

© КУЗНЕЦОВА Е.Б., БУЛАВИНА И.Д., 2018

УДК 614.872.4:534.321.8]:656

Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д.

ОСОБЕННОСТИ МОНИТОРИНГА ИНФРАЗВУКОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ПРИЛЕГАЮЩИХ К ТРАНСПОРТНЫМ МАГИСТРАЛЯМ

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 191036, Санкт-Петербург

Введение. Предметом обсуждения в данной статье является методическое обеспечение исследований инфразвукового загрязнения селитебных территорий, прилегающих к транспортным магистралям. Отмечен факт отсутствия стандартизированной методики проведения натурных исследований уровней звукового давления инфразвукового диапазона на селитебных территориях. Приведён краткий обзор нормативной документации, которую в настоящее время используют специалисты аккредитованных лабораторий, центров гигиены и эпидемиологии при решении задач санитарной акустики в инфразвуковом диапазоне.

Материал и методы. Специалистами, как правило, используются методики по измерениям шума слышимого диапазона и методики, предусмотренные инструкциями по эксплуатации приборов, что влечёт за собой значительные разночтения в результатах исследований. Целью измерений инфразвука, представленных в настоящей статье, являлось определение параметров, влияющих на точность результатов исследований. Эти исследования выполнены с использованием имеющейся типовой приборной базы, которой располагают центры гигиены и эпидемиологии.

Результаты. В качестве основных параметров, влияющих на точность проведения исследований инфразвука, определено влияние ветровых потоков, продолжительности проведения исследований, местоположения мониторинговых точек. Приведены данные о ветровой нагрузке на территории Санкт-Петербурга. Для экспериментальных исследований выбраны территории, непосредственно прилегающие к Западному скоростному диаметру (ЗСД), КАД, Синопской набережной, – потенциальных источников инфразвука. Выбор обусловлен относительно постоянной интенсивностью движения автотранспорта.

Обсуждение. Проводились серии измерений при разной ветровой нагрузке и разной продолжительности. Точки измерений выбирались в свободном поле и у отражающих поверхностей. Результаты измерений оценивались с учётом расширенной неопределённости с уровнем доверия 95%. Установлено, что стабильные результаты измерений в инфразвуковом диапазоне частот на территории могут быть получены при скорости ветра не более 1 м/с, проведении измерений в свободном звуковом поле, продолжительностью не менее 20 мин. Такие условия ветровой нагрузки для Санкт-Петербурга могут быть соблюдены в течение нескольких дней в месяце.

Ключевые слова: инфразвук; параметры инфразвука; инженерно-гигиенические изыскания; мониторинг инфразвука.

Для цитирования: Кузнецова Е.Б., Булавина И.Д. Особенности мониторинга инфразвукового загрязнения селитебных территорий, прилегающих к транспортным магистралям. *Гигиена и санитария*. 2018; 97(12): 1141-1145. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1141-1145>

Для корреспонденции: Кузнецова Е.Б., младший научный сотрудник отдела комплексной оценки физических факторов ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». E-mail: sound_kuzn@mail.ru

Kuznetsova E.B., Bulavina I.D.

PECULIARITIES OF MONITORING FOR INFRASOUND POLLUTION OF RESIDENTIAL AREAS LOCATED IN PROXIMITY TO HIGHWAYS

North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation

Introduction. Procedural provision of studies on monitoring for infrasound pollution of residential areas located in proximity to highways is the issue of the consideration in this article. The fact of the absence of a standardized procedure for carrying out large-scale studies of the infrasound range of the sound pressure in residential areas is reported. A brief review of regulatory documents currently used by experts of accredited laboratories, hygiene and epidemiology centers to solve sanitary problems of infrasound range acoustics, is given.

Material and Methods. As a rule, experts use techniques for a hearing range of noise measurements and procedures specified by device service instructions which result in significant inconsistencies of research findings. Determination of parameters affecting the accuracy of research findings carried out with the help of routine devices available in hygiene and epidemiology centers was the objective of infrasound measurements presented here.

