



GENERATIVE SOUNDSCAPES AS A METHOD OF MODELING MEDIATED EXPERIENCE

Polina Alekseevna Stolbova

*Lecturer at the Faculty of Audiovisual Arts
of the Russian State Institute of Performing Arts*

Saint Petersburg, Russia

stolbova.2001@mail.ru

<https://orcid.org/0009-0007-9138-8336>

<https://doi.org/10.36078/1778829757>

Abstract. The article examines generative soundscapes as a method of modeling indirect experience and engaging with spaces inaccessible to direct perception. Drawing on three acoustic environments inspired by the landscapes of Patagonia, article analyzes the principles of processualism, open structure and mediated presence. These sound models do not aim to reproduce natural objects directly; they generate perceptual conditions associated with verticality, horizontal extent and movement. The theoretical part is based on the approaches of Southworth, Schaefer and Troyes, who view the sound environment as culturally and perceptually conditioned. The practical part demonstrates how generative algorithms can produce acoustic structures that function as continuous processes rather than as fixed compositions. The study demonstrates that this approach can be applied in museum and immersive projects dealing with lost architecture, archives and historical spaces, where sound acts as a mediator between bodily perception, memory and imaginary space.

Keywords. generative sound, soundscape, exhibition spaces, bodily presence, spatial perception, acoustic drama.

ГЕНЕРАТИВНЫЕ ЗВУКОВЫЕ ЛАНДШАФТЫ КАК МЕТОД МОДЕЛИРОВАНИЯ ОПОСРЕДОВАННОГО ОПЫТА

Полина Алексеевна Столбова

*Преподаватель факультета аудиовизуальных искусств
Российского государственного института сценических искусств
Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. Рассматриваются генеративные звуковые ландшафты как метод моделирования опосредованного опыта и работы с пространствами, недоступными непосредственному восприятию. На материале трёх акустических сред, созданных по мотивам ландшафтов Патагонии, анализируются принципы процессуальности, открытой структуры и медиированного присутствия. Звуковые модели не стремятся воспроизвести реальные природные объекты; их задача — сформировать условия, в которых возникает переживание вертикальности, горизонтальной протяженности и движения. Теоретическая часть опирается на подходы Саутворта, Шефера и Труа, рассматривающих звуковую среду как культурно и перцептивно обусловленную. Практическая часть демонстрирует, как генеративные алгоритмы позволяют создавать акустические структуры, существующие как непрерывные процессы, а не как фиксированные композиции. Показано, что такой подход может быть применён в музейных и иммерсивных проектах для работы с утраченной архитектурой, архивами и историческими пространствами, где звук выступает медиатором между телесным восприятием, памятью и воображаемым пространством.

Ключевые слова. генеративный звук; звуковой ландшафт; выставочные пространства; телесное присутствие; пространственное восприятие; акустическая драматургия.

Введение

В современном музейном контексте звук перестаёт выполнять роль фонового сопровождения и превращается в самостоятельный инструмент работы с восприятием. Многие пространства (удалённые, труднодоступные, исчезающие, архивные) оказываются недостижимыми для непосредственного опыта посетителя. Традиционные визуальные экспозиции не всегда способны передать их масштаб, протяжённость, атмосферу или глубину. Звук же, будучи медиумом, разворачивающимся во времени, позволяет моделировать условия опосредованного переживания и формировать специфические режимы присутствия. Комбинация звука, визуальных медиа и текста создает экспозиционное пространство, в котором посетитель может мысленно «войти» в недоступный ландшафт, ощутить его ритм, плотность, материальность и внутреннюю динамику. В этом смысле звук выступает не иллюстрацией, а медиатором — способом взаимодействия с опытом, который невозможно пережить напрямую. Особую роль в музейной практике играют звуковые среды с открытой, процессуальной структурой. Они не стремятся к фиксированной форме и не повторяют заранее заданную последовательность событий. Их логика основана на изменчивости: звук возникает, трансформируется и исчезает в соответствии с временными, алгоритмическими и перцептивными параметрами.

Таким образом, звук становится инструментом формирования опыта — способом создавать эффект присутствия там, где физическое нахождение невозможно. Это требует разработки методологии, позволяющей системно проектировать процессуальные звуковые среды и применять их в музейных, исследовательских и художественных задачах.

Понятие звукового ландшафта. В центре данного исследования находится понятие звукового ландшафта (*soundscape*) — не совокупности отдельных звуков, а целостной акустической среды, воспринимаемой одновременно в пространственном, культурном и телесном измерениях.

