

- favorable habitats with step of health risk assessment. *Zdorov'e nasele-niya i sreda obitaniya*. 2010; (11): 28–30. (in Russian)
9. *Identifying the Environmental Cause of Disease: How Should We Decide What to Believe and When to Take Action?* UK, London: Academy of Medical Sciences; 2007.
  10. Shelton D. *Health and Human Rights Working Paper Series No 1. Human Right & Environmental Protection: Linkages in Law & Practice*. Available at: [http://www.who.int/hhr/Series\\_1%20%20Sheltonpaper\\_rev1.pdf](http://www.who.int/hhr/Series_1%20%20Sheltonpaper_rev1.pdf)
  11. Rosenberg D. The Causal Connection in Mass Exposure Cases: «A public Law» Vision of the Tort System. *Harv. L. Rev.* 1984; 97: 849–919.
  12. Batozhargalova B.Ts., Mizernitskiy Yu.L. Influence on exposition to tobacco smoke on respiratory health of teenagers. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya, klinicheskaya meditsina*. 2012; 10(3): 112–21. (in Russian)
  13. Talykova L.V., Sivochalova O.V. Reproductive health of the women occupied of nickel-refining industry in modern social and economic conditions. *Ekologiya cheloveka*. 2010; (6): 16–23. (in Russian)
  14. Zemlyanova M.A., Ulanova T.S., Sinityna O.O., Gileva O.V. The substantiation of a benchmark level for vanadium in human biomed (blood). *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (4): 32–40. (in Russian)
  15. Zaytseva N.V., Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Alekseev V.B., Unguryanu T.N., Buzinov R.V. Study of human health under big industrial plant exposure using health risk assessment and epidemiological study methods. *Ekologiya cheloveka*. 2013; (12): 33–9. (in Russian)
  16. Kuz'min S.V., Kuz'mina E.A., Gurvich V.B., Voronin S.A., Privalova L.I., Matjuhina G.V. The use of a multimedia personal toxic exposure for assessment of environmental risk factors in children (the example of Pervouralsk). In: *Health Protection of Population in Industrial Regions: Strategy of Development, Innovative Approaches and Prospects: Materials of all-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation [Okhrana zdorov'ya naseleniya promyshlennykh regionov: strategiya razvitiya, innovatsionnye podkhody i perspektivy: Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. Ekaterinburg; 2009: 72–5. (in Russian)
  17. Ozkaynak H. Personal exposure models. In: WHO Regional Publications, European Series, No. 85. *Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment*. Available at: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0010/119674/E67902.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0010/119674/E67902.pdf)
  18. MU 2.1.10.3165–14. The usage procedure of the results of biomedical research for evidence of harm done to human health by the negative impact of chemical environmental factors. Moscow; 2014. (in Russian)
  19. Skvorcov A.V. *Delaunay Triangulation and its Application [Triangulyatsiya Delone i ee primeneniye.]*. Tomsk: Izd-vo Tomskogo universiteta; 2002. (in Russian)
  20. Kleyn S.V. Experience in interfacing the calculation and instrumental data during ambient air monitoring. *Zdravookhraneniye Rossiyskoy Federatsii*. 2011; (4): 26. (in Russian)
  21. May I.V., Kleyn S.V., Chigvintsev V.M., Balashov M.Yu. Methodical approaches to increasing the accuracy of exposure assessment based on the conjugation of simulation and monitoring data on ambient air quality. *Analiz riska zdorov'yu*. 2013; (4): 17–25. (in Russian)
  22. R 2.1.10.1920–04. Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment. Moscow; 2004. (in Russian)
  23. MUK 4.1.3161–14. Method of determination of mass concentrations of lead, cadmium, arsenic in the blood by mass spectrometry with inductively coupled plasma. Moscow; 2014. (in Russian)
  24. MUK 4.1.3230–14. Method of determination of mass concentration of chemical elements in biological fluids (blood, urine) by mass-spectrometry with inductively coupled plasma. Moscow; 2014. (in Russian)
  25. Glantz S.A. *Primer of Biostatistics*. New-York: McGraw-Hill; 1994.
  26. Kir'yanov D.A. Simulation of the paired dependencies «exposure – response» for non-cancer risk assessment. In: Onishchenko G.G., Zaytseva N.V., eds. *Hygienic and Medical Preventive Technologies of Health Risk Management Population: Materials of the 2nd all-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation [Gigienicheskie i mediko-profilakticheskie tekhnologii upravleniya riskami zdorov'yu naseleniya: materialy 2-y Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem]*. Perm': Knizhnyy format; 2011: 420–4. (in Russian)
  27. MR 2.1.10.0062–12. Quantitative assessment of non-cancer risk under exposure to chemicals on the basis of constructing evolutionary models. Moscow; 2012. (in Russian)
  28. Alan H.B. Wu, ed. *Tietz Clinical Guide to Laboratory Tests*. London: Elsevier Health Sciences; 2006.

