



Метод измерения шума и оценка вклада крупного промышленного предприятия в шумовую обстановку селитебной территории

А.Л. Пономарев, Т.С. Уланова, О.А. Молок, А.А. Одегов

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», ул. Монастырская, д. 82, г. Пермь, 614045, Российская Федерация

Резюме

Введение. Одной из проблем крупного города является сильное влияние шума на проживающее население. Основными источниками шума являются автомобильный транспорт, промышленные предприятия, строительные площадки. Одновременное воздействие различных источников шума приводит к трудностям с оценкой их влияния на население. Выделение одного источника шума на фоне другого является трудной задачей при проведении измерений. **Цель исследования:** Проведение измерений шума от промышленного предприятия в условиях оживленного движения автотранспорта, с последующим определением вкладов промышленного предприятия и автотранспорта в шумовую обстановку на селитебной территории.

Материалы и методы. Измерения шума проводились на территории г. Перми в зоне воздействия крупного промышленного предприятия в летний период года в дневное и ночное время суток 2022 г. (в дневное время – 7 точек, в ночное время – 8 точек). Измерения проводились анализатором шума и вибрации серии «Ассистент» с использованием дополнительного режима измерений «Мониторинг». Последующая обработка «Хронограмм» в специализированной программе «Мониторинг» позволила выделить шум от промышленного предприятия на фоне шума, создаваемого автомобильным транспортом. Для удаления вклада помех в ней предусмотрена операция «Вырез». Обработка результатов методом «энергетического вычитания» позволила оценить вклад разных источников шума в шумовую обстановку.

Результаты. Получены результаты измерения шума на селитебной территории, прилегающей к промышленному предприятию. Определены с помощью специализированной программы уровни шума от предприятия. Рассчитаны вклады от 0,035 до 0,603 в шумовую обстановку на прилегающей селитебной территории. Сделан вывод о возможном влиянии шума от промышленного предприятия на население, проживающее на данной территории.

Заключение. Влияние шума предприятия на население, проживающее на прилегающей территории, будет значительным только в ночные часы.

Ключевые слова: промышленное предприятие, уровень звука, шумовая нагрузка, вклад шума, хронограмма, мониторинг, автомобильный транспорт, методика измерения шума.

Для цитирования: Пономарев А.Л., Уланова Т.С., Молок О.А., Одегов А.А. Метод измерения шума и оценка вклада крупного промышленного предприятия в шумовую обстановку селитебной территории // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 12. С. 59–65. doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-12-59-65>

Сведения об авторах:

✉ **Пономарев** Алексей Леонидович, заведующий лабораторией методов анализа физических факторов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: ponomarev@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6267-3524>.

Уланова Татьяна Сергеевна – д.б.н., доцент, главный научный сотрудник лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: ulanova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9238-5598>

Молок Ольга Александровна – младший научный сотрудник лаборатории методов анализа физических факторов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: molok@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8699-0778>.

Одегов Андрей Алексеевич – научный сотрудник лаборатории методов анализа физических факторов ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»; e-mail: odegov@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9176-1224>.

Информация о вкладе авторов: Информация о вкладе авторов: концепция и дизайн исследования: Пономарев А.Л., Уланова Т.С.; сбор данных: Пономарев А.Л., Молок О.А.; анализ и интерпретация результатов: Пономарев А.Л.; литературный обзор: Пономарев А.Л.; подготовка рукописи: Пономарев А.Л., Уланова Т.С., Молок О.А., Одегов А.А. Все авторы ознакомились с результатами работы и одобрили окончательный вариант рукописи.

Соблюдение этических стандартов: данное исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов.

Финансирование: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 28.10.22 / Принята к публикации: 05.12.22 / Опубликовано: 20.12.22

Environmental Noise Measurement Technique and Evaluation of Contribution of a Large Industrial Enterprise to Noise Pollution in the Neighboring Residential Area

Aleksey L. Ponomarev, Tatyana S. Ulanova, Olga A. Molok, Andrey A. Odegov

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,
82 Monastyrskaya Street, Perm, 614045, Russian Federation

Summary

Introduction: Strong influence of noise on the urban population is one of the problems of a large city. The main sources of noise include road transport, industrial enterprises, and construction sites. A combined exposure to various sources of noise impedes assessment of their effects on the population. Distinguishing one noise source from another is a difficult measurement task.

Objective: To measure noise levels close to a large industrial enterprise given busy traffic nearby, and determine contributions of the industry and road transport to the noise situation in the neighboring residential area.

Materials and methods: In summer 2022, noise levels were measured in the vicinity of a large industrial enterprise located in the city of Perm in the daytime and at night at seven and eight sites, respectively, using a sound and vibration meter of the “Assistant” series with an additional “Monitoring” mode. The subsequent processing of chronograms in the “Monitoring” software enabled us to distinguish the noise generated by the industry from that of road traffic using the “Cut” function that

removes interferences. Processing of the results using the “energy subtraction” technique allowed quantification of contributions of various sources to the local noise pollution.

Results: In this study, noise was measured in a residential area adjacent to an industrial enterprise and the obtained results are provided. Noise levels from the enterprise were determined using a specialized software. The calculated contributions to the noise environment in the residential area vary between 0.035 and 0.603. The conclusion is made about a possible effect produced by noise from the analyzed industrial enterprise on people living on this territory.