Термин был введён Майклом Саутвортом [Southworth 1969] в контексте архитектуры и урбанистики, где звук рассматривался как значимый компонент восприятия городской среды. Р. Мюррей Шефер [Schafer 1969] расширил рамки понятия, включив в него природные, технологические и культурные звуковые поля и подчеркнув их социальную и экологическую значимость. Барри Труа [Truax 2001] сместил акцент с физических характеристик на процессы восприятия: звуковая среда приобретает смысл только в момент взаимодействия между акустическим полем и воспринимающим субъектом.

Развивая эту линию, исследования Жана-Франсуа Огуяра и Анри Торга [Augoyard & Torgue 2005] показывают, что акустические эффекты не просто описывают пространство, но структурируют его переживание, задавая ритмы, модусы внимания и режимы присутствия. Звук становится не отражением среды, а способом её конституирования в опыте.

Такой подход позволяет рассматривать процессуальные звуковые среды как продолжение и развитие концепции *soundscape*. Они транслируют культурные, эмоциональные и пространственные коды не через прямую имитацию, а через создание общей акустической атмосферы. Генеративные структуры не стремятся к точной репрезентации конкретного ландшафта; их задача — сформировать условия для переживания, которое возникает «заочно», через медиированное присутствие.

В музейной практике подобные среды становятся инструментом организации восприятия. Разворачиваясь во времени, они поддерживают ощущение масштаба, протяжённости и движения, создавая динамическую модель недоступного пространства. Концепция «звука как процесса» [Fournel 2017] подчёркивает открытость и изменчивость таких сред, а исследования Кэнненберга

[Kannenberg 2017] показывают, что именно процессуальность делает звук вовлекающим, интерпретируемым и способным формировать устойчивые перцептивные состояния.

Временные слои звукового ландшафта становятся способом формирования вторичного опыта, что перекликается с идеями Анри Бергсона [Bergson 1889] о длительности как основе переживания. Звук, будучи медиумом времени, позволяет моделировать пространство не как объект, а как непрерывное становление.

Теоретическая рамка *soundscape* и процессуального звука задает основу для разработки методологии генеративных звуковых сред, способных моделировать недоступный опыт в музейном контексте. Главная задача таких сред — формировать ощущение присутствия «там», работая с восприятием, плотностью внимания и культурными ожиданиями слушателя [Sterne 2003]. Осцилляторы, шумовые структуры и вероятностные процессы создают непрерывное, ситуативное развитие звука, превращая акустическую среду в живую систему, а не в фиксированную композицию.

Джон Чоунинг [Chowning 1973] показал, что FM-синтез позволяет создавать тембры, обладающие внутренней динамикой и способностью к длительному изменению, что невозможно в рамках статической записи.

Кертис Роудс [Roads 1996] подчёркивает, что алгоритмическая композиция позволяет строить сложные акустические поля, которые невозможно воспроизвести вручную. Их восприятие остаётся открытым и многозначным, а сама среда приобретает качество «живости». Это достигается через комбинацию тональных, шумовых и пространственных слоев.

Исследования в области генеративных систем [Eigenfeldt & Pasquier 2001] показывают, что алгоритмические структуры могут адаптироваться к особенностям пространства, его акустике и динамике восприятия. Работы по архитектурной адаптации и тембровой организации [Finney & Janer 2009; Schwartz 2011] показывают, что звук способен одновременно реагировать на среду и транслировать культурные коды, создавая гибридное поле между физическим и воображаемым миром.

Статья Серафин и Серафин [Serafin & Serafin 2004] дополняет эту картину, показывая, как алгоритмически сгенерированные звуковые среды влияют на ощущение присутствия и телесной вовлеченности. Их результаты подтверждают, что генеративный подход позволяет

создавать не просто аудиофон, а методологически значимый опыт взаимодействия с недоступным пространством. Слушатель включается не в фиксированный нарратив, а в динамику среды.

То есть процессуальное аудио — способ моделирования пространств, к которым невозможно получить прямой доступ. Они создают условия для опосредованного переживания, где слушатель конструирует ее через собственное ощущение.

Таким образом, теоретическая рамка подчёркивает необходимость разработки методологии, позволяющей системно проектировать такие звуковые среды: определять их структуру, алгоритмическую логику, способы взаимодействия с пространством и слушателем. Именно эта методологическая перспектива становится ключевой для музейной практики, где звук должен формировать опыт, недоступный другим медиальным средствам.

Методология. Методология построения генеративных звуковых сред в данном исследовании опирается на понимание звука как пространственного и процессуального медиатора. Звуковая среда создается как система, формирующая условия для переживания пространства, недоступного непосредственному восприятию. Такой подход требует работы на нескольких уровнях — от принципов организации звукового поля до выбора алгоритмических инструментов.

