

DOI: <https://doi.org/10.69722/1694-8211-2025-63-285-290>

УДК: 78

Столбова П. А., преподаватель

stolbova.2001@mail.ru

ORCID: 0009-0007-9138-8336

Российский государственный институт сценических искусств
г. Санкт-Петербург, Россия

ЗВУКОВОЙ ЛАНДШАФТ КАК ИНСТРУМЕНТ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Искусственный звуковой ландшафт представляет собой аудиальную среду, созданную с использованием алгоритмов генерации, математического моделирования и звукового синтеза. Такой подход позволяет формировать динамичные, адаптивные звуковые пространства, которые могут бесконечно развиваться, избегая повторов и создавая эффект естественности. Генерация звука на основе случайности, осцилляторов и аудиофайлов открывает новые горизонты в проектировании иммерсивных сред. Эти технологии находят применение в кино, видеоиграх, театре, подкастах, мультимедийных выставках и виртуальной реальности, обеспечивая выразительное, контекстуальное и пространственно релевантное звуковое сопровождение. Переход от анализа к активному конструированию звуковых ландшафтов позволяет исследователям и кураторам не только усиливать художественные и повествовательные компоненты, но и управлять восприятием и навигацией в искусственной среде. Таким образом, звуковой ландшафт становится неотъемлемым элементом современного медиапространства, способным задавать ритм, атмосферу и эмоциональный настрой экспозиции или события.

Ключевые слова: искусственный звуковой ландшафт, выставка, звуковое оформление, генеративная модель, звуковое пространство.

Столбова П. А., окутууучу

stolbova.2001@mail.ru

ORCID: 0009-0007-9138-8336

Россия мамлекеттик саңнау искуствоосу институту
Санкт-Петербург ш., Россия

ҮН ЛАНДШАФТЫ ВИРТУАЛДЫК РЕАЛДУУЛУКТУН ИНСТРУМЕНТИ КАТАРЫ

Жасалма үн ландшафты – алгоритмдерди колдонуу, математикалык моделдөө жана үн синтези аркылуу түзүлгөн аудиалдык чөйрөнүү билдириет.

Бул ыкма динамикалуу, ыңғайлашкан үн мейкиндиктерин түзүүгө мүмкүндүк берет, алар кайталанбастан чексиз өнүгүп, табигый эффектин пайда болушун камсыздайт.

Түш келтирилгендик, осцилляторлор жана аудиофайлдар негизиндеги үн генерациясы иммерсивдүү чөйрөлөрдү долбоорлоодо жаңы мүмкүнчүлүктөрдү ачат. Бул технологиялар кинотасмаларда, видео оюндарда, театрда, подкасттарда, мультимедиалык көргөзмөлөрдө жана виртуалдык чындыкта колдонулуп, көркөмдүү, контекстуалдуу жана мейкиндикке ылайыктуу үн коштоосун камсыздайт.

Үн ландшафттарын аналитикадан активдүү түзүүгө өтүү, изилдөөчүлөргө жана кураторлорго көркөм жана баяндоо компоненттерин күчөтүү менен бирге, жасалма чөйрөдө кабыл алуу жана навигация менен башкарууга мүмкүндүк берет.

Ошентип, үн ландшафты заманбап медиа мейкиндигинин ажырагыс элементине айланып, көргөзмө же окуянын ритмин, атмосферасын жана эмоционалдык абалын аныктоого жөнөдөмдүү болуп саналат.

Түйүндүү сөздөр: жасалма үн ландшафты, көргөзмө, үн коштоо, генеративдүү модель, үн мейкиндиги.

Stolbova P. A., lecturer

stolbova.2001@mail.ru

SOUNDSCAPE AS A VIRTUAL REALITY TOOL

An artificial soundscape is an auditory environment created using generation algorithms, mathematical modeling, and sound synthesis.

This approach allows you to create dynamic, adaptive sound spaces that can evolve endlessly, avoiding repetition and creating a natural effect.

Sound generation based on randomness, oscillators, and audio files opens up new horizons in the design of immersive environments. These technologies find applications in movies, video games, theater, podcasts, multimedia exhibitions, and virtual reality, providing expressive, contextual, and spatially relevant sound.

The transition from analysis to active construction of soundscapes allows researchers and curators not only to enhance artistic and narrative components, but also to manage perception and navigation in an artificial environment.

Thus, the soundscape becomes an integral element of the modern media space, capable of setting the rhythm, atmosphere and emotional mood of an exposition or event.

Keywords: Artificial soundscape, exhibition, sound design, generative model, sound space.

