

Сергей Валерьевич Корниенко✉

д-р техн. наук, советник РААСН, зав. каф. архитектуры зданий и сооружений,
Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Россия,
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1;
e-mail: skorn73@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5156-7352

**ФОНОТОП КАК АКУСТИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ
ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью внедрения в практику передовых градостроительных решений для создания комфортной и безопасной городской среды (ГС). Целью работы является исследование акустического качества (АК) ГС. На основе анализа различных подходов к изучению ГС выявлен современный экосистемный тренд: от снижения уровня шума до создания позитивной акустической среды. Впервые предложено использовать понятие «фонотоп» для комплексной оценки АК ГС. Исследования фонотопов могут принести значительную пользу в понимании и улучшении АК мегаполисов. Обобщены методы и инструменты, используемые при комплексном изучении городских звуковых ландшафтов. Для оценки акустического режима урбанизированных территорий введен новый показатель — городской акустический индекс (*UAI*). На основе этого показателя предложена классификация акустических зон. Научно обоснованы и исследованы фонотопы современного мегаполиса. Минимальное значение ($UAI = 0,57$) имеет фонотоп «производственная зона», что связано с высоким шумовым загрязнением. Максимальное значение ($UAI = 0,65$) имеет фонотоп «общественно-деловая специализированная зона», что можно объяснить низким шумовым загрязнением. Согласно предложенной классификации акустических зон большинство фонотопов имеют высокое АК ГС. Систематизированы ключевые способы создания позитивных звуковых ландшафтов, что является основой при разработке конкретных предложений по внедрению в практику передовых градостроительных решений для создания комфортной и безопасной ГС.

Ключевые слова: город, урбанизация, городское планирование, акустическая среда, защита от шума, звуковой ландшафт, фонотоп.

Для цитирования: Корниенко С. В. Фонотоп как акустический показатель городской среды // Социология города. 2023. № 3. С. 85—97. DOI: 10.35211/19943520_2023_3_85

Введение

Урбанизация приводит к росту уровня шума в городах. Проблема улучшения акустической среды находится на переднем плане современной науки. Шумовое загрязнение считают основным экологическим риском. По оценкам экспертов ООН, в Европе длительное воздействие внешнего шума является причиной 12 тыс. преждевременных смертей и способствует 48 тыс. новых случаев ишемической болезни сердца ежегодно, при этом 22 млн человек в Европе страдают от хронического раздражения шумом (Программа ООН..., 2022). В России уровень городского шума выше, чем в ряде европейских го-

сударств (Корниенко, 2017). Продолжительное воздействие высоких уровней шума ухудшает самочувствие и здоровье человека. Обычными источниками шумового загрязнения являются автомобильные и железные дороги, аэропорты, промышленные предприятия. Высокий уровень шума может возникать 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 – ГС (Kunc, Schmidt, 2019).

Урбанизация ставит перед градостроителями сложную задачу повышения комфортности и безопасности ГС (Бродач, Шилкин, 2022). 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. Различные сочетания этих факторов способствуют образованию разных типов звуковой среды, что существенно усложняет анализ акустического режима урбанизированных территорий.

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

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью внедрения в практику передовых градостроительных решений для создания комфортной и безопасной ГС.

Целью работы является исследование акустического качества (АК) ГС.

От снижения уровня шума до создания позитивной акустической среды

Среди исследований взаимодействия человека и акустической среды можно выделить два основных, экологически направленных, подхода (Носуленко, Харитонов, 2018; Корниенко, 2023а).

В основе одного из них лежит проблема рассмотрения шумового воздействия на человека (Guedes et al., 2011; Salomons, Berghauser, 2012; Hornikx, 2016). 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 задачей исследователя является выявление и сохранение положительных качеств звука (Aletta et al., 2016; Meng, Kang, 2016; Meng et al., 2017). 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, называют чаще всего сохранением звукового ландшафта (рис. 1).