Results. Effect of wind flows, study duration and monitoring location point were found to be the major parameters affecting the accuracy of research findings. Data on wind load on Saint-Petersburg territory is reported. Territories in the immediate proximity to the "West Speed Diameter" (WSD) highway, Ring motorway and Sinopskaya embankment being potential infrasound sources, were chosen for experimental studies. Such choice was caused by the heavy freight and passenger car traffic characterized by relatively permanent intensity.

Discussion. Measurement series at various wind loads and of different durations were done. Measurement points were chosen in free field and in the vicinity of echoing areas. Measurement data were assessed taking into account expanded uncertainty, at 95% confidence level. It was found that reliable measurement results in infrasound fre-

quency range can be obtained on the territory at wind velocity not exceeding 1 m/sec, during measurements in the free sound field with duration over 20 minutes. Given wind load conditions can be realized in St.-Petersburg for several days a month.

Key words: *infrasound; infrasound parameters; engineer and hygienic investigations; infrasound monitoring.*

For citation: Kuznetsova E.B., Bulavina I.D. Peculiarities of monitoring for infrasound pollution of residential areas located in proximity to highways. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2018; 97(12): 1141-1145. (In Russ.). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-12-1141-1145>

For correspondence: Elena B. Kuznetsova, MD, junior researcher of the Department of Complex Hygienic Assessment of Physical Factors of the North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, 191036, Russian Federation. E-mail: sound_kuzn@mail.ru

Information about authors:

Kuznetsova E.B., <http://orcid.org/0000-0002-1573-5021>; Bulavina I.D., <http://orcid.org/0000-0002-0516-7390>.

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

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: 05 September 2018

Accepted: 20 December 2018

Введение

На сегодняшний день ни у кого не вызывает сомнения, что одним из главных источников антропогенного воздействия на здоровье населения в крупных городах является автомобильный транспорт [1].

Определены ведущие факторы негативного воздействия автотранспорта – это шумовое (акустическое) и химическое загрязнение атмосферного воздуха.

Вопросам вредного воздействия автотранспорта на состояние атмосферного воздуха и акустическую обстановку населённых пунктов посвящено значительное количество научных исследований в нашей стране и за рубежом, приняты законы федерального и регионального значения, разработаны и совершенствуются методы эколого-гигиенического нормирования, инструментальной оценки, программного моделирования, расчётов и т. д.

Инфразвук также, как шум, представляет собой звуковые колебания и волны, но с частотами, лежащими ниже полосы слышимых акустических частот – 20 Гц [2].

Однако вопросам исследований инфразвука на жилых территориях посвящено очень ограниченное количество исследований и публикаций. Не имеется достаточной информации как о фактических масштабах инфразвукового загрязнения окружающей среды на селитебных территориях, так и о последствиях воздействия инфразвука на население, в том числе от транспортных потоков [3].

Сегодня мы располагаем санитарными нормами¹, регламентирующими уровни инфразвука и позволяющими осуществлять контроль за уровнями инфразвука на территории жилой застройки, при том, что методическое обеспечение исследований параметров инфразвука минимально и ограничено инструкциями по эксплуатации измерительной аппаратуры и платно распространяемыми методиками, разработанными производителями средств измерений [4].

Объективной причиной ограниченного объёма исследований являлось длительное отсутствие приборов для проведения измерений уровней инфразвука. В нашей стране исследования влияния инфразвука начались фактически только в 70-х гг. прошлого века, когда появилась приборная база для проведения измерений. По поручению санитарной службы были проведены масштабные исследования здоровья работников предприятий с выявленными источниками инфразвука. Удалось установить однозначную связь между ухудшением здоровья работающих с уровнями воздействия инфразвука, равному 100 и более децибел по линейной шкале [5, 6].

Результаты исследований явились основой для разработки в 1980 г. первого в нашей стране нормативного документа, содержащего санитарно-гигиенические требования к параметрам инфразвука – санитарных норм «Гигиенические нормы инфразвука на рабочих местах», где нормативным значением для рабочих мест стал уровень 100 дБ.

