

УДК 502/504.064; 534.6; 574.24; 628.517.2

**КОМПЛЕКСНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ: ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ**

© 2017 К.Е. Пушин, И.Л. Бухарина

Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Статья поступила в редакцию 18.09.2017

В статье дается обоснование экологической оценки шумового загрязнения как социально значимой и актуальной научной проблемы. Определен порядок проведения комплексной оценки шумовой ситуации города с точки зрения эмиссии и иммиссии шума с учетом условий, влияющих на процесс распространения звука. Проанализировано методическое обеспечение проведения оценки шумового загрязнения; выявлена необходимость применения метода биоиндикации для получения более полной информации о влиянии шума на устойчивость экосистемы.

Ключевые слова: шумовое загрязнение, селитебные территории, экологическая оценка, измерительный и биоиндикационный методы.

Проблемы роста уровня шума на современных урбанизированных территориях, вызванные ведением хозяйственной деятельности, строительством и эксплуатацией ЖКХ, представляют значительную угрозу жизни и здоровью населения. Глубокое исследование физического фактора шума, его экологическая оценка, нормирование и планирование мероприятий по защите от шума приобретают сегодня первоочередное значение. Шум оказывает непрерывное воздействие, повышая общую антропогенную нагрузку на окружающую среду. Шум входит в состав наиболее значимых вызовов, отмеченных в Указе Президента «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», как: «возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан» [1]. Современные исследования выявляют ухудшение здоровья, преждевременное старение и сокращение продолжительности жизни человека в условиях шума. Шум оказывает негативное воздействие на все биологические виды и экосистемы: по разным оценкам специалистов доля шума составляет 60-70% от общего числа физических факторов, влияющих на неблагоприятное состояние систем урбанизированных территорий. Возможности регламентирования и защиты от шумового загрязнения на сегодняшний день ограничены состоянием изученности фактора шума и того места, которое он занимает в экологическом каркасе территории.

Бухарина Ирина Леонидовна, доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой инженерной защиты окружающей среды. E-mail: buharin@udmlink.ru
Пушин Константин Евгеньевич, аспирант. E-mail: pushinke@udm.ru

В последние десятилетия проблема шумового загрязнения окружающей среды занимает всё более значительное место в исследованиях по медицине, биологии, (гео)экологии, строительной акустике и некоторым другим научным отраслям. Вопросам влияния шума на здоровье человека и способам защиты от него посвящены работы, В.Б. Дорохова (2013), А.Н. Скворцова (2016), А.П. Савельева (2016) и др. Шум рассматривается как гигиеническая проблема современного города, которая увеличивает число населения, страдающего от различных заболеваний, а также количество смертельных исходов [2, 3]. В ряде работ шумовая ситуация изучается с точки зрения охраны труда на производстве, прогнозирования профзаболеваний, шумовой безопасности сотрудников [4]. Установлены корреляции уровней звукового давления на слуховой анализатор с возникающими заболеваниями у различных возрастных групп [5]. Природа шумового стресса исследуется в экспериментах, проводимых с лабораторными животными [6].

Объектами экологических исследований являются проблемы контроля (измерения, регламентирования) шума на предприятиях, селитебных территориях от наиболее опасных источников [7]; установления санитарно-защитных зон вокруг источника; разработки методик и анализа акустических параметров шума, составления шумовых карт; защиты населения от шума или снижения его негативного влияния; измерения экспозиции, дозиметрии звука и верификации существующих нормативов, ПДУ [8, 9]. Изучается шум в зонах транспортных магистралей, трубопроводов, промышленных предприятий [10, 11, 12].

Существуют отдельные работы по вопросам определения особенностей шумовой ситуации, возникающей внутри групп жилых домов; из-

учения сред и материалов, ускоряющих или замедляющих процесс излучения звука, формирующего шумовой фон территории [13].