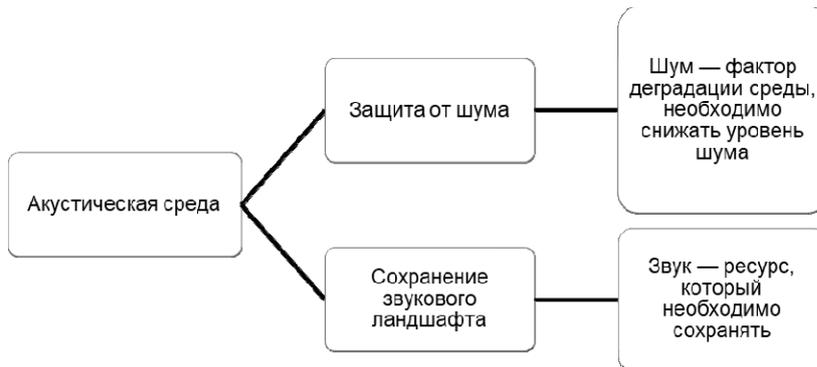


Рис. 1. Два подхода к изучению акустической среды

Понятие «звуковой ландшафт» введено Р.М. Шейфером для интерпретации процессов взаимодействия человека и акустической среды.

Главное различие указанных подходов в том, какие результаты воздействия звука на человека изучают в первую очередь. В подходе, рассматривающем шумовое воздействие акустической среды, изучают 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. Эти звуки способствуют улучшению здоровья, повышению качества жизни или облегчению условий деятельности людей. Исследования в этой области в значительной степени направлены на выявление предпочитаемых звуков. При этом в разных местах и в различных контекстах человеческие предпочтения относительно звуков акустической среды могут сильно различаться (Hong, Jeon, 2015).

Фонотоп

ГС неоднородна. Неоднородность среды обусловлена действием различных факторов (рис. 2): радиационно-температурным режимом (термотоп), влажностью (гигротоп), освещенностью (фототоп) и др.

Комплексное воздействие природно-климатических факторов определяется климатопом. Климатоп 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 ГС (Корниенко, 2023b).

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

Для комплексной оценки АК ГС 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.



Рис. 2. Факторы ГС

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

Исследования фонотопов могут оказать значительную пользу в понимании и улучшении АК 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 АК 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 шумовым картам можно определить аномальные зоны и разработать предложения по улучшению АК застройки (Liu et al., 2020). Внедрение подобных мер на обширной территории сможет улучшить звуковой режим всего города.

Слушая города: методы и инструменты

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. 3).



Рис. 3. Методы и инструменты изучения звуковых ландшафтов

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. 4).



Рис. 4. Пример звуковой прогулки (г. Волгоград, Нулевой километр). В эксперименте принимают участие студенты-архитекторы ИАиС ВолГТУ

Фактические характеристики звуковой среды определяют параллельно с опросом респондентов путем натуральных прямых измерений уровней шума на территории городской застройки. Измерения проводят по стандартной методике. Результаты измерений записывают в протоколах натуральных измерений уровней шума. Визуализация данных с помощью современных геоинформационных систем (Рашевский и др., 2023) дает наглядное представление о звуковом ландшафте города.

Важным этапом сбора данных является 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 обработки данных включают в библиотеку характеристик звукового ландшафта и используют для выявления сложных пространственно-временных закономерностей акустической среды города (рис. 5).

