

Анализ характера распределения звуковых полей в зоне акустического полигона МИ ВлГУ

Е.Ю. Артамонова, А.Р. Касатова, В.В. Булкин

*Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
602264, Муром, Владимирская область, ул. Орловская, д.23.
E-mail oid@mivlgu.ru.*

*Представлены результаты исследований характера распределения звуковых полей в зоне акустического полигона, организованного в Муромском институте ВлГУ. Полигон создан на территории бывшей промышленной зоны, во дворе одного из учебных корпусов. В силу сложности профиля и территории полигона предполагается, что имеет место влияние неидеальности самого полигона на равномерность распространения (затухания) акустических сигналов. Показана методика измерений, применяющееся оборудование и средства. Сделан вывод, что полученные результаты подтверждают высказанную гипотезу.
Ключевые слова: акустический сигнал, акустическая волна, ослабление сигнала, шумомер*

Analysis of the nature of the distribution of sound fields in the area of the acoustic polygon of the Murom polygon

E.Yu. Artamonova, A.R. Kasatova, V.V. Bulkin

Murom Institute of Vladimir State University.

*The results of studies of the nature of the distribution of sound fields in the zone of the acoustic polygon organized at the Murom Institute of the VISU are presented. The landfill was created on the territory of a former industrial zone, in the courtyard of one of the educational buildings. Due to the complexity of the profile and the territory of the polygon, it is assumed that the imperfection of the polygon itself affects the uniformity of propagation (attenuation) of acoustic signals. The measurement technique, the equipment and means used are shown. It is concluded that the results obtained confirm the hypothesis.
Keywords: acoustic signal, acoustic wave, signal attenuation, noise meter*

Введение

Акустический шум на улицах городов становится одной из существенных проблем современного урбанизированного пространства [1]. Как следует из Государственного доклада Минприроды за 2020 год [2] от 12% до 21% измерений по уровню шума на различных объектах показывают превышение действующих санитарных норм.

Начавшиеся в последние десятилетия работы по составлению шумовых паспортов городов призваны выявить основные проблемы в этой сфере, определиться с зонами наибольшего распространения, мерами и средствами защиты. Всё более активно в городской среде применяют разнообразные средства снижения шума или защиты от него. Не последнее место среди таких средств занимают шумозащитные акустические экраны (АЭ), являющиеся преградой на пути распространения шума от источника (обычно это транспортные средства) вглубь жилых зон.

В Муромском институте ВлГУ около одного из учебных корпусов на старой технической территории был организован испытательный полигон (рис.1), имеющий в своём составе акустический экран [3]. Экран представляет собой П-образную

конструкцию, в которой боковые отгоны выполняют защитную функцию, препятствуя огибанию основной части экрана акустическими волнами. Внутри зоны АЭ видно звукоусилительную аппаратуру.

В силу ограниченности пространства на доступной территории экран был установлен на расстоянии 12 м от здания учебного корпуса (вид на полигон на рис.1 с третьего этажа корпуса). На фото на переднем плане проходит труба системы газоснабжения. На заднем плане, в зоне т.н. акустической тени, слева расположены технические постройки высотой более 4 м (расстояние от экрана 26 м), справа - забор, ограничивающий территорию, вдоль которого растут кусты и деревья, имеются «отвалы» земли.



