

© Копытенкова О.И., Можухина Н.А., Еремин Г.Б., Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д., Бурнашов Л.Б., Выучейская Д.С., 2020

УДК 614.78

Прогнозные оценки по результатам измерения инфразвука на селитебной территории города Санкт-Петербурга

О.И. Копытенкова¹, Н.А. Можухина², Г.Б. Еремин¹, Е.Б. Кузнецова¹,
И.Д. Булавина¹, Л.Б. Бурнашов², Д.С. Выучейская¹

¹ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, ул. 2-я Советская, д. 4, г. Санкт-Петербург, 191036, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, ул. Кирочная, д. 41, г. Санкт-Петербург, 191015, Российская Федерация

Резюме: Введение. Процесс прогнозирования инфразвукового воздействия на селитебные территории затруднен в результате отсутствия методов математического моделирования и методик для расчета вероятных уровней инфразвука на открытой территории. Оценка инфразвукового воздействия на селитебные территории может быть выполнена только с помощью прямых инструментальных исследований. Целью исследования явилось определение перспектив организации и ведения мониторинга инфразвукового воздействия на селитебных территориях. Материалы и методы. Проанализированы федеральные и ведомственные нормативно-правовые акты, регламентирующие проведение исследования инфразвука. Изучено инфразвуковое загрязнение селитебных территорий на различных участках территории Санкт-Петербурга. Объектами экспериментальных исследований выбраны территории в непосредственной близости к транспортным развязкам, железнодорожным путям, траекториям движения авиационного транспорта, в районах крупных промышленных предприятий. Результаты исследования. Выполнено более 1000 инструментальных исследований. Проанализированы протоколы измерений инфразвука, входящих в состав инженерно-экологических изысканий, за 10-летний период. Выявлено значительное расхождение результатов, полученных в аналогичных условиях различными лабораториями. Выводы. Установлено отсутствие на территории Санкт-Петербурга превышений допустимых уровней инфразвука от основных антропогенных источников. Обоснована нецелесообразность проведения массовых исследований и мониторинга параметров инфразвука на селитебных территориях.

Ключевые слова: инфразвук, физическое загрязнение, источники инфразвука, методы контроля, мониторинг, приборы для измерения инфразвука.

Для цитирования: Копытенкова О.И., Можухина Н.А., Еремин Г.Б., Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д., Бурнашов Л.Б., Выучейская Д.С. Прогнозные оценки по результатам измерения инфразвука на селитебной территории города Санкт-Петербурга // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 3 (324). С. 39–43. DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-39-43>

Forecast Estimates Based on the Results of Measuring Infrasound in Residential Areas of the City of Saint Petersburg

O.I. Kopytenkova¹, N.A. Mozhukhina², G.B. Yeregin¹, E.B. Kuznetsova¹,
I.D. Bulavina¹, L.B. Burnashev², D.S. Vyucheyetskaya¹

¹North-West Public Health Research Center, 4 2nd Sovetskaya Street, Saint Petersburg, 191036, Russian Federation

²North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov,
41 Kirochnaya Street, Saint Petersburg, 191015, Russian Federation

Abstract: Introduction. The process of predicting infrasound exposures in residential areas is difficult due to the lack of methods of mathematical modeling and calculating probable infrasound levels in an open area. The assessment of infrasound exposures in residential areas can be only performed using direct instrumental studies. The purpose of the study was to determine the prospects for organizing and monitoring infrasound exposures in residential areas. Materials and methods. We analyzed federal and departmental regulations on infrasound measurements. Low-frequency noise pollution in residential areas of various parts of St. Petersburg was studied. The objects of experimental research were selected in the immediate vicinity of road junctions, railways, air transport trajectories, and in the zones of large industrial enterprises. Results. More than 1,000 instrumental measurements were taken. We analyzed infrasound test reports, which were part of environmental engineering surveys, over a 10-year period and found significant discrepancies between the results obtained under similar conditions by various laboratories. Conclusions. We established that the infrasound levels produced by the main anthropogenic sources in St. Petersburg did not exceed permissible levels. We also substantiated inexpediency of conducting comprehensive studies and monitoring the parameters of infrasound in residential areas.