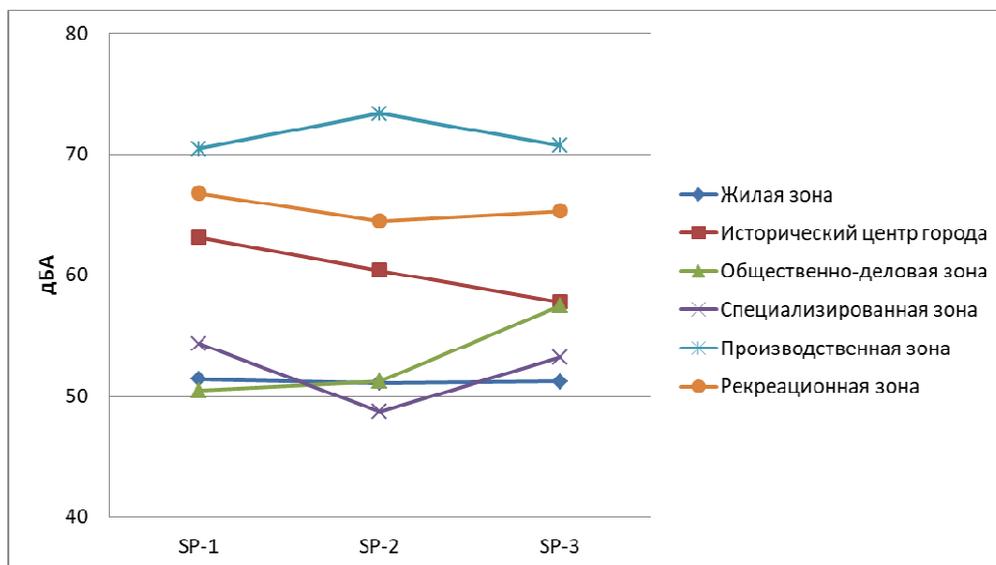


Рис. 5. Пространственно-временные вариации фактического (измеренного) уровня звука в утренние (SP-1), дневные (SP-2) и вечерние (SP-3) часы (на примере г. Волгограда)

Как видно из рис. 5, максимальные фактические уровни звука отмечаются в производственной зоне (70,4—73,3 дБА), что объясняется наличием ярко выраженного производственного шума, особенно в дневные часы. Минимальные уровни звука характерны для жилой и специализированной зон (48,7—51,1 дБА).

Полученные результаты натуральных акустических измерений дополняют данные опросов респондентов и уточняют параметры акустической среды с точки зрения шумового загрязнения.

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 среды: «приятная», «спокойная», «насыщена событиями», «волнующая». Указанные характеристики широко используют для оценки звуковых ландшафтов (Hong, Jeon, 2017) путем субъективной оценки восприятия акустической среды на основе опроса респондентов. Обычно оценку производят по пятибалльной психометрической шкале Ликерта (Zhao et al., 2011). Для каждого типа звуковой среды, как правило, необходимо выбрать один вариант ответа.

Влияние различных характеристик звуковой среды на человека неодинаково, что учитывают весом данной характеристики. Вес характеристики определяют экспериментально или на основе экспертной оценки. Согласно экспертной оценке можно принять следующие значения веса характеристики среды: «приятная» — 0,50, «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 АК ГС.

Для более точной оценки АК ГС на основе показателя *UAI* предлагаем следующую классификацию акустических зон (таблица).

Классификация акустических зон города

Акустическая зона	АК ГС
$0,2 \leq UAI < 0,4$	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

Предлагаемая классификация акустических зон удобна для анализа АК ГС и его повышения.

Используя полученные автором результаты экспериментальных исследований семантических характеристик акустической среды с учетом приведенных выше значений их веса, вычислим городской акустический индекс *UAI* для фонотопов в границах территориальных (функциональных) зон мегаполиса (рис. 6).

Проанализируем полученные значения *UAI* фонотопов.

Минимальное значение $UAI_A = 0,57$ имеет фонотоп «производственная зона» (фонотоп *A*). Это объясняется тем, что территории промышленных

предприятий, как правило, имеют высокое шумовое загрязнение. Акустический режим в этой зоне наиболее неблагоприятен для человека.

Фонотопы «жилая зона» (фонотоп *B*) и «исторический центр города» (фонотоп *C*) 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.