Поступила 19.09.16  
Принята к печати 07.11.16

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2017

УДК 613.164

Май И.В.<sup>1,2</sup>, Кошурников Д.Н.<sup>1</sup>, Галкина О.А.<sup>2</sup>

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ АНАЛИЗ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ГОРОДСКОГО ШУМА (НА ПРИМЕРЕ Г. ПЕРМИ)

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Пермь;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», 614028, Пермь

В рамках исследования выполнены акустические расчеты на территории оценки в границах расчетного прямоугольника площадью 5,6 км<sup>2</sup>, содержащего более 1200 линейных источников шума, 2514 узловых точек, 138 расчетных точек. Дополнительно в расчетных точках оценки были выполнены инструментальные измерения уровней шума на исследуемой территории, где проживает более 60 тыс. человек. Расчетные и инструментальные уровни шумовой нагрузки были сопряжены методом аппроксимации. По результатам сопряжения расчетных и инструментальных данных было выделено 4 зоны с разными уровнями потенциального хронического акустического воздействия на население. С использованием математических моделей эволюции риска установлено формирование умеренного, высокого и чрезвычайно высокого риска в отдельных зонах в границах рассматриваемой территории. Показано, что под влиянием шума проживает более 74% населения в условиях недопустимого риска для здоровья. Установлены критические точки качественного изменения уровней риска умеренный – высокий – чрезвычайно высокий, что для наихудшей 4-й зоны составляет 7; 30; 40 лет, соответственно. В рамках исследования предложены меры по снижению уровней шума, эффективность которых достигает 27 дБА.

Ключевые слова: городской шум; шумовая карта; математические модели; риски для здоровья.

Для цитирования: Май И.В., Кошурников Д.Н., Галкина О.А. Пространственно-временной анализ риска для здоровья населения при воздействии городского шума (на примере г. Перми). *Гигиена и санитария*. 2017; 96(1): 35–39. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-35-39>

May I.V.<sup>1,2</sup>, Koshurnikov D.N.<sup>1</sup>, Galkina O.A.<sup>2</sup>

SPACE-TIME ANALYSIS OF RISK TO PUBLIC HEALTH UNDER THE EXPOSURE TO URBAN NOISE (ON THE EXAMPLE OF PERM)

<sup>1</sup>Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation;

<sup>2</sup>Perm State National Research University, Perm, 614990, Russian Federation;

The study included acoustic calculations carried out on the territory of the assessment within the boundaries of the settlement area of the rectangle with the square 5.6 km<sup>2</sup>, containing more than 1200 linear noise sources, 2514 nodal points, 138 calculation points. In addition, in reference evaluation points there were performed instrumental measurements of noise levels in the study area, where more than 60 thousand people live. Calculated and instrumental noise pollution levels were associated

by means of an approximation method. As a result of coupling computational and instrumental data 4 zones with different levels of potential chronic acoustic impact on the population were allocated. With the use of mathematical models of risk the trend of the formation of moderate, high and very high risk was determined in certain areas within the boundaries of the territory. Under the noise influence over 74% of the population were shown to live in conditions of unacceptable health risk. The critical points of a qualitative change in the risk levels moderate – high – extremely high were set, which is for the worst 4<sup>th</sup> zone is 7, 30, 40, respectively. To reduce noise levels the study suggested measures, the efficiency of which reaches 27 dBA.

**Key words:** city noise; noise maps; mathematical models; health risk.

**For citation:** May I.V., Koshurnikov D.N., Galkina O.A. Space-time analysis of risk to public health under the exposure to urban noise (on the example of Perm). *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2017; 96(1): 35-39. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.1882/0016-9900-2017-96-1-35-39>

**For correspondence:** Dmitry N. Koshurnikov, Senior Research Fellow of the Laboratory of Complex Sanitary and Hygienic Analysis Methods, Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, 614045, Russian Federation. E-mail: [kdn@ferisk.ru](mailto:kdn@ferisk.ru)

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Acknowledgement.** The study had no sponsorship.

