

УДК: 534.6  
OECD: 01.03.AA

## Исследование инфразвукового излучения в условиях урбанизированных территорий на примере Самарской области

Васильев А.В.  
Генеральный директор, ООО «Институт химии и инженерной экологии»,  
г. Тольятти, РФ

### Аннотация

Проведены исследования инфразвукового излучения в условиях урбанизированных территорий Самарской области. Измерения производились в городах Самарской области: Самара, Сызрань, Жигулевск. В ряде точек выявлено превышение нормативных значений. Анализ результатов измерений уровней инфразвукового давления поршневого четырехступенчатого компрессора показал, что уровень инфразвукового излучения, создаваемого при работе компрессора, превышает установленные нормативы для рабочих мест. Необходимо разработать и внедрить мероприятия по снижению воздействия инфразвука в установленных неблагоприятных зонах урбанизированных территорий и инфразвукового излучения от производственного оборудования.

**Ключевые слова:** инфразвук, урбанизированная территория, измерение, исследование, анализ.

### *Research of infrasound radiation in conditions of urban territories on the example of Samara region*

Vasilyev A.V.  
Director general, LLS "Institute of Chemistry and Engineering Ecology", Togliatti, Russia

### *Abstract*

*Research of infrasound radiation in conditions of urban territory of Samara region have been carried out. Measurements have been carried out in towns of Samara region: Samara, Syzran, Zhigulyovsk. In a number of points of measurements exceeding of norms on sound pressure levels of infrasound have been determined. Analysis of measurements results of sound pressure levels of infrasound of piston four-stage compressor is showing that infrasound radiation level generated during compressor operation, is exceeding norms for working places. It is necessary to develop and to implement measures of reduction of impact of infrasound in determined dangerous zones of urban territories and of infrasound radiation form industrial equipment.*

**Keywords:** *infrasound, urban territory, measurement, research, analysis.*

### Введение

В зависимости от интенсивности или уровней инфразвук может наносить значительный ущерб здоровью и работоспособности человека [1-6, 8, 9, 11, 12]. Результаты исследований действия инфразвука на человека показывают, что вредное воздействие

инфразвук носит комплексный характер и в том числе выражается в угнетении слуховой, вестибулярной и статокINETической функций; появлении признаков утомления и снижении работоспособности, воздействии на вестибулярный аппарат, сердечно-сосудистую систему и др.

Звук на низких частотах и инфразвук преодолевает большие расстояния практически с минимальными потерями звуковой энергии, что показано в ряде работ [2, 7-10]. Поэтому интенсивное воздействие инфразвука на человека возможно на значительной части урбанизированных территорий.

Транспорт является одним из наиболее интенсивных излучателей инфразвука и низкочастотного шума в городской среде. При этом интенсивность инфразвукового излучения от транспорта непрерывно возрастает. Другими значительными источниками инфразвукового воздействия на окружающую среду и жилые массивы являются производственные предприятия машиностроения, химической промышленности, объекты энергетики и др.[3, 7, 9].

Настоящая статья посвящена исследованию инфразвукового излучения в условиях урбанизированных территорий на примере Самарской области России.

## 1. Измерения уровней инфразвука на территории Самарской области

Исследования по оценке уровней инфразвука проводились в дневное время в будние дни более чем в 150 точках различных районов Самарской области. Измерялись спектральные и эквивалентные значения уровней инфразвука и низкочастотного звука в октавной и 1/3-октавной полосах частот. В качестве оборудования, с помощью которого производились замеры уровней инфразвука, был выбран шумомер - анализатор шума "Октава 101АМ".

Из общего числа измерений более 60 были проведены на территории городского округа Самара. При анализе результатов измерений были выявлены превышения норм уровней звукового давления (УЗД) в октавной и 1/3-октавной полосах частот в следующих точках измерения: Промышленный район, селитебная территория микрорайона Солнечный-2, Промышленный район, ул. Нововокзальная, дом №162, Октябрьский район, ул. Ново-Садовая, дом №33, Самарский район, ул. Куйбышева, дом №106, Железнодорожный район, ул. Партизанская, дом №140 и др.