Проведённые исследования не выявили значительных отклонений от здоровья при уровнях 90 и менее децибел. Такой порог воздействия был использован в документе «Санитарные нормы допустимых уровней инфразвука и низкочастотного шума на территории жилой застройки» для территорий жилой застройки, изданном в 1989 г. Для нормирования уровней инфразвука в помещениях жилых и общественных зданий, по мнению авторов, был использован подход, реализуемый в санитарных нормах к уровням шума слышимого диапазона, в котором разница между уровнями шума у ограждающих конструкций зданий и в помещениях в режиме проветривания была принята 15 дБА [8].

В 1996 г. действующие санитарные нормы, регламентирующие параметры инфразвука, были пересмотрены и вместо них были принят норматив «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки», действующий по настоящее время.

Следует отметить, что в период с 1996 г. по настоящее время проведено значительное количество исследований воздействия инфразвука на здоровье [6]. Установлено его влияние на различные системы организма, вплоть до изменений на клеточном уровне. Однако большинство исследований проводились при воздействии достаточно высоких уровней инфразвука 90–120 дБ и оценивалось влияние инфразвука на человека в условиях производственной деятельности. В литературе не представлены данные об изменениях здоровья на уровнях менее 90 дБ, характерных для жилой территории, а также зависимости нарушения здоровья человека от продолжительности воздействия инфразвука таких уровней.

В настоящее время существенно расширилась приборная база, которой располагают лабораторные центры Роспотребнадзора и лаборатории, аккредитованные на измерения акустических параметров, поэтому отсутствие методических указаний, ГОСТов по проведению измерений на территории жилой застройки и в жилых помещениях создают значительные трудности при проведении исследований, оценке результатов исследований, проведению сличительных испытаний. Так, один из первых вопросов, который обсуждался на совещании специалистов центров гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора в

¹ СН 2.2.4/2.1.8.583–96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки».

Лужках в 2017 г., касался методик измерений инфразвука на территории жилой застройки.

Материал и методы

Предметом исследования в нашей работе являлось выявление факторов, которые влияют на точность исследований параметров инфразвука. Объектом исследований выбраны транспортные магистрали Санкт-Петербурга с практически непрерывным движением транспорта, и являющиеся потенциальным источником инфразвуковых колебаний: КАД (кольцевая автодорога), ЗСД (Западный скоростной диаметр), Синопская набережная (центр Санкт-Петербурга), транспортный поток на которых мог являться стабильным источником инфразвуковых колебаний предположительно значимых уровней.

В ходе работы нами выполнено более 600 инструментальных исследований параметров инфразвука, проанализированы 187 протоколов результатов исследований аккредитованных лабораторий сторонних организаций.

Для измерений использованы типовые, с точки зрения широты применения специалистами аккредитованных измерительных лабораторий, шумомеры – анализаторы спектра 1 класса точности: «Экофизика 110А», «Ассистент», SVAN 959.

Исследования параметров инфразвука выполнялись в Санкт-Петербурге и Ленинградской области на территориях, прилегающих к транспортным магистралям и городским автодорогам, в точках, расположенных в прямом поле источников акустических колебаний. Основными направлениями исследований были выбраны следующие: определение необходимой продолжительности времени измерений, выбор точек измерений, определение климатических параметров, влияющих на результаты исследований, и степень их воздействия.

Продолжительность периода времени измерений – это интервал времени, необходимый и достаточный для оценки излучаемых параметров инфразвука и репрезентативности результатов исследований за весь период контроля, определенному действующими санитарно-гигиеническими требованиями.

Нормативными документами, регламентирующими требования к выполнению измерений шума, при проведении измерений инфразвука² можно руководствоваться лишь в ограниченном варианте. Рекомендации по выбору продолжительности измерений инфразвука непостоянного характера приводятся в методиках измерений к приборам, методическим указаниям по измерениям инфразвука республики Беларусь. Рекомендуемые периоды составляют от 3 до 30 мин.

Измерения выполнялись в течение 1, 5, 20–25, 40 мин, серии из 5 измерений продолжительностью по 5 мин. Параллельно, методом фотофиксации с последующим подсчетом, определялась интенсивность транспортного потока.

