

УДК 534.61

Результаты оценки функционирования системы анализа разнесённых акустических шумов

Калиниченко М.В., Середа А.В.

В статье представлены результаты проверки функционирования системы анализа разнесённых акустических шумов. Акустический шум продолжает оставаться одним из значимых факторов воздействия на человека в производственной и общегородской среде. Актуальной становится задача оперативного мониторинга городской среды и выработка прогностических решений, что обеспечит больше возможностей в плане принятия управленческих мероприятий по защите населения от влияния этих загрязнений. Речь идёт о построении такой системы, которая позволяет оценивать изменение шума при распространении его вглубь жилой зоны, что предполагает использование минимум двух микрофонов, располагаемых у источника шума и на удалении, в какой-то из точек трассы распространения шума. Важной составляющей такой системы является модуль обработки, назначение которого – полноспектральная обработка получаемой информации и вычисление разности спектров. Измерения проводились с использованием лабораторной акустической камеры и шумозащитного экрана, обеспечивающего ослабление сигнала перед вторым микрофоном. Вид шумового сигнала – «белый шум». Представлены результаты измерений на средневзвешенных частотах октавных диапазонов, которые показывают, что анализируемая система анализа разнесённых акустических шумов обеспечивает одномоментную оценку некоррелированных акустических сигналов с определением разности между этими сигналами. Имеющееся «отрицательное» значение разности (ослабления) сигнала на частоте 250 Гц может объясняться как особенностями характеристик экрана, так и имеющей место неравномерностью АЧХ самой камеры.

Ключевые слова: акустический шум, уровень звукового давления, микрофон, полноспектральные измерения.

Введение

Распространение акустических волн в городской среде – сложный и недетерминированный процесс. И хотя в 2020 г. службами мониторинга установлено, что удельный вес объектов, на которых выявлено несоответствие уровней шума требованиям санитарного законодательства, имеет тенденцию к снижению, однако от 21,2% до 12,0% измерений по уровню шума показывают превышение санитарных норм [1]. В 2022 году было зарегистрировано более 24,5 тыс. жалоб на неблагоприятное воздействие физических факторов, из которых максимальная доля (24,4 %) принадлежит акустическому шуму [2].

Таким образом, актуальной становится задача оперативного мониторинга городской среды и выработка прогностических решений, что обеспечит больше возможностей в плане принятия управленческих мероприятий по защите населения от влияния этих загрязнений. Фактически, насущно актуальной становится задача создания измерительных си-

стем, обеспечивающих получение более подробной информации о характере акустического шума и его распространении в городской среде.

С практической точки зрения речь идёт о построении такой системы, которая позволяет оценивать изменение акустического шума при распространении от источника вглубь жилой зоны. В этом случае необходимо расположение измерительных микрофонов вдоль этой трассы хотя бы в двух характерных точках: в зоне источника акустического шума и на некотором расстоянии от источника в направлении распространения.

Очевидно, что в этом случае либо должны использоваться два независимых измерителя, либо один с подключением двух микрофонов. В первом случае результаты измерений должны сохраняться в базе данных, а их сопоставление может осуществляться только при последующей обработке в условиях лаборатории. Во втором случае должна обеспечиваться передача информации в основной блок

прибора на относительно большие расстояния.

Система, соответствующая второму случаю, представлена в [3,4].

При этом важной составляющей является модуль обработки (МО), назначение которого – полноспектральная обработка получаемой по каждому из каналов информации и вычисление разности спектров. Описание такой системы, реализованной с использованием графического языка программирования G среды LabView, представлено в [3,5,6].

Цель настоящей статьи – проверка возможности практического применения программы для оценки ослабления (затухания) акустического сигнала для контроля распространения акустического шума.

Алгоритм и средства контроля

Измерения проводились с использованием лабораторной акустической камеры, имеющей размеры в пределах 2 м, 1 м и примерно 0,8 м при вертикальной ориентации. С целью выравнивания характеристики камеры и снижения уровня эха внутренняя поверхность покрыта акустическим поролоном пирамидального и волнообразного профилей. В верхних углах использованы т.н. бас-ловушки уголкового типа, предназначенные для поглощения

низкочастотных акустических сигналов. Основное описание камеры представлено в ряде публикаций, например - [7,8].