Основой построения звукового пространства становится многослойность и распределенность. Каждый ландшафт формируется как совокупность акустических зон и тематических слоев, где отдельные компоненты отвечают за глубину, атмосферу или текстуру. Вместо прямой имитации природных звуков создаются акустические области, передающие характер среды: массивность горной структуры, колебания водной поверхности, порывы ветра. Такое распределение позволяет формировать сложные звуковые поля, которые остаются целостными, но не статичными, существуя как процесс, а не как фиксированная композиция.

Критерии генеративности предполагают баланс между повторяемостью и вариативностью, устойчивостью и непредсказуемостью. Генеративная среда не воспроизводит заранее заданный сценарий, а развивается автономно, сохраняя узнаваемый характер. Это достигается через сочетание стабильных элементов — тональных слоев, устойчивых фильтров, медленных модуляций — и изменчивых процессов, например, случайные колебания, дрейфы частоты, вероятностные события. Иерархия подачи звука формирует

восприятие: фундаментальные слои создают устойчивость, поверхностные — движение, редкие события — акценты. В результате звуковая среда приобретает качество «живости» и становится процессуальной системой, способной моделировать пространство через временную динамику.

Инструментальная часть методологии реализована с использованием среды *Csound*. Эта платформа предоставляет доступ к генераторам случайных чисел, низкочастотным осцилляторам, фильтрам, вероятностным триггерам и средствам пространственной обработки, что делает возможным создание сложных, многослойных акустических структур. Использование *Csound* опирается на его историческую связь с экспериментальной компьютерной музыкой [Vercoe 1993; Boulanger 2000] и на возможность точного контроля над параметрами звука [Lazzarini 2016]. В отличие от сред, ориентированных на готовые эффекты, среда позволяет собирать звук из базовых элементов — осцилляторов, шумовых генераторов, фильтров и вероятностных механизмов [Heintz 2012; Gogins 2015].

Генеративные методы, реализованные в *Csound*, дают возможность работать с длительностью, структурной неопределенностью и автономностью звуковых процессов [McCurdy 2010; Yi 2014]. Это позволяет моделировать экстремальные ландшафты не как объекты, а как процессы: каждый слой развивается независимо, но в совокупности формирует целостную акустическую среду, в которой пространство переживается через длительность, движение и изменчивость.

Таким образом, формируется системный подход к проектированию генеративных звуковых сред, объединяющий пространственное мышление, алгоритмическую логику и внимание к восприятию. Такая структура позволяет создавать акустические пространства, которые не воспроизводят реальность, а формируют условия для ее переживания, открывая возможность моделировать недоступные ландшафты как динамические, временные и воспринимаемые структуры.

Практическая реализация. В практической части исследования теоретические принципы были реализованы в виде шести генеративных акустических ландшафтов Патагонии, созданных на платформе *Csound*. Выбор этой среды обусловлен её возможностями точного контроля параметров и построения детерминированных, но изменчивых процессов. Низкочастотные осцилляторы, случайные колебания, фильтры и вероятностные события позволяют моделировать ключевые характеристики удаленных пространств:

медленные изменения, непредсказуемые детали, сложные текстуры. Микродрейфы частоты создают ощущение естественного движения среды, а фильтры формируют тембровую прозрачность и глубину. В совокупности это обеспечивает процессуальность, открытую структуру и отсутствие цикличности — свойства, необходимые для формирования «вторичного присутствия» там, где физическое нахождение невозможно.

Выбор шести ландшафтов (*Cerro Torre, Nahuel Huapi, Patagonia Road, Laguna de los Tres, El Calafate u Fitz Roy*) не был связан с задачей географического анализа региона. Они выступают как художественно-исследовательские модели экстремальной удалённости и недоступности. Методологическая схема отбора опиралась на три критерия: пространственные характеристики (вертикальность, протяженность, движение, массивность, текучесть), потенциал медианного присутствия (невозможность физического доступа и переживание через звук и визуальные медиаторы) и культурную значимость мест как символов предельных зон.

Важно подчеркнуть, что методика генеративного саунд-дизайна универсальна и может быть применена к любым пространствам, которые невозможно пережить напрямую: архивным объектам, закрытым зданиям, утраченной архитектуре, историческим локациям. Ключевыми остаются принципы процессуальности, открытой структуры, использования медиаторов и формирования опосредованного присутствия.

Cerro Torre: экстремальность и предел восприятия. Звуковой ландшафт *Cerro Torre* моделирует ощущение предельной вертикальности и недоступности, характерной для этой горной вершины. Его структура строится на трёх параллельных слоях, каждый из которых передаёт отдельный аспект пространства: мягкий вертикальный тон, облачную текстуру и световой *shimmer*.

Основой становится протяженный вертикальный тон с медленными микродрейфами частоты, создаваемыми низкочастотной модуляцией. Едва заметные колебания имитируют движение воздуха вокруг отвесной скалы, ощущение высоты. Фильтрация смягчает тембр, делая прозрачным и «холодным», что усиливает впечатление нахождения в пространстве, где звук теряет плотность и становится почти световым.