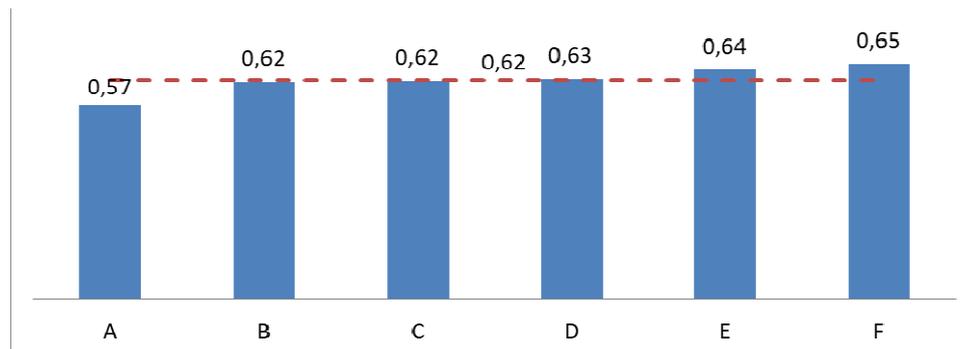


Рис. 6. Значения городского акустического индекса UAI для фонотопов территориальных (функциональных) зон г. Волгограда: *A* — производственная зона; *B* — жилая зона; *C* — исторический центр города; *D* — общественно-деловая зона; *E* — рекреационная зона; *F* — общественно-деловая специализированная зона (пунктирной линией показано значение UAI для фонотопа «город в целом»)

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 АК ГС. За счет поглощения звука растительностью здесь появляются «островки тишины». Городские парки, скверы, сады повышают акустический комфорт. Эффективным градостроительным решением является город-сад (Корниенко, 2017; Корниенко, 2020).

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

Используя предложенную классификацию акустических зон (см. таблицу), можно отметить, что большинство фонотопов имеют высокое АК ГС. Однако в фонотопе «производственная зона» АК ГС умеренное, что объясняется повышенным шумовым загрязнением в этой зоне. Фонотоп «город в целом» имеет высокое АК ГС, что объясняется результирующим воздействием различных территориальных (функциональных) зон.

Создание позитивных звуковых ландшафтов

Каковы дальнейшие пути повышения АК ГС?

Опираясь на работу (Программа ООН, 2022), 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 звучат природные звуки: шелест листьев, качание 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 ГС. 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.

Систематизация ключевых способов создания позитивных звуковых ландшафтов является основой при разработке конкретных предложений по внедрению в практику передовых градостроительных решений для создания комфортной и безопасной ГС.

Заключение

Научной новизной данного исследования является установление закономерностей между семантическими характеристиками и АК ГС, что способствует решению актуальной задачи внедрения в практику передовых градостроительных решений для создания комфортной и безопасной ГС.

Практическая значимость работы состоит в разработке инструментария, удобного для оценки АК современных мегаполисов.

По итогам проведенного исследования сформулированы следующие выводы:

1. На основе анализа различных подходов к изучению городской акустической среды выявлен современный экосистемный тренд: от снижения уровня шума до создания позитивной акустической среды. Звук — ресурс, который необходимо сохранять. Поэтому наряду с обеспечением нормативных требований защиты от шума необходимо стремиться к сохранению звукового ландшафта для будущих поколений.

2. Впервые предложено использовать понятие «фонотоп» для комплексной оценки АК ГС. Фонотоп — часть звуковой среды, отличающаяся от окружающей атмосферы особым акустическим режимом. Ярким преимуществом фонотопа является то, что он задает основные акустические характери-

стики, определяя круг организмов, которые могут существовать в данной экосистеме. Эффективно применение фонотопов для составления шумовых карт городов. Исследования фонотопов могут принести значительную пользу в понимании и улучшении АК мегаполисов.

3. Обобщены методы и инструменты, используемые при комплексном изучении городских звуковых ландшафтов. Показано, что результаты натурных акустических измерений дополняют данные опросов респондентов и уточняют параметры акустической среды с точки зрения шумового загрязнения.