Conclusion: The effect of industrial noise on people living close to industrial premises is significant only at nighttime.

Keywords: industrial enterprise, sound level, noise exposure, noise contribution, chronogram, monitoring, road transport, noise measurement technique

For citation: Ponomarev AL, Ulanova TS, Molok OA, Odegov AA. Environmental noise measurement technique and evaluation of contribution of a large industrial enterprise to noise pollution in the neighboring residential area. *Zdorov’e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(12):59–65. (In Russ.) doi: <https://doi.org/10.35627/2219-5238/2022-30-12-59-65>

Author information:

✉ Aleksey L. Ponomarev, Senior Researcher, Head of the Laboratory for Analysis of Physical Factors; e-mail: Ponomarev@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6267-3524>.

Tatyana S. Ulanova, Dr. Sci. (Biol.), Assoc. Prof., Chief Researcher, Laboratory for Analysis of Nanomaterials and Fine Particles; e-mail: ulanova@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9238-5598>.

Olga A. Molok, Junior Researcher, Laboratory for Analysis of Physical Factors; e-mail: molok@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8699-0778>.

Andrey A. Odegov, Researcher, Laboratory for Analysis of Physical Factors; e-mail: odegov@fcrisk.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9176-1224>.

Author contributions: study conception and design: Ponomarev A.L., Ulanova T.S.; data collection and processing: Ponomarev A.L., Molok O.A.; analysis and interpretation of results, literature review: Ponomarev A.L.; draft manuscript preparation: Ponomarev A.L., Ulanova T.S., Molok O.A., Odegov A.A. All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

Compliance with ethical standards: Ethics approval was not required for this study.

Funding: The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Received: October 28, 2022 / Accepted: December 5, 2022 / Published: December 20, 2022

Введение. Шум, являясь общебиологическим раздражителем, может влиять на все органы и системы организма, вызывая разнообразные физиологические изменения. Неблагоприятные последствия воздействия шума могут быть условно подразделены на специфические, наступающие в звуковом анализаторе, и неспецифические, возникающие в других органах и системах. Изменения в центральной нервной системе наступают значительно раньше, чем нарушения в звуковом анализаторе. Шум, воздействуя как стресс-фактор, вызывает изменение реактивности центральной нервной системы, следствием чего являются расстройства регулируемых функций органов и систем организма¹ [1–3]. Длительное воздействие на организм шума способствует возникновению сердечно-сосудистых заболеваний, сопровождающиеся гипертонией, гипотонией и другими расстройствами. Шум вызывает значительное увеличение диастолического и среднего артериального давления. Воздействие на центральную нервную систему сопровождается головной болью тупого характера, чувством тяжести и шума в голове, головокружением, быстрой утомляемостью, снижением внимания. Шум также в значительной мере нарушает сон, уменьшает его продолжительность и глубину [4–6]. Интенсивное шумовое загрязнение санитарно-защитных территорий оказывает неблагоприятное воздействие на человека, вызывая стрессы, повышая утомляемость и снижая работоспособность [7].

Для населения, проживающего в городах, шум является одной из важнейших экологических проблем, влияющих на здоровье, наряду с загрязнением атмосферного воздуха. Основным источником шума в городах является автомобильный транспорт. Меньший вклад в шумовое загрязнение санитарно-защитных территорий вносят предприятия в городской черте и временные строительные площадки [8–14].

В последнее время в городах наблюдается тенденция уплотнения застройки, размещения на минимальных расстояниях от крупных объек-

тов, в которых по технологическим требованиям находятся системы воздушного отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха (ОВК), жилых зданий [15–17].

Если к обычному городскому шуму добавляются локальные источники, шумовое воздействие которых превышает фоновые уровни и носит продолжительный характер, это понижает качество жизни и может привести к хроническим заболеваниям. С каждым годом увеличивается число жалоб и заявлений от населения связанных с воздействием именно локальных источников шума [18].

Наиболее достоверным способом контроля шумовой обстановки в городской черте является проведение натурных измерений.

Перед проведением измерений шума решаются следующие задачи: определяются места, условия и время проведения измерений.

Выбор места проведения измерений является основой любых исследований шума. Местами проведения измерений определяют перекрестки уличной сети населенного пункта, места наибольшего скопления транспорта и населения. В некоторых случаях населенный пункт разбивается на квадраты с определенным размером ячейки и измерения проводятся в узлах получившейся сети. [9, 12, 19]. Выбор места проведения измерений зависит от задач, стоящих перед исследователями.

Выбор условий и времени проведения измерений связан с различной интенсивностью источников шума зависящей от периода года, время суток, температуры наружного воздуха, происходящих производственных процессов и т. д.

Особенностью проведения измерений шума от промышленного предприятия расположенного внутри городской застройки является необходимость исключения дополнительных источников шума маскирующих исследуемый шум. Одним из основных дополнительных источников шума является автомобильный транспорт.

Специфика расположения исследуемого промышленного предприятия заключается в том, что

¹ Измеров Н.Ф., Суворов Г.А. Физические факторы производственной и природной среды. Гигиеническая оценка и контроль. М.: Медицина, 2003. 560 с.: ил.