Рис. 1. Вид полигона

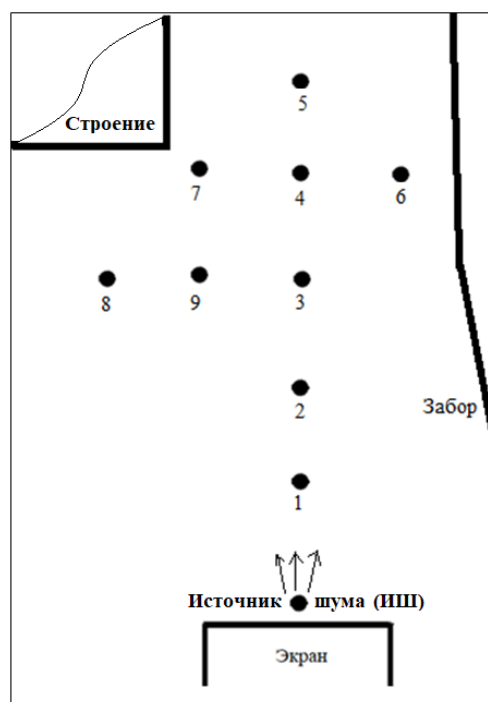


Рис. 2. Расположение точек измерения

Проведение измерений на этом полигоне обозначило ряд вопросов, требующих дополнительного исследования. Так, при измерении уровней звукового давления (УЗД) в зоне акустической тени АЭ может не наблюдаться прогнозируемое снижение уровня акустического сигнала, а в некоторых случаях наблюдается неожиданное его усиление на некоторых частотах.

В докладе анализируется распределение уровней звуковых полей в зоне полигона (в зоне акустической тени АЭ).

Методика измерений

Источник шума (ИШ) располагался у обратной стороны экрана. Направление излучения – в глубь полигона, вдоль грунтовой дороги. Для проведения измерений была использована звукоусилительная аппаратура, включающая трансляционные усилители АМ03Т и РУШ-5, рупорные излучатели НР-10Т, музыкальный центр МАХ КJ630. Использовался акустический сигнал типа «белый шум». Исследовалось распространение шума по прямой линии и с отклонением от этой линии. Измерения проводились в режиме

октавных диапазонов шумомером I класса точности Ассистент. Точки измерения располагались на расстоянии 5 метров друг от друга (как по прямой линии, так и при отклонении в стороны – см. рис.2).

Методика измерений соответствовала рекомендованной в [4]. В каждой из точек фиксировалось пять групп значений УЗД на каждой из средневзвешенных частот (от 63 до 8000 Гц), после чего среднее значение по частотам вычислялось по соотношению

$$L_f = 10 \lg \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} \right), \quad (1)$$

где L_f – среднее значение УЗД на частоте f ; i – число измерений на данной частоте (в нашем случае $i=5$); L_i – зафиксированное значение УЗД на конкретной частоте в i -том измерении.

На каждой рабочей частоте определялось значение изменения ΔL_f уровня звукового давления в точке измерения (ТИ) на конкретной частоте в сравнении с АЧХ исходного сигнала [4]

$$\Delta L_f = L_f^{\text{АЧХ}} - L_f^{\text{ТИ}}, \quad (2)$$

где $L_f^{\text{АЧХ}}$ – АЧХ исходного сигнала (сигнала от ИШ) на частоте f ; $L_f^{\text{ТИ}}$ – УЗД на частоте f в рассматриваемой точке измерения.

Таким образом, величина ΔL_f характеризует изменение (уменьшение или увеличение) УЗД в каждой конкретной ситуации в сравнении с исходным.

Для получения графического представления распределения уровней звукового давления на карте в виде изолиний была использована доступная географическая информационная система QGIS. С ее помощью можно создавать, редактировать, визуализировать, анализировать и публиковать геопространственную информацию в Windows, Mac OS, Linux. Система хорошо документирована на русском языке. В данном случае использовались возможности совмещения растровых объектов (план полигона) и векторных данных, которые описываются координатами ТИ на плане, а также значениями УЗД.

Результаты измерений и анализа

Конечным результатом построений является изображение распределения УЗД в зоне измерений в виде конкретных численных значений уровней, соответствующих каждой из точек, и изолиний, характеризующих примерные границы распределения этих уровней. Некоторые результаты представлены на рис. 3-6. Изменение УЗД в каждой из точек показано на рис. 7.