Особое внимание уделяется неслышимым частотам звукового спектра – ультра- и инфразвуку, как наиболее опасным его видам: человек ощущает их как необоснованный страх, тревогу, не принимая своевременных мер защиты. На первый план выходит проблема измерения ультра- и инфразвука, выходящих за рамки чувствительности приборов, погрешности их измерения, установления нормативов [14].

В области строительной акустики разрабатываются подходы к прогнозированию шумовых характеристик при проектировании объектов-источников шума, а также объектов социального назначения, строящихся в зоне влияния источников [15]. Выделены в отдельную группу неблагоприятных явлений, связанных с шумовым загрязнением городов, такие эффекты, как эхо и реверберация, усиливающие воздействие на окружающую среду. В этих исследованиях уточняются параметры акустических сигналов и шумов, предлагаются расчеты акустического загрязнения [16].

Интерес представляют также работы по геофизическому изучению спектральных характеристик шума, непосредственно не связанные с экологией, но имеющие значение для понимания процессов распространения в средах шумов различного происхождения (природный, техногенный и антропогенный) [17].

Фактор шума сопровождает развитие техногенной цивилизации: эволюция технологии неизбежно порождает увеличение количества источников шума; усложнение технологий ведёт к более «плотному» заполнению его спектра. При том, что остаются не до конца решёнными некоторые проблемы шума технологий, лежащих в основании техногенной цивилизации, появляются новые технологии и шумы, опасность которых пока не изучена.

Физиолого-биохимическая адаптация к шуму невозможна, поскольку привыкание к шумовому фону приводит к изменению внутренних систем организма, т. е. к различным заболеваниям. Люди постоянно мигрируют в пределах городской и пригородной зоны из-за неблагоприятной экологической ситуации места проживания, обусловленной, в том числе, постоянно нарастающим шумовым фоном; в особенно критическом состоянии находятся районы городов, перегруженные транспортными и промышленными объектами. К числу таких экологически неблагоприятных урбанизированных территорий относится, например, город Ижевск, основанный в 1760 году как посёлок при железоделательном заводе; нарастающий шум производства – традиционный при-

знак развития жизни и благосостояния города. По данным 2017 года город занимает 20-е место по численности населения Российской Федерации. Последние 30 лет количество жителей сохраняется на одном и том же уровне (до 650 тыс.), в то время как естественный прирост населения минусовой; этот факт свидетельствует о том, что население города пополняется за счёт трудовой миграции из сельских районов, менее подверженных шумовому загрязнению.

В крупных промышленных центрах назрела необходимость создания благоприятных условий жизни, искусственной среды, которая будет защищать от постоянного шума, производимого комплексом городской инфраструктуры (производственные предприятия, жкх, строительство, транспорт). Для долгосрочного планирования мероприятий защиты от шума необходимо проводить комплексную оценку шумового загрязнения урбанизированной территории городов, что и является целью нашего исследования.

Порядок проведения оценки представляется нам следующим:

1) выявление основных источников шума по видам: точечные стационарные (промышленные предприятия, ТЭЦ, КНС) и передвижные (транспорт), линейные (ЛЭП, транспортная магистраль, трубопроводы);

2) определение их характеристик: частота, уровень, продолжительность действия шума;

3) картографирование распределения источников на местности и анализ эффектов, возникающих при их взаимовлиянии и, как следствие, повышающих или снижающих шумовую нагрузку на окружающую среду;

4) определение и систематизация средообразующих ландшафтов (условий), ускоряющих или замедляющих процесс излучения звука, формирующего шумовой фон территории: отражающие, поглощающие, проводящие, переизлучающие, резонирующие среды (наличие / отсутствие открытых участков местности; особенности застройки с учётом высоты и плотности, строительного-отделочных материалов, количества оконных и дверных проёмов; водоёмы; зелёные насаждения; улицы; вертикальные сооружения);

5) расчёт имиссии в зонах критического шумового загрязнения урбанизированной территории;

6) анализ суммарного шумового воздействия на каждую зону в аспекте сезонно-климатических изменений поверхностей сред;

7) планирование организационно-технических мероприятий, информирования населения и городских коммунально-технических служб.