4. Для оценки акустического режима урбанизированных территорий введен новый показатель — городской акустический индекс (Urban Acoustic Index — *UAI*). На основе показателя *UAI* предложена классификация акустических зон.

5. Научно обоснованы и исследованы фонотопы современного мегаполиса. Минимальное значение ($UAI = 0,57$) имеет фонотоп «производственная зона». Это объясняется тем, что территории промышленных предприятий, как правило, имеют высокое шумовое загрязнение. Максимальное значение ($UAI = 0,65$) имеет фонотоп «общественно-деловая специализированная зона», что можно объяснить низким шумовым загрязнением в этой зоне. Согласно предложенной классификации акустических зон большинство фонотопов имеют высокое АК ГС. Однако в фонотопе «производственная зона» акустическое качество ГС умеренное, что объясняется повышенным шумовым загрязнением в этой зоне. Фонотоп «город в целом» имеет высокое акустическое качество ГС, что объясняется результирующим воздействием различных территориальных (функциональных) зон.

6. Систематизированы ключевые способы создания позитивных звуковых ландшафтов, что может явиться основой при разработке конкретных предложений по внедрению в практику передовых градостроительных решений для создания комфортной и безопасной ГС.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Бродач М. М., Шилкин Н. В. Глобальные цели устойчивого развития и экологические требования к объектам недвижимости // Энергосбережение. 2022. № 6. С. 4—8.

Корниенко С. Зеленое строительство — инновационный и социально значимый элемент повышения устойчивости среды // Здания высоких технологий. 2017. Т. 3. № 3. С. 60—80.

Корниенко С. В. Город: от снижения уровня шума до позитивной акустической среды // Энергосбережение. 2023. № 5. С. 24—27.

Корниенко С. В. Жилище в умном городе. Взгляд инженера-архитектора // Социология города. 2020. № 1. С. 5—15.

Корниенко С. В. Зеленое строительство — комплексное решение задач энергоэффективности, экологии и экономии // Энергосбережение. 2017. № 3. С. 22—27.

Корниенко С. В. Климатоп как климатический маркер урбанизированных территорий // Социология города. 2023. № 1. С. 100—112.

Носуленко В. Н., Харитонов А. Н. Жизнь среди звуков: психологические реконструкции. М.: Издательство «Институт психологии РАН», 2018. 422 с.

Программа ООН по окружающей среде (2022 г.). «Передовые рубежи», 2022 г. «Шум, пламя и перекосы: актуальные экологические проблемы». Найроби. URL: <https://www.unep.org/ru/resources/rubezhi-2022-goda-shum-plamya-i-perekosy> (дата обращения: 21.08.2023).

Рашиевский Н. М., Парыгин Д. С., Назаров К. П. и др. Интеллектуальный анализ звукового ландшафта городской территории // Социология города. 2023. № 1. С. 125—139.

Aletta F., Kang J., Axelsson Ö. Soundscape Descriptors and a Conceptual Framework for Developing Predictive Soundscape Models // Landscape and Urban Planning. 2016. Vol. 149. Pp. 65—74. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.02.001.

Guedes I. C. M., Bertoli S. R., Zannin P. H. T. Influence of Urban Shapes on Environmental Noise: A Case Study in Aracaju — Brazil // Science of the Total Environment. 2011. Vol. 412—413. Pp. 66—76. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.10.018.

Hong J. Y., Jeon J. Y. Influence of Urban Contexts on Soundscape Perceptions: A Structural Equation Modeling Approach // Landscape and Urban Planning. 2015. Vol. 78—87. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.05.004.

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. Vol. 126. Pp. 382—395. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.10.021.

Hornikx M. Ten Questions Concerning Computational Urban Acoustics // Building and Environment. 2016. Vol. 106. Pp. 409—421. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.06.028.

Kunc H. P., Schmidt R. The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis // Biology Letters. 2019. No. 15(11).