Key words: infrasound, low-frequency noise pollution, sources of infrasound, monitoring techniques, infrasound measurement device.

For citation: Kopytenkova OI, Mozhukhina NA, Yeregin GB, Kuznetsova EB, Bulavina ID, Burnashev LB, Vyucheyetskaya DS. Forecast estimates based on the results of measuring infrasound in residential areas of the City of Saint Petersburg. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2020; 3(324):39–43. (In Russian) DOI: <http://doi.org/10.35627/2219-5238/2020-324-3-39-43>

Information about the authors: Kopytenkova O.I., <https://orcid.org/0000-0001-8412-5457>; Mozhukhina N.A., <https://orcid.org/0000-0002-8051-097X>; Yeregin G.B., <https://orcid.org/0000-0002-1629-5435>; Kuznetsova E.B., <http://orcid.org/0000-0002-1573-5021>; Bulavina I.D., <https://orcid.org/0000-0002-0516-7390>; Burnashev L.B., <http://orcid.org/0000-0002-2920-3296>; Vyucheyetskaya D.S., <https://orcid.org/0000-0002-0694-5334>.

Источники инфразвукового воздействия на селитебных территориях могут быть природного и антропогенного происхождения. Природными источниками инфразвука являются климатические процессы (шторм, грозы, бури) и др. [1]. Антропогенными источниками низкочастотного и инфразвукового воздействия являются авиационный, железнодорожный и

автомобильный транспорт, ветрогенераторы, производственная деятельность. Установлено [2–7], что преимущественно воздействие инфразвука имеет гигиеническое значение в закрытых пространствах (на рабочих местах в кабинах машинистов железнодорожного транспорта и метрополитена, водителей автомобилей, пилотов самолетов, в помещениях компрессорных

станций [8], где могут фиксироваться уровни инфразвука до 120 дБ) [9]. Основное внимание в работах зарубежных исследователей также уделяется инфразвуковому воздействию на рабочих местах.

К физическим особенностям инфразвука относится большая длина волны, малое поглощение в атмосфере и обусловленная этим способность распространяться на большие расстояния без значительной потери энергии. Способность высоких уровней инфразвука в производственных условиях вызывать профессиональные заболевания работающих нашла отражение в перечне профессиональных заболеваний¹.

Процесс прогнозирования инфразвукового воздействия на селитебные территории затруднен по причине отсутствия методов математического моделирования, а также методик для расчета вероятных уровней инфразвука на открытой территории. Имеющиеся в настоящее время программы расчета показателей шума позволяют прогнозировать вероятные уровни шума в различных плоскостях в различных условиях градостроительной ситуации. Однако действие программ ограничено параметрами нижней частоты слышимого диапазона 31,5 Гц [9]. Следовательно, оценка инфразвукового воздействия на селитебные территории, в том числе территории Санкт-Петербурга, может быть выполнена только с помощью прямых инструментальных исследований.

Цель исследования — определение перспектив организации и ведения мониторинга инфразвукового воздействия на селитебных территориях.

Материалы и методы. Проанализированы федеральные и ведомственные нормативно-правовые акты, регламентирующие проведение исследований инфразвука на селитебной территории, в жилых и общественных зданиях. Изучено инфразвуковое загрязнение селитебных зон на различных участках территории Санкт-Петербурга. Проведена оценка особенностей организации исследований, нормирования и оценки инфразвукового воздействия. Объектами экспериментальных исследований выбраны территории в непосредственной близости к транспортным развязкам, железнодорожным путям, траекториям движения авиационного транспорта, в районах крупных промышленных предприятий. Использованы шумомеры — анализаторы спектра 1 класса точности: «Экофизика 110А», «Ассистент», SVAN 959. Выполнено более 1000 инструментальных исследований параметров инфразвука. Измерения проведены в дневное время. Поправка, учитывающая время воздействия, не применялась. Проанализированы протоколы измерений инфразвука, входящих в состав инженерно-экологических изысканий при размещении объек-

тов жилищного строительства на территории Санкт-Петербурга за 2007–2018 гг., протоколы мониторинга аккредитованных лабораторий, рассмотренные в рамках экспертной деятельности ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», а также результаты, представленные в научных публикациях [1–15].