Received: 19.09.2016

Accepted: 07.11.2016

## Введение

Проблема негативного воздействия шума имеет глобальный характер, о чем свидетельствуют данные российских и зарубежных исследователей. Так, согласно материалам доклада Европейской зеленой комиссии, более половины населения ЕС постоянно находятся под воздействием шума, превышающего уровень, рекомендуемый Всемирной организацией здравоохранения в качестве безопасного для населения (55 дБА) [1]. По данным официальных органов, в Российской Федерации в условиях акустического дискомфорта проживает значительная доля жителей Москвы, Санкт-Петербурга, Екатеринбурга, Красноярска, Ростова-на-Дону и других городов страны [2], в том числе Перми. В городах основным источником шума является транспорт, преимущественно автомобильный (по разным данным, вклад составляет от 80 до 90%). При этом значения уровней шума, вызванные транспортом в дневное время в жилой застройке, могут достигать 70–80 дБА и превышать допустимые нормы на 15–25 дБА (или в 3–5 раз по субъективному ощущению громкости) [3, 4]. В ряде эпидемиологических исследований установлено, что уровни шума в диапазоне 35–42 дБА в ночное время влияют на нервную систему, нарушение сна (позднее засыпание, фрагментацию сна и пр.). Так, по данным Тогге и соавт. [5], городской шум в диапазоне 45–60 дБА может формировать субъективный шум в ушах, способствовать формированию когнитивных нарушений. Исследованиями Н. Ising, E. Van Kempen, W. Babisch и др. [6–8] показано, что постоянный городской, в том числе ночной, шум на уровнях 58–70 дБА вызывает не только расстройство сна и нервное напряжение, но и способствует развитию гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, стенокардии и инфаркта миокарда. Описаны математические модели связи уровней шума с нарушениями здоровья. При этом негативные изменения в состоянии здоровья человека, находящегося под влиянием акустического загрязнения, развиваются постепенно, проявляясь через определенное время. Как следствие, актуальной задачей является получение достоверной информации о динамике шумового воздействия на население крупного города с учетом пространственных и временных особенностей акустической ситуации. Развитие методических подходов к построению шумовых карт территорий и их реализация, в том числе в Российской Федерации, позволяет оценить комплексное воздействие шума от всех источников территории, выполнять ситуационное моделирование и прогноз уровней шума при различных сценариях функционирования городской среды [9]. Математические модели воздействия шума на здоровье, в том числе динамические, позволяют выполнить оценку рисков для экспонируемого населения [10].

Цель исследования состояла в выделении зон акустического дискомфорта в крупном промышленном центре, оценке динами-

ки и уровней риска для здоровья в приоритетных зонах с разработкой рекомендаций по снижению рисков.

В качестве объекта исследования была выбрана центральная часть г. Перми (общая численность населения составляет более 1 млн жителей), которая характеризуется интенсивной транспортной нагрузкой практически по всем видам транспорта: автомобильный, железнодорожный, воздушный; интенсивными автотранспортными потоками и плотной жилой застройкой. На исследуемой территории постоянно проживает более 60 тыс. человек. Выбранный участок является узловым центром путей передвижения людей к местам приложения труда и отличается максимальными для города пиковыми транспортными нагрузками в утренние и вечерние часы.

## Материал и методы

Уровни шума оценивали на основании сопряжения расчетных и натуральных данных. Акустические расчеты выполняли на площади в 5,6 км<sup>2</sup> (общий периметр – 10,7 км) в 2514 узловых точках с шагом сетки 150 × 150 м. Дополнительно рассчитывали шум в 138 точках, расположенных на перекрестках центральных улиц, в которых в последующем были выполнены инструментальные измерения. При расчетах были учтены архитектурно-планировочные особенности территории, экранирующие распространение шума (здания, сооружения, зеленые насаждения и т.д.). Акустические расчеты выполняли с использованием специализированного программного обеспечения – программы «Эколог-Шум» версия 2.3 (фирма «Интеграл»), реализующей основные нормативные документы по распространению шума на местности [11]. При расчетах использовали данные об интенсивности и структуре транспортных потоков, а также средней скорости движения автомобилей на отдельных участках улично-дорожной сети. Данные были получены из Департамента дорог и транспорта администрации г. Перми.