Более 30 замеров УЗД инфразвука и низкочастотного шума в октавной и 1/3-октавной полосах частот было проведено в пределах городского округа Жигулевск. По результатам этих измерений превышений предельно допустимых уровней (ПДУ) инфразвука и низкочастотного звука в октавной и 1/3-октавной полосах частот не обнаружено. Хотя, стоит отметить, что в ряде точек полученные значения измерений оказались весьма близки к предельно допустимым.

Еще одна серия измерений УЗД инфразвука и низкочастотного шума в октавной и 1/3-октавной полосах частот в количестве более 40 штук была проведена в городском округе Сызрань. При оценке результатов замеров УЗД инфразвука и низкочастотного звука в октавной и 1/3-октавной полосах частот были выявлены превышения в следующих точках: ул. Советская, дом №104; №14, пр-т 50 лет Октября, дом №79; №15, ул. Металлистов, дом №27; №16 г. Сызрань, ул. Шухова, дом №10 и др.

Примеры представления диаграмм спектральных характеристик инфразвука для жилых территорий Самарской области показаны на рис. 1-3.

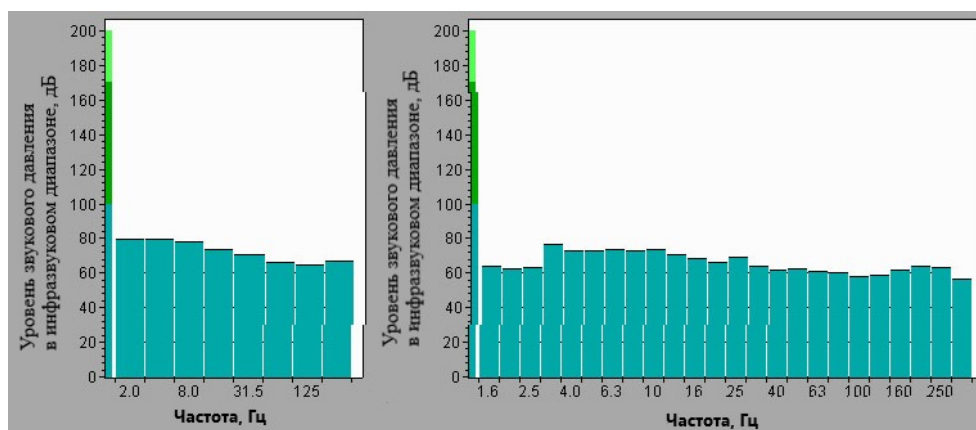


Рис. 1. Октавный и 1/3-октавный спектры уровней звукового давления инфразвука в г. Самара, Кировский район, ул. Демократическая, дом №4

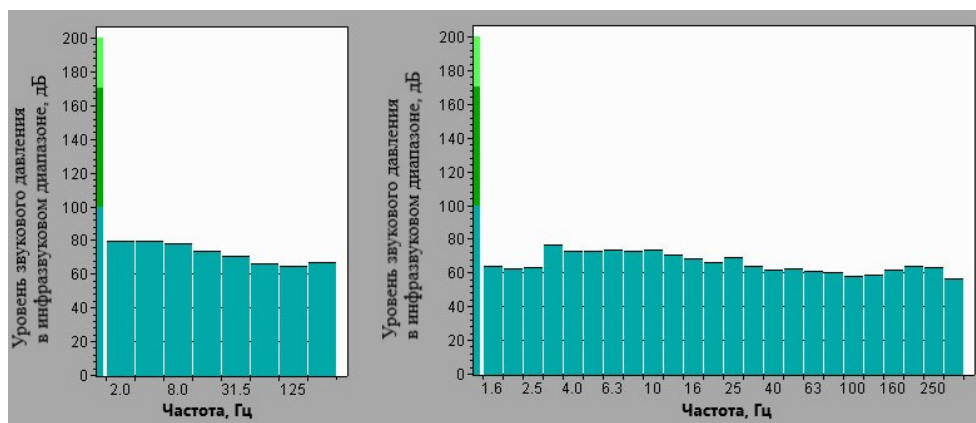


Рис. 2. Октавный и 1/3-октавный спектры уровней звукового давления инфразвука в г. Жигулевск, ул. Приволжская, дом №12