Результаты исследования. В действующих законодательных и нормативных документах о санитарно-защитных зонах — Федеральном законе от 01.07.2017 №135-ФЗ²; Постановлении Правительства РФ от 03.03.2018 № 222³; СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03⁴ — инфразвук как фактор физического загрязнения окружающей среды не упоминается. При этом используются понятия: «физические факторы», «физические факторы (шум, вибрация, ЭМП и др.), «шумовое, электромагнитное воздействие».

Отсутствие инфразвука, по крайней мере, напрямую, среди регулируемых факторов, определяющих величину санитарно-защитной зоны проектируемого или реконструируемого объекта, связано, прежде всего, с отсутствием расчетной методики. Тем не менее на территории промышленных предприятий, безусловно, могут находиться достаточно мощные источники инфразвука (воздушные и поршневые компрессорные, дизельные и вентиляционные установки, градирни, трубопроводы, транспортные потоки), которые потенциально могут приводить к появлению негативных эффектов у населения, проживающего на значительном расстоянии от территории предприятия.

Для действующих предприятий, имеющих источники инфразвука, технически инфразвук может учитываться при обосновании величины санитарно-защитной зоны, поскольку возможно проведение измерений на ее границе. Вместе с тем термин «другие физические факторы» может быть принципиально истолкован как инфразвук. Однако на практике в проектной документации представлена запись «источники инфразвука отсутствуют», это достаточно сложно оспорить, если даже для приаэродромной территории федеральный закон не предусматривает оценку инфразвука. В итоге проектная документация по обоснованию размера санитарно-защитных зон крайне редко содержит протоколы исследований инфразвука. Кроме того, представленные в них уровни измеренного инфразвука не превышают нормируемых значений.

Достаточно серьезным является вопрос о том, нужно ли оценивать инфразвук в рамках инженерных изысканий при размещении различных объектов на территории. В своде правил об инженерно-экологических изысканиях для СП⁵ в рамках номенклатуры показателей отмечается, что исследование вредных физических воздействий (электромагнитного излучения, шума, вибрации, тепловых по-

¹ Перечень профессиональных заболеваний, утвержденный Приказом Минздравсоцразвития № 417н от 27.04.2012.

² Федеральный закон от 01.07.2017 №135-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка и использования приаэродромной территории и санитарно-защитных зон».

³ Постановление Правительства РФ от 03.03.2018 № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон».

⁴ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий и сооружений и иных объектов».

лей и др.) необходимо в первую очередь при проектировании жилищного строительства. При этом уточняются нормативные источники допустимых значений характеристик обычного шума, инфразвука и ультразвука на территории жилой застройки и в жилых помещениях. Свод правил по инженерным изысканиям для строительства⁶ в разделе «Исследования и оценка физического воздействия» не содержит требований измерения инфразвука. В связи с этим в материалах инженерно-экологических изысканий для строительства зачастую представлены протоколы исследования инфразвука только на земельном участке. При этом при анализе протоколов измерений, выполненных в Санкт-Петербурге за десятилетний период, превышения нормируемых значений инфразвука отсутствовали.

Технический регламент о безопасности зданий и сооружений⁷ в разделе требований безопасности для здоровья человека условий проживания и пребывания в зданиях и сооружениях подразумевает отсутствие вредного влияния на человека в результате физических, биологических, химических, радиационных и иных факторов, причем среди физических воздействий, по показателям которых предусматривается защита, инфразвук отсутствует. Свод правил о планировке и застройке городских и сельских поселений⁸, относящийся к числу документов, соблюдение которых на обязательной основе обеспечивает безопасность зданий и сооружений, в разделе «Защита от шума, вибрации, электромагнитных полей и радиации» защиту от инфразвука не рассматривает, и данный термин в документе не встречается. Однако в своде правил о жилых и общественных зданиях⁹, также подпадающем под действие Постановления Правительства, устанавливающего перечень национальных стандартов и сводов правил¹⁰ (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона от 30.12.2009 № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», предусматривается обеспечение защиты от инфразвука в соответствии с действующими нормативами.