Второй слой — облачная структура на основе мягкого розового шума. Она лишена резких атак и не стремится к насыщенности; напротив, ее

задача — создать атмосферу разреженности и медленного движения облаков.

Третий слой — световой *shimmer* — добавляет пространству вертикальный блеск, напоминающий отражение света на льду и снегу. Его тембр остается прозрачным, а длительная огибающая задает эффект медленного рассеивания, благодаря чему звук воспринимается как состояние или мерцание.

В совокупности эти процессы формируют не композицию, а живую, непрерывно изменяющуюся среду. *Cerro Torre* не стремится к имитации реального звучания горы; его задача — создать условия для переживания вертикального пространства, которое невозможно испытать напрямую. Слушатель оказывается внутри акустической модели предельной высоты, где звук становится медиатором между телесным восприятием и воображаемым присутствием.

С прототипом кода можно ознакомиться на GitHub¹, прослушать online².

Laguna de los Tres: текучесть и прозрачность водного пространства. Звуковой ландшафт *Laguna de los Tres* моделирует пространство водной поверхности у подножия горного массива, где тишина и медленное движение воды формируют особый режим восприятия. В отличие от вертикальной экстремальности *Cerro Torre*, здесь доминируют горизонтальная протяжённость и текучесть. Ландшафт строится на трёх слоях, каждый из которых передает отдельный аспект водной среды: глубокий неустойчивый фундамент, световой перелив на поверхности и легкую водяную дымку. Вместе они создают акустическое пространство, в котором звук течёт, рассеивается и мягко меняется, формируя ощущение присутствия у тихой горной лагуны.

Основой служит тёплый, плавный тон с медленными частотными дрейфами, напоминающими подводные течения. Два низкочастотных модулятора создают сложное, но мягкое движение частоты, благодаря чему звук ощущается не статичным, а текучим. Фильтрация смягчает тембр, огибающая формирует непрерывность и спокойствие, характерные для замкнутого водного пространства.

¹ GitHub. Cerro-Torre. Prototype Code. Available at:
<https://github.com/polinastolbova/patagonia/blob/main/cerro-torre>

² YouTube. Cerro-Torre. Soundscape. Available at:
<https://youtu.be/iYEqA0MSmg4?si=r2Rw8RxLkyIGDR>

Второй слой — прозрачный *shimmer*, лёгкий спектральный блеск, напоминающий отражение света на поверхности лагуны. Он строится на мягком осцилляторе с тонкой модуляцией и пропускается через широкополосный полосовой фильтр, создающий стеклянную, но не резкую окраску. Длинная огибающая делает этот слой воздушным и почти невесомым: он не доминирует, а лишь подчеркивает присутствие света, добавляя пространству вертикальную прозрачность.

Третий слой — водяная дымка — основан на мягком розовом шуме, фильтруемом так, чтобы напоминать движение влажного воздуха над поверхностью воды. Медленные изменения фильтра создают эффект дыхания, а легкая высокочастотная искра имитирует солнечные блики на ряби. Этот слой объединяет глубину и свет, связывая нижние и верхние частоты в единую атмосферу.

В совокупности эти процессы формируют не композицию, а текучую, прозрачную и постоянно изменяющуюся среду. Задача — создать условия для переживания пространства, где вода, свет и воздух существуют в медленном равновесии. Слушатель оказывается внутри акустической модели спокойной горной лагуны, где звук становится медиатором между телесным восприятием и воображаемым присутствием.

С прототипом кода можно ознакомиться на GitHub³, прослушать online⁴.

Patagonia Road: движение как процессуальная структура. Звуковой ландшафт *Patagonia Road* моделирует пространство движения — протяженной дороги, уходящей в горизонт, где звук становится не описанием маршрута, а переживанием длительности, ветра и редких световых акцентов. В отличие от вертикальных или водных ландшафтов, здесь доминирует ощущение пути: медленного, почти бесконечного движения вперед, в котором пространство раскрывается не через объекты, а через время. Ландшафт строится на трёх слоях: воздушной текстуре, глубоком тональном горизонте и редких световых вспышках, возникающих как случайные события в пустынном пространстве.

³ GitHub. Laguna-de-los-Tres. Prototype Code. Available at: <https://github.com/polinastolbova/patagonia/blob/main/laguna-de-los-tres>

⁴ YouTube. Laguna-de-los-Tres . Soundscape. Available at: <https://youtu.be/sSeLr4caNEY?si=QTIMCLbo1ml7RSFh>

Первый слой — воздушные облака — формирует ощущение ветра, сопровождающего движение по открытой дороге. Медленные случайные колебания частоты и амплитуды создают нестабильность, характерную для воздушных потоков в степи. Несколько осцилляторов, расположенных в разных спектральных диапазонах, образуют мягкую, но широкую текстуру, лишенную четкой формы и постоянно меняющуюся.