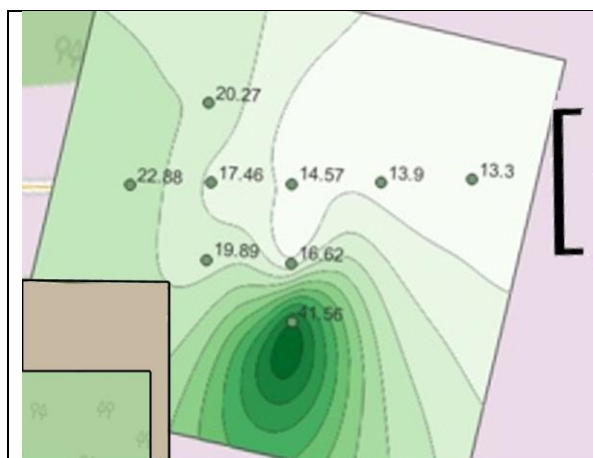


Рис. 3. Распределение на частоте 125 Гц

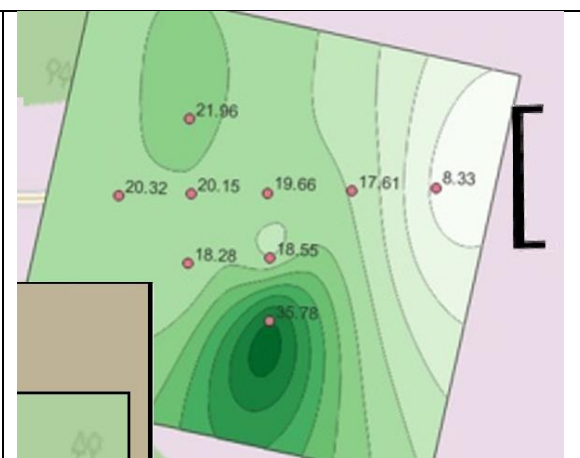


Рис. 4. Распределение на частоте 250 Гц

Не смотря на учёт особенностей АЧХ исходного сигнала через сопоставление по формуле (2) необходимо отметить неравномерность значений УЗД во всех ТИ.

Анализ распределения уровней показывает, что в целом принцип естественного ослабления уровней звука с расстоянием соблюдается. Имеют место некоторые вариации значений. Например, на частоте 63 Гц постепенное ослабление после т.3 усиливается, однако в т.5 имеется некоторое уменьшение ослабления сигнала. Некоторая сходность относительно т.4 и т.5 наблюдается на частоте 2000 Гц.

Имеют место локальные неравномерности от точки к точке: например, на частоте 250 Гц в большинстве ТИ, кроме т.2. т.3 и т.4 наблюдается уменьшение величины ослабления (т.е. УЗД в этих точках выше остальных). На частотах 125 и 500 Гц практически во всех точках, за исключением т.2, 500 Гц, уровень затухания возрастает (т.е. УЗД сигнала снижается). Сходная картина (за редким исключением) на частотах 1000 и 4000 Гц.

Также, не смотря на, казалось бы, симметричное относительно основной линии расположение т.6 и т.7 не приходится говорить о совпадении АЧХ в этих точках.

