

УДК 7.02

РЕАЛЬНАЯ АЛЕАТОРИКА В ИНТЕРАКТИВНОЙ ЗВУКОВОЙ ИНСТАЛЛЯЦИИ

*Н. Ю. Хруст*¹

¹ Московская государственная консерватория имени П. И. Чайковского, ул. Большая Никитская, 13/6, Москва, 25009, Россия.

В статье рассматривается феномен интерактивной звуковой инсталляции как вид искусства. Выдвигается тезис о том, что именно этот вид искусства обладает особыми возможностями коммуникации со зрителем-слушателем в области вариативности, стихии случайного. Мы предлагаем называть это «реальной алеаторикой».

Рассматриваются особенности композиции интерактивной