

КОНФЕРЕНЦИЯ D

ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ И КЛИМАТ

СЕЗОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ В Г. ТОМСКЕ

А.А. Бочаров, А.В. Соловьев

Томский государственный университет

aabocharov@mail.tsu.ru, andrio@mail.tsu.ru

Карта шума, сезонное изменение акустических шумов, спектр акустических шумов, показатель спада, транспортные акустические шумы.

Предложена методика построения карты шума города по спектральным характеристикам акустических шумов. Построены карты акустических шумов в звуковом диапазоне частот для зимнего и летнего периода времени, а также карты пространственного распределения показателя спада по данным измерений в г. Томске. Получена эмпирическая зависимость уровня акустических шумов от транспортной нагрузки для зимнего и летнего периода.

Технологическое, промышленное и социальное развитие населенных пунктов сопровождается ростом шумового загрязнения их окружающей среды. Влияя на психику человека, акустический шум вызывает рассеянность, усталость и другие симптомы. Для разработки средств и методов защиты населения от высокого уровня шума транспортных потоков необходимо провести оценку влияния изменения времени года на формирование акустического фона в городе, так как со сменой сезонности наблюдается изменение состояния дорожного покрытия, а также на автотранспортные средства устанавливается зимняя резина, которая может оказывать влияние на уровень акустических шумов в городе.

Целью данной работы является анализ пространственного распределения уровня акустических шумов, а также выявление основных источников акустического загрязнения в городе Томске в зимний и летний период времени. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: анализ спектральных характеристик акустических шумов в городских условиях, картирование территории г. Томска по спектральным характеристикам акустических шумов в зимний и летний период времени, анализ влияния транспортных шумов на общий уровень акустического фона в городе.

Мониторинговые исследования характеристик акустических полей г. Томска проводились в летний период – в августе 2013 г., а также в зимний период – в феврале 2015г. Измерения проводились по ГОСТу 20444-85 «Шум. Транспортные потоки» [4]. Согласно ГОСТу измерительные пункты размещались в местах с установившейся скоростью транспортного потока, включая регулируемые перекрестки дорог (измерения на перекрестках проводились во время установившейся скорости транспортного потока). Число измерительных пунктов в общей сложности составило 237 единиц в летний и зимний период времени.

Измерения проводились с помощью шумомера «ОКТАВА – Экофизика» в один и тот же интервал местного времени – с 11:00 до 15:00 ч, что соответствует повышенной деловой

активности города. В измерительном пункте микрофон располагался на высоте 1,5 м над поверхностью земли. Согласно ГОСТу 52231-2004 «Внешний шум автомобилей в эксплуатации», измеренные значения считают достоверными при разнице в показаниях не более 2 дБ. Таким образом, в каждом пункте измерения проводились по 3 раза через 30 секунд интервал времени. Полученные данные усреднялись, затем рассчитывались усредненные энергетические спектры акустических шумов. Из полученных спектров определяли уровень акустических шумов в звуковом диапазоне частот на частоте 1 кГц и далее по формуле (1) рассчитывали показатель спада.

$$I = I_s \cdot f^{-\alpha}, \quad (1)$$

где I_s – уровень звукового давления на частоте 1 кГц, что соответствует уровню звукового давления в фонах; f – частота, α – показатель спада спектральной интенсивности [3]. Показатель спада характеризует уменьшение амплитуды спектра с увеличением частоты и позволяет проводить оценку соотношения интенсивности низко- и высокочастотной частей спектра. Данный подход к выбору измеряемых параметров дает возможность анализировать спектр акустических шумов[5].

На основе предложенной методики проведено картирование г. Томска по спектральным характеристикам акустических шумов в летний и зимний период времени (Рисунок 1, 2). В звуковом диапазоне частот наиболее высокий уровень шума наблюдается в окрестности крупных дорог, магистралей, таких как пр. Ленина, Фрунзе, ул. Красноармейская, ул. Клюева, ул. Пушкина, Иркутский тракт и т. д., и достигает величин порядка 72 дБ в летний период и 76 дБ в зимний период времени. В жилых районах, вдали от крупных дорог, во дворах уровень шума гораздо ниже, уровень звукового давления находится в пределах 40 дБ летом, 48 дБ зимой.

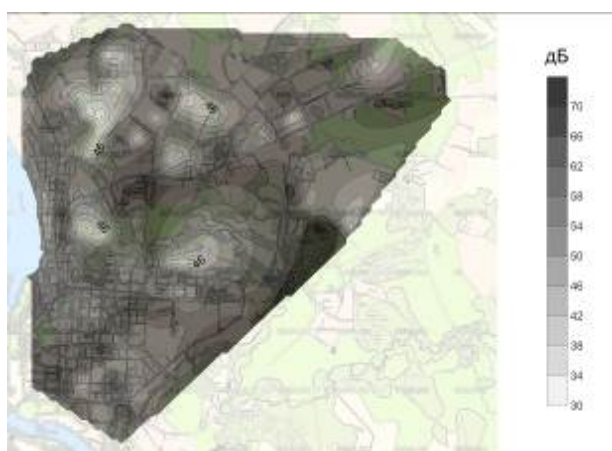


Рисунок 1 – Уровень шума на частоте 1 кГц в измерительных пунктах г. Томска летом



Рисунок 2 – Уровень шума на частоте 1 кГц в измерительных пунктах г. Томска зимой