Второй слой — дальний горизонт — представляет собой глубокий, медленно пульсирующий тональный фундамент. Его структура основана на очень медленных случайных дрейфах частоты и мягкой амплитудной модуляции, напоминающей дыхание ландшафта. Низкие частоты формируют ощущение протяженности и устойчивости, а реверб помещает этот слой на значительное расстояние, создавая акустическую перспективу. Здесь дорога ощущается не как направление, а как длительность — как непрерывное движение в сторону исчезающего горизонта.

Третий слой — световые вспышки — это редкие, почти случайные события, возникающие с минимальной вероятностью. Они напоминают отражения света на металлических поверхностях, случайные блики от далеких машин или солнечные вспышки на линии горизонта. Эти события не нарушают спокойствие среды, а лишь подчеркивают её масштаб и пустотность. Длинные реверберационные хвосты превращают каждую вспышку в мерцающий след, который растворяется в пространстве, усиливая ощущение расстояния и редкости событий.

В совокупности эти процессы создают не композицию, а акустическую модель движения по пустынной дороге Патагонии. *Patagonia Road* — о том, как сформировать переживание пространства, где движение ощущается через длительность, редкость событий и взаимодействие с пустотой.

Так, генеративные алгоритмы позволяют моделировать протяженность и процессуальность — характеристики, которые трудно передать визуально. *Patagonia Road* показывает, как методика генеративного саунд-дизайна может работать с идеей пути, создавая среду, в которой восприятие формируется через время, внимание и взаимодействие с пустым горизонтом.

С прототипом кода можно ознакомиться на GitHub⁵, прослушать online⁶.

Nahuel Huari: протяжённость и медленное время. Звуковой ландшафт *Nahuel Huari* моделирует пространство широкой, протяженной водной поверхности, где тишина, длительность и мягкое свечение воздуха формируют особый режим восприятия. В отличие от текучей прозрачности *Laguna de los Tres* или процессуального движения *Patagonia Road*, здесь доминирует ощущение спокойной горизонтали — пространства, которое не меняется резко, но постоянно дышит, медленно дрейфует и раскрывается во времени. Ландшафт строится на трёх слоях: тёплом дрейфующем фундаменте, мягком верхнем свечении и воздушной туманной текстуре, которые вместе создают акустическую среду, наполненную длительностью и мягкой глубиной.

Основой служит теплый, плавный тон с широкими, медленными микромодуляциями частоты. Два низкочастотных модулятора создают сложное, но мягкое движение, благодаря которому звук ощущается не статичным, как поверхность озера. Фильтрация смягчает тембр, придавая ему округлость и теплоту, а длительная огибающая формирует ощущение устойчивости и протяженности. Этот слой задает горизонтальную основу ландшафта — спокойную, широкую и медленно меняющуюся.

Второй слой представляет собой мягкое верхнее свечение — не яркий *shimmer*, а рассеянное сияние. Он строится на высоком, но мягком осцилляторе с медленным дрейфом частоты и проходит через легкую фильтрацию, которая делает тембр теплым и воздушным. Длинная огибающая создаёт ощущение света, который не мерцает, а равномерно наполняет пространство.

Третий слой — воздушная дымка — основан на очень мягком розовом шуме, фильтруемом так, чтобы напоминать движение влажного воздуха над поверхностью озера. Медленные изменения фильтра создают эффект дыхания, а длительная огибающая делает текстуру едва заметной, но необходимой для формирования глубины.

В совокупности эти процессы формируют акустическую модель протяженного озерного пространства, где звук существует как

⁵ GitHub. Patagonia Road. Prototype Code. Available at: <https://github.com/polinastolbova/patagonia/blob/main/patagonia-road>

⁶ YouTube. Patagonia Road. Soundscape. Available at: <https://youtu.be/KbqZWVYZ9mc?si=YY83f4Vy709J90g1>

длительность, а не как событие. Ландшафт *Nahuel Huapi* не стремится к имитации реального звучания озера; его задача — создать условия для переживания горизонтальной протяжённости, мягкого света и медленного дыхания пространства. Слушатель оказывается внутри звуковой среды, которая не развивается по сюжету, а раскрывается через время, позволяя пережить состояние спокойствия и широты.

Звуковой ландшафт *Nahuel Huapi* демонстрирует, как методика генеративного саунд-дизайна может работать с идеей протяжённости, создавая акустическую среду, в которой восприятие формируется через мягкость, длительность и внимание к едва заметным изменениям.