Расширенная неопределенность измерений уровней звукового давления в октавных полосах частот (U_p) с коэффициентом охвата $K=2$ (доверительный интервал 95 %) определялась по формулам:

$$L_{cp} = 1 / n \sum_{i=1}^n$$

$$U_p = 2 \cdot \sqrt{(1 + 1/n(n+1)) \cdot \sum_{i=1}^n (L_i - L_{cp})^2}$$

где L_i – среднее измеренных уровней; n – количество измерений в одной точке.

² ГОСТ 23337–2014 «Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий».

Результаты исследований показали, что с увеличением времени исследований более 20 минут, при сохранении нагрузки на транспортной магистрали, изменения результатов исследований минимальны. Серии измерений, каждое из которых выполнялось в течение 5 минут и менее, дают значительный (более 5–8 дБ) разброс в результатах измерений уровней звукового давления в октавных полосах частот. Расчетный интервал охвата с уровнем доверия 95 % по серии из 5 измерений по 5 минут в одной точке составлял 5–7 дБ. Результат прямых однократных измерений продолжительностью 25 минут был на 2–3 дБ ниже расчетных по серии измерений. Увеличение продолжительности исследований до 40 минут не вносило существенной разницы в результат измерений эквивалентных уровней звукового давления. Измерения продолжительностью менее 5 мин (1–3 мин) давали разброс в результатах до 15 дБ.

Таким образом, по мнению авторов, рекомендуемая продолжительность интервала проведения измерений уровней звукового давления инфразвукового диапазона транспортного потока со стабильной интенсивностью движения должна составлять не менее 20–25 мин.

В имеющейся литературе по методикам измерений шума и инфразвука имеются противоречивые данные о возможном ограничении скорости ветра для получения объективных результатов исследований. Так, методические рекомендации по измерениям санитарной службы Беларуси допускают проведение измерений при скорости ветра 5 м/с. Отменённые методические указания РФ по измерениям инфразвука регламентировали предельную скорость ветра – 3 м/с. Аттестованные методики измерений инфразвука фирмы-производителя шумомеров – анализаторов аппаратуры [1] ограничивают возможность выполнения измерений уровня звукового давления в инфразвуковом диапазоне скоростью ветра 1 м/с. При увеличении ветра более 1 м/с рекомендуется использование ветрозащитного колпака, с оговоркой, что при порывах ветра использование ветрозащиты малоэффективно.

Средняя скорость ветра в Санкт-Петербурге в течение года, по данным Гидрометцентра России, колеблется от 1,9 м/с в январе до 2,6 м/с в декабре. Вероятность скорости ветра 1 м/с и менее, например, в апреле, по прогнозным данным, составляет около 30%, но на практике дней, подходящих для измерений, оказалось всего четыре.

Следует добавить, что данные ветровых нагрузок в прогнозах Гидрометцентра России и других организаций, представляющих информацию о погоде, приводятся на высоте 10 м от земли. Измерения параметров инфразвука выполняются на высоте 1,5 м, где в условиях города даже на фоне штилевых погодных условий возникают воздушные потоки с достаточно заметными скоростями [7]. Подобные воздушные потоки в зимнее время формируются за счёт выделения техногенного тепла в приземный слой атмосферы. В летнее время формирование воздушных потоков происходит за счёт увеличения поглощения солнечной радиации и недорасхода тепла на испарение осадков по сравнению с естественными условиями. В Санкт-Петербурге влияние на формирование воздушных потоков оказывает близость Финского залива и русла реки Невы. Непосредственное влияние на возникновение воздушных потоков на высоте 1,5 м оказывают градостроительные факторы: высота зданий, конфигурация домов и улиц.

Результаты

Цель работы – разработка предложений в методические указания по измерениям уровней звукового давления инфразвукового диапазона на территории жилой застройки.