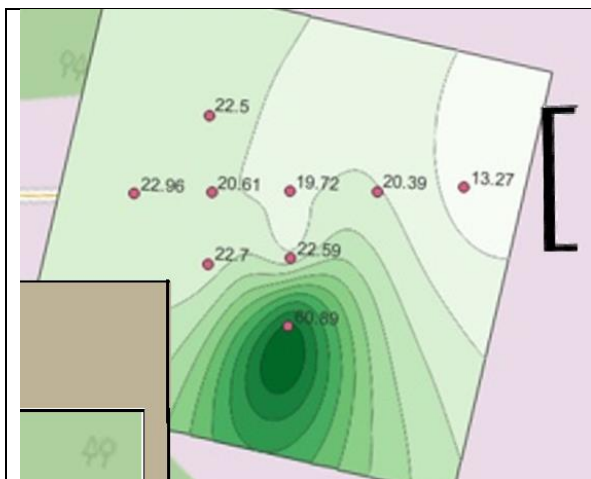


Рис. 5. Распределение на частоте 1000 Гц

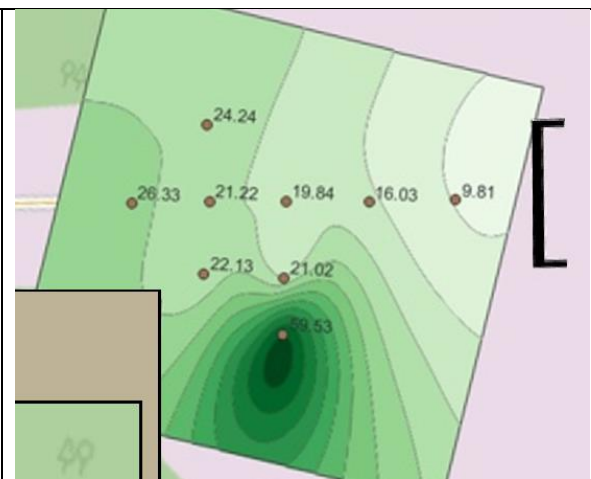


Рис. 6. Распределение на частоте 4000 Гц

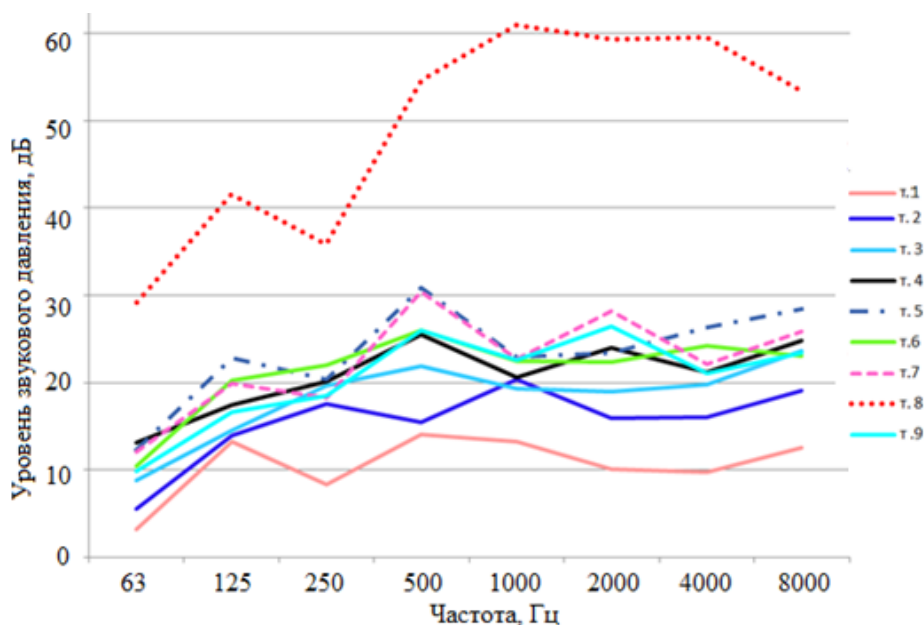


Рис. 7. Характер изменения ослабления УЗД в точках измерения

Вывод

Таким образом, можно сделать вывод о том, что имеет место неравномерность в распространении акустических сигналов в районе рассматриваемого полигона.

Очевидно, что причину таких девиаций следует, прежде всего, искать в «не идеальности» самой территории полигона. Наличие строения в зоне прямого распространения сигнала (склад) и примыкающей к нему стены, создание сужения типа «горла» строением с одной стороны и забором с другой – всё это априорно создаёт неравномерности в пространстве полигона, которые трудно учитывать.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-10100, <https://rscf.ru/project/23-29-10100/>.

Литература

1. Соловьев Л.П., Булкин В.В., Шарапов Р.В. Существование человека в рамках техносферы / Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012. С.31-39.
2. 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.ecology-gosdoklad.ru/>
3. Kalinichenko M.V., Bulkin V.V. Noise-absorbing acoustic screen based on a Helmholtz resonator / Akustika, vol.39, April 2021. -P.274-278.
4. ГОСТ 23337-2014. Шум. Методы измерения шума на селитебной территории и в помещениях жилых и общественных зданий / Инженерная и санитарная акустика. Сборник нормативно-методических документов. В 2 томах. Том 1. –СПб.: Компания «Интеграл», 2008. –С.355-384.