

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ ГОРОДА

В. Н. Жердев, Л. С. Терентьева

Воронежский государственный педагогический университет

Проблема шумового загрязнения актуальна для большинства современных городов. Для разработки комплекса шумозащитных мероприятий необходим тщательный анализ структуры акустического поля города. Это становится возможным при создании трехмерной пространственной модели на основе современных ГИС-технологий.

Шум – один из ведущих факторов окружающей среды, неблагоприятно воздействующих на здоровье населения крупных городов. Уровни шума на улицах современных городов превышают допустимые нормативные значения и они продолжают увеличиваться. В среднем 30-40% городского населения Российской Федерации подвергается вредному воздействию городских шумов, основными источниками которых являются автотранспортные потоки [4]. Изучение акустического режима жилых микрорайонов, разработка и внедрение мероприятий по борьбе с шумом, прогнозирование и обеспечение комфортных условий в районах перспективной застройки – весьма актуальная проблема. Важность этих исследований обусловлено еще и необходимостью оценки реальной стоимости земельных участков, выделяемых под жилую застройку.

Область пространства, в которой наблюдаются звуковые волны, называется акустическим полем [1]. Современные города характеризуются сложной структурой акустического поля. С одной стороны это объясняется огромным количеством источников звука в городах (промышленные производства, транспорт, бытовые источники и т.д.), а с другой – сложностью процесса распространения звука в урбанизированном пространстве.

Распространение колебаний в воздушной среде происходит в форме продольных волн объемных деформаций, представляющих собой сжатия и разрежения среды. Вид продольных звуковых волн, распространяющихся от источника, зависит: 1) от типа источника; 2) соотношения между размерами источника и длиной излучаемой волны;

3) расстояния между источником и рассматриваемой точкой звукового поля [3].

В дальнем свободном звуковом поле, создаваемым источником конечных размеров в безграничной атмосфере без поглощения, звук распространяется по прямым линиям-лучам, перпендикулярным фронту волны. С увеличением расстояния от источника поверхность фронта также увеличивается, вследствие чего интенсивность звука падает.

В реальной атмосфере интенсивность звука снижается на большую величину, чем величина, зависящая только от расстояния до источника звука. Дополнительное снижение интенсивности обуславливается поглощением звука.

Величина молекулярного поглощения звука зависит от частоты звука, температуры и влажности воздуха. Изменение плотности и температуры приводят к изменению волнового сопротивления среды и изменению скорости звука в среде. Температурный градиент в общем случае является функцией координат. Искривление лучей происходит таким образом, что они всегда отклоняются в сторону областей с меньшей скоростью звука, характерных для более низкой температуры.

Градиент скорости звука также подвержен влиянию ветра. Скорость распространения звука в атмосфере равна векторной сумме скорости звука в неподвижной атмосфере и скорости ветра, что служит причиной рефракции звуковых волн. Днем с наветренной стороны от источника шума влияния ветра и температуры складываются и вызывают искривление звуковых лучей кверху. С подветренной стороны эти влияния вычитаются. Ночью с подветренной стороны оба эффекта складываются и вызывают искривление книзу, в то время как с наветренной стороны оба эффекта вычитаются.

Большое влияние на распространение звука оказывает турбулентность атмосферы. Вызываемые ей изменения скорости распространения звука приводят к флуктуациям уровня звукового давления, которое составляет 20-25 дБА при сильном порывистом ветре. Турбулентность атмосферы приводит к дополнительному поглощению звука, которое для диапазона частот 250-4000 Гц может достигать 15-22 дБ/км при слабом ветре, и 50-90 дБ/км при сильном ветре [3].

Поглощение поверхностью земли вызывает затухание уровня. Во многих случаях при распространении внешнего шума источник и приемник находятся на высоте всего лишь несколько метров над поверхностью земли. Следовательно, звук распространяется параллельно земле или отражается от нее под небольшим углом. Поэтому можно предположить, что акустические свойства земной поверхности оказывают влияние на уровень звука в точке приема и что, грунт, сильно поглощающий звук, вызывает большое падение уровня звука, чем

это получилось бы только из-за геометрического расхождения звуковых волн.

Эффект снижения шума в зеленых насаждениях зависит от характера посадок, пород деревьев и кустарников, времени года, а также спектрального состава шума. Для обеспечения существенного снижения шума посадки должны быть с густыми кронами, смыкающимися между собой, а пространство под кронами необходимо заполнять кустарниками, так чтобы не было просветов. Следующим условием является ширина защитной посадки. Как показали натурные обследования защитных древесно-кустарниковых полос, минимальная ширина полосы, дающая достаточный эффект шумопоглощения, составляет не менее 10 м [4].

Значительное снижение шума наблюдается, когда на пути его распространения есть экраны – барьеры. В условиях городской застройки барьером для звуковой волны является любое строение или сооружение. При распространении шума за

Таблица 1

Уровни эквивалентного уровня шума по профилю Московский проспект, 12

№	Расстояние от проезжей части, м	Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень шума, $L_{эқв.}$ дБА
1	7,5	4380	74,00
2	150		64,40
3	300		56,00

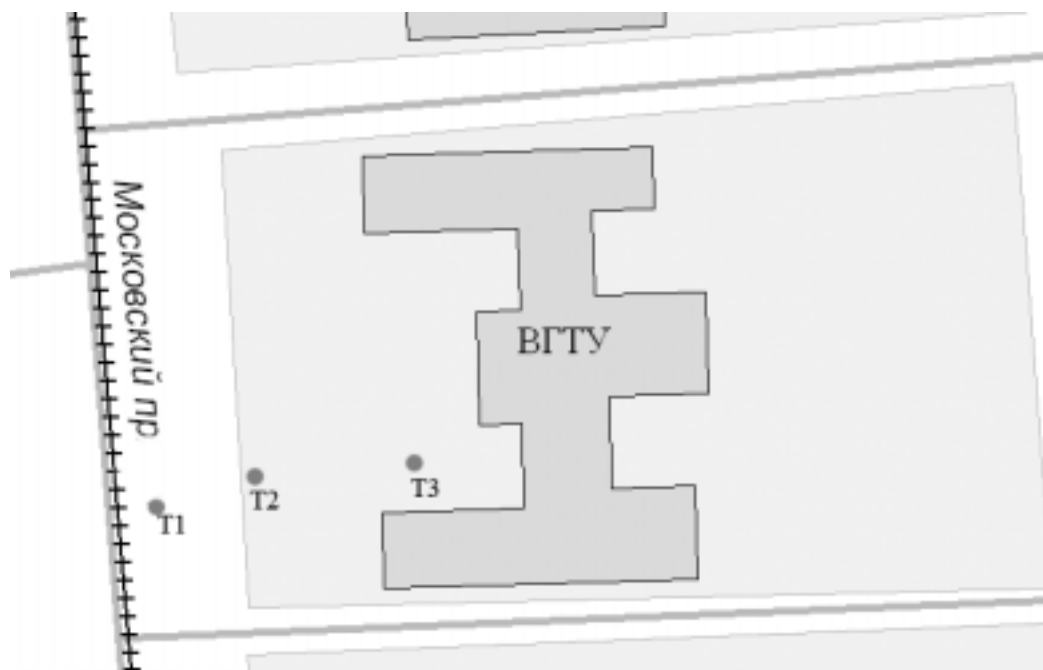


Рис. 1. Профиль измерений уровней шума – Московский проспект, 12

экраном возникает звуковая тень. Однако в зоне тени шум от источника, экранируемого барьером, не исключается полностью. Проникновение звуковой энергии за экран зависит от соотношения между размером препятствия и длиной волны. Чем больше длина звуковой волны, тем меньше при данном размере препятствия область тени [4]. В случае наличия препятствия на пути распространения звуковой волны только часть звуковой энергии поглощается барьером. Большая часть звуковых волн отражается от препятствия.

Все указанные факторы описываются математически и учитываются при расчете уровня шума в расчетной точке в виде поправок. Однако часто даже при натурных измерениях бывает трудно определить, какая из составляющих является доминирующей.

Авторами статьи 13-16 сентября 2005 г. при участии студенток Кобзевой Е.В. и Поповой Л.Н. были проведены натурные измерения уровней автотранспортного шума в г. Воронеже. В соответствии с ГОСТом 20444-85 (Шум. Транспортные потоки. Методы определения шумовой характеристики.) было заложено 15 профилей, на которых измерены уровни шума в 54 точках. Измерения проводились интегрирующим шумомером ШИ-31 откалиброванным и поверенным в соответствии с ГОСТ 17187-81 и ГОСТ 17168.

Натурные измерения подтверждают, что, как правило, уровни шума закономерно снижаются с увеличением расстояния от центра крайней полосы движения до точки измерения (таблица 1, рис. 1).

На профиле Московский проспект, 80 подобная закономерность нарушается. Уровень шума в

Таблица 2

Уровни эквивалентного уровня шума по профилю Московский проспект, 80

№	Расстояние от проезжей части, м	Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень шума, $L_{экв.}$, дБА	Примечания
1	7,5	3180	78,40	
2	30		82,30	Перед фасадом
3	60		62,60	За домом



Рис. 2. Профиль измерений уровней шума – Московский проспект, 80

30 м от дороги выше, чем в 7,5 м (таблица 2, рис. 2), что можно объяснить отражением звуковой волны от фасада здания.

Вопреки ожиданиям авторов, высокие уровни шума были зафиксированы в Центральном парке культуры и отдыха. Причем наиболее высокий уровень шума отмечен в точке измерения, максимально удаленной от транспортных магистралей. Источник звука выявить не удалось (таблица 3, рис. 3).

Для анализа акустического режима населенных пунктов в настоящее время создаются карты шума, строящиеся на основе данных натурных измерений и расчетных значений уровней шума. Процесс создания шумовых карт таким путем, даже с использованием ЭВМ трудоемок, длителен и связан с большими экономическими затратами. Еще од-

ной сложностью при картографировании акустического поля является его динамичность изменения во времени и пространстве.

Более точно сложную структуру акустического поля возможно отразить, построив трехмерную пространственную модель. Создание таких моделей стало возможным благодаря использованию современных ГИС-технологий.

Моделирование распространения звуковой волны в пространстве значительно повысит эффективность работ, снизит затраты на их выполнение, а также позволит: 1) получать расчетный результат в каждой точке пространства; 2) в значительной мере автоматизировать процесс; 3) повысить точность выходных данных и снизить вероятность возникновения ошибок при расчете; 4) позволит более наглядно и оперативно отображать на пла-

Таблица 3

Уровни эквивалентного шума на территории Центрального парка культуры и отдыха

№	Интенсивность движения, авт./час	Эквивалентный уровень шума, $L_{экв}$, дБА
1		61,00
2		47,50
3		65,60
4		57,40
5	180	58,60
6	240	59,70



Рис. 3. Профиль измерений уровней шума – Центральный парк культуры и отдыха

ново-картографическом материале результаты расчета (зоны акустического дискомфорта) в удобной для пользователя форме.

Таким образом, сложности, с которыми сталкиваются проектировщики, делают создание пространственных моделей акустического поля для современных городов не только актуальным, но и необходимым условием при разработке комплекса шумозащитных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектурная физика: учеб. для вузов: специальность «Архитектура» / В.К. Лицкевич [и др.]; под ред. Н.В. Оболенского. – М.: Стройиздат, 2001. – 448 с.

2. Коновалова Н.В. Введение в ГИС / Н.В. Коновалова, Е.Г. Капралов. – М.: Комитет ГИС-образование ГИС-Ассоциации, 1997. – 159 с.

3. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения – М.: Гос. служба дорожного хоз-ва м-ва транспорта РФ, 2003. – 91 с.

4. Осипов Г.Л. Защита от шума в градостроительстве: справ. проектировщика / Г.Л. Осипов [и др.]; под ред. Г.Л. Осипова. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.