Понятие звукового ландшафта

Тема звукового ландшафта охватывает широкий спектр исследований, включая восприятие звука в городской среде, его влияние на культуру и экологию, а также создание искусственных звуковых пространств. Первоначально введенный Майклом Саутвортом [12] и популяризованный Раймондом Мюрреем Шефером [9], этот термин включает как природные, так и антропогенные звуки, становясь важной частью акустической экологии.

Шефер [9, р.4] рассматривал звуковой ландшафт как социальный феномен, подчеркивая его способность формировать культурную идентичность и отражать изменения городской среды.

Барри Труа [14] дополнил это определение, акцентируя внимание на восприятии и интерпретации звукового пространства человеком.

Звуковые ландшафты могут быть не только объектом анализа, но и инструментом художественного выражения. Музыканты [14], теоретики [1] и антропологи [4] исследуют звуковые коллажи как способ фиксации временного и пространственного контекста. Эти коллажи могут быть как документальными, так и художественно переработанными [2], создавая уникальные звуковые среды для выставок, фильмов и цифровых инсталляций.

Термин «звуковой ландшафт» отличается высокой гибкостью и многозначностью. Хотя многие исследователи критикуют отдельные элементы терминологии или методологии Шефера, они продолжают использовать сам термин, признавая его аналитическую ценность.

Акустическое исследование городов

С ростом урбанизации природные звуки вытесняются шумами транспорта, стройки и технологий. Уже около 50% ранее зафиксированных природных звуков сегодня невозможно услышать. Это влияет на здоровье человека – от нарушений сна до ухудшения слуха. Шум признан экологической угрозой и становится важной темой для урбанистов и акустических дизайнеров.

Шефер [9, с. 10], основоположник акустической экологии, в 1960–70-х годах сделал записи звуковых ландшафтов и предложил понятия, описывающие их структуру:

1. Основные звуки – фон (ветер, птицы, транспорт).
2. Сигналы – звуки переднего плана (сирены, звонки).
3. Звуковые метки – культурно специфичные ориентиры (колокола, призывы).
4. Звуковые воспоминания (sound romance) – лично значимые звуки (крики чаек, радиошумы).

Современный подход включает проектирование звуковой среды: от шумозащиты до создания приятных звуков – например, искусственных ландшафтов с водой, птицами или звуковыми инсталляциями.

Звуковое оформление может использовать реверберации, изменение дистанции, температуры, веса объектов и эмоциональные шумы (смех, плач), создавая ощущение реального или символического пространства.

Звуковой ландшафт – это отражение ритма города, его социальной и культурной структуры. Он может быть динамичным и реагировать на изменения.

Искусственные звуковые ландшафты, создаваемые с помощью алгоритмов, становятся частью виртуальных сред, обеспечивая глубокое погружение пользователя и гибкую адаптацию к контексту.

Искусственный звуковой ландшафт

Искусственные звуковые ландшафты стали важной частью современной музыки, кино, видеоигр и виртуальных миров. Генеративные алгоритмы и математические модели позволяют создавать звуковые среды, которые динамически меняются в зависимости от контекста.

В игровой индустрии такие технологии позволяют адаптировать музыкальное сопровождение под действия игрока, создавая более иммерсивный опыт. В кино это используется для усиления эмоционального восприятия сцен, а в интерактивных выставках – для формирования уникальной звуковой атмосферы.

Ранее были предприняты попытки по разработке вычислительных моделей для генеративных звуковых ландшафтов. Тестируется [11] роль дизайна звукового ландшафта в улучшении ощущения присутствия в виртуальной реальности. Приводятся предварительные результаты, сравниваются реальные и виртуальные звуковые ландшафты.

Также предлагается обзор [7] существующих методик, организованный по лежащей в их основе технологии и исходному материалу, а также по видам звуков, для которых они считаются эффективными.

В данной работе [3] рассматривается система Coming Together: четыре автономных искусственных агента выбирают звуки из большой предварительно проанализированной базы данных записей звуковых ландшафтов на основе их спектрального содержания и тегов метаданных.

Результаты другого исследования [5] демонстрируют применимость принципов проектирования к автономному двигателю генерации, одновременно подчеркивая некоторые проблемы реализации автономной функциональности, связанные с параметризацией поиска, сегментации и синтеза.

В работе Д. Шварца (D. Schwarz) [10] представлен обзор методов анализа, используемых для синтеза звуковой текстуры, таких как сегментация, статистическое моделирование, тембральный анализ и моделирование переходов.