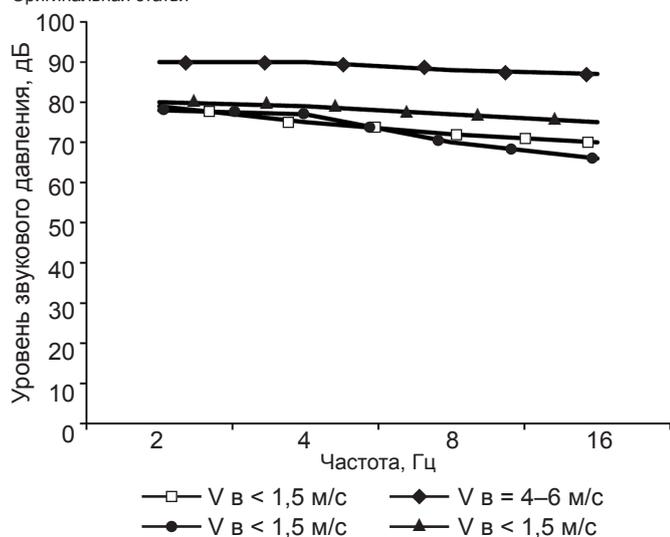


Рис. 1. Эквивалентные уровни звукового давления инфразвукового диапазона, измеренные при различных ветровых нагрузках.

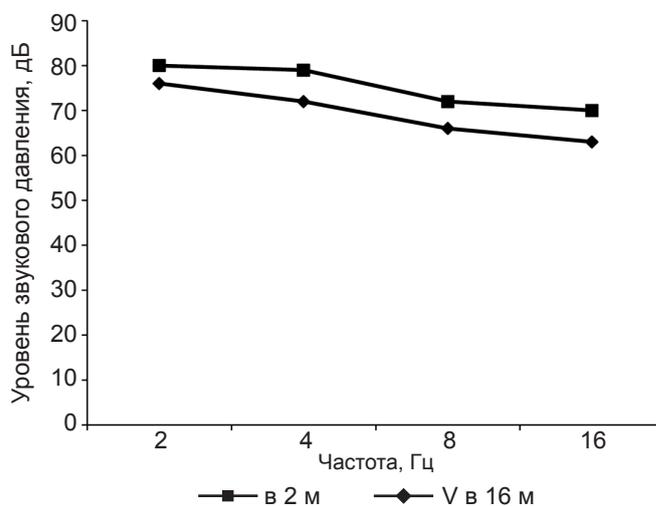


Рис. 2. Результаты измерений уровней звукового давления инфразвукового диапазона в 2-х и 16 м от звукоотражающей поверхности.

Выполненные исследования показали очевидную зависимость результатов измерений уровней звукового давления инфразвука от скорости воздушных потоков на уровне 1,5 м от земли (рис. 1).

При сохранении интенсивности движения автотранспорта, но при изменениях скорости ветра от 0,5 до 3 м/с разница в результатах измеренных уровней составляла до 10 дБ.

Увеличение интенсивности транспортного потока на Синопской набережной с 6 (незначительный поток транспорта) до 9 утра (интенсивность ок. 2000 а/м/час, скорость движения 80 км/ч) привело к росту эквивалентных уровней звукового давления инфразвукового диапазона от 6 до 8 дБ по октавным полосам частот, что соизмеримо с колебаниями уровней, вызванных изменением скорости ветра.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что стабильные результаты измерений параметров инфразвука на территории могут быть получены при скорости ветра не более 1 м/с. Порывы ветра, завихрения на углах зданий, сквозняки дают отклонения до 10 дБ и более в результатах исследований.

Использование типовой конструкции ветрозащитного колпака при исследовании инфразвука оказалось малоэффективным. Таким образом, возможности проведения исследований инфразвуковых колебаний на городских территориях, особенно на территориях с постоянными ветровыми нагрузками, ограничены и требуют параллельного с измерениями параметров инфразвука контроля скорости ветра инструментальными средствами (метеодатчиками или др.).

Выбор точек измерений связан с особенностями распространения инфразвуковых волн на большие расстояния, сопровождаемыми меньшими потерями энергии по сравнению со звуком слышимого диапазона, меньшую эффективность экранирования при огибании больших препятствий в виде разного рода построек и экранов. Например, уровни инфразвука за препятствием могут быть больше, чем в прямом поле источника инфразвука. Как указывалось выше, при выборе точек необходимо учитывать наличие ветровых потоков, обусловленных градостроительной ситуацией.