Рисунок 3 – Пространственное распределение показателя спада в спектре акустических шумов для звукового диапазона частот летом



Рисунок 4 – Пространственное распределение показателя спада в спектре акустических шумов для звукового диапазона частот зимой

Вдоль крупных дорог и проспектов показатель спада находится в пределах от 3 до 13 в летний период, и от 6 до 16 в зимний период, то есть форма спектра стремится к более пологой (Рисунок 3, 4). В жилых районах, где уровень акустических шумов не велик, показатель спада достигает величин, порядка 20 летом, и 25 зимой, т. е. с увеличением частоты от 0,5 и до 15 кГц амплитуда акустических шумов уменьшается приблизительно на 30 дБ летом и на 45 дБ зимой, общая энергия спектра перетекает в низкочастотную область. Таким образом, в зимний период времени преобладание низкочастотной составляющей в спектре акустических шумов более выражено, чем летний период.

Во время проведения измерений уровня акустических шумов был проведен подсчет плотности транспортного потока в каждом измерительном пункте в летний и зимний период времени. Характеристика плотности транспортного потока выраженная в количестве автомобилей в час (авт/час) принята для сопоставления в различных городах и различных участках трасс. Для выявления зависимости уровня акустических шумов от транспортной нагрузки была построена линейная аппроксимация указанных параметров. При построении регрессионной модели зависимости уровня акустических шумов от количества автомобилей в час в качестве шумовой характеристики транспортного потока был выбран уровень звукового давления в Па. Величины уровня акустических шумов при данной транспортной нагрузке в Па при необходимости можно перевести в дБ по известным формулам. Таким образом, регрессионная модель зависимости уровня акустических шумов звукового диапазона частот от величины транспортного потока в летний и зимний период имеет линейный характер (Рисунок 5).

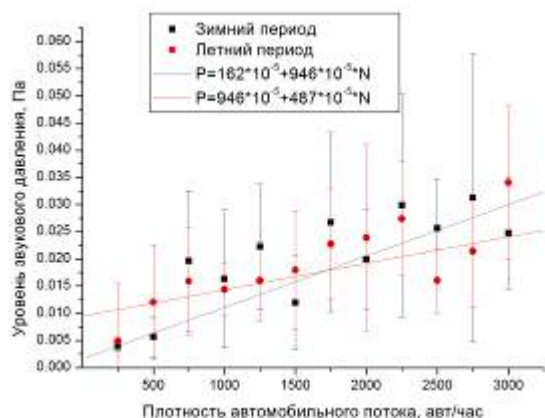


Рисунок 5 – Уровень акустических шумов звукового диапазона частот в зависимости от транспортной нагрузки в летний и зимний период

давления на 8 дБ. Минимальный уровень звукового давления, который человек ощущает, называют порогом слышимости. За порог слышимости принято звуковое давление, равное $2 \cdot 10^{-5}$ Па. Данное модельное представление показало, что уровень фоновых шумов в городе превышает этот порог на 38 дБ в зимний период и на 53 дБ в летний период.

Для экспериментальных данных, полученных в летний период измерений, коэффициент пропорциональности уровня шума от количества транспорта составляет $487 \cdot 10^{-5}$, в то время как для зимнего периода измерений коэффициент пропорциональности составляет $946 \cdot 10^{-5}$. По двум циклам измерений, коэффициент пропорциональности в зимний период в ~ 2 раза превосходит коэффициент пропорциональности для летнего периода. Однако для зимнего и летнего периода регрессионные прямые лежат в области пересекающихся доверительных интервалов. При построении аппроксимационных прямых отклонение составляет в среднем 40 % которые возможно связаны с сопутствующими факторами, такими как скорость движения транспортного потока, содержание грузового транспорта в потоке и т.д.

1. Перминов А.А., Соловьев А.В., Бородин А.С. Влияние фоновых инфразвуковых колебаний давления на сердечно-сосудистую систему человека // Известия вузов. Физика. 2010. Т. 53. № 9/3. С. 229–230.
2. Соловьев А.В., Бородин А.С., Колесник А.Г. Сопряженность частоты сердечных сокращений человека с вариациями инфразвукового фона окружающей среды // Вестник ТГУ. 2007. № 297. С. 168–171.
3. Красненко Н.П. Акустическое зондирование атмосферного пограничного слоя. Томск: Водолей, 2001. – 278 с.
4. ГОСТ 20444-85. Шум. Транспортные потоки. Методы измерения шумовой характеристики. М.: ИПК издательство стандартов, 1986. 11 с.
5. Бочаров А.А., Колесник А.Г., Соловьев А.В. Двухпараметрическая модель спектра транспортных шумов г. Томска // Акустический журнал. 2012. Т. 58. № 6. С. 762.

Эмпирическая зависимость указанных параметров имеет вид

$$P = 162 \cdot 10^{-5} + 946 \cdot 10^{-5} \cdot N \text{ в зимний период и}$$

$$P = 946 \cdot 10^{-5} + 487 \cdot 10^{-5} \cdot N \text{ в летний период,}$$

где P – уровень акустических шумов (Па), N – количество автомобилей в час (авт/час). С увеличением величины транспортного потока до 3000 авт/час, уровень акустических шумов звукового диапазона частот увеличивается более чем в 5 раз в зимний период, что соответствует увеличению уровня звукового давления на 15 дБ, и более чем в 2.5 раза в летний период, что соответствует увеличению уровня звукового