Методическое обеспечение проведения оценки шумового загрязнения на сегодняшний день ограничивается методиками, применяю-

щими расчетно-измерительный метод с использованием шумомеров [18]. Однако инструментальный метод измерений имеет существенные технические ограничения: заводские настройки прибора установлены таким образом, что при высоком уровне чувствительности он улавливает не только внешний шум, но и внутренний шум, сопровождающий работу его электронной схемы. Для подавления этих шумов используются калибровка, фильтры, которые оператор может выбирать самостоятельно в зависимости от его квалификации и опыта измерений, что вносит субъективный фактор в получаемые данные и ведет к искажению объективной информации. Оператор устанавливает прибор на уровне более низкой чувствительности, что нивелирует внутренние шумы, но одновременно с этим ограничивает фиксацию внешних шумов особенно в крайних участках спектра. Погрешности измерений корректируют применением методик расчета уровней шума в зависимости от его частоты, но, тем не менее, расчетно-измерительный метод не может быть принят как достаточный для получения объективной информации о состоянии экосистем. Более того, представляется неправомерным использование санитарно-гигиенических норм и ГОСТов для оценки уровня деградации экосистем, поскольку они определены для пространств / территорий временного пребывания человека и не учитывают экологического эффекта постоянного воздействия на окружающую среду.

В связи с этим, представляется целесообразным привлечь к изучению шумового фона метод биоиндикации, основанный на наблюдении за проявлениями акустической чувствительности у некоторых растений, насекомых, рыб и животных, для получения более объективной информации о степени потенциальной опасности воздействия шума на окружающую среду. Изучение шумового загрязнения методом биоиндикации расширяет и углубит понимание состояния городской экосистемы и стадии её деградации.

Сегодня известны такие примеры реакций животного и растительного мира на фактор шума, как наблюдаемое необоснованное беспокойство диких, домашних и морских животных при приближении природных явлений, сопровождающихся инфразвуковыми волновыми колебаниями разной интенсивности [19]; оскудение растительности вблизи источников мощного шума (компрессорные станции, ТЭЦ), которое проявляется в результате смены среды обитания птицами и животными-переносчиками семян [20]. Широкое распространение получили средства на основе ультразвука, отпугивающие насекомых внутри и вне жилых помещений.

Метод биоиндикационных наблюдений используется для определения загрязнения экос-

фер воздуха, воды и почвы. Опыт этих наблюдений может быть применен для разработки методики получения информации о состоянии шумового загрязнения окружающей среды по природным биоиндикаторам, а также последующей корреляции показателей (значений) расчетно-измерительного и биоиндикационного методов.

Применение инструментальных методов входит в круг традиционных методов, используемых человеком при освоении природной среды, на этом фоне новационным представляется использование естественных индикаторов, чувствительных к шумовому излучению. Значение метода биоиндикации для научного подхода к природообустройству заключается в том, что исследователь измеряет природу не арсеналом искусственно изобретенных инструментов, а использует метод наблюдения и накопленного знания об окружающей среде, познавая природу через саму природу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Президент (2016-12-01; В. В. Путин) О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации: Указ Президента Российской Федерации от 01.12.2016 г. № 642. URL: www.consultant.ru (дата обращения 05.08.2017).
2. *Шутова, Е.* Шум за окном отнимает жизнь // Газета.ru. URL: https://www.gazeta.ru/science/2015/06/24_a_6852253.shtml (дата обращения 07.08.2017).
3. *Амиров, Н.Х.* Гигиенические проблемы современных городов // Казанский медицинский журнал. 2005. №4. Т. 86. С. 257-267.
4. *Рысин, Ю.С.* О влиянии ненормированных параметров акустических сигналов и шумов на человека // Т-Comm. 2015. № 5. С.54-56.
5. Патология слухового анализатора у детей, проживающих в условиях комплексного воздействия шумового и химических факторов / *К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Г.И. Хаттарова* // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. № 3-6. С. 1832-1836.
6. *Хасина, Э.И.* Коррекция настойкой патринии скабиозолистной стресс-реакции мышей на действии интенсивного шума // Известия Самарского научного центра РАН. 2013. №3-6. С. 1980-1983.
7. *Зеленько, Ю.В., Мямлин, С.В., Недуржая, Л.А.* Современные подходы к контролю шума от подвижного состава и созданию шумовых карт железных дорог // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2015. № 3 (58). С. 50-53.
8. *Скворцов, А.Н., Савельев, А.П., Пьянзов, С.В.* Оценка акустического загрязнения сельтебной территории в г. Саранске // Вестник Мордовского университета. 2016. Т. 26. № 2. С. 218-227.
9. Методология формирования научных принципов дозиметрии звука / *Е.Л. Овчинников, Н.В. Ерёмкина, М.Ю. Александрова, К.А. Адыширинзаде* // Экология человека. 2011. №4. С. 3-8.