Измерительные микрофоны каналов располагались внутри камеры с ориентацией на источник шума (электродинамические излучатели расположены в нижней части камеры). Ослабление акустического сигнала по трассе имитировалось установкой шумозащитного экрана в средней части камеры. Измерительный микрофон первого канала (МК1), обеспечивающий контроль в зоне расположения источника шума, располагался в средней зоне камеры, перед экраном. Микрофон второго канала (МК2), обеспечивающий контроль в удаленной от источника зоне, располагался в верхней зоне камеры, за экраном.

В качестве микрофонных капсулей использовались капсули общего применения wmb1. Одна из пар, выбранных в ходе предварительного отбора [5], обеспечивающих совпадение амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) на уровне класса «Тип 2» в принятой в США в системе ANSI классификации измерительных приборов для контроля уровня шума [9]. Для приборов этого типа требуемая точность измерений порядка ± 2 дБ.

Для имитации затухания шума по трассе распространения использован лабораторный

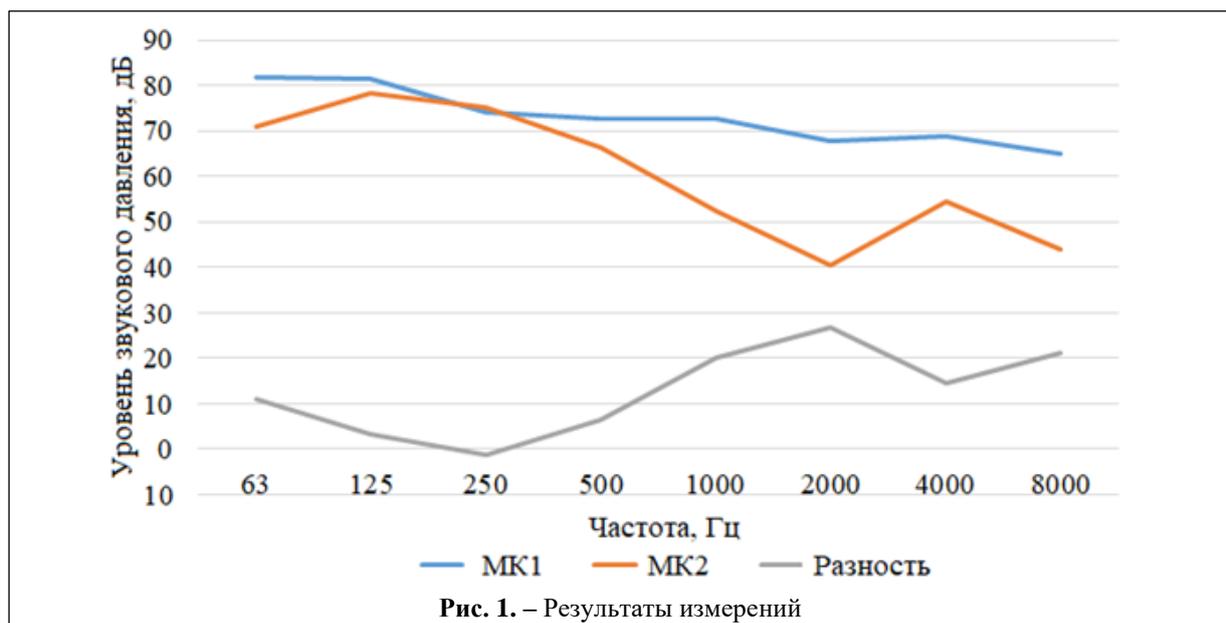


Рис. 1. – Результаты измерений

шумопоглощающий экран, представляющий собой сложную конструкцию из алюминиевого сплава [10]. Экран устанавливается в камере по направляющим.

Вид шумового сигнала – «белый шум».

Результаты измерений в представлении уровней звукового давления на средневзвешенных частотах октавных диапазонов представлены на рисунке 1. Кроме АЧХ по первому (МК1) и второму (МК2) каналам представлена и разностная АЧХ («Разность»), характеризующая величину ослабления сигнала на каждой из частот.

Вывод

Проведённые измерения показывают, что анализируемая система анализа разнесённых акустических шумов обеспечивает одномоментную оценку некоррелированных акустических сигналов с определением разности между этими сигналами. Различие в характере изменения уровней звукового давления по каждому из каналов (МК1 и МК2) определяется характеристиками затухания, вносимого конструкцией экрана.