по границе производственной площадки проходят улицы с интенсивным движением автомобильного транспорта. Проведение измерений шума стандартными способами измерения в соответствии с существующими методами проведения измерений не представлялось возможным, так как длительность пауз в движении автомобильного транспорта была существенно меньше времени, необходимого для проведения измерений. Для выхода из сложившейся ситуации были использованы дополнительные режимы измерения шума с последующей обработкой результатов измерения [20].

Цель исследования. Проведение измерений шума с использованием дополнительных режимов работы шумомера серии «Ассистент» с последующей обработкой данных в специализированной программе с целью определения вклада промышленного предприятия в шумовую обстановку на окружающей сельтерритории.

Материалы и методы. Для проведения измерений использовался анализатор шума и вибрации «Ассистент» в комплектации Total+, заводской номер 128612, свидетельство о поверке № С-БН/26-11-2021/112660985 действительно до 25.11.2022 (далее прибор). В основе метода измерения шума предприятия на фоне шума от автомобильного транспорта лежит использование дополнительного режима исследований «Мониторинг» в приборах серии Ассистент. Данный режим управляет опцией записи всех измеряемых прибором параметров на USB флэш диск. При включении опции, с заданным шагом по времени записываются значения всех одновременно измеряемых прибором параметров. В результате использования режима «Мониторинг» результат измерения представляется в виде хронограммы, которая представляет собой последовательную запись наборов значений всех измеряемых прибором параметров с заданным шагом по времени. Для измерений с целью контроля гигиенических, технических, экологических нормативов рекомендуется шаг записи хронограммы 1 секунда [21].

Значение параметра шума на данном шаге хронограммы представляет собой результат прямого однократного измерения прибором от начала до окончания шага, а также результат прямого однократного измерения прибором эквивалентного уровня параметра за этот шаг. Запись результатов с помощью режима «Мониторинг» позволяет проводить последующую обработку данных.

Для визуализации и обработки хронограммы использовался специализированный программный продукт «Мониторинг» (далее программа «Мониторинг»), установленный на ПК.

При обработке хронограммы в программе «Мониторинг» использовали операции «параметры интервала» и «вырез».

Значения операции «параметры интервала» представляют собой результат прямого однократного измерения максимального, минимального значений текущих уровней и эквивалентного уровня параметров за интервал времени, выделенный на хронограмме. Операция позволяет проводить измерения шума конкретного источника, выделяя на хронограмме интервалы, свободные от шума мешающих источников. Например, в коротких, случайно возникающих паузах движения транспорта. Операция позволяет проводить измерение параметров отдельного

события, выделяя на хронограмме содержащий событие интервал. Предоставляет возможность выполнять правила установки границ события, например, -10 дБ от максимального значения параметра за событие.

Операция «Вырез» позволила получить результат прямого однократного измерения, с исключенным вкладом выделенных на хронограмме интервалов. После выреза исключены вклады интервалов для эквивалентных уровней, для минимального и максимального значений уровней с временными коррекциями. Операция предоставила возможность исключить влияние помех, произошедших во время измерения, на его результат, вырезая на хронограмме интервалы помех.

Измерения шума проводились в летний период года в дневное и ночное время суток. Для летнего периода года была характерна работа климатического и вентиляционного оборудования промышленного предприятия на максимальной мощности.

Перечень работающего климатического и вентиляционного оборудования различался для дневного и ночного времени суток [22].

Измерения шума в дневное время проводились в рабочее время с понедельника по пятницу, измерения шума в ночное время проводились в период с 23:00 до 01:00 с понедельника по субботу. Средняя продолжительность единичного интервала записи составила 60 минут днем и 30 минут ночью.

Точки проведения измерений шума от производственной площадки промышленного предприятия выбирались в соответствии с возможностями программы «Мониторинг».

Критерии выбора точек:

1) расположение точек проведения измерений у зданий первой линии застройки вокруг производственной площадки промышленного предприятия;

2) расположение точек проведения измерений на удалении от перекрестков автомобильных дорог [23].

Второй критерий необходим для выявления интервалов времени, в течении которых отсутствует влияние шума автомобильного транспорта.

В результате было определено 7 точек проведения измерений шума в дневное время и 8 точек проведения измерений в ночное время суток.

Результаты. При измерениях шума с помощью анализатора шума и вибрации серии «Ассистент» проводились записи хронограмм с фиксацией интервалов времени, когда влияние автомобильного шума отсутствовало. Последующая обработка хронограмм в специализированной программе «Мониторинг» позволила выделить шум от промышленного предприятия на фоне шума, создаваемого автомобильным транспортом. Для удаления вклада помех в ней предусмотрена операция «Вырез». Обработка результатов методом «энергетического вычитания» позволила оценить вклад разных источников шума в шумовую обстановку.

Примеры хронограмм приведены на рис.1 и 2.

На рис.1 приведен пример обработанной хронограммы, записанной при измерениях шума в дневное время, на окружающей промышленное предприятие территории.

Характеризуется длительными интервалами воздействия автотранспортного шума (заштрихованные области хронограммы) и короткими интервалами

воздействия шума только от промышленного предприятия (области хронограммы без штриховки).