Таким образом, изученные методы демонстрируют широкий спектр инструментов и стратегий для создания искусственных звуковых сред. В их основе лежит процесс

генерации аудиального оформления с применением звуковых баз данных. Особое внимание уделяется интеграции звуков в систему и их дальнейшему существованию, включая адаптацию к изменяющимся условиям.

Процедурное и генеративное аудио

Формирование звуковых ландшафтов представляет собой искусство, объединяющее музыку и эмоции. Осваивая техники наложения звуковых слоев, пространственного дизайна и тематической интеграции, специалисты могут создавать захватывающие аудиосреды, способные погружать слушателей в атмосферные и многослойные звуковые миры.

Рассмотрим два подхода к генерации музыки и звуков в рамках проекта: генеративное и процедурное аудио.

Генеративное аудио – это метод создания звука на основе алгоритмов и математических моделей. Такой подход обеспечивает уникальность и динамичность саундтреков, позволяя им подстраиваться под текущие условия. Понимая достоинства и ограничения каждого метода, можно разрабатывать более гибкие и адаптивные аудиосистемы, способствующие улучшению виртуального опыта. Включение процедурного звука открывает новые возможности для творческого самовыражения и вовлечения аудитории.

Одним из востребованных инструментов генерации звуков может быть процедурное аудио, «это звук как процесс, в отличие от звука как продукта. Процедурное аудио – это нелинейный, часто синтетический звук, создаваемый в реальном времени в соответствии с набором программных правил и живым вводом» [6].

Используя процедурное аудио, звукорежиссеры могут создавать глубоко интегрированные звуковые ландшафты, которые реагируют на действия игрока и игровую среду связным и правдоподобным образом.

Предварительно записанные сэмплы улавливают нюансы деталей и естественные характеристики реальных звуков, обеспечивая непревзойденный уровень качества звука.

«Процедурный звуковой дизайн – это звуковой дизайн как система, алгоритм или процедура, которая перестраивает, объединяет или манипулирует звуковыми активами таким образом, чтобы они могли: производить большее разнообразие результатов (вариативный или неповторяющийся дизайн; быть более восприимчивым к взаимодействию (параметризация).

Этот подход к звуковому дизайну существует в спектре от процедурного звукового дизайна, где мы, как правило, манипулируем уже существующими активами» [13].

Процедурный звук можно определить как генерацию звука в реальном времени в соответствии с программными правилами и живым вводом. Его часто считают подмножеством звукового синтеза и он особенно применим к нелинейным медиа, таким как видеоигры, виртуальная реальность и интерактивные аудиовизуальные инсталляции.

Из преимуществ процедурного аудио можно выделить:

1. Большее разнообразие: может генерировать значительный диапазон звуков.
2. Уменьшение объема памяти: поскольку процедурный звук генерирует звуки в реальном времени, отпадает необходимость в хранении больших аудиофайлов.
3. Динамический звук: процедурный звук может адаптироваться к среде.
4. Адаптивный звук: музыка может адаптироваться к игровой среде.

Реализация процедурного звука может быть трудоемкой, требующей глубокого понимания программирования звука и алгоритмов, потребовать больших вычислительных ресурсов, что может повлиять на производительность.

Процедурный звук и генеративное аудио – это мощные инструменты, способные вывести зрительский опыт на новый уровень, создавая более захватывающую и погружающую атмосферу. Осознание преимуществ и возможных сложностей этих методов позволяет разрабатывать динамичные и адаптивные аудиосистемы, которые значительно обогащают среду. Интеграция процедурного звука открывает перед разработчиками новые возможности для творческого самовыражения и более глубокого вовлечения.

Генеративные звуковые среды в рамках выставки

Генерация воображаемых звуковых ландшафтов становится актуальным методом формирования аудиальной среды в виртуальных и экспозиционных пространствах. Такая система позволяет конструировать звуковые дисплеи, интуитивно ориентирующие пользователя в новой среде за счёт звуковых маркеров, имитирующих поведение звуков в реальности.

Использование звуковых ландшафтов расширяет выразительные возможности кураторских проектов, позволяя реконструировать эпоху, передать образы прошлого или раскрыть образ выдающегося деятеля. Примером является практика бюро «Planet 9» [15], использующего индивидуальные наушники вместо традиционных акустических систем, что подчёркивает человекоориентированный подход и предоставляет посетителям возможность самостоятельно регулировать восприятие звука.

Звуковой ландшафт – это не просто фоновое сопровождение, а полноправный выразительный элемент, сопоставимый с визуальной сценографией. Он может формировать атмосферу, выстраивать повествование, задавать ритм и структурировать экспозиционное пространство. В условиях единого акустического объёма взаимодействие между звуковыми зонами требует тщательной архитектуры подачи: иерархии, темпа и синхронности появления элементов. Это обеспечивает целостность восприятия и предотвращает звуковой хаос.