10. Копытенкова, О.И., Курепин, Д.Е., Верещагина, Е.В. Геоэкологическая оценка применения акустических экранов для защиты селитебной территории при транспортировке полезных ископаемых железнодорожным транспортом // БРНИ. 2016. № 3-4 (20-21). С. 36-43.
11. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука / В.Н. Зинкин, С.К. Солдатов, А.В. Богомолов, С.П. Драган // Технологии гражданской безопасности. 2015. №1 (43). С. 90-96.
12. Заяц, Б.С., Заяц, И.Б., Яговкин, Н.Г. Снижение шума на газораспределительных станциях магистральных газопроводов // Вектор науки ТГУ. 2013. № 3 (25). С. 181-184.
13. Кирсанов, В.В. Определение шума внутри групп жилых домов и измерение шума автотранспортных средств // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. №23. С. 212-213.
14. Krahé, D., Schreckenber, D. Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen//Umweltbundesamt. 2014. 40. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall> (дата обращения: 07.08.2017).
15. Васинева, М.В., Ефремова, В.Н., Гераскина, Т.В. Проектно-конструкторские решения для защиты населения от шума // Научный журнал КубГАУ. 2015. №109. С. 183-194.
16. Гертис, К., Зедльбауэр, К. Повышение энергоэффективности школьных зданий // Academia. Архитектура и строительство. 2010. №3. С. 544-552.
17. Черепанцев, С.Ф., Черепанцев, А.С. Связь спектров собственных шумов Земли и океана // Известия ЮФУ. Технические науки. 2004. №5 (40). С. 88-92.
18. Перечень методических документов по измерениям шума и вибрации. Рекомендации для пользователей приборов серий Октава, Экофизика, Октафон-110. Редакция 2016 г. - Москва: Приборостроительное объединение «Октава-электрондизайн», ООО «ПКФ Цифровые приборы», 2016. URL: <http://www.octava.info> (дата обращения: 07.08.2017).
19. Баулин, И. За барьером слышимости. М.: Знание, 1971. 176 с.
20. Как антропогенный шум влияет на растения // Природное наследие URL: <http://www.priroda.org/news/4969> (дата обращения: 21.08.2017).

INTEGRATED ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL NOISE POLLUTION IN URBANIZED AREAS: PROBLEMS

© 2017 K.E. Pushin, I.L. Bukharina

Udmurt State University, Izhevsk

The article focuses on the scientific substantiation of the environmental assessment of noise pollution as a socially important and topical scientific issues. Provides procedure for the integrated assessment of the noise situation of the city, in terms of emissions and noise immissions and of conditions that affect the process of propagation of sound. Analyze of methodological support of the assessment of noise pollution identified the need for the application of the method of bioindication for more information on the impact of noise on the stability of the ecosystem.

Keywords: noise pollution, residential areas, environmental assessment, measuring and bioindicative methods

Irina Bukharina, Doctor of Biological Sciences, Head of Engineering Protection of the Environment Department.

E-mail: buharin@udmlink.ru

Konstantin Pushin, Postgraduate Student.

E-mail: pushinke@udm.ru