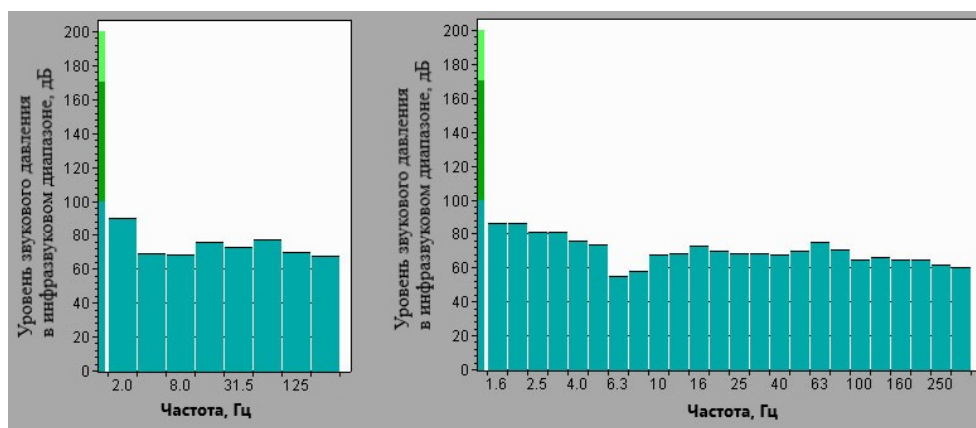


Рис. 3. Октавный и 1/3-октавный спектры уровней звукового давления инфразвука в г. Сызрань, ул. Урицкого, дом №102

В соответствии требованиям нормативного документа СН 2.2.4 / 2.1.8.583-96 ПДУ инфразвука на территории жилой застройки соответствует 90 дБ Лин (общий уровень инфразвука). В октавных полосах частот: 2 Гц - 90 дБ; 4 Гц - 85 дБ, 8 Гц - 80 дБ,

16 Гц - 75 дБ. Если характер инфразвука прерывистый, то, согласно нормам, его УЗД измеряемый по шкале измерителя уровня звука «Лин», не должен превышать 120 дБ.

На территории городского округа Тольятти были выявлены превышения ПДУ звукового давления инфразвука в октавной и 1/3-октавной полосах частот.

Таблица 1

Классификация стационарных источников шума по категориям

Адрес	Превышение нормативных значений по УЗД инфразвука в октавной и 1/3-октавной полосах частот, дБ			
	2 Гц	4 Гц	8 Гц	16 Гц
Центральный район, ул. Родины, д. №36	1	3	3	2
Центральный район, ул. Лесная, д. №46	1	3	3	3
Комсомольский район, ул. Л. Чайкиной, дом №63	11	11	5	-
Комсомольский район, ул. У. Громовой, дом №50	8	7	5	1
Комсомольский район, ул. Ярославская, дом №49	8	6	5	1
Комсомольский район, ул. Мурысева, дом №100	7	6	4	1
Комсомольский район, ул. Коммунистическая, дом №87	7	6	4	1
Комсомольский район, ул. Матросова, дом №1	6	5	4	2
Комсомольский район, ул. Громовой, дом №20	6	5	3	2
Комсомольский район, ул. З. Космодемьянской, дом №34	6	5	3	3
Комсомольский район, ул. Механизаторов, дом №16	5	4	3	3
№К-10, Комсомольский район, ул. Есенина, дом №16	5	4	3	4

Таким образом, анализ результатов измерений показывает, что для ряда участков урбанизированных территорий Самарской области наблюдаются превышения нормативов санитарно-гигиенических требований в октавных полосах частот. В ряде точек измеренные значения уровней инфразвука соответствуют нормам, но для ряда точек значения УЗД инфразвука предельно близки к максимально допустимым.