Инструментальные измерения были выполнены анализатором шума и вибрации «АССИСТЕНТ» (фирма «НТМ-Защита»). Измерения проводили в будние и выходные дни в дневное (7.00–23.00) (включающее вечерние замеры с 19.00 до 23.00) и ночное (23.00–7.00) время. Для оценки риска для здоровья в контрольных точках исследуемой территории выполняли расчет эквивалентного средневзвешенного суточного шума ( $L_{\text{экв}}$ ), который введен Директивой Европейской Комиссии 2002/49/ЕС от 25 июня 2002 г. [12]. Учитывали 12-часовую дневной (с 7.00 до 19.00), вечерний (с 19.00 до 23.00) и ночной интервалы (с 23.00 до 07.00). Средневзвешенный суточный шум был определен для будних и выходных дней.

Сопряжения расчетных и натуральных данных выполняли через установление коэффициентов соответствия между расчетными и фактическими инструментальными уровнями шума в контрольных точках и дальнейшую интер- и экстраполяцию данных по методу Делоне [13]. На основании полученных данных был рассчитан средневзвешенный недельный шум, который принимали в качестве среднесрочного на исследуемой территории. Результаты расчетов и измерений шума наносили на векторную карту города в среде геоинформационной системы ArcGIS 9.3 с при-

**Для корреспонденции:** Кошурников Дмитрий Николаевич, ст. науч. сотр. лаб. методов комплексного санитарно-гигиенического анализа и экспертиз, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения», 614045, Пермь. E-mail: [kdn@ferisk.ru](mailto:kdn@ferisk.ru)

менением и отображением вспомогательных электронных слоев местности и существующей градостроительной обстановки.

Оценку риска здоровью населения проводили согласно методическим рекомендациям Роспотребнадзора через расчет приведенного индекса риска ( $R_t^{Acob}$ ) [10], который определяется на основе решения системы рекуррентных уравнений, описывающих эволюционные математические модели развития во времени неблагоприятных эффектов определенной тяжести под воздействием шума. Последние построены на базе совокупности отечественных и зарубежных данных о динамике развития этих эффектов на фоне естественного старения организма. Учитывали, что величина индекса менее 0,05 характеризует риск как пренебрежительно малый, слабо влияющий на уровень состояния здоровья на исследуемой территории. Индекс в диапазоне 0,05–0,35 характеризует риск как умеренный, при котором рекомендуются меры по организации постоянного мониторинга шумовой нагрузки и мероприятия по снижению шумовой нагрузки в среднесрочной и краткосрочной перспективе. Величина индекса риска в диапазоне 0,35–0,6 характеризует риск как высокий; а в диапазоне выше 0,6 – как чрезвычайно высокий. Последние уровни риска требуют систематического мониторинга ситуации и принятия мер в краткосрочной или ближайшей перспективе.

Оценку риска проводили для наихудшего сценария воздействия, когда шум внутри помещений незначительно отличается от уличного вследствие постоянного применения режима «протравливания» (режима приоткрытых окон).

## Результаты и обсуждение

Установлено, что в условиях высокой интенсивности движения (до 1850 машин в час через створ в утренние часы с 8:00 до