К ведущим антропогенным источникам инфразвукового воздействия на территории Санкт-Петербурга можно отнести автомобильный, железнодорожный и авиационный транспорт, промышленные предприятия. Для селитебных территорий основным источником инфразвука является автомобильный транспорт. Анализ результатов экспериментальных исследований параметров инфразвука на селитебных территориях в районах автомобильных магистралей

не выявил превышений допустимых уровней. Эквивалентные уровни в непосредственной близости от автомагистралей находились в диапазоне 75–90 дБ, на территориях вне зоны воздействия — до 65 дБ. Эквивалентные уровни инфразвука в районе воздействия железнодорожного транспорта составляли 66–70 дБ при движении высокоскоростного пассажирского поезда «Сапсан», 80–85 дБ при движении грузового поезда, 77–82 дБ при движении пассажирского поезда и до 65 дБ при движении пригородных электропоездов. Эквивалентные уровни инфразвука при движении трамвая не превышают 61–64 дБ.

Одним из крупнейших аэропортов России является Санкт-Петербургский аэропорт «Пулково». Показатели уровней инфразвука при взлетно-посадочных операциях самолетов на селитебных территориях вблизи аэропорта находились в диапазоне 68–87 дБ. Показатели уровня инфразвука в зоне пролета вертолета легкого класса (вертолеты типа Bell-406, Robinson R44) достигают 82 дБ, при пролете вертолетов среднего класса (МИ-8) — 87 дБ.

Инфразвук от промышленных предприятий Санкт-Петербурга изучен на примере крупного объекта теплоэнергетики ТЭЦ-2 (по периметру территории). Эквивалентные уровни инфразвука находились в диапазоне 70–85 дБ. Превышения уровней, допускаемых санитарными нормами, не установлено.

Обсуждение. Результаты экспериментальных исследований, выполненных различными лабораториями, часто демонстрируют существенный (до 20 дБ) разброс результатов измерений. Вероятно, причиной может стать выбор средств измерений. В соответствии с технической документацией приборы «Октава 101А» и «Ассистент» позволяют проводить исследования в инфразвуковом диапазоне. Вместе с тем измерения инфразвука возможны при использовании специальных микрофонов (М-201 измеряет уровни звукового давления в диапазоне 2 Гц–4 кГц, МК-233 — диапазон от 1,6 Гц). Кроме того, нормативные документы, регламентирующие в России измерение общего уровня инфразвука, предусматривают использование шкалы «Лин». Эта шкала захватывает более широкий, чем инфразвук, диапазон частот. Приборы «Ассистент» используют шкалу коррекции ZI, которая из спектра частот сигнала выделяет только инфразвуковой диапазон. В результате при проведении измерений в одинаковых условиях результаты могут существенно различаться. Проблемы сопоставимости результатов возникают и в результате того, что в европейской системе нормирования применяется не используемая в России коррекция «G».

⁵ СП 11-102-97 «Инженерно-экологические изыскания для строительства».

⁶ СП 47.13330.2016 СНиП 11-02-96 «Инженерные изыскания для строительства. Общие положения».

⁷ Федеральный закон от 30.12.2009 № 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

⁸ СП 42.13333.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений».

⁹ СП 54.13330.2016 «Здания жилые многоквартирные».

¹⁰ Постановление Правительства РФ от 26.12.2014 № 1521 (ред. от 07.12.2016) «Об утверждении перечня национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов правил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».

Результат измерения инфразвука от антропогенных источников существенно зависит от фоновых (сезонных, суточных) природных уровней [10].

Зачастую при проведении измерений не принимается во внимание необходимость учета продолжительности воздействия инфразвука, несмотря на то, что обязательное приложение к санитарным нормам содержит требование, в соответствии с которым при постоянном воздействии инфразвука необходимо производить расчет эквивалентного уровня давления инфразвука с учетом поправок на время действия. Поправки в соответствии с п. 5.2 санитарных норм распространяются не только на рабочие места, но и на селитебные территории.