## 2. Измерения уровня инфразвукового излучения на промышленных площадках Самарской области

Измерялись также уровни инфразвукового излучения на промышленных площадках Самарской области. Результаты измерения уровней инфразвукового давления (октавный и 1/3-октавный спектры) поршневого четырехступенчатого компрессора «Маннесманн-Меер» в цехе №4 ПАО «КуйбышевАзот» приведены на рис. 4,5. Измерения

проводились современным акустическим оборудованием (Анализатор шума и вибрации "Ассистент").

Анализ результатов измерений в условиях производства показывает, что уровень инфразвукового излучения, создаваемого при работе компрессора, превышает установленные нормативы для рабочих мест. Для всех измерений максимальные значения уровней инфразвукового давления в октавном диапазоне наблюдаются на частоте 16 Гц, в 1/3-октавном диапазоне – на частоте 20 Гц. Также можно сделать вывод, что при работе компрессора создается интенсивное инфразвуковое излучение в окружающую среду.

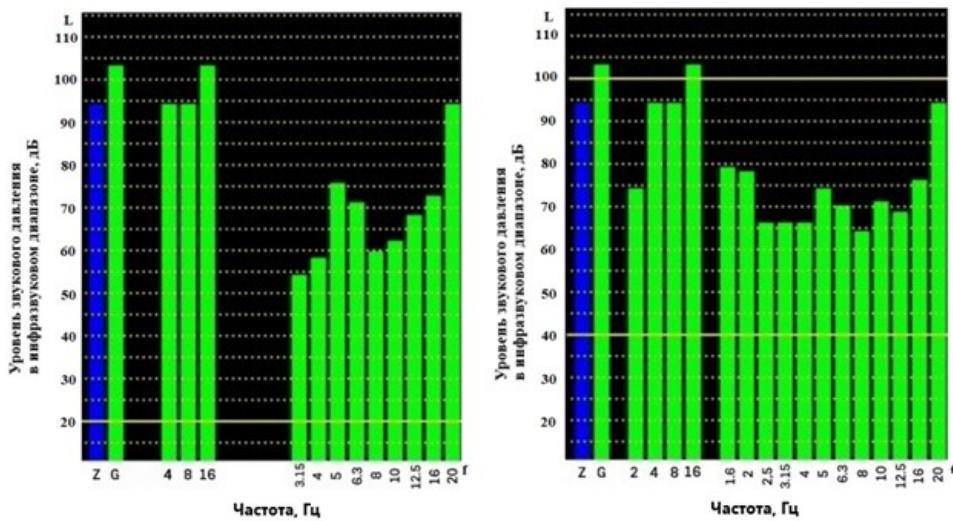


Рис. 4. Октавный и 1/3-октавный спектры уровней звукового давления инфразвука поршневого четырехступенчатого компрессора «Маннесманн-Меер» в цехе №4 ПАО «КуйбышевАзот», измерение: слева - возле цилиндра первой ступени на расстоянии 1,5 метра справа - возле цилиндра четвертой ступени на расстоянии 1,5 метра

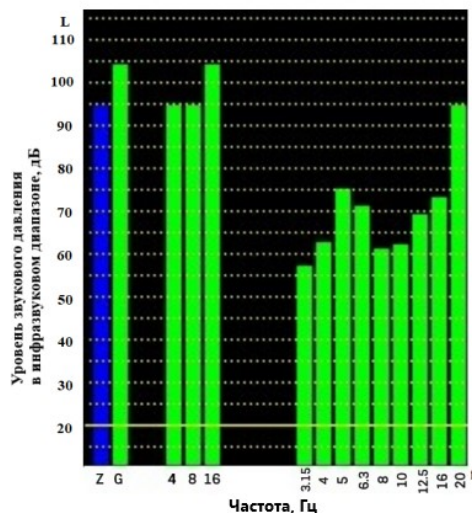


Рис. 5. Октавный и 1/3-октавный спектры уровней звукового давления инфразвука поршневого четырехступенчатого компрессора «Маннесманн-Меер» в цехе №4 ПАО «КуйбышевАзот», измерение возле направляющей крейцкопфа и картера компрессора на расстоянии 1,5 метра