На рис. 2 приведен пример обработанной хронограммы, записанной при измерениях шума в ночное время, на окружающей промышленное предприятие территории.

Характеризуется сопоставимыми между собой по длительности интервалами воздействия авто-транспортного шума (заштрихованные области хронограммы) и интервалами воздействия шума только от промышленного предприятия (области хронограммы без штриховки).

Дальнейшая обработка полученных данных заключалась в расчете уровня шума от автомобильного транспорта с последующим определением вкладов шума от промышленного предприятия и от автомобильного транспорта в общий шум.

Расчет уровня шума от автомобильного транспорта производился по формуле (1):

$$L_{авт} = 10 \cdot \lg (10^{0,1 \cdot L_{общ}} - 10^{0,1 \cdot L_{п.п.}}), \quad (1) [24]$$

где $L_{авт}$ – уровень шума от автомобильного транспорта, дБА;

$L_{общ}$ – общий уровень шума, дБА;

$L_{п.п.}$ – уровень шума от промышленного предприятия, дБА.

Вклад источников шума определялся как доля в общем шуме, представлен в %.

Результаты измерения шума на селитебной территории, прилегающей к промышленному предприятию, расчет уровней шума от источников, расчет вкладов источников шума, представлены в таблице 1 для дневного времени суток и в таблице 2 для ночного времени суток.

Обсуждение. Проведенные исследования показали, что в дневное время автомобильный транспорт является основным источником шума на окружающей промышленное предприятие селитебной территории. Вклад промышленного предприятия является незначительным и дает увеличение общего шума на 0,2–1,5 дБА.

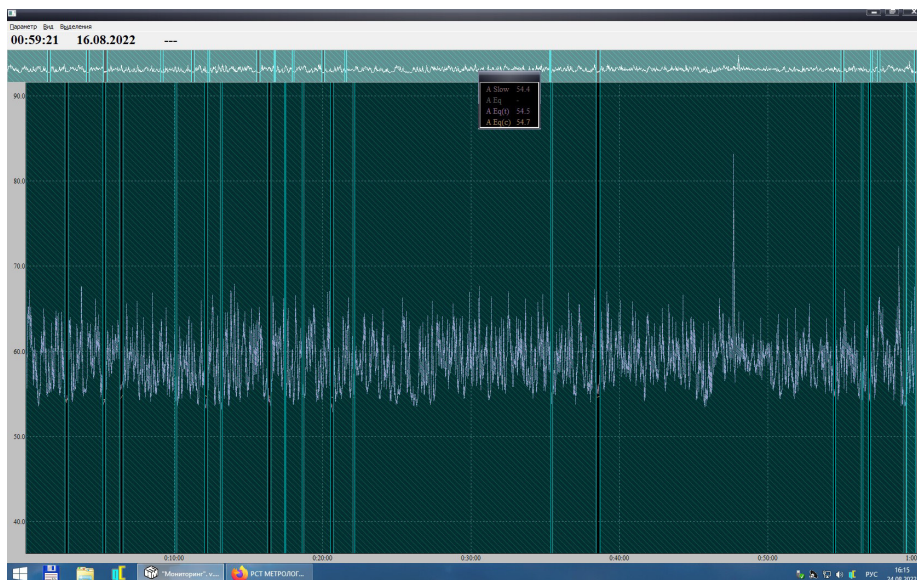


Рис. 1. Диаграмма уровней шума (хронограмма) в дневное время

Fig. 1. Daytime noise level chart (chronogram)

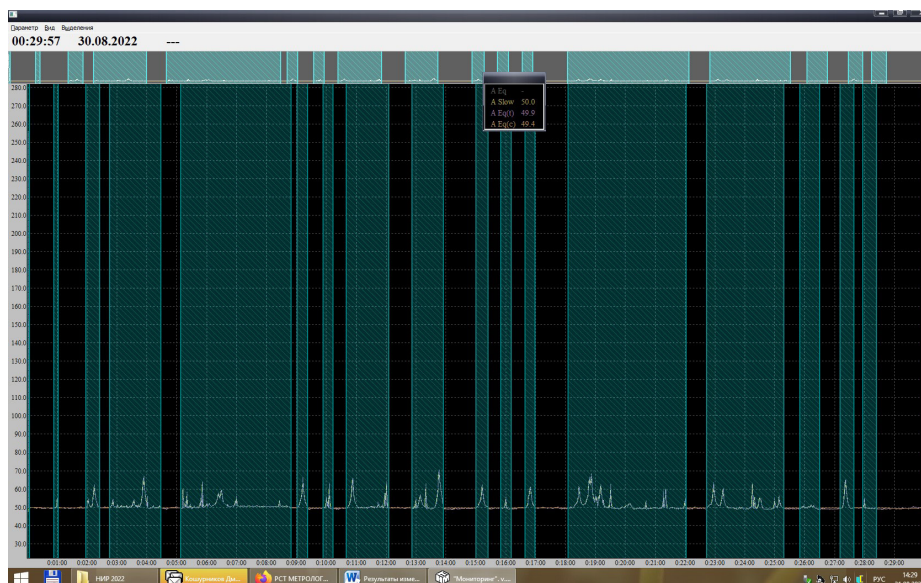


Рис. 2. Диаграмма уровней шума (хронограмма) в ночное время

Fig. 2. Nighttime noise level chart (chronogram)