Имеющееся «отрицательное» значение разности (ослабления) сигнала на частоте 250 Гц может объясняться как особенностями характеристик экрана, так и имеющей место неравномерностью АЧХ самой камеры (или их совместным влиянием). Как показано в [8], неравномерность АЧХ камеры доходит до 23,5 дБ, что и может оказывать влияние на характер сигнала от МК2 и, как следствие, влиять на результирующую сопоставления сигналов.

Литература

Работа выполнена при финансировании гранта РНФ № 23-29-10100.

Поступила 11 мая 2024 г.

The article presents the results of checking the functioning of the system for the analysis of spaced acoustic noises. Acoustic noise continues to be one of the significant human impact factors in the industrial and citywide environment. The task of operational monitoring of the urban environment and the development of predictive solutions is becoming urgent, which will provide more opportunities in terms of taking managerial measures to protect the population from the influence of these pollutants. We are talking about building such a system that allows us to assess the change in noise when it spreads deep into the residential area,

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Режим доступа: <https://2020.ecologygodosklad.ru/>.

2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. -М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. -368 с. –Режим доступа: <https://www.rosпотребнадзор.ru/upload/iblock/b50/t4kqksh4b12a2iwjnha29922vu7naki5/GD-SEB.pdf>.

3. Булкин В.В. Моделирование системы оценки характеристик независимых акустических сигналов / Проектирование и технология электронных средств, №4, 2023. С.39-43.

4. Булкин В.В., Козлов С.С., Молчанов Я.Д. Калибровка системы дистанционной оценки акустических сигналов в городской среде / Приборы и системы. управление, контроль, диагностика. 2024. № 11. –С.6-12.

5. Булкин В.В., Терсин В.В. Двухканальная система полноспектральной обработки акустических шумов / Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2020. № 2 (38). С. 39-49.

6. Vladislav Bulkin, Sergej Kozlov, Yaroslav Molchanov, Sergej Osipov. Training simulator for evaluating the effectiveness of personal noise protection equipment / International Scientific Conference on Biotechnology and Food Technology (BFT-2024), BIO Web of Conferences 130, 04004 (2024) <https://doi.org/10.1051/bioconf/202413004004>.

7. Булкин В.В., Калиниченко М.В. Предварительные результаты построения и проверки лабораторной заглушённой камеры / NOISE THEORY AND PRACTICE. Том 2 №2 (II. 2016). -С. 19-26.

8. Зайцев А.В., Пузырёв В.И., Шеронова Т.С., Булкин В.В. Модернизация лабораторной акустической камеры / Методы и устройства передачи и обработки информации, 2018, Вып.20. –С.14-20.

9. ANSI/ASA/IEC 61672-2-2019, International standard. Electroacoustics – Sound level meters. – Режим доступа: https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61672-2%7Bed2.1%7Db.pdf.

10. Патент РФ ПМ № 184796, E01F 8/00. Лабораторный шумопоглощающий экран для исследования эффективности шумозащитных средств // Булкин В.В., Калиниченко М.В., Галанина Н.В., Никитина Н.А., Балашова А.А., Шеронова Т.С. Оpubл.: 09.11.2018, Бюл. № 31.

which involves the use of two microphones located at the noise source and at a distance, at some point along the noise propagation route. An important component of such a system is the processing module, the purpose of which is the full-spectral processing of the received information and the calculation of the spectrum difference. The measurements were carried out using a laboratory acoustic camera and a noise shield that provides signal attenuation in front of the second microphone. The type of noise signal is "white noise". The results of measurements at weighted average frequencies of the frequency ranges are presented, which show that the analyzed system for analyzing spaced acoustic noise provides a simultaneous assessment of uncorrelated acoustic signals with the determination of the difference between these signals. The existing "negative" value of the difference (attenuation) of the signal at a frequency of 250 Hz can be explained both by the characteristics of the screen and the uneven frequency response of the camera itself.

Key words: acoustic noise, sound pressure level, microphone, full-spectrum measurements.

Калиниченко Марина Валерьевна – старший преподаватель кафедры техносферной безопасности Муромского института (филиала) Государственного образовательного учреждения высшего образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых".

Серода Алексей Вадимович – студент кафедры техносферной безопасности Муромского института (филиала) Государственного образовательного учреждения высшего образования "Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых".

602264, г. Муром, ул. Орловская, д. 23.