Также по результатам проведенных измерений были составлены карты инфразвука на территории Самарской области. В качестве примера на рис. 6 показана карта инфразвукового излучения для селитебной территории г. Самара.



Рис. 6. Карта инфразвукового излучения для селитебной территории г. Самара

Условные обозначения:

- зеленый цвет – УЗД инфразвука в октавных диапазонах:  
<90дБ – при  $f=2\text{Гц}$ , <85дБ – при  $f=4\text{Гц}$ , <80дБ – при  $f=8\text{Гц}$ , <75дБ – при  $f=16\text{Гц}$ ;
- жёлтый цвет – УЗД инфразвука в октавных диапазонах:  
90-95дБ – при  $f=2\text{Гц}$ ; 85-90дБ – при  $f=4\text{Гц}$ ; 80-85дБ – при  $f=8\text{Гц}$ , 75-80дБ – при  $f=16\text{Гц}$ ;
- красный цвет – УЗД инфразвука в октавных диапазонах:  
>95дБ – при  $f=2\text{Гц}$ ; >90дБ – при  $f=4\text{Гц}$ ; >85дБ – при  $f=8\text{Гц}$ , >80дБ – при  $f=16\text{Гц}$

### Заключение

В ходе проведенных измерений на территории Самарской области были выявлены превышения нормативных требований по уровням воздействия инфразвука в некоторых точках измерения селитебной зоны и на производственных площадках. Исходя из этого можно говорить о высоком уровне проблемы повышенного инфразвукового воздействия на урбанизированных территориях Самарской области.

Необходимо разработать и внедрить мероприятия по снижению воздействия инфразвука в установленных неблагоприятных зонах урбанизированных территорий и инфразвукового излучения от производственного оборудования, а также продолжить исследования уровней инфразвука в жилой зоне и на промышленных площадках.

*Работа выполнена в рамках губернского гранта Самарской области по науке и технике.*

### Список литературы

1. Алексеева Н.А., Васильев А.В., Шишкин В.А., Пимкин В.В. Мониторинг акустического загрязнения на территории Самарской области и методы его снижения. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2007. № 5. С. 11-14.