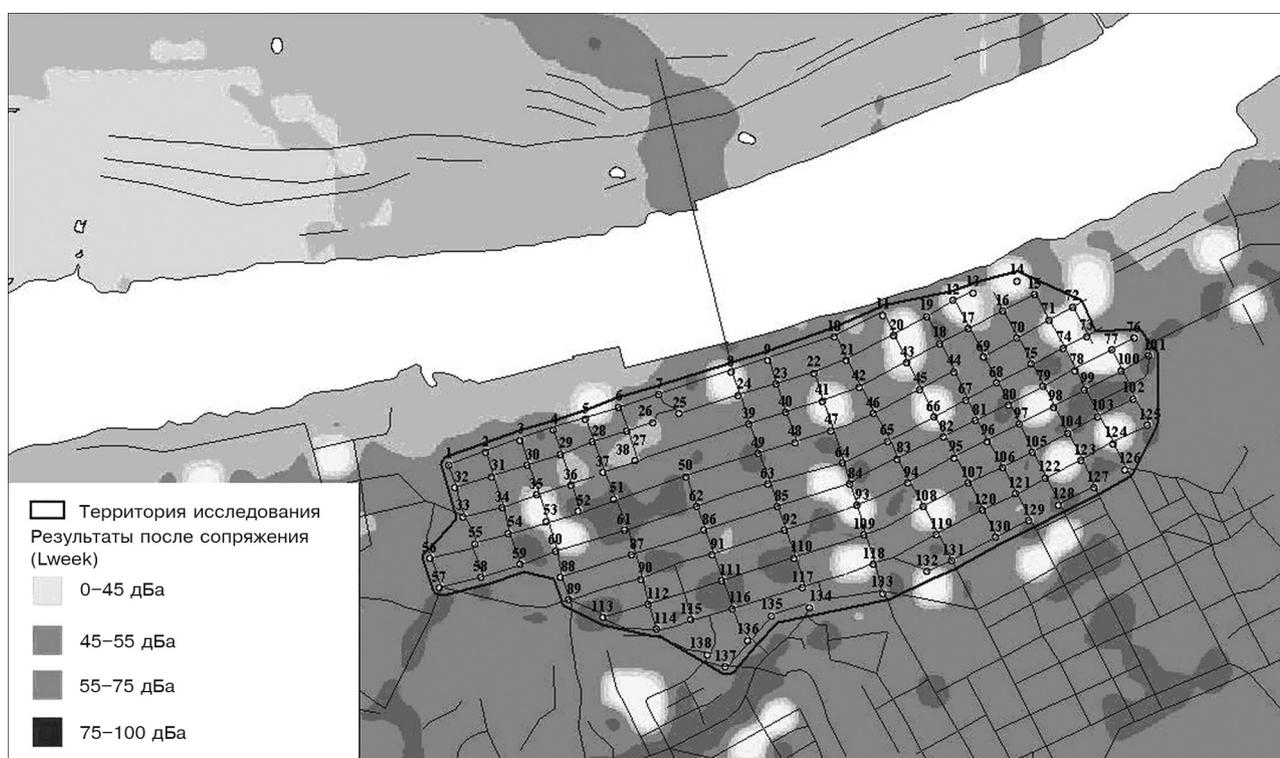
Фрагмент результатов натурных измерений шума на исследуемой территории

Номер точки	Координаты		Будние дни			Выходные дни		
	X (м)	Y (м)	L день (7.00–19.00)	L вечер (19.00–23.00)	L ночь (23.00–07.00)	L день (7.00–19.00)	L вечер (19.00–23.00)	L ночь (23.00–07.00)
1	2607,5	-2458	55,4	63,2	56,7	54,8	58,2	46,6
10	-51,68	47,12	60,2	71,1	61,5	72,0	68,6	59,1
15	507,5	-2458	56,9	60,1	52,9	58,8	61,2	51,3
21	16,69	-89,62	71,2	71,1	61,5	72,0	68,6	59,1
42	92,25	-244,35	71,0	71,1	61,5	72,0	68,6	59,1
47	-69,67	-496,23	69,9	71,1	61,5	72,0	68,6	59,1
64	-4,90	-683,35	73,9	74,4	73,6	68,4	72,9	61,2
68	207,5	-2308	56,6	62,2	53,0	59,3	60,7	50,9
70	-92,5	-2308	56,8	63,1	53,8	60,4	61,0	50,8
93	77,86	-931,63	74,1	71,6	66,2	69,4	71,0	67,9
116	807,5	-2158	58,9	64,3	53,8	59,2	62,4	53,5

9:00 утра и вечером с 18:00 до 19:30 часов) расчетные уровни шума в точках жилой застройки варьировались в диапазоне от 37,3 до 77 дБА. Значения эквивалентного шума с уровнем более 75 дБА были отмечены в 5 точках, в основном на пересечениях улиц. Инструментальные исследования показали, что фактические параметры шума повсеместно близки расчетным уровням: в дневное время суток были зафиксированы показатели в диапазоне от 50,6 до 76,9 дБА в рабочие дни и от 56,6 до 73,8 дБА в выходные. В вечернее время суток шум отмечен в диапазоне от 61 до 74,4 дБА в рабочие дни и от 57,5 до 73,3 дБА в выходные. Ночью уровень шума снижался до 44,9–45,5 дБА, достигая, однако, в отдельных точках 73,6 дБА в рабочие дни и 68,8 дБА в выходные. Фрагмент результатов инструментальных измерений приведен в табл. 1.