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.

Meng Q., Kang J. Effect of Sound-Related Activities on Human Behaviours and Acoustic Comfort in Urban Open Spaces // Science of the Total Environment. 2016. Vol. 573. Pp. 481—493. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.130.

Meng Q., Sun Y., Kang J. Effect of Temporary Open-Air Markets on the Sound Environment and Acoustic Perception Based on the Crowd Density Characteristics // Science of the Total Environment. 2017. Vol. 601—602. Pp. 1488—1495. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.017.

Salomons E. M., Berghauser P. M. Urban Traffic Noise and the Relation to Urban Density, Form, and Traffic Elasticity // Landscape and Urban Planning. 2012. Vol. 108. Pp. 2—16. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.06.017.

Zhao C., Fu G., Liu X., Fu F. Urban Planning Indicators, Morphology and Climate Indicators: A Case Study for a North-South Transect of Beijing, China // Building and Environment. 2011. Vol. 46. Pp. 1174—1183. DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.12.009.

Research Article

Sergey V. Korniyenko✉

Doctor of Engineering Sciences, Head of Architecture of Buildings and Constructions Department, Volgograd State Technical University (VSTU). 1, Akademicheskaya st., Volgograd, 400074, Russia;
e-mail: skorn73@mail.ru; ORCID: 0000-0002-5156-7352

PHONOTOP AS AN ACOUSTIC INDICATOR FOR URBAN ENVIRONMENT

Abstract. The relevance of the research topic is due to the need to introduce advanced urban planning solutions into practice to create a comfortable and safe urban environment. The purpose of the research work is to study the acoustic quality of the urban environment. Based on the analysis of various approaches to study of urban acoustic

environment, a modern ecosystem trend has been identified: from reducing noise levels to creating a positive acoustic environment. For the first time, it is proposed to use the concept of “phonotop” to comprehensively assess the acoustic quality of the urban environment. Studies of phonotops can have significant benefits in understanding and improving the acoustic quality of megacities. Methods and tools used in the comprehensive study of urban soundscapes are summarized. To assess the acoustic mode of urbanized territories, a new indicator has been introduced — the urban acoustic index (*UAI*). Based on this indicator, classification of acoustic zones is proposed. The phonotops of the modern metropolis have been scientifically substantiated and investigated. The minimum value ($UAI = 0.57$) have a phonotop “production zone”, that associated with high noise pollution. The maximum value ($UAI = 0.65$) have a phonotop “socio-business specialized zone”, that can be explained by low noise pollution in this zone. According to the proposed classification of acoustic zones, most phonotops have a high acoustic quality of the urban environment. Key ways of creating positive sound landscapes have been systematized, that can be used for the development of specific proposals for the introduction of advanced urban planning solutions into practice to create a comfortable and safe urban environment.

Key words: city, urbanization, urban planning, acoustic environment, noise protection, soundscape, phonotop.

For citation: Korniyenko S. V. (2023) Phonotop as an acoustic indicator for urban environment. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 3, pp. 85—97 (in Russian). DOI: 10.35211/19943520_2023_3_85

