетными способами предотвращения и снижения шумового воздействия автотранспорта являются [12–15]:

1) *градостроительные мероприятия*: обоснование архитектурно-планировочной структуры территории, увеличение расстояния между источником шума и защищаемым объектом; использование рельефа местности; применение акустических экранов; максимальное озеленение территории микрорайонов и создание специальных шумозащитных полос озеленения и др.;

2) *техническое состояние транспортных средств*: уменьшение шумности транспортных средств, внедрение системы кон-

троля соблюдения требований к внешнему уровню шума при прохождении технического осмотра транспортных средств;

3) *дорожное строительство*: внедрение современных шумозащитных технологий, применение шумопоглощающего покрытия при проведении строительства, реконструкции и ремонта дорог;

4) *организация и регулирование движения*: обеспечение оптимальных режимов движения и характеристик транспортных потоков; разработка и внедрение перехватывающих стоянок, исключение сквозного движения по внутриквартальным территориям; реализация мероприятий по шумозащите объектов социальной сферы и учебных заведений.

В заключение отметим, что в ходе работы выявлены наиболее загруженные участки улично-дорожной сети и периоды наибольшей интенсивности транспортных сообщений, совпадающие с потоками маятниковой миграции работающих и обучающихся. Основной процент транспортного потока составляют легковые автомобили, доля грузового и общественного транспорта постепенно увеличивается, в летний период увеличивается процент мототранспортных средств.

Исследуемая территория по показателям шумового воздействия автотранспорта характеризуется значениями от 43,5 до 65,9 дБА, превышения по эквивалентному уровню звука составили от 1,2 до 14,7 дБА. Участки УДС с двухсторонним движением имеют наибольшие уровни звукового давления. Низкая плотность застройки и естественные лесонасаждения способствуют затуханию шума от транспорта.

### Библиографический список

1. Суторихин И.А., Литвиненко С.А. Геоинформационная система контроля шумового загрязнения индустриального центра. – Барнаул: Азбука, 2011. – 76 с.
2. Айзенштадт Л.В. Гигиеническая оценка уровней шума на основных магистралях г. Самары и способы шумозащиты // Гигиена и здоровье: сб. материалов I всерос. студ. науч.-практ. конф. / Самар. гос. мед. ун-т. – Самара, 2014. – С. 15–16.
3. Кошуриков Д.Н., Галкина О.А., Капустина И.В. Инструментальная оценка транспортного шума как фактора риска для здоровья населения города Перми // Здоровье семьи – 21 век. – 2015. – № 3. – С. 72–83.
4. Миленина Е.М., Каркаполова Е.О. Влияние автотранспорта на шумовое загрязнение г. Омска // Омский научный вестник. – 2011. – № 1 (104). – С. 174–176.
5. Миркитанов В.И., Перчаткин Ю.В., Хитько А.Я. Экологическое состояние автомобильных дорог города Орска // Транспортные и транспортно-технологические системы: сб. тр. конф. / Тюмен. индустр. ун-т. – Тюмень, 2012. – С. 160–161.

6. Танеева А.В. Анализ шумового загрязнения в крупных городах на примере улицы Восстания г. Казани // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2011. – № 4 (7). – С. 63–68.
7. Шуранов Е.В. Построение карт распределения шумовой нагрузки для районов Санкт-Петербурга // Инновации. – 2006. – № 7 (94). – С. 122–124.
8. Половинкина Ю.С. Шумовое загрязнение окружающей среды урбанизированных территорий (на примере города Волгограда) [Электронный ресурс] // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 76 (02). – URL: <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/78.pdf> (дата обращения: 10.06.2016).
9. Воздействие на организм человека опасных и вредных экологических факторов. Метрологические аспекты: в 2 т. / под ред. Л.К. Исаевой. – М.: ПАИМАС, 1997.
10. Дрябжинский О.Е. Негативное воздействие автотранспорта. Проблема шумового загрязнения // Современные тенденции развития науки и техники. – 2015. – № 4. – С. 91–94.
11. Занько Н.Г., Ретнев В.М. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности. – М.: Академия, 2004. – 288 с.
12. Иванов Н.И. Инженерная акустика. Теория и практика борьбы с шумом: учеб. – М.: Логос, 2013. – 432 с.
13. Лобатовкина Е.Г., Ларионова К.О. Проектирование защиты жилых и общественных зданий от транспортного шума [Электронный ресурс]: метод. указания / НИУ МГСУ. – М., 2015. – 35 с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru> (дата обращения: 14.06.2016).
14. ОДМ 218.2.013–2011. Методические рекомендации по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам / Росавтодор. – М., 2011. – 160 с.
15. Телегин В.Г., Бурдина С.В., Клевко В.И. Анализ проблем, вызванных автомобильными заторами и дефицитом парковочных мест в центральной части крупных городов (на примере города Перми) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика. – 2014. – № 4. – С. 18–26.

## References

1. Sutorikhin I.A., Litvinenko S.A. Geoinformatsionnaya sistema kontrolya shumovogo zagryazneniya industrial'nogo tsentra [Geoinformation system control of noise pollution industrial center]. Barnaul: Azbuka, 2011. 76 p.
2. Ajzenshtadt L.V. Gigienicheskaya otsenka urovnej shuma na osnovnkh magistralyakh g. Samary i sposoby shumozashchity [Hygienic assessment of noise levels on the main highways of the city of Samara and methods of noise protection]. *Gigiena i zdorov'e*. Samara, 2014, pp. 15–16.
3. Koshurnikov D.N., Galkina O.A., Kapustina I.V. Instrumental'naya otsenka transportnogo shuma kak faktora riska dlya zdorov'ya naseleniya goroda Permi [Instrumental assessment of traffic noise as a risk factor for the health of the population of the city of Perm]. *Zdorov'e sem'i – 21 vek*, 2015, no. 3, pp. 72–83.
4. Milenina E.M., Karkapolova E.O. Vliyanie avtotransporta na shumovoe zagryaznenie g. Omska [Influence of vehicles on noise pollution of the city of Omsk]. *Omskij nauchnyj vestnik*, 2011, no. 1 (104), pp. 174–176.
5. Mirkitanov V.I., Perchatkin Yu.V., Khit'ko A.Ya. Ekologicheskoe sostoyanie avtomobil'nykh dorog goroda Orska [The Ecological highways of the city of Orsk]. *Sbornik trudov konferentsii «Transportnye i transportno-tekhnologicheskie sistemy»*. Tyumen, 2012, pp. 160–161.