При выборе точек измерений специалисты аккредитованных лабораторий, как правило, используют рекоменда-

ции для звука слышимого диапазона, а именно точки измерений выбираются в 2 м от ограждающих конструкций зданий, рекомендуемые расстояния³ для низкочастотного шума и инфразвука составляют 16 м от ближайшей существенно звукоотражающей поверхности, не считая поверхности земли.

Увеличения уровней инфразвука, измеренные у ограждающих конструкций зданий, составили от 4 до 7 дБ в октавных полосах частот (рис. 2) по сравнению с данными, полученными на расстоянии 16 метров от дома. Измерения уровней у ограждающих конструкций дома давали нестабильные результаты, причиной которых являлось не только влияние отражений звуковой волны от ограждающих конструкций зданий, но и изменение скорости воздушного потока у дома. Минимальная вариабельность результатов измерений уровней инфразвука транспортного потока была зафиксирована при измерениях в свободном звуковом поле.

Обсуждение

Результаты собственных исследований авторов позволяют устранить пробелы и противоречия в существующей нормативной литературе в части основных требований к проведению измерений параметров инфразвука: выбора точек исследований, допустимой скорости ветра и минимальной продолжительности измерений.

Полученные результаты объясняют значительное расхождение результатов исследований, выполненных аккредитованными лабораториями в аналогичных точках на территории Санкт-Петербурга. При измерениях инфразвука от значимых транспортных потоков в одной и той же точке разница в результатах наших исследований составила до 20 дБ вследствие влияния ветрового потока.

Следует отметить, что по результатам собственных исследований и исследований других аккредитованных лабораторий типовыми средствами измерений на территории Санкт-Петербурга, аналогичных исследований, выполненных на территории Нижнего Новгорода [9],

³ ГОСТ 31296.2–2005(ИСО 1996-1:2007) Шум. Описание, измерение и оценка шума на местности. Ч. 2. Определение уровней звукового давления.

не установлено превышений допустимых уровней, регламентированных санитарными нормами. Оценка результатов измерений во всех исследованиях проводилась без учёта времени воздействия, то есть исходя из «худшего случая» – круглосуточного воздействия инфразвука измеренных величин. Хронограмма измерений параметров инфразвука от движения автотранспорта по Синопской набережной Санкт-Петербурга представлена на рис. 3, см. на 2-й стр. обложки.

Учитывая также отсутствие информации о реальной угрозе здоровью от воздействия уровней звукового давления инфразвукового диапазона менее 90 дБ и недостаточности гигиенического обоснования действующих санитарных норм [10] в части нормирования шума на территории жилой застройки, следует поставить под сомнение необходимость проведения массовых исследований параметров инфразвука на территориях, выполняемых на стадии экологических изысканий при отводе участков под строительство.

Заключение

В результатах измерений, выполненных разными специалистами на аналогичных территориях, встречаются значительные несоответствия. По мнению авторов, причиной данных несоответствий является отсутствие единых требований к проведению исследований в части выбора точек исследований, учёта метеорологических условий и продолжительности времени исследований, что свидетельствует о необходимости разработки соответствующих методических рекомендаций.

Анализ результатов более чем 600 исследований уровней звукового давления инфразвукового диапазона, выполненных специалистами ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» и около 900 исследований, выполненных специалистами других лабораторий, показал отсутствие превышения допустимых уровней инфразвука, регламентированных действующими санитарными нормами, на территории Санкт-Петербурга.

Отсутствие превышений допустимых уровней наряду с ограниченными возможностями проведения корректных измерений инфразвука в связи с погодными условиями позволяет сделать предварительный вывод о целесообразности выполнения массовых исследований параметров инфразвука, в том числе при проведении инженерно-экологических изысканий.