Многочисленные исследования, выполненные на селитебной территории Санкт-Петербурга, показывают, что уровни инфразвука не достигают нормативных значений (90 дБ Лин по общему уровню) в соответствии с действующими в части жилых и общественных зданий на территории жилой застройки санитарными нормами, регламентирующими показатель инфразвука на рабочих местах и в общественных помещениях на территории жилой застройки¹¹. Вместе с тем приходится учитывать, что измерения показателей инфразвука при скорости ветра более 1 м/с требуют применения специальных технических средств, при этом нельзя гарантировать отсутствие влияния на измеряемые показатели ветрового давления.

Крайне сложной задачей является учет неопределенностей измерения. До настоящего времени отсутствует методика расчета ожидаемых уровней инфразвука на селитебной территории и ослабления его строительными конструкциями. В связи с этим при разработке проекта санитарно-защитной зоны не может быть получено расчетное значение уровня инфразвука на ее границе. При установлении окончательной величины санитарно-защитной зоны измерение уровней инфразвука на ее границе становится обоснованным только при наличии результатов измерения инфразвука на рабочих местах, свидетельствующих о наличии источников инфразвука, поскольку нормативно-правовая база не содержит требований обязательного проведения таких измерений.

Результат измерения инфразвука, полученный в процессе инженерно-экологических изысканий, не может быть напрямую использован для прогнозирования уровней инфразвука в жилом здании. Как показывают результаты исследования, в жилом здании уровни инфразвука могут быть как близкими к измеренным на прилегающей территории, так и существенно более высокими, что может объясняться резонансными явлениями и ветровым напором в высотных зданиях.

Результаты измерений, выполненных на территории жилой застройки Санкт-Петербурга, показали, что выявленные уровни инфразвука, при соблюдении методики измерения, не превышали нормируемых значений.

Авторы полагают, что для решения проблем, связанных с оценкой и прогнозом уровней инфразвука на границе санитарно-защитных зон, на селитебных территориях и в помещениях жилых и общественных зданий и с процедурой проведения измерений на селитебной территории, было бы целесообразно в настоящее время в гигиенических нормативах сохранить только норму для жилых и общественных зданий с уровнями звука в октавах со среднегеометрическими частотами 2 Гц — 75 дБ, 4 Гц — 70 дБ, 8 Гц — 65 дБ, 16 Гц — 60 дБ. Для обеспечения объективности и сопоставимости результатов измерения инфразвука необходимо отказаться от применения шкалы «Лин» при измерении общего уровня. При этом общий уровень следует рассматривать как результат энергетического сложения уровней в октавных полосах частот, приняв с округлением величину 75 дБ.

Выводы.

1. При совершенствовании нормирования инфразвука необходима гармонизация нормативных документов, имеющих равный правовой статус и обязательных к применению.

2. Анализ результатов измерения инфразвука выявил значительное расхождение результатов, полученных в аналогичных условиях различными лабораториями. Причиной расхождений могут являться отсутствие единой методики проведения измерений, ошибки при выборе оборудования, существенное влияние природных источников инфразвука.

3. Анализ результатов собственных исследований и результатов измерений других аккредитованных лабораторий не позволил выявить на территории Санкт-Петербурга превышений допустимых уровней инфразвука от основных антропогенных источников.

4. Отсутствие превышений гигиенических нормативов уровня инфразвука в условиях достаточно интенсивного воздействия антропогенных источников указывает на нецелесообразность проведения массовых исследований и мониторинга параметров инфразвука на селитебных территориях.

Список литературы (пп. 12–18 см. References)

1. Дубянский С.А. Раннее предупреждение метеослужб аэропортов о штормах с использованием параметрического устройства приема инфразвука на ультразвуковых и СВЧ зондирующих лучах // Фундаментальные исследования. 2015. № 5-1. С. 63–67.
2. Афанасьева Н.А., Пляцук Л.Д., Филатов Л.Г. и др. Импульсный инфразвуковой сигнал, производимый ветроэнергетической установкой. Принципы оценки // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. № 6 (10). С. 13–19.
3. Ахметзянов И.М., Зинкин В.Н., Орихан М.М. и др. Медицинские аспекты гигиенического нормирования инфразвука // Здоровье населения и среда обитания. 2014. № 7 (256). С. 25–27.
4. 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. № 27 (4). С. 437–444.