6. Taneeva A.V. Analiz shumovogo zagryazneniya v krupnykh gorodakh na primere ulitsy Vosstaniya g. Kazani [Analysis of noise pollution in major cities for example Vosstaniya street, Kazan]. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo energeticheskogo universiteta*, 2011, no. 4 (7), pp. 63–68.
7. Shuranov E.V. Postroenie kart raspredeleniya shumovoj nagruzki dlya rajonov Sankt-Peterburga [Mapping of the distribution of noise exposure for areas of St. Petersburg]. *Innovatsii*, 2006, no. 7 (94), pp. 122–124.
8. Polovinkina Yu.S. Shumovoe zagryaznenie okruzhayushhej sredy urbanizirovannykh territorij (na primere goroda Volgograda). *Nauchnyi zhurnal KubGAU*, 2012, no. 76 (02), available at: <http://ej.kubagro.ru/2012/02/pdf/78.pdf> (accessed 10 June 2016).
9. Vozdejstvie na organizm cheloveka opasnykh i vrednykh ekologicheskikh faktorov. Metrologicheskie aspekty [The impact on the human body of hazardous and harmful environmental factors. Metrological aspects]. Moscow: PAIMAS, 1997. 512 p.
10. Dryabzhinskij O.E. Negativnoe vozdejstvie avtotransporta. Problema shumovogo zagryazneniya [Negative impact of vehicles. The problem of noise pollution]. *Sovremennye tendentsii razvitiya nauki i tekhniki*, 2015, no. 4, pp. 91–94.
11. Zan'ko N.G., Retnev V.M. Mediko-biologicheskie osnovy bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti [Medical and biological fundamentals of life safety]. Moscow: Akademiya, 2004. 288 p.
12. Ivanov N.I. Inzhenernaya akustika. Teoriya i praktika bor'by s shumom [Engineering acoustics. Theory and practice of noise control]. Moscow: Logos, 2013. 432 p.
13. Lobatovkina E.G., Larionova K.O. Proektirovanie zashchity zhilykh i obshchestvennykh zdaniy ot transportnogo shuma. Moscow, 2015. 35 p., available at: <http://www.iprbookshop.ru> (accessed 14 June 2016).
14. ODM 218.2.013–2011. Metodicheskie rekomendatsii po zashchite ot transportnogo shuma territorij, prilgayushchikh k avtomobil'nyim dorogam [Methodical recommendations on protection from traffic noise for areas adjacent to the road]. Moscow, 2011. 160 p.
15. Telegin V.G., Burdin S.V., Kleveko V.I. Analiz problem, vyzvannykh avtomobil'nymi zatorami i defitsitom parkovochnykh mest v tsentral'noj chasti krupnykh gorodov (na primere goroda Permi) [Analysis of the problems caused by road congestion and shortage of Parking spaces in the Central parts of cities (by example of Perm)]. *Vestnik Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta*, 2014, no. 4, pp. 18–26.

Получено 23.09.2016

**G. Batrakova, A. Balandina, O. Zamaraeva**

## **ASSESSMENT OF NOISE POLLUTION FROM VEHICLES ON PNRPU CAMPUS (COMPLEX)**

The issues of transport communications and commuting in modern cities are considered in the paper. For the research a district (at the right-bank part of the city of Perm) has been selected which is characterized with everyday intensive traffic flows

of commuters and students to the university and back. The paper contains the analysis of noise emission from road transport on PNRPU campus (complex). The assessment of noise emission from vehicles on PNRPU campus includes the proposal of technical measures to prevent excess noise and provide an acoustical comfort for residents and students. This article describes one of the methods to observe noise pollution from vehicles, traffic intensity and composition of traffic flows. To obtain the most accurate understanding of noise distribution from road transport, we have analyzed the area of PNRPU campus (complex) and identified the key areas to measure noise emission. The practical significance of this research is to develop technical measures to reduce noise pollution from road transport. The chosen problem is relevant as the population standard of living is increasing which leads to an increase in the number of road transport, thus an increased noise load from it.

**Keywords:** transport, commuting, noise pollution, traffic network, noise load, traffic intensity, noise propagation modeling.

**Батракова Галина Михайловна** (Пермь, Россия) – д-р техн. наук, профессор кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29).

**Баландина Алена Вадимовна** (Пермь, Россия) – магистрант кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: balandinaav@yahoo.com).

**Замараева Ольга Алексеевна** (Пермь, Россия) – магистрант кафедры охраны окружающей среды, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: fayna94@mail.ru).

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

**Balandina Alena** (Perm, Russian Federation) – Undergraduate Student, Environmental Protection Department, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail: balandinaav@yahoo.com).

**Zamaraeva Olga** (Perm, Russian Federation) – Undergraduate Student, Environmental Protection Department, Perm National Research Polytechnic University (614990, 29 Komsomolsky prospekt, Perm, Russia, e-mail: fayna94@mail.ru).