Необходимо внимание специалистов санитарных и экологических служб перенести на выявление значимых производственных источников инфразвука, проведение паспортизации таких источников с выполнением мониторинговых измерений в порядке производственного контроля.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Литература

1. Зинкин В.Н., Солдатов С.К., Богомолов А.В., Драган С.П. Актуальные проблемы защиты населения от низкочастотного шума и инфразвука. *Технологии гражданской безопасности*. 2015; 12(1(43)): 90-96.
2. Графкина М.В., Нюнин Б.Н., Свиридова Е.Ю., Ральченко В.И. Внешние инфразвуковые поля наземных транспортных средств. *Известия Московского государственного технического университета МАМИ*. 2013; 1(2(16)): 45-48.

3. Гончаренко Б.И. Допустимые уровни шума в низкочастотном и инфразвуковом диапазонах частот. *Мир измерений*. 2012; (3): 19-24.
4. МИ ПКФ-14-016. Методика измерений звукового давления в инфразвуковом диапазоне частот на рабочих местах в производственных помещениях и на территории. Разработчик ООО НПФ «ЭлектронДизайн». Зарегистрирована в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений Росстандарта № ФР.1.36.2014.18773.
5. Зинкин В.Н., Драган С.П., Ахметзянов И.М., Орихан М.М. Организационно - методические основы мониторинга инфразвука на промышленных производствах. *Экология промышленного производства*. 2014; 86(2): 54-60.
6. Торкунова О.В., Шибанов П.Д. Фармакологическая коррекция неблагоприятного действия низкочастотных акустических колебаний. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии*. 2014; 12(3): 20-25.
7. Мягков М.С., Алексеева Л.И. Особенности ветрового режима типовых форм городской застройки. Архитектура и современные информационные технологии. МАРХИ. *Электронный журнал*. 2014; 26 (1): 26/14-04.
8. Европейское руководство по контролю ночного шума. *Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро*. 2014 г. ISBN 978 92 890 5012 8.
9. Зувев А.В., Федотова И.В., Васильева Т.Н., Некрасова М.М. Влияние инфразвука на акустическую среду селитебной зоны. *Безопасность и охрана труда*. 2018; (1(74)): 38-40.
10. Зинкин В.Н. Промышленные объекты и транспорт как источники низкочастотного шума и инфразвука: контроль и профилактика вредного действия. *Безопасность в техносфере*. 2016; 5(2): 35-42.

References

1. Zinkin V.N., Soldatov S.K., Bogomolov A.V., Dragan C.P. Current problems of population protection against low frequency and infrasound noise. *Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti*. 2015; 12 (1(43)): 90-96.
2. Grafkina M.V., Nyunin B.N., Sviridova E.Yu., Ral'chenko V.I. Ambient infrasound fields of land-based vehicles. *Izvestiya Moskovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta MAMI*. 2013; 1 (2(16)): 45-48.
3. Goncharenko B.I. Admissible noise levels in low and infrasound frequency ranges. *Mir Izmerenii*. 2012; (3): 19-24.
4. МИ ПКФ-14-016. Procedure for sound pressure measurement in infrasound frequency range at workplaces in workshops and on the territory. Razrabotchik OOO NPF "ElectronDizain". Zaregistrirovana v Fedral'nom informatzionnom Fonde po obespecheniyu edinstva izmerenii Rosstandarta No FP.1.36.2014.18773.
5. Zinkin V.N., Dragan S.P., Akhmetzyanov I.M., Orikan M.M. Organizational and procedural basis for infrasound monitoring at manufacturing enterprises. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*. 2014; 86 (2): 54-60.
6. Torkunova O.V., Shibanov P.D. Pharmacological correction of unfavourable effect of low-frequency acoustical oscillations. *Obzory po klinicheskoi farmakologii i lekarstvennoi terapii*. 2014; 12 (3): 20-25.
7. Myagkov M.S., Alekseeva L.I. Peculiarities of wind regime in typical urban residential area. *Arkhitektura i sovremennye informatzionnye tekhnologii. MARKhI. Elektronnyi zhurnal*. 2014; 1 (26): 26/14-04.
8. European Guidelines on night noise control. World Health Organization. European Regional Bureau. 2014. ISBN 978 92 890 5012 8.
9. Zuev A.V., Fedotova I.V., Vasil'eva T.N., Nekrasova M.M. Infrasound effect on acoustical environment of residential area. *Bezopasnost' i okhrana truda*. 2018; (1(74)): 38-40.
10. Zinkin V.N. Industrial enterprises and transport as sources of low frequency noise and infrasound: Control and prevention of adverse effect. *Bezopasnost' v tekno sfere*. 2016; 5 (2):35-42.