¹¹ СН 2.2.4/2.1.8.583–96 «Инфразвук на рабочих местах и общественных помещениях на территории жилой застройки».

5. Гагарин С.А., Рожихин Н.С., Романов Л.И. Трамвай как источник низкочастотного звука и инфразвука // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2015. Т. 25, № 4. С. 7–13.
6. Зуев А.В., Федотова И.В., Васильева Т.Н. и др. Влияние инфразвука на акустическую среду селитебной зоны // Безопасность и охрана труда. 2018. № 1 (74). С. 38–40.
7. Худницкий С.С., Арбузов И.В., Гаевская Т.В. и др. Инфразвук как гигиенически значимый фактор в автобусах и легковых автомобилях // Здоровье и окружающая среда. 2009. № 13. С. 217–223.
8. Терехов А.Л., Сафонов А.Л. Компрессорные станции – основной источник шума и инфразвука на предприятиях газовой промышленности // Труд и социальные отношения. 2015. № 3. С. 125–136.
9. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В. и др. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука // Технологии гражданской безопасности. 2015. № 1 (43). С. 90–96.
10. Соловьев А.В., Провоторов Д.С., Бочаров А.А. и др. Сезонно-суточные вариации фоновых инфразвуковых колебаний давления в частотном диапазоне 0,01–32 Гц в городе Томске // Известия высших учебных заведений. 2012. № 55 (8). С. 79–85.
11. Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д. Особенности мониторинга инфразвукового загрязнения селитебных территорий, прилегающих к транспортным магистралям // Гигиена и санитария. 2018. № 97 (12). С. 1141–1145.
12. Zuev AV, Fedotova IV, Vasilyeva TN, et al. The infrasound effect on the acoustic environment of a residential zone. *Bezopasnost' i Ohrana Truda*. 2018; 74(1):38–40. (In Russian).
13. Hudnitskiy SS, Arbuzov IV, Gaevskaya TV, et al. Infrastructure as a hygienic factor in buses and cars. *Zdorov'e i Okruzhayushchaya Sreda*. 2009; 13:217–223. (In Russian).
14. Terekhov AL, Saphonov AL. Occupational safety and health compressor stations – the main source of noise and infrasound on gas industry. *Trud i Social'nyye Otnosheniya*. 2015; (3):125–138. (In Russian).
15. Zinkin VN, Soldatov SK, Bogomolov AV, et al. Actual problems of population protection from the low-frequency noise and infrasound. *Tekhnologii Grazhdanskoi Bezopasnosti*. 2015; 12(1–43):90–96. (In Russian)
16. Solov'yev AV, Provotorov DS, Bocharov AA, et al. Seasonally-daily variations of background sulphonic pressure fluctuations in the frequency range 0.01–32 Hz in Tomsk. *Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii*. 2012; 55 (8):79–85. (In Russian)
17. Kuznetsova EB, Bulavina ID. Peculiarities of monitoring for infrasound pollution of residential areas located in proximity to highways. *Gigiena i Sanitariya*. 2018; 97(12):1141–45. (In Russian).
18. Fraiman B. Mechanism of the infrasound effect in transport means. *Transport Noise*. 1994. P. 29–32.
19. Fraiman B, Voronin A, Fraiman E. The alternative mechanism of the infrasound influence on organism. "Noise and Man-93": Proceedings of the 6th International Congress, Nice, France, 1993. Vol. 2, P. 501–504.
20. Fraiman B, Ivannikov A, Zhukov A. On the influence of infranoise fildes on humanus. 6-th Internacional Meeting on Low friguence Noise and Vibracion. 1991. P. 46–56.
21. Berger RG, Ashtiani P, Ollson CA, et al. Health-based audible noise guidelines account for infrasound and low-frequency noise produced by wind turbines. *Front Public Health*. 2015; 3:31. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2015.00031>

References

Контактная информация:

Копытенкова Ольга Ивановна, главный научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
e-mail: 5726164@mail.ru

Corresponding author:

Olga I. Kopytenkova, Chief Researcher, Department for Health Risk Analysis, North-West Public Health Research Center
e-mail: 5726164@mail.ru