С прототипом кода можно ознакомиться на GitHub⁷, прослушать online⁸.

El Calafate: ледниковая глубина и текучесть. Звуковой ландшафт *El Calafate* моделирует пространство ледниковой массы, где глубина, холодная плотность и хрупкая прозрачность льда формируют особый режим восприятия. В отличие от водных или воздушных ландшафтов, здесь доминирует ощущение массивности и внутреннего напряжения — пространства, которое кажется неподвижным, но постоянно находится в медленном, почти незаметном движении. Ландшафт строится на трех слоях: глубоком дроне, стеклянном свечении и мягкой трескучей дымке.

Основа — низкий, плотный тон с медленными микромодуляциями частоты. Два низкочастотных модулятора создают едва заметные дрейфы, напоминающие внутреннее движение ледника — тектоническое, вязкое, почти неподдающееся наблюдению. Фильтрация смягчает тембр, делая его округлым, но тяжёлым, а длительная огибающая формирует ощущение устойчивости и глубины. Этот слой задаёт фундамент ландшафта — массивный, холодный и медленно дышащий.

Второй слой — ледовое свечение — представляет собой стеклянные обертоновые вспышки, возникающие на основе мягкого осциллятора с тонкой модуляцией. Полосовой фильтр формирует характерную «ледяную» окраску: прозрачную, но не резкую, напоминающую отражение света внутри трещин и полостей ледника. Длинная

⁷ GitHub. Nahuel Huapi. Prototype Code. Available at:

<https://github.com/polinastolbova/patagonia/blob/main/laguna-de-los-tres>

⁸ YouTube. Nahuel Huapi. Soundscape. Available at:

<https://youtu.be/sSeLr4caNEY?si=QTIMCLbo1ml7RSFh>

огибающая делает этот слой спокойным и равномерным, создавая ощущение внутреннего свечения, которое не мерцает, а мягко наполняет пространство.

Третий слой — трескучая дымка — основан на розовом шуме, фильтруемом так, чтобы напоминать микроскопические потрескивания и движение воздуха внутри ледяных структур. Высокочастотные искры добавляют ощущение хрупкости, похожее на крошечные разломы или тонкие касания льда.

В совокупности эти процессы создают акустическую модель ледникового пространства, где звук существует как плотность и глубина, а не как событие. Так, происходит переживание массивности, хрупкости и внутреннего движения, характерного для ледниковых структур. Слушатель оказывается внутри звуковой среды, которая раскрывается через длительность, медленные дрейфы и прозрачные обертоны, создавая ощущение присутствия буквально внутри холодного, плотного пространства.

С прототипом кода можно ознакомиться на GitHub⁹, прослушать online¹⁰.

Fitz Roy: вертикальность и массивность. Звуковой ландшафт *Fitz Roy* моделирует пространство массивной гранитной вершины, где вертикальность, холод и резкая тектоническая структура формируют особый режим восприятия. В отличие от мягких водных или протяженных воздушных ландшафтов, здесь доминирует ощущение монументальности — пространства, которое одновременно неподвижно и напряжено, словно удерживает в себе внутреннюю силу.

Звуковая картина основана на пяти слоях: гранитном фундаменте, воздушных облаках, ледовых резонансах, световых вспышках и вертикальных столбах. Вместе они создают акустическую среду, в которой звук передаёт не только масштаб горы, но и её характер — высокий, холодный, резкий и величественный.

Как база — гранитный фундамент. Это низкий, устойчивый тон, построенный из трех гармонических слоев. Небольшие случайные дрейфы частоты предотвращают статичность, но сохраняют ощущение массивности. Этот слой задаёт тяжёлую, плотную основу,

⁹ GitHub. El Calafate. Prototype Code. Available at:

<https://github.com/polinastolbova/patagonia/blob/main/el-calafate>

¹⁰ YouTube. El Calafate. Soundscape. Available at: <https://youtu.be/sml4vaGBwNA?si=6-6VLdaD3TdisY>

напоминающую о гранитной структуре горы. Реверберация добавляет глубину, помещая звук в пространство, где каждая вибрация кажется отраженной от каменных поверхностей.

Второй слой — воздушные облака — напоминает мягкую, широкую текстуру. Медленные случайные колебания частоты и амплитуды создают ощущение ветра, который постоянно меняется, но остаётся обволакивающим. Этот слой добавляет горизонтальную динамику, контрастирует с вертикальной структурой.

Третий — это условные ледовые резонансы. Формируются редкие, резкие события, напоминающие треск, движение ледников, касания холодных поверхностей. Эти звуки возникают с минимальной вероятностью, что подчеркивает их природную непредсказуемость. Высокие частоты и длинные реверберационные хвосты создают ощущение холодной прозрачности, словно звук отражается от ледяных стен.