Поступила 05.09.2018

Принята к печати 20.12.2018

К ст. С. А. Горбанева и соавт.



Рис. 3. Пример графической визуализации первичной заболеваемости активным туберкулезом населения субъектов АЗРФ.

К ст. Е. Б. Кузнецовой и И. Д. Булавиной.

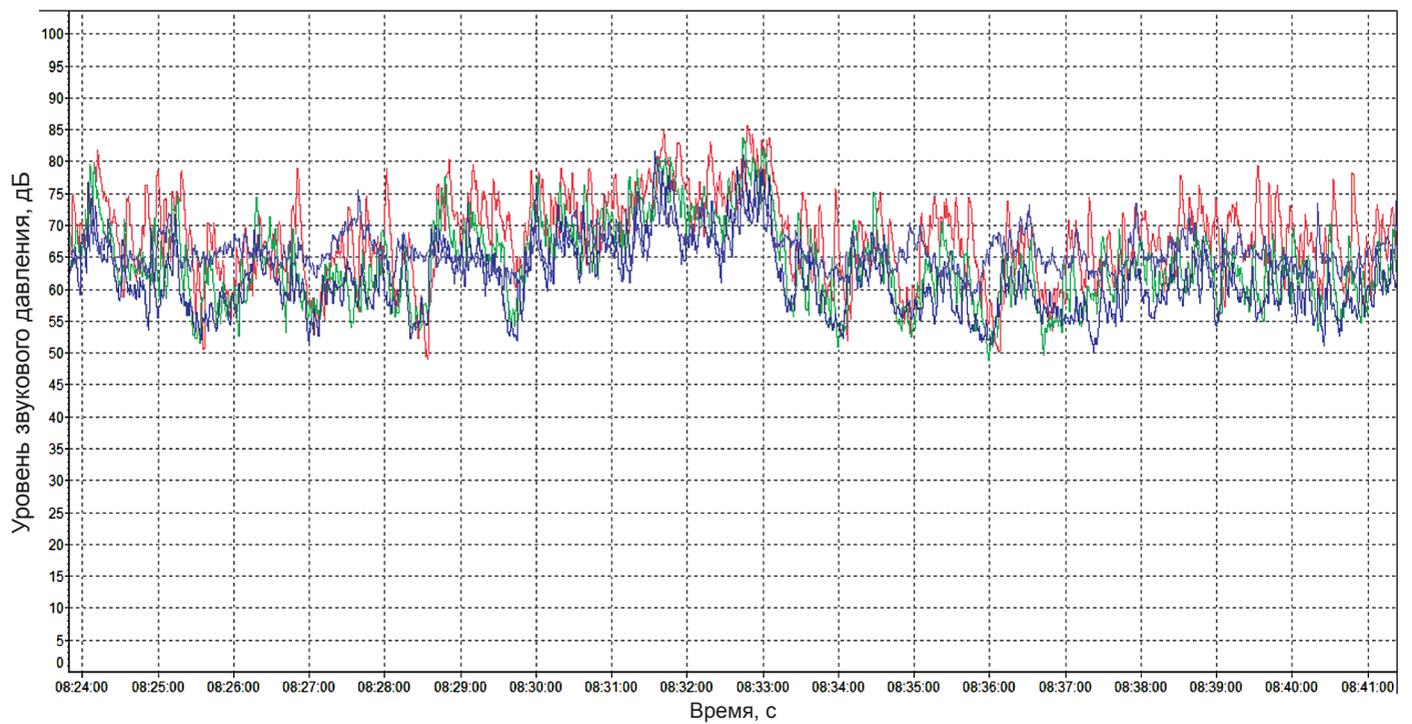


Рис. 3. Хронограмма уровней звукового давления в октавных полосах частот 2Гц, 4 Гц, 8 Гц, 16 Гц.