Для ночного времени суток вклад источников шума в шумовую обстановку будет различаться в зависимости от места проведения измерения. В точках проведения измерения № 1, 2, 3 основным источником шума на окружающей промышленное предприятие селитебной территории является автомобильный транспорт. Вклад промышленного предприятия в шумовую обстановку в данных точках является незначительным и дает увеличение общего шума на 0,2–0,5 дБА. Определяющим фактором в степени воздействия шума на население будет являться интенсивность движения автомобильного транспорта [25]. При высокой интенсивности движения шум от автомобильного транспорта заглушает шум от промышленного предприятия. Раздражающего действия шум промышленного предприятия на население оказывать не будет. Организм человека в данной ситуации не может выделить шум от промышленного предприятия в общем шуме.

В точках проведения измерений шума № 4, 5, 6, 7, характеризующихся низкой интенсивностью движения автомобильного транспорта, шум от промышленного предприятия становится сопоставимым по

воздействию с шумом от автомобильного транспорта. Вклад промышленного предприятия в шумовую обстановку в данных точках дает увеличение общего шума на 1,8–2,9 дБА. Доля шума от автомобильного транспорта в общем шуме снижается.

Организм человека становится способным различить шум промышленного предприятия на фоне шума от автомобильного транспорта. В результате шум от предприятия начинает вызывать раздражение населения, проживающего на окружающей промышленное предприятие селитебной территории.

При этом отмечено, что количество жалоб населения на шум от автотранспорта в разы меньше количества жалоб на шум от промышленных объектов. Вместе с тем считается, что шум от промышленного предприятия поддается регулированию и с ним можно бороться [26–28].

В точке проведения измерений № 8 основным источником шума на окружающей промышленное предприятие селитебной территории является промышленное предприятие. Вклад автомобильного транспорта в шумовую обстановку в данной точке увеличивает общий шум на 2,2 дБА.

Таблица 1. Результаты измерений и расчет вклада шума промышленного предприятия для дневного времени суток

Table 1. Results of measurement and evaluation of contribution of daytime industry noise levels

№ точки / Site ID	1	2	3	4	5		6	7
Время проведения измерений / Time of measurement	16:04-17:04	16:33-17:29	14:54-16:24	15:10-15:50	15:00-15:46	16:00-17:27	17:11-18:11	15:55-16:58
Эквивалентный уровень звука за время измерения, дБА (общий шум) / Equivalent sound level for the time of measurement, dBA (total noise)	65,8	64,7	64,5	58,0	61,8	62,2	60,1	63,0
Эквивалентный уровень звука от работы системы вентиляции и климатических установок промышленного предприятия, дБА / Equivalent sound level generated by industrial ventilation and air conditioning systems, dBA	51,8	52,2	54,2	50,0	53,7	53,4	54,7	53,9
Эквивалентный уровень звука от движения автотранспорта, дБА / Equivalent sound level generated by road traffic, dBA	65,6	64,4	64,1	57,3	61,1	61,6	58,6	62,4
Вклад промышленного предприятия в общий шум, % / Industrial contribution to total noise, %	4,0	5,6	9,3	15,8	15,5	13,2	28,8	12,3

Таблица 2. Результаты измерений и расчет вклада шума промышленного предприятия для ночного времени суток

Table 2. Results of measurements and evaluation of contribution of nighttime industry noise levels

№ точки / Site ID	1	2	3	4	5	6	7	8
Время проведения измерений / Time of measurement	23:58-00:28	23:20-23:52	23:26-23:56	00:12-00:42	00:07-00:37	23:10-23:40	23:30-23:48	00:00-00:28
Эквивалентный уровень звука за время измерения, дБА (общий шум) / Equivalent sound level for the time of measurement, dBA (total noise)	62,5	62,1	63,2	50,6	52,5	56,7	55,3	56,6
Эквивалентный уровень звука от работы системы вентиляции и климатических установок промышленного предприятия, дБА / Equivalent sound level generated by industrial ventilation and air conditioning systems, dBA	48,1	47,5	53,2	46,9	49,4	52,7	50,7	54,4
Эквивалентный уровень звука от движения автотранспорта, дБА / Equivalent sound level generated by road traffic, dBA	62,3	61,9	62,7	48,2	49,6	54,5	53,5	52,6
Вклад промышленного предприятия в общий шум, % / Industrial contribution to total noise, %	3,6	3,5	10,0	42,7	49,0	39,8	34,7	60,3

Заключение. Основным источником шума, определяющим шумовую обстановку на прилегающей к промышленному предприятию территории в дневное время является автомобильный транспорт. Шум от промышленного предприятия не оказывает раздражающего действия на население, проживающее на данной территории.

В ночное время суток определение основного источника шума будет зависеть от интенсивности движения автомобильного транспорта.

При высокой интенсивности движения основным источником шума является автомобильный транспорт. Автомобильная дорога с интенсивным движением транспорта является фактором, отвлекающим внимание населения от шума промышленного предприятия.

При низкой интенсивности движения шум от предприятия начинает вызывать раздражение населения, проживающего на окружающей промышленной территории селитебной территории.