Четвертый слой как световые вспышки, представляет собой редкие, мягкие сияния, возникающие как отражения солнечного света на камне, льду или снегу. Они не нарушают спокойствие среды, а лишь подчеркивают ее масштаб и вертикальность. Эти вспышки создают ощущение присутствия света, взаимодействующего с поверхностью горы, добавляя пространству глубину и ясность.

Пятый слой — вертикальные столбы — состоит из двух высоких, узких резонансов, символизирующих гранитные шпили. Они формируют акустическую вертикаль, проходящую через весь ландшафт и задающую его характер.

Эти процессы создают акустическую модель горного пространства, где звук существует как монументальность и вертикальность, а не как последовательность событий. *Fitz Roy* показывает, как методика генеративного аудио может работать с идеей массивности и высоты, создавая акустическую среду, в которой восприятие формируется через плотность, холод и вертикальную структуру звука.

С прототипом кода можно ознакомиться на GitHub¹¹, прослушать online¹².

¹¹ GitHub. Fitz-Roy. Prototype Code. Available at: <https://github.com/polinastolbova/patagonia/blob/main/fitz-roy>

¹² YouTube. Fitz-Roy. Soundscape. Available at: <https://youtu.be/k0ZrwsV4W3Y?si=Z5FBi48ENZrUBz8X>

Аналитическая часть. Каждый из шести звуковых ландшафтов Патагонии показывает, как принципы *soundscape* и процессуального звука могут быть реализованы в генеративной среде. Несмотря на различия в структуре и тембровой организации, все ландшафты работают с одной задачей — формированием опосредованного опыта пространства. В *Cerro Torre* минималистичные, разреженные тона создают ощущение экстремальной вертикальности и предельной недоступности. Здесь звук моделирует состояние нахождения в разреженном, холодном, высоком пространстве.

В *Nahuel Huapi* протяженные мягкие текстуры передают горизонталь и длительность. Структура не содержит событий, а существует как непрерывное дыхание пространства, вовлекая слушателя в медленное, равномерное переживание широты. *Patagonia Road* превращает движение в процессуальную временную структуру: звук моделирует путь без фиксированной цели, создавая ощущение маршрута «заочно».

Fitz Roy использует непредсказуемые резонансы, вертикальные гармоник и вспышки. Звук становится медиатором между телесным восприятием и воображаемой вертикальностью. *El Calafate, Laguna de los Tres* — это пример, как генеративные и слои могут формировать ощущение ледников, воды и воздуха.

Каждый ландшафт использует собственный набор параметров, однако все они опираются на единые методологические принципы: процессуальность, открытая структура, работа с медиаторами и формирование опосредованного присутствия.

Сравнение ландшафтов показывает, что генеративный звук способен формировать вторичный опыт благодаря трём ключевым механизмам. Во-первых, процессуальность — отсутствие фиксированной формы и постоянное изменение создают ощущение живой среды, а не композиции. Во-вторых, открытая структура — каждый ландшафт существует как система, что позволяет слушателю конструировать собственное переживание. В-третьих, работа с культурными кодами. Патагония воспринимается как символ удалённости, предела и природной экстремальности, и звук активизирует эти представления, не прибегая к прямой имитации.

Эти результаты согласуются с теоретическими подходами Саутворта, Шефера и Труа, согласно которым звуковая среда формируется не только физическими характеристиками, но и культурными ожиданиями, вниманием и телесным восприятием. Генеративные ландшафты демонстрируют, что медианное присутствие может

быть создано через акустическую структуру, которая не воспроизводит реальность, а моделирует условия ее переживания.

Однако метод имеет и ограничения. Восприятие таких сред зависит от индивидуального опыта слушателя: одни могут интерпретировать звук как пространство, другие — как абстрактную композицию. Технические аспекты — качество акустики помещения, тип воспроизведения, уровень громкости — также влияют на результат. Тем не менее, даже с учётом этих факторов генеративный звук остаётся мощным инструментом работы с недоступным опытом, позволяя создавать пространства, которые существуют только в восприятии и воображении.

Вывод. Проведенное исследование показало, что генеративные звуковые среды могут служить эффективным инструментом моделирования недоступных пространств и формирования опосредованного опыта. Шесть ландшафтов Патагонии продемонстрировали, как принципы *soundscape*, процессуальности и медиированного присутствия реализуются в практике: звук перестает быть иллюстрацией и становится способом организации восприятия. Каждый ландшафт раскрывает отдельный аспект пространственного переживания вертикальность, горизонтальность, движение, массивность, текучесть и показывает, что генеративные алгоритмы способны создавать акустические структуры, которые не воспроизводят реальность, а моделируют условия ее переживания.