Шумовые карты, построенные для разного времени суток на основе сопряжения расчетных и натуральных данных, позволили выделить зоны наибольшего постоянного акустического воздействия на жителей.

На рисунке отражено пространственное распределение уровней шума, принимаемого в качестве среднегодового (светлые



Пространственная картина шумового загрязнения исследуемой территории г. Перми ( $L_{den}$ ).

Таблица 2

Результаты оценки риска для здоровья населения в условиях хронической экспозиции шума с уровнем средневзвешенного суточного шума 78,4 дБА

Возраст, годы	Приведенный индекс риска			
	заболеваний органов слуха $R_{ш}^{Ac1}$ *	заболеваний сердечно-сосудистой системы $R_{ш}^{Ac2}$	заболеваний нервной системы $R_{ш}^{Ac3}$	заболеваний органов кровообращения, нервной системы и органов слуха $R_{ш}^{Acob}$
0	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,003	0,026	0,007	0,035
6	0,003	0,032	0,008	0,043
7	0,004	0,038	0,009	0,051
9	0,005	0,051	0,012	0,068
10	0,006	0,059	0,013	0,076
15	0,009	0,101	0,020	0,127
20	0,012	0,155	0,027	0,188
25	0,015	0,225	0,035	0,264
30	0,019	0,316	0,042	0,357
35	0,023	0,435	0,050	0,475
40	0,027	0,590	0,058	0,624
45	0,031	0,795	0,066	0,815
50	0,035	0,875	0,075	0,978
55	0,038	0,878	0,078	0,981
60	0,039	0,879	0,079	0,985
70	0,040	0,880	0,080	1,000

Примечание. \* обозначения приняты в соответствии с МР 2.1.1.0059–2012 [10].

участки характеризуют в основном внутриквартальные дворовые территории). В целом полученные карты максимально точно характеризовали акустическую картину на исследованной территории, поскольку отражали реальные уровни шумовой нагрузки по данным инструментальных исследований и пространственные особенности распределения шума – по данным расчетов.

Исследования позволили выделить четыре основные зоны с разными уровнями потенциального хронического акустического воздействия на население:

– зона 1 –  $L_{ден} = 40,5 \pm 0,69$  дБА, в том числе ночной шум не выше 35 дБА. Общее число жителей, постоянно проживающих в данной зоне, – 5567 человек;

– зона 2 –  $L_{ден} = 49,2 \pm 0,17$  дБА (диапазон 45–55 дБА), 3225 жителей;

– зона 3 –  $L_{ден} = 62,0 \pm 0,34$  дБА (диапазон 55–75 дБА), 48 869 жителей;

– зона 4 –  $L_{ден} = 78,4 \pm 1,36$  дБА (диапазон выше 75 дБА), 7349 жителей.

Определено, что большая часть городского центра находится в области акустического дискомфорта. Максимальные уровни шума отмечены в жилой застройке, расположенной вдоль основных автотранспортных магистралей на расстояниях до 50 м и слабо экранированной зелеными насаждениями.

Установлено, что недопустимые риски для здоровья жителей 1-й зоны отсутствуют, уровни шума не превышают пороговых значений формирования эффектов, в том числе в отношении нарушений ночного сна. Для жителей 2-й зоны риски также находятся в пределах пренебрежимо малых значений, выражаются в невысокой вероятности появления ощущений нарушенности сна, трудного засыпания (не более 2% жителей). Рисков формирования болезней сердечно-сосудистой системы не создается.

В условиях недопустимых уровней риска здоровью находятся жители 3-й и 4-й зон исследованной территории. Индексы риска в этих зонах достигают максимальных величин 0,38 и 0,99 соответственно. При этом основной вклад в суммарные риски