Список литературы

1. Слабышева В.Д., Черкасова Н.Г. Риск и последствия шумового загрязнения окружающей среды авиацией // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. Т. 2. № 4 (14). С. 488–490.
2. Максимов Р.И. Негативное влияние авиационного шума на здоровье населения, проживающего вблизи аэропорта // Интерактивная наука. 2021. № 7 (62). С. 26–28. doi: 10.21661/г-554648
3. Федоров В.Н., Зибарев Е.В., Новикова Ю.А., Ковшов А.А., Фридман К.Б., Слюсарева О.В. Гигиеническая оценка факторов риска здоровью населения городов – спутников мегаполиса на примере Ленинградской области // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96. № 7. С. 614–619. doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-614-619
4. Князев Д.К., Зубарева О.В., Аброськина Н.В. Мониторинг воздействий автотранспорта в крупном городе (на примере Волгограда). В сборнике: Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения. Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. Под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. 2018. С. 32–36.
5. Гладышева О.В. Оценка влияния транспортного шума на здоровье населения города Воронежа // Наукосфера. 2022. № 4 (2). С. 1–6.
6. Пензев Д.А., Бармин А.Н. Анализ негативного влияния шумового загрязнения на здоровье населения. В сборнике: Динамика биологического разнообразия природных и антропогенных ландшафтов и их охрана. Сборник материалов Международной научно-практической конференции. Астрахань: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Астраханский государственный университет». 2017. С. 80–83.
7. Прищепенко Н.Г., Чернышева Т.А., Трускалова А.А., Никандров Б.В. Разработка строительно-акустических мероприятий по защите селитебной территории от шума источников торгово-развлекательного комплекса // Вестник донбасской национальной академии строительства и архитектуры. 2021. № 3 (149). С. 69–79.
8. Васильев А.В. Шум как фактор экологического риска в условиях урбанизированных территорий // Noise Theory and Practice. 2015. Т. 1. № 2 (2). С. 27–40.
9. Бочаров А.А., Колесник А.Г., Соловьев А.В. Акустические шумы урбанизированных территорий на примере г. Томска // Известия Томского политехнического университета. 2012. Т. 321. № 1. С. 191–196.
10. Орлов О.Г., Карпова В.И. Защита территории жилой застройки от шума строительных площадок // В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии. Сборник статей 78-й всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулеву, А.К. Стрелкову. Самара, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный технический университет», 2021. С. 451–456.
11. Васильев А.В. Мониторинг физических загрязнений урбанизированных территорий: особенности, опыт, перспективы. В сборнике: 9-е Луканинские чтения. Проблемы и перспективы развития автотранспортного комплекса. Сборник докладов Международной научно-технической конференции. Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, 2021. С. 500–514.
12. Иванова И.Л., Жигаев Д.С., Кислицына Л.В., Важенникова А.А., Гранковская Л.В. Гигиеническая оценка шумового загрязнения города Владивостока // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2019. № 2 (78). С. 9–13. doi: 10.5281/zenodo.3262050
13. Орлов О.Г., Карпова В.И. Защита территории жилой застройки от шума строительных площадок. В сборнике: Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Строительство и строительные технологии. Сборник статей 78-й всероссийской научно-технической конференции. Под редакцией М.В. Шувалова, А.А. Пищулеву, А.К. Стрелкову. Самара, 2021. С. 451–456.
14. Томаков М.В., Томаков В.И., Курочкина О.В. Защита жилой застройки от шума строительных площадок – актуальная экологическая проблема большого города // Известия Юго-Западного государственного университета. 2016. № 2 (65). С. 91–109.
15. Cummer SA, Christensen J, Alù A. Controlling sound with acoustic metamaterials. *Nat Rev Mater*. 2016;1:16001. doi: 10.1038/natrevmater.2016.1
16. Crocker MJ, ed. *Noise and Noise Control: Volume 2*. Boca Raton: CRC Press; 2017. doi: 10.1201/9781351074995
17. Zhou R, Crocker MJ. Sound transmission loss of foam-filled honeycomb sandwich panels using statistical energy analysis and theoretical and measured dynamic properties. *J Sound Vib*. 2010;329(6):673–686. doi: 10.1016/j.jsv.2009.10.002
18. Спиридонов П.Ю. Основные источники шумовой нагрузки мегаполисов на примере г. Нижнего Новгорода и проблемы нормирования и оценки коммунальных шумов // Защита от повышенного шума и вибрации: доклады V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Россия, Санкт-Петербург, 18-20 марта 2015 года / Под ред. Н.И. Иванова. Санкт-Петербург: Изд-во «Айсинг», 2015. С. 311–318.
19. Кузнецов А.Н., Махнин Д.В. Гигиеническая оценка шума автомобильного транспорта на территории г. Саранска // Научное обозрение. Международный научно-практический журнал. 2020. № 3. С. 10.
20. Бухтияров И.В., Курьеров Н.Н., Лагутина А.В., Прокопенко Л.В., Зибарев Е.В. Авиационный шум на территории жилой застройки, проблемы измерений и оценки // Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 10. С. 1042–1048. doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1042-1048
21. Куриленко Ю.В. Средь шумного бала. Руководство по выполнению измерений нормируемых параметров шума (часть 2) // Безопасность и охрана труда. 2011. № 3 (48). С. 67–70.
22. Мельцер А.В., Кордюков Н.М., Кузнецова Е.Б., Якубова И.Ш. Обоснование принципов формирования программ мониторинга акустической обстановки на селитебной территории вблизи автомагистрали // Профилактическая и клиническая медицина. 2016. № 2 (59). С. 5–13.
23. Большанина Т.С., Овсянников С.Н. Влияние перекрестка при определении шумового загрязнения на примыкающей территории // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. 2016. № 2 (14). С. 12–18.
24. Кошурников Д.Н., Пономарев А.Л., Молок О.А. Фоновый шум как элемент акустической картины территорий с нормируемыми показателями среды обитания // Noise Theory and Practice. 2021. Т. 7. № 2 (24). С. 5–64.
25. Лим Т.Е., Косьянов М.А., Чернявская И.В. и др. К вопросу гигиенической оценки акустического воздействия на население жилых зон г. Санкт-Петербурга. В сборнике: Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей. Материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. 2018. С. 233–235.
26. Максимова С.В., Сосновских Л.В., Запольских Т.Ю., Шамакина А.А. Оценка и регулирование акустического режима жилой застройки в зоне влияния целлюлозно-бумажного комбината // Экология урбанизированных территорий. 2012. № 4. С. 89–93.
27. Горин В.А., Клименко В.В., Шутов Р.И., Короткова Т.Г., Хамула М.А. Источники шума тепловой электростанции и мероприятия по защите от шума на примере Ейской ТЭС // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016. № 6. С. 36–46. Доступно по: <https://ntk.kubstu.ru/tocs/27/>. Ссылка активна на 9 ноября 2022.