Методологически исследование подтверждает, что ключевыми параметрами для работы с недоступным пространством становятся процессуальность, открытая структура и использование медиаторов. Генеративный звук позволяет создавать среды, которые существуют как непрерывные процессы, а не как фиксированные композиции, что делает возможным формирование вторичного опыта — опыта, возникающего не из прямого контакта с местом, а из взаимодействия со звуковой моделью. Такой подход может быть применён в музейных и иммерсивных проектах для создания экспозиций, которые не стремятся к реконструкции, а предлагают зрителю пережить пространство через длительность, внимание и телесное восприятие.

Для музейной практики это открывает ряд методологических рекомендаций. Например, что звуковая среда должна рассматриваться как самостоятельный инструмент организации восприятия, а не как декоративное сопровождение. Также генеративные структуры позволяют создавать экспозиции, которые остаются живыми и изменчивыми, поддерживая внимание и вовлеченность посетителя.

Кроме того, работа со звуковыми медиаторами — фильтрами, шумовыми структурами, вероятностными событиями — позволяет формировать атмосферу, которая не имитирует объект, а создает условия для его переживания. Наконец, важно учитывать акустические свойства пространства, поскольку восприятие генеративных сред зависит от архитектуры, материалов и технических условий воспроизведения.

Перспективы применения метода выходят далеко за пределы природных ландшафтов. Генеративные звуковые среды могут быть адаптированы для работы с архивами, закрытыми пространствами, историческими событиями и медиатеками. В этих контекстах звук способен моделировать не только физические характеристики пространства, но и его культурные, эмоциональные и временные слои. Генеративный подход позволяет создавать экспозиции, которые не реконструируют прошлое, а формируют условия для его переживания в настоящем, открывая новые формы работы с культурным наследием.

Таким образом, исследование демонстрирует, что генеративный звук является не только художественным инструментом, но и методологически значимым средством формирования опосредованного опыта. Он позволяет создавать пространства, которые существуют в восприятии, а не в физической реальности, и тем самым расширяет возможности музейных и иммерсивных практик, предлагая новые способы взаимодействия с недоступным, утраченным или воображаемым пространством.

Использованная литература/ References

Augoyard, J.-F., & Torgue, H. (Eds.). (2005). *Sonic experience: A guide to everyday sounds*. McGill–Queen’s University Press.

Bergson, H. (1889). *Essai sur les données immédiates de la conscience*. Félix Alcan.

Boulanger, R. (Ed.). (2000). *The Csound Book: Perspectives in Software Synthesis, Sound Design, Signal Processing, and Programming*. MIT Press.

Chowning, J. (1973). The synthesis of complex audio spectra by means of frequency modulation. *Journal of the Audio Engineering Society*, 21(7), 526–534.

Eigenfeldt, A., & Pasquier, P. (2001). Coming Together: A system for the generative creation of music. In *Proceedings of the International Computer Music Conference*.

- Finney, J., & Janer, J. (2009). Adaptive soundscapes: Architectural and timbre-based approaches. In Proceedings of the Digital Audio Effects Conference.
- Fournel, A. (2017). Sound as process: Temporal ecologies in contemporary sonic practices. *Journal of Sonic Studies*, 13.
- Gogins, M. (2015). Algorithmic music in Csound. In Proceedings of the International Computer Music Conference.
- Heintz, J. (2012). Generative processes in Csound: Techniques and applications. *Journal of Music, Technology & Education*, 5(2), 145–162.
- Kannenbergh, J. (2017). Process, perception, and presence in sonic environments. *Organised Sound*, 22(1), 45–54.
- Lazzarini, V. (2016). *Computer Music Instruments: Foundations, Design and Development*. Springer.
- McCurdy, N. (2010). Designing generative musical systems in Csound. In Proceedings of the Linux Audio Conference.
- Roads, C. (1996). *The computer music tutorial*. MIT Press.
- Schafer, R. M. (1977). *The tuning of the world*. Knopf.
- Schwartz, E. (2011). Architectural acoustics and sonic spatiality. *Journal of Sound Studies*, 4(2), 33–51.
- Serafin, S., & Serafin, G. (2004). Sound design for virtual environments. In *ACM SIGGRAPH Courses*.
- Southworth, M. (1969). The sonic environment of cities. *Environment and Behavior*, 1(1), 49–70.
- Sterne, J. (2003). *The audible past: Cultural origins of sound reproduction*. Duke University Press.
- Truax, B. (2001). *Acoustic communication (2nd ed.)*. Ablex Publishing.
- Vercoe, B. (1993). *Csound: A Manual for the Audio Processing System*. MIT Media Lab.
- Yi, J. (2014). Generative composition techniques using Csound and algorithmic control. *Computer Music Journal*, 38(3), 52–67.