Таблица 3

Результаты оценки риска для здоровья населения под воздействием шумового фактора

Возраст, годы	Индекс риска нарушения здоровья ( $R_i^{Acob}$ )			
	Зоны с хроническим шумовым воздействием, дБА			
	зона 1 40,5 ± 0,69	зона 2 49,2 ± 0,17	зона 3 62,0 ± 0,34	зона 4 78,4 ± 1,36
0	0,000	0,000	0,000	0,000
5	0,000	0,001	0,007	0,035
7	0,000	0,001	0,011	<b>0,051</b>
10	0,000	0,002	0,016	<b>0,076</b>
15	0,000	0,003	0,025	<b>0,127</b>
20	0,000	0,004	0,035	<b>0,188</b>
25	0,000	0,005	0,046	<b>0,264</b>
27	0,000	0,006	<b>0,052</b>	<b>0,299</b>
30	0,000	0,006	<b>0,060</b>	<b>0,357</b>
35	0,000	0,007	<b>0,076</b>	<b>0,475</b>
40	0,000	0,009	<b>0,094</b>	<b>0,624</b>
45	0,000	0,010	<b>0,117</b>	<b>0,815</b>
50	0,000	0,011	<b>0,145</b>	<b>0,978</b>
55	0,000	0,012	<b>0,181</b>	<b>0,981</b>
60	0,000	0,013	<b>0,228</b>	<b>0,985</b>
65	0,000	0,015	<b>0,291</b>	<b>0,992</b>
66	0,000	0,015	<b>0,306</b>	<b>0,993</b>
70	0,000	0,016	<b>0,379</b>	<b>1,000</b>

нарушения здоровья вносят заболевания сердечно-сосудистой системы (пример – в табл. 2).

При этом критические возрастные точки (их можно рассматривать как длительность хронической экспозиции), при которых риски переходят в качественно иную категорию, для разных зон постоянного проживания являются разными. Пример эволюции (нарастания) риска для здоровья в разных зонах исследованной территории приведен в табл. 3.

Так, для жителей третьей зоны риск переходит из категории «низкий» в категорию «умеренный» приблизительно через 27 лет хронического воздействия (в основном за счет риска формирования гипертонии), в категорию «высокий» – через 66 лет. Чрезвычайно высоких рисков не создается. Для жителей 4-й зоны «критическими» периодами соответственно являются – периоды шумовой экспозиции 7; 30 и 40 лет.

Пересечение шумовой карты с тематическим слоем плотности проживания населения позволило определить численность жителей, проживающих в зонах с разными уровнями риска (табл. 4).

В целом на исследуемой территории в условиях низкого (приемлемого) риска для здоровья проживает 16 922 человек (или 26% от всего населения), в условиях умеренного риска – 29 686 (46%), в условиях высокого риска – 6779 (10%), чрезвычайно высокого – 11 622 человек (18%).

## Заключение

Таким образом, сложившаяся акустическая ситуация в центре г. Перми характеризуется как формирующая при длительном и хроническом воздействии умеренные, высокие и чрезвычайно высокие риски формирования поражений здоровья почти для двух третей населения, проживающего на исследуемой территории. Долгосрочная тенденция в изменении показателей здоровья проявляется в нарастании риска с увеличением возраста. Совокупный риск нарушений здоровья определяется нарушениями в сердечно-сосудистой системе, так как изменения в ней наступают значительно раньше, чем нарушения в звуковом анализаторе и нервной системе.

Таблица 4

**Численность населения, проживающего в условиях различного шумового воздействия**

Население	Зоны с различной шумовой нагрузкой, дБА			
	Зона 1 0–45	Зона 2 45–55	Зона 3 55–75	Зона 4 75–100
Общая численность	5567	3225	48 869	7349
в условиях низкого риска	5565	3225	7775	355
в условиях умеренного риска	0	0	27 684	2002
в условиях высокого риска	0	0	5625	1155
в условиях чрезвычайно высокого риска	0	0	7785	3838

С целью минимизации рисков и повышения экологической безопасности населения города требуются меры по снижению уровня шума. К мероприятиям по защите от шума относятся прежде всего совершенствование транспортной схемы города – снижение числа частных автомобилей, допускаемых в центр города с развитием системы перехватывающих стоянок и общественного транспорта; обеспечение безостановочного движения транспорта за счет создания «зеленой волны» и соблюдения скоростного режима движения машин. Актуальным является и первичное (в момент проектирования и строительства) и вторичное (в рамках капитального ремонта) шумозащитное остекление жилых зданий, эффект которого может составлять до 25–27 дБА с развитием централизованных систем кондиционирования воздуха жилых и общественных помещений. Сохраняют актуальность и меры по защите расстоянием (удаление застройки от проезжей части) и применение зеленых насаждений (эффект снижения шума на уровне 3–4 дБА).