28. Горбунова О.А., Павлов Г.И., Накоряков П.В. Разработка комплекса мероприятий по снижению шума оборудования энергетических объектов // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2018. № 4 (40). С. 39–52.

References

- Slabysheva VD, Cherkasova NG. Risk and consequences of noise pollution of the environment by aviation. *Aktual'nye Problemy Aviatsii i Kosmonavтики*. 2018;2(4(14)):488–490. (In Russ.)
- Maksimov RI, Pegin PA. [The negative health effect of aircraft noise in the population living near the airport.] *Interaktivnaya Nauka*. 2021;(7(62)):26–28. (In Russ.) doi: 10.21661/r-554648
- Fedorov VN, Zibarev EV, Novikova YuA, Kovshov AA, Fridman KB, Slusareva OV. Hygienic assessment of health risk factors for population of megapolis'satellite towns by the example of Leningrad region. *Gigiena i Sanitariya*. 2017;96(7):614–619. (In Russ.) doi: 10.18821/0016-9900-2017-96-7-614-619
- Knyazev DK, Zubareva OV, Abros'kina NV. [Vehicle impact monitoring in a large city (on the example of Volgograd)] In: Popova AYU, Zaytseva NV, eds. *Fundamental and Applied Aspects of Public Health Risk Analysis: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Online Conference of Young Scientists and Specialists of Rospotrebnadzor with International Participation, Perm, October 8–12, 2018*. Perm: Perm National Research Polytechnic University Publ.; 2018:32–36. (In Russ.)
- Gladysheva OV. Assessment of the impact of traffic noise on the health of the population of the city of Voronezh. *Naukosfera*. 2022;(4-2):1–6. (In Russ.)
- Penzer DA, Barmin AN. Analysis of the negative impact of noise pollution on human health. In: *Dynamics of Biological Diversity of Natural and Anthropogenic Landscapes and Their Protection: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Astrakhan, November 21–22, 2017*. Astrakhan: Astrakhan State University Publ.; 2017:80–83. (In Russ.)
- Prishchenko NG, Chernysheva TA, Truskalova AA, Nikandrov BV. Development of construction and acoustic measures to protect the residential area from the noise of shopping and entertainment complex. *Vestnik Donbasskoy Natsional'noy Akademii Stroitel'stva i Arkhitektury*. 2021;(3(149)):69–79. (In Russ.)
- Vasilyev AV. Noise as a factor of ecological risk in conditions of urban territories. *Noise Theory and Practice*. 2015;1(2(2)):27–40. (In Russ.)
- Bocharov AA, Kolesnik AG, Solov'yev AV. [Acoustic noises of urbanized territories on the example of Tomsk.] *Izvestiya Tomskogo Politekhnikheskogo Universiteta*. 2012;32(1):191–196. (In Russ.)
- Orlov OG, Karpova VI. Protection of the residential area from construction sites noise. In: Shuvalov MV, Pishchulev AA, Strelkov AK, eds. *Traditions and Innovations in Construction and Architecture. Construction and Building Technologies: Proceedings of the 78th All-Russian Scientific and Technical Conference, Samara, April 19–23, 2021*. Samara: Samara State Technical University Publ.; 2021:451–456. (In Russ.)
- Vasilyev AV. [Monitoring of physical pollution of urban areas: Features, experience, perspectives.] In: *Ninth Lukanin Readings: Problems and Perspectives of the Motor Transport Complex: Proceedings of the International Scientific and Technical Conference, Moscow, January 29, 2021*. Moscow: Moscow Automobile and Road Construction State Technical University Publ.; 2021:500–514. (In Russ.)
- Ivanova IL, Zhigaev DS, Kislitsyna LV, Vazhenina AA, Trankovskaya LV. Hygienic evaluation noise pollution of Vladivostok. *Zdorov'e. Meditsinskaya Ekologiya. Nauka*. 2019;(2(78)):9–13. (In Russ.) doi: 10.5281/zenodo.3262050
- Orlov OG, Karpova VI. Protection of the residential area from construction sites noise. In: Shuvalov MV, Pishchulev AA, Strelkov AK, eds. *Traditions and Innovations in Construction and Architecture. Construction and Building Technologies: Proceedings of the 78th All-Russian Scientific and Technical Conference, Samara, April 19–23, 2021*. Samara: Samara State Technical University Publ.; 2021:451–456. (In Russ.)