REFERENCES

- Aletta F., Kang J., Axelsson Ö. (2016) Soundscape Descriptors and a Conceptual Framework for Developing Predictive Soundscape Models. *Landscape and Urban Planning*, vol. 149, pp. 65—74. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2016.02.001.
- Brodach M. M., Shilkin N. V. (2022) Global sustainable development goals and environmental requirements for real estate projects. *Energoberezhniye* [Energy Saving], no. 6, pp. 4—8. Frontiers 2022: Noise, Blazes and Mismatches. URL: <https://www.unep.org/ru/resources/rubezhi-2022-goda-shum-plamya-i-perekosy> (accessed: 21.08.2023) (in Russian).
- Guedes I. C. M., Bertoli S. R., Zannin P. H. T. (2011) Influence of Urban Shapes on Environmental Noise: A Case Study in Aracaju — Brazil. *Science of the Total Environment*, vol. 412—413, pp. 66—76. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.10.018.
- Hong J. Y., Jeon J. Y. (2015) Influence of Urban Contexts on Soundscape Perceptions: A Structural Equation Modeling Approach. *Landscape and Urban Planning*, vol. 78—87. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2015.05.004.
- Hong J. Y., Jeon J. Y. (2017) Relationship between Spatiotemporal Variability of Soundscape and Urban Morphology in a Multifunctional Urban Area: A Case Study in Seoul, Korea. *Building and Environment*, vol. 126, pp. 382—395. DOI: 10.1016/j.buildenv.2017.10.021.
- Hornikx M. (2016) Ten Questions Concerning Computational Urban Acoustics. *Building and Environment*, vol. 106, pp. 409—421. DOI: 10.1016/j.buildenv.2016.06.028.
- Kornienko S. (2017) Green construction is an innovative and socially significant element of increasing environmental sustainability. *Zdaniya vysokikh tekhnologii* [Sustainable Building Technologies], vol. 3, no. 3, pp. 60—80 (in Russian).
- Kornienko S. V. (2017) Green Construction - Complex Solutions for Energy Efficiency, Ecology and Economy Parameters. *Energoberezhniye* [Energy Saving], no. 3, pp. 22—27 (in Russian).
- Kornienko S. V. (2023) City: from noise level reduction to positive acoustic environment. *Energoberezhniye* [Energy Saving], no. 5, pp. 24—27 (in Russian).

Kornienko S.V. (2020) A dwelling in the smart city. A point of view of the architect specialized in civil engineering. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 1, pp. 5—15 (in Russian).

Korniyenko S. V. (2023) Climatop as a climate marker for urbanized areas. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 1, pp. 100—112 (in Russian).

Kunc H. P., Schmidt R. (2019) The effects of anthropogenic noise on animals: a meta-analysis. *Biology Letters*, no. 15(11).

Liu Q., Liu Z., Jiang J., Qi J. (2020) A new soundscape analysis tool: Soundscape Analysis and Mapping System (SAMS). *Applied Acoustics*, no. 169, pp. 107454.

Meng Q., Kang J. (2016) Effect of Sound-Related Activities on Human Behaviours and Acoustic Comfort in Urban Open Spaces. *Science of the Total Environment*, vol. 573, pp. 481—493. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.130.

Meng Q., Sun Y., Kang J. (2017) Effect of Temporary Open-Air Markets on the Sound Environment and Acoustic Perception Based on the Crowd Density Characteristics. *Science of the Total Environment*, vol. 601—602, pp. 1488—1495. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.06.017.

Nosulenko V. N., Kharitonov A. N. (2018) *Zhizn' sredi zvukov: psibologicheskie rekonstrukcii* [Life among sounds: psychological reconstructions]. Moscow: Publishing house “Institute of Psychology of the Russian Academy of Sciences”, 422 p. (in Russian).

Rashevskiy N. M., Parygin D. S., Nazarov K. R. et al. (2023) Intelligent analysis of the urban soundscape. *Sotsiologiya Goroda* [Urban Sociology], no. 1, pp. 125—139 (in Russian).

Salomons E. M., Berghauser P. M. (2012) Urban Traffic Noise and the Relation to Urban Density, Form, and Traffic Elasticity. *Landscape and Urban Planning*, vol. 108, pp. 2—16. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.06.017.

Zhao C., Fu G., Liu X., Fu F. (2011) Urban Planning Indicators, Morphology and Climate Indicators: A Case Study for a North-South Transect of Beijing, China. *Building and Environment*, vol. 46, pp. 1174—1183. DOI: 10.1016/j.buildenv.2010.12.009.

Поступила в редакцию 22.08.2023

Received 22.08.2023

Принята в печать 16.10.2023

Accepted for publication 16.10.2023