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Литература (п. п. 5–8 см. References)**

- Иванов Н.И. Основные направления и проблемы экологической акустики. В кн.: *Материалы XXVII сессии Российского акустического общества, посвященной памяти ученых-акустиков*. Санкт-Петербург, 2014: 1–10.
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году». М.; 2015.
- Буторина М.В. Концепция и разработка карт шума городов и населенных пунктов. В кн.: Иванов Н.И., ред. *Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Защита населения от повышенного шумового воздействия»*. СПб.; 2009: 117–40.
- Фридман К.Б., Лим Т.Е., Шусталов С.Н. Концептуальная модель оценки и управления риском здоровью населения от транспортных загрязнений. *Гигиена и санитария*. 2011; 90(3): 20–5.
- Волкодаева М.В., Левкин А.В., Демина К.В. Использование шумовых карт города для выбора управленческих решений по регулированию автотранспортных потоков. *Noise Theory and Practice*. 2015; 1(1): 22–31.
- MP 2.1.10.0059–2012. Оценка риска здоровью населения от воздействия транспортного шума. М.: 2012.

- ГОСТ 31295.2–2005 (ИСО 9613-2:1996). Межгосударственный стандарт. Шум. Затухание звука при распространении на местности. Часть 2. Общий метод расчета.
- Директива 2002/49/ЕС Европейского Парламента и Совета от 25 июня 2002 года об оценке и регулировании шума окружающей среды.
- Клейн С.В., Кошурников Д.Н., Чигвинцев В.М. Опыт зонирования городской территории по уровню риска возможного нарушения здоровья населения под воздействием техногенного шума внешней среды. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Социальные, гуманитарные, медико-биологические науки*. 2015; 17(5-2): 469–76.

**References**

- Ivanov N.I. Main directions and environmental acoustic problems. In: *Materials XXVII Session of the Russian Acoustical Society, dedicated to the memory of acoustics scientists [Materialy XXVII sessii Rossiyskogo akusticheskogo obshchestva, posvyashchennoy pamyati uchennykh-akustikov]*. St. Petersburg; 2014: 1–10. (in Russian)
- State report «On the state sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2014». Moscow; 2015. (in Russian)
- Butorina M.V. Concept and development of noise maps of cities and towns. In: Ivanov N.I., ed. *Proceedings of the II All-Russian Scientific-Practical Conference with International Participation «The Protection of the Population from the Impact of Increased Noise» [Sbornik dokladov II Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Zashchita naseleniya ot povyshennogo shumovogo vozdeystviya»]*. St. Petersburg; 2009: 117–40. (in Russian)
- Fridman K.B., Lim T.E., Shustalov S.N. Conceptual model for assessment and management of human risk from transport pollution. *Gigiena i sanitariya*. 2011; 90(3): 20–5. (in Russian)
- Torre G., Moscato U., Torre F., Ballini P., Marchi S., Ricciardi W. Environmental noise exposure and population health: a cross-sectional study in the Province of Rome. *J. Public Health*. 2007; 15(5): 339–44.
- Ising H., Babisch W., Guski R., Kruppa B., Maschke C. *Exposure and Effect Indicators of Environmental Noise*. 2004.
- van Kempen E., van Kamp I., Fischer P., Davies H., Houthuys D., Stelato R. et al. Noise exposure and children's blood pressure and heart rate: The RANCH-project. *Occup. Environ. Med*. 2006; 63(9): 632–9.
- Haines M.M., Brentnall S.L., Stansfeld S.A., Klineberg E. Qualitative responses of children to environmental noise. *Noise Health*. 2003; 5(19): 19–30.
- Volkodaeva M.V., Levkin A.V., Demina K.V. The use of noise maps of the city to select the administrative decisions on the regulation of motor currents. *Noise Theory and Practice*. 2015; 1(1): 22–31. (in Russian)
- MR 2.1.10.0059–2012. Guidelines. Assessment of risk to human health from exposure to traffic noise. (in Russian)
- GOST 31295.2–2005 (ISO 9613-2:1996) Interstate standard. Noise. Attenuation of sound during propagation outdoors. Part 2: General method of calculation. (in Russian)
- Directive 2002/49 / EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 on the environmental noise assessment and monitoring. (in Russian)
- Kleyn S.V., Koshurnikov D.N., Chigvintsev V.M. Experience of urban territory zoning on risk level of possible violation of the population health as a result of environmental technogenic noise. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. Sotsial'nye, gumanitarnye, mediko-biologicheskie nauki*. 2015; 17(5-2): 469–76. (in Russian)

Поступила 19.09.16  
Принята к печати 07.11.16