- Tomakov MV, Tomakov VI, Kurochkina OV. Protection of residential construction from the noise herd at construction sites. It is a major problem of cities. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo Gosudarstvennogo Universiteta*. 2016;(2(65)):91–109. (In Russ.)
- Cummer SA, Christensen J, Alù A. Controlling sound with acoustic metamaterials. *Nat Rev Mater*. 2016;1:16001. doi: 10.1038/natrevmats.2016.1
- Crocker MJ, ed. *Noise and Noise Control: Volume 2*. Boca Raton: CRC Press; 2017. doi: 10.1201/9781351074995
- Zhou R, Crocker MJ. Sound transmission loss of foam-filled honeycomb sandwich panels using statistical energy analysis and theoretical and measured dynamic properties. *J Sound Vib*. 2010;329(6):673–686. doi: 10.1016/j.jsv.2009.10.002
- Spiridonov PYu. [The main sources of noise exposure in megacities on the example of Nizhny Novgorod and the problems of regulation and assessment of municipal noise.] In: Ivanov NI, ed. *Protection from Increased Noise and Vibration: Proceedings of the Fifth All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, St. Petersburg, March 18–20, 2015*. St. Petersburg: Icing Publ.; 2015:311–318. (In Russ.)
- Kuznetsov AN, Mahinin DV. Hygienic assessment of automotive transport noise on the territory of Saransk. *Nauchnoe Obozrenie. Mezhdunarodnyy Nauchno-Prakticheskiy Zhurnal*. 2020;(3):10. (In Russ.)
- Bukhtiyarov IV, Kourierov NN, Lagutina AV, Prokopenko LV, Zibarev EV. Aircraft noise in residential areas, problems of measuring and evaluation. *Gigiena i Sanitariya*. 2020;99(10): 1042–1048. (In Russ.) doi: 10.47470/0016-9900-2020-99-10-1042-1048
- Kurilenko YuV. [In the midst of a noisy ball. Guidelines for measurements of regulated noise parameters (part 2).] *Bezopasnost' i Okhrana Truda*. 2011;(3(48)):67–70. (In Russ.)
- Mel'tser AV, Kordyukov NM, Kuznetsova EB, Yakubova ISH. Argumentation of program principles formation for acoustic condition at a residential area near highway. *Profilakticheskaya i Klinicheskaya Meditsina*. 2016;(2(59)):5–13. (In Russ.)
- Bolshanina TS, Ovsianikov SN. Effect of the crossroads in determining the noise at muddled primagistralnoy territory. *Biosfermaya Sovmestimost': Chelovek, Region, Tekhnologii*. 2016;(2(14)):12–18. (In Russ.)
- Koshurnikov DN, Ponomarev AL, Molok OA. Background noise as an element of the acoustic picture of territories with normalized indicators of the habitat. *Noise Theory and Practice*. 2021;7(2(24)):53–64 (In Russ.)
- Lim TE, Kos'yanov MA, Chernyavskaya IV, et al. [On the issue of hygienic assessment of acoustic impact on the population of residential areas of St. Petersburg.] In: Popova AYU, Zaytseva NV, eds. *Topical Issues of Risk Analysis in Ensuring Sanitary and Epidemiological Wellbeing of the Population and Protecting Consumer Rights: Proceedings of the Eighth All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Perm, May 16–18, 2018*. Perm: Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies Publ.; 2018:233–235. (In Russ.)
- Maksimova SV, Sosnovskikh LV, Zapolskikh TYu, Shamarina AA. Environmental review, assessment and regulation of the acoustic mode of a residential housing estimates area exposed to the influence of a pulp-and-paper mill. *Ekologiya Urbanizirovannykh Territoriy*. 2012;(4):89–93. (In Russ.)
- Gorin VA, Klimenko VV, Shutov RI, Korkova TG, Khamula MA. Sources of noise thermal power plant and activities for the protection of noise on the example Eisk TPP. *Nauchnye Trudy Kubanskogo Gosudarstvennogo Tekhnologicheskogo Universiteta*. 2016;(6):36–46. (In Russ.) Accessed November 9, 2022. <https://ntk.kubstu.ru/data/mc/0027/1002.pdf>
- Gorbunova OA, Pavlov GI, Nakoryakov PV. Development of engineering solutions system for noise reduction of equipment of energy facilities. *Vestnik Kazanskogo Gosudarstvennogo Energeticheskogo Universiteta*. 2018;(4(40)):39–52. (In Russ.)