2. Васильев А.В. Экологический мониторинг физических загрязнений на территории Самарской области. Снижение воздействия источников загрязнений: монография / Самара, 2009.
3. Васильев А.В. Акустическая экология города: учеб. пособие для студентов вузов / А. В. Васильев; Федеральное агентство по образованию, Тольяттинский гос. ун-т. Тольятти, 2007 - 166 с.
4. Васильев А.В. Шумовая безопасность урбанизированных территорий. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-1. С. 299-305.
5. Васильев А.В. Анализ шумовых характеристик селитебной территории г. Тольятти. Экология и промышленность России. 2005. № 4. С. 20-23.
6. Васильев А.В., Розенберг Г.С. Мониторинг акустического загрязнения селитебной территории г. Тольятти и оценка его влияния на здоровье населения. Безопасность в техносфере. 2007. № 3. С. 9-12.
7. Гагарин С.А., Рожихин Н.С. Особенности излучения инфразвука и низкочастотных колебаний от трансформаторных подстанций города Ижевска. Вестник Удмуртского университета, серия «Биология. Науки о земле». 2017, т. 27, вып. 4. С. 437-444.
8. Зинкин В.М., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Драган С.П. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука. Технологии гражданской безопасности. 2015. Т. 12, №1 (43). С. 90-96.
9. Иванов Н.И., Никифоров А.С. Основы виброакустики: Учебник для вузов – СПб.: Политехника, 2000. – 482 с.: ил.
10. Luzzi S., Vasilyev A.V. Noise mapping and action planning in the Italian and Russian experience. 8th European Conference on Noise Control 2009, EURONOISE 2009 – Proceedings of the Institute of Acoustics 2009. (Васильев А.В., Луцци С. Новые подходы к мониторингу шума дорожного движения. Труды восьмой европейской научной конференции по борьбе с шумом "Евро-Шум 2009", г. Эдинбург, Великобритания, 26-28 октября 2009 г., электронный сборник трудов, с.: 10).
11. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. С. 43-46. (Васильев А.В. Метод и подходы к оценке экологических рисков урбанизированных территорий. В сб. трудов реферируемого научного журнала "Безопасность техногенной среды" Рижского технического университета: Рига, Латвия, изд-во Рижского технического университета, 2014, №6, с. 43-46).
12. Vasilyev A.V., Sannikov V.A. and Tyurina N.V. Experience of estimation and reduction of noise and vibration of industrial enterprises of Russia. Journal "Akustika", Czech Republic, Volume 32, March 2019, pp. 247-250. (Васильев А.В., Санников В.А., Тюрина Н.В. Опыт оценки и снижения шума и вибрации промышленных предприятий России. Журнал «Акустика», Чешская республика, т. 32, Март 2019 г., с.247-250).

## References

1. Alexeeva N.A., Vasilyev A.V., Shishkin V.A., Pimkin V.V. Monitoring of acoustical pollution on the territory of Samara region. The Bulletin of Samara Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Samara, 2007, Issue "S", pp. 11-14.
2. Vasilyev A.V. Ecological Monitoring of Physical Pollutions on the Territory of Samara Region. Reduction of Impact of Sources of Physical Pollutions. Book. – Samara, Edition of Samara Scientific Center of Russian Academy of Science, Samara, Russia, 2009.

3. Vasilyev A.V. Acoustical Ecology of Town. Educational Book for Teaching of Students of Universities. Togliatti: Edition of Togliatti State University, 2007,
4. Vasilyev A.V. Noise Safety of Urban Territories. The Bulletin of Samara Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Samara, 2014, Volume 16, No 1-1, pp. 299-305.
5. Vassiliev A.V. Analysis of Noise Characteristic of Living Area of Togliatti City. Ecology and Industry of Russia, No 4, April 2005, pp. 20-23.
6. Vasilyev A.V., Rozenberg G.S. Monitoring of Noise Pollution in Living Area of Togliatti City and Estimation of It Influence to the Health of Inhabitants. Proc. of Scientific-Practical Journal "Safety in Technosphere", No 3, 2007, pp. 9-12.
7. Gagarin S.A., Rozhihin N.S. Peculiarities of radiation of infrasound and of low frequency oscillations from transformer substations of Izhevsk town. The Bulletin of Udmurtsky University, "Biology. Earth science" series. 2017. Vol. 27. Issue 4, pp. 437-444.
8. Zinkin V.M., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Dragan S.P. Relevant problems of protection of population from low frequency noise and infrasound. Technologies of civil security. 2015. Vol. 12, No. 1(43), pp. 90-96.
9. Ivanov N.I., Nikiforov A.S. Foundations of Vibration and Acoustics: book – St.-Petersburg, Polytechnika, 2000. – P: 482.
10. Luzzi S., Vasilyev A.V. Noise mapping and action planning in the Italian and Russian experience. 8th European Conference on Noise Control 2009, EURONOISE 2009 – Proceedings of the Institute of Acoustics 2009.
11. Vasilyev A.V. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. С. 43-46.
12. Vasilyev A.V., Sannikov V.A. and Tyurina N.V. Experience of estimation and reduction of noise and vibration of industrial enterprises of Russia. Journal "Akustika", Czech Republic, Volume 32, March 2019, pp. 247-250.