Рекомендуемая модель звукового оформления включает три уровня:

1. Наушники – для документальных и повествовательных фрагментов;
2. Локализованные аудиозоны – через направленные динамики для тематических вставок;
3. Объёмный звуковой ландшафт – через полнодиапазонные системы, формирующие общее звуковое поле.

Звуковые фрагменты могут быть организованы как повторяющиеся или бесконечно варьирующиеся – на основе принципов рандомизации.

Для этого используются:

- генераторы случайных чисел,
- параметры цикличности,
- аудиобиблиотеки и синтетические коды.

В качестве платформы разработки предлагается использовать Csound – вычислительную среду для звукового синтеза, обладающую широкими возможностями для создания как реалистичных, так и абстрактных звуков. Интерфейс Cabbage позволяет упростить работу с Csound, создавая инструменты генерации, адаптированные под задачи выставочного пространства.

Итак, генеративные звуковые ландшафты находят применение в различных областях:

- Музыка (эмбиентные звуковые ландшафты),
- Кино и игры (атмосферные аудиопейзажи),
- Подкасты и радио (создание локального звукового контекста),
- Аудиокниги (трёхмерная звуковая сцена),

- Телевидение (идентификация программ и каналов),
- Театр (моделирование сложных сценических локаций),
- Выставки (иммерсивное сопровождение экспозиций).

Анализ доступных технологий позволяет выделить три подхода:

1. Готовые аудиотреки – просты в реализации, но менее гибки;
2. Синтетические генераторы – обеспечивают непрерывное развитие звучания;
3. Рандомизация – позволяет достичь высокой уникальности и адаптивности звука.

Выбор подхода зависит от задач проекта: предсказуемость или вариативность, реализм или абстракция, зацикленность или бесконечное развитие.

Генерация звука обеспечивает адаптацию звуковой среды в реальном времени, подстраиваясь под экспозиционные условия.

Будущие направления включают развитие алгоритмов генерации и расширение методов работы с аудиообразом, что позволит создавать более гибкие и выразительные звуковые среды, усиливая нарратив и эстетическое воздействие выставок.

Литература:

1. Bregman A. S. Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound. Cambridge, MA: The MIT Press, 1990.
2. Dunn D. Music Language and Environment: Environmental Sound Works 1973-1985, Innova, 1996.
3. Eigenfeldt A., Pasquier P. (2011). Negotiated Content: Generative Soundscape Composition by Autonomous Musical Agents in Coming Together: Freesound. International Conference on Innovative Computing and Cloud Computing.
4. Feld S. Sound and Sentiment: Birds, Weeping, Poetics, and Sound in Kaluli Expression. University of Pennsylvania Press, Philadelphia, PA, 1982.
5. Finney N., Janer J. (2009). Autonomous Generation of Soundscapes using Unstructured Sound Databases.
6. Fournel N. F. (2017) Procedural Audio for Video Games: Are we there yet? [Presentation] <https://www.gdcvault.com/play/1012645/Procedural-Audio-for-Video-Games> (Accessed: 28 February 2025).
7. Misra A., Cook P. R. (2009). Toward Synthesized Environments: A Survey of Analysis and Synthesis Methods for Sound Designers and Composers. International Conference on Mathematics and Computing.
8. Rogozinsky G. G., Cherny, E., & Osipenko, I. (2016). Making Mainstream Synthesizers with Csound. ArXiv, abs/1610.04922.
9. Schafer R. Murray. The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World, 1977.
10. Schwarz D. State of the Art in Sound Texture Synthesis. Proc. of the 14th Int. Conference on Digital Audio Effects (DAFx-11), Paris, France, September 19-23, 2011.
11. Serafin S., Serafin G. (2004). Sound Design to Enhance Presence in Photorealistic Virtual Reality. International Conference on Auditory Display. Proceedings of ICAD 04-Tenth Meeting of the International Conference on Auditory Display, Sydney, Australia, July 6-9, 2004.
12. Southworth M. The Sonic Environment of Cities. Environment and Behavior, 1969. 1 (1).
13. Stevens R. S., Raybould, D. R. (2016) Game Audio Implementation A Practical Guide Using The Unreal Engine. Book edn. UK: Focal Press.
14. Truax B. Acoustic Communication. 2nd ed. Norwood, NJ: Ablex, 2001.
15. Planet9 <https://planet9.ru/> (Accessed: 28 February 2025).