



ФОНОТОП КАК АКУСТИЧЕСКИЙ МАРКЕР УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: город, акустическая среда, защита от шума, звуковой ландшафт, фонотоп

С. В. Корниенко, доктор технических наук, заведующий кафедрой «Архитектура зданий и сооружений», Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ)

Перед градостроителями стоит сложная задача повышения комфортности и безопасности городов, решением которой является создание качественной акустической среды. Предлагаем использовать новое понятие «фонотоп» для комплексной оценки акустического качества городской среды. Исследования фонотопов могут оказать значительную пользу в понимании и улучшении акустического качества мегаполисов.

Рост урбанизированных территорий приводит к значительным изменениям городской акустической среды. Шумовое загрязнение считают основным экологическим риском [1]. Продолжительное воздействие высоких уровней шума ухудшает самочувствие и здоровье человека. Обычные источники шумового загрязнения – это автомобильные и железные дороги, аэропорты, промышленные предприятия. Высокий уровень шума может возникнуть и в ходе проведения развлекательных мероприятий. Городской шум не только влияет на человека, но и создает угрозу выживанию видов, имеющих большое значение для городской среды [2].

Урбанизация ставит перед градостроителями сложную задачу повышения комфортности и безопасности городской среды [3]. Решением этой задачи является создание качественной акустической среды. На формирование городских звуковых ландшафтов влияют различные факторы: наличие источников шума, рельеф местности, вид застройки, характер растительности и др. Многообразные сочетания этих факторов способствуют образованию разных типов звуковой среды, что существенно усложняет анализ акустического режима урбанизированных территорий.

От снижения уровня шума до позитивной акустической среды

Среди исследований взаимодействия человека и акустической среды можно выделить два основных экологически направленных подхода [4, 5].

В основе одного из них лежит проблема рассмотрения шумового воздействия на человека. Шум является фактором деградации среды, поэтому необходимо снижать уровень шума. Этот подход часто называют защитой от шума.

Другой подход базируется на положении о том, что звук (подобно воздуху, воде, почве) является ресурсом, поэтому задача исследователя – выявить и сохранить положительные качества звука. Управление звуком предполагает его рациональное использование, защиту и усиление в случае необходимости. Это означает борьбу не против шума, а за звуковую среду. Такой подход, который получает все большее распространение, чаще всего называют сохранением звукового ландшафта.

Понятие «звуковой ландшафт» введено Р. М. Шейфером (Schafer, 1979) для интерпретации процессов взаимодействия человека и акустической среды.

Главное различие в указанных выше подходах связано с тем, какие результаты воздействия звука на человека изучают в первую очередь. В подходе, рассматривающем шумовое воздействие акустической среды, исследуют неблагоприятные воздействия среды на человека. Речь идет о звуках, вызывающих дискомфорт: нарушение сна, раздражение, неблагоприятные физиологические эффекты, прерывание коммуникации или когнитивных процессов. В отличие от этого подход звукового ландшафта направлен на анализ звуков, оказывающих благоприятное воздействие на человека. Они способствуют улучшению здоровья, повышению качества жизни или облегчению условий деятельности. Исследования в этой области в значительной степени направлены на выявление предпочитаемых звуков. При этом в разных местах и контекстах человеческие предпочтения относительно звуков акустической среды могут сильно различаться.

Новое понятие – фонотоп

Городская среда неоднородна. Ее неоднородность обусловлена действием различных факторов: радиационно-температурным режимом (термотоп), влажностью (гигротоп), освещенностью (фототоп) и др. Комплексное воздействие природно-климатических факторов определяется климатопом. Он задает в долговременном масштабе основные физические характеристики существования животных и растений, определяя круг организмов, которые могут существовать в данной экосистеме. Он удобен для учета природно-климатических условий городской среды [6].

Главная трудность оценки качества акустической среды города состоит в том, что звук оказывает на человека не только физическое воздействие (оно может быть измерено с помощью шумомера), но и эмоциональное.

Для комплексной оценки акустического качества городской среды предлагаем использовать новое понятие – фонотоп. Под фонотопом мы понимаем часть звуковой среды, отличающуюся от окружающей атмосферы особым акустическим режимом. Из этого определения следует, что фонотоп задает основные акустические характеристики, определяя круг организмов, которые могут существовать в данной экосистеме.

Применительно к решению архитектурных и градостроительных задач понятие «фонотоп» можно успешно использовать для улучшения акустических условий урбанизированных территорий.

В зависимости от конкретных условий могут быть определены следующие фонотопы: город, центр города, зеленые зоны, свободные пригородные территории, водоемы и др. Для обобщенной оценки акустического качества урбанизированных территорий по укрупненным показателям удобно определять фонотопы территориальных (функциональных) зон города: жилой, общественно-деловой, производственной, рекреационной и т. д.

Исследование фонотопов может принести значительную пользу в понимании и улучшении акустического качества мегаполисов.

Фонотоп позволяет эффективно оценить акустический режим города, отдельных городских территорий, типов застроек. Однако фонотопы урбанизированных территорий пока еще недостаточно хорошо изучены. Практически отсутствуют данные, необходимые для оценки влияния объектов градостроительной деятельности на звуковой режим и акустическое качество города. Отсутствует количественная оценка этого влияния на окружающую среду. Это затрудняет поиск эффективных стратегий улучшения акустики урбанизированных территорий.

Эффективно применение фонотопов для составления шумовых карт городов. По этим шумовым картам можно определить аномальные зоны и разработать предложения по улучшению акустического качества застройки [7]. Внедрение подобных мер на обширной территории сможет улучшить звуковой режим всего города.



Рис. 1. Методы и инструменты изучения звуковых ландшафтов



Рис. 2. Пример звуковой прогулки (Волгоград, нулевой километр). В эксперименте принимают участие студенты-архитекторы ИАиС ВолгГТУ

Слушая города

Методы измерения и мониторинга уровня шумового загрязнения не всегда могут обеспечить быстрый поиск акустических аномалий.

При комплексном изучении городских звуковых ландшафтов используют различные методы и инструменты (рис. 1).

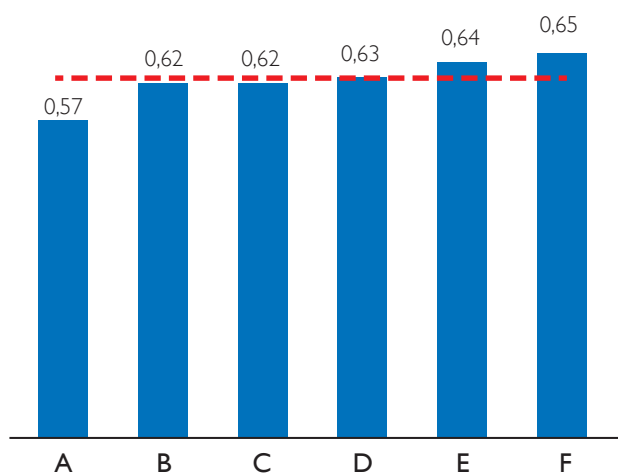


Рис. 3. Значения городского акустического индекса UAI для фонотопов территориальных (функциональных) зон Волгограда: А – производственная зона; В – жилая зона; С – исторический центр города; D – общественно-деловая зона; E – рекреационная зона; F – общественно-деловая специализированная зона; пунктирная линия – значение UAI для фонотопа «город в целом»

Звуковая прогулка – экологически безопасный метод натуральных наблюдений отдельными группами респондентов. Результаты звуковых прогулок фиксируют в специальных опросниках. Метод ориентирован на здоровый образ жизни, поскольку респонденты, участвующие в экспериментах, перемещаются пешком по заранее установленным маршрутам (рис. 2).

Фактические характеристики звуковой среды определяют параллельно с опросом респондентов путем натуральных прямых измерений уровней шума на территории городской застройки. Измерения проводят по стандартной методике, а результаты записывают в протоколах натуральных измерений уровней шума. Визуализация данных с помощью современных геоинформационных систем [8] дает наглядное представление о звуковом ландшафте города.

Важный этап сбора данных – контроль респондентов, включающий их выборочное интервьюирование. Результаты исследований заносят в протокол собеседования.

Обработку полученных экспериментальных данных осуществляют с помощью стандартных методов корреляционно-регрессионного анализа. Результаты включают в библиотеку характеристик звукового ландшафта и используют для выявления сложных пространственно-временных закономерностей акустической среды города.

Характеристика фонотопов

Для оценки акустического режима урбанизированных территорий введем новый показатель – городской акустический индекс (Urban Acoustic Index, UAI), определяемый по формуле:

$$UAI = 0,2 \sum_{i=1}^n w_i SC_i$$

Здесь n – число характеристик, принятых в расчете UAI; w_i – вес i -й характеристики среды; SC_i – средний балл для i -й характеристики среды.

Эмоциональное качество воспринимаемой акустической среды удобно оценить с помощью следующих семантических характеристик: «приятная», «спокойная», «насыщена событиями», «волнующая». Указанные характеристики широко используют для оценки звуковых ландшафтов [9] путем субъективной оценки восприятия акустической среды на основе опроса респондентов. Обычно оценку производят по пятибалльной психометрической шкале Ликерта [9]. Для каждого типа звуковой среды необходимо выбрать один вариант ответа.

Влияние различных характеристик звуковой среды на человека неодинаково, что учитывается весом каждой из них. Вес характеристики определяют экспериментально или на

«ЗАЩИТА ОТ ШУМА И ВИБРАЦИИ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ»

основе экспертной оценки. Согласно экспертной оценке можно принять следующие значения веса характеристики среды: «приятная» – 0,5; «насыщена событиями» – 0,3; «спокойная» – 0,1; «волнующая» – 0,1.

Из формулы видно, что значения UAI изменяются от 0,2 (при минимальном среднем балле всех характеристик среды, равном 1) до 1,0 (при максимальном среднем балле всех характеристик среды, равном 5). Чем больше значение UAI, тем выше акустическое качество городской среды.

Для более точной оценки акустического качества городской среды на основе показателя UAI предлагаем классификацию акустических зон (табл.), которая удобна для анализа акустического качества городской среды и его повышения.

Анализ фонотопов

Используя полученные автором результаты экспериментальных исследований семантических характеристик акустических зон с учетом приведенных выше значений их веса, вычислим городской акустический индекс UAI для фонотопов в границах территориальных (функциональных) зон мегаполиса (рис. 3). Проанализируем полученные значения UAI фонотопов.

Минимальное значение $UAI_A = 0,57$ имеет фонотоп «производственная зона» (фонотоп А). Это объясняется тем, что для территорий промышленных предприятий, как правило, характерно высокое шумовое загрязнение. Акустический режим в этой зоне наиболее неблагоприятен для человека.

Фонотопы «жилая зона» (фонотоп В) и «исторический центр города» (фонотоп С) близки между собой ($UAI_B = UAI_C = 0,62$). Более комфортные условия здесь обусловлены меньшим уровнем шума по сравнению с производственной зоной. Улучшению акустического режима способствуют: размещение автомагистралей грузового транспорта за пределами указанных функциональных зон, применение специальных шумозащитных типов застройки, правильная организация дворового пространства.

Дальнейшее повышение городского акустического индекса можно отметить в фонотопе «общественно-деловая зона» (фонотоп D): $UAI_D = 0,63$. Здесь звуковой режим улучшается благодаря более низкому уровню шума в этой зоне.

Достаточно высокое значение городского акустического индекса отмечается и в фонотопе «рекреационная зона» (фонотоп E): $UAI_E = 0,64$. Зеленый массив создает широкие возможности повышения акустического качества городской среды. За счет поглощения звука растительностью появляются «островки тишины». Городские парки, скверы, сады повышают акустический комфорт. Эффективным градостроительным решением является город-сад [10, 11].

Максимальное значение $UAI_F = 0,65$ имеет фонотоп «общественно-деловая специализированная зона» (фонотоп F), что можно объяснить низким шумовым загрязнением в этой зоне.



В рекомендациях АВОК «Защита от шума и вибрации инженерного оборудования жилых и общественных зданий» будут сформулированы требования к защите от шума и вибрации инженерного оборудования в жилых и общественных зданиях, приведены методы расчета и оценка эффективности мероприятий по защите от шума и вибрации, рассмотрены примеры решения акустических задач.

В настоящих рекомендациях впервые реализован контроль шумового и вибрационного оборудования элементов инженерных систем по принципу чек-листа, который рассматривает все составляющие обеспечения акустического комфорта в помещениях жилых и общественных зданий, а также на прилегающих территориях.

Плановая дата выхода – IV квартал 2023 года.

Приобрести или заказать рекомендации
можно на сайте abokbook.ru
или по электронной почте s.mironova@abok.ru

Таблица Классификация акустических зон города

Акустическая зона	Акустическое качество городской среды
$0,2 \leq UAI < 0,4$	Очень низкое
$0,4 \leq UAI < 0,5$	Низкое
$0,5 \leq UAI < 0,6$	Умеренное
$0,6 \leq UAI < 0,8$	Высокое
$0,8 \leq UAI \leq 1$	Очень высокое

Используя предложенную классификацию акустических зон (табл.), можно отметить, что для большинства фонотопов характерно высокое акустическое качество городской среды. В фонотопе «производственная зона» акустическое качество городской среды умеренное, что объясняется повышенным шумовым загрязнением в этой зоне. Фонотоп «город в целом» имеет высокое акустическое качество городской среды, что объясняется результирующим воздействием различных территориальных (функциональных) зон.

Создание позитивных звуковых ландшафтов

Каковы дальнейшие пути повышения акустического качества городской среды?

Опираясь на работу [12], выделим ключевые способы создания позитивных звуковых ландшафтов.

Во-первых, предоставление экосистемных услуг.

Польза для здоровья от естественных звуков и тишины считается психологическими экосистемными услугами, предоставляемыми природой. Воздействие естественных звуков способствует расслаблению, снятию стресса и психологическому восстановлению.

Во-вторых, создание зеленого пространства. Положительное психологическое воздействие оказывают зеленые насаждения и растительность в городах. В общественных парках, садах и других небольших зеленых зонах слышны природные звуки: шелест листьев, шум ветвей деревьев, щебетание птиц. Звуки природы способствуют снятию стресса и восстановлению внимания.

В-третьих, формирование «островков тишины». Тихие городские районы предлагают горожанам акустическую разгрузку от окружающего шума, что является необходимым условием для восстановления психики и хорошего самочувствия. Встречающиеся в городских парках, садах и других зеленых зонах естественные звуки создают умиротворяющую и тихую звуковую среду.

В-четвертых, создание индивидуальной городской среды. Повседневные легкоузнаваемые звуки конкретного места помогают создать индивидуальность этого места. Когда эти звуки уникальны и передают отчетливое ощущение места со значением, выходящим за рамки местного сообщества, они становятся своеобразными акустическими ориентирами – звуковыми метками.

Методы защиты от шума в градостроительстве изучены глубоко и достаточно полно представлены в нормативных документах. Методы создания позитивных звуковых ландшафтов на урбанизированных территориях разработаны недоста-

точно полно. Отсутствие четких представлений о городских звуковых ландшафтах, наличие сложных пространственно-временных вариаций характеристик звуковой среды, недостаточная изученность корреляций между источниками звука и эмоционально воспринимаемым качеством среды затрудняют решение актуальной задачи сохранения акустической среды для будущих поколений. Поэтому необходим поиск новых экосистемных подходов к решению этой задачи.

Литература

- Hong J. Y., Jeon J. Y. Influence of urban contexts on soundscape perceptions: A structural equation modeling approach // *Landscape and Urban Planning*. 2015. No. 141. Pp. 78–87.
- Kunc H. P., Schmidt R. The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis // *Biology Letters*. 2019. No. 15(11).
- Бродач М. М., Шилкин Н. В. Глобальные цели устойчивого развития и экологические требования к объектам недвижимости // *Энергосбережение*. 2022. № 6. С. 4–8.
- Носуленко В. Н., Харитонов А. Н. Жизнь среди звуков: психологические реконструкции. М.: Институт психологии РАН, 2018. 422 с.
- Корниенко С. В. Город: от снижения уровня шума до позитивной акустической среды // *Энергосбережение*. 2023. № 5. С. 24–27.
- Корниенко С. В. Климатоп как климатический маркер урбанизированных территорий // *Социология города*. 2023. № 1. С. 100–112.
- Liu Q., Liu Z., Jiang J., Qi J. A new soundscape analysis tool: Soundscape Analysis and Mapping System (SAMS) // *Applied Acoustics*. 2020. No. 169. Pp. 107454.
- Рашевский Н. М., Парыгин Д. С., Назаров К. Р., Сеницын И. С., Феклистов В. А. Интеллектуальный анализ звукового ландшафта городской территории // *Социология города*. 2023. № 1. С. 125–139.
- Hong J. Y., Jeon J. Y. Relationship between spatiotemporal variability of soundscape and urban morphology in a multifunctional urban area: A case study in Seoul, Korea // *Building and Environment*. 2017. No. 126. Pp. 382–395.
- Корниенко С. В. Зеленое строительство – комплексное решение задач энергоэффективности, экологии и экономики // *Энергосбережение*. 2017. № 3. С. 22–27.
- Корниенко С. Зеленое строительство – инновационный и социально значимый элемент повышения устойчивости среды // *Здания высоких технологий*. 2017. Т. 3. № 3. С. 60–80.
- Шум, пламя и перекося: актуальные экологические проблемы / Программа ООН по окружающей среде. Найроби: Передовые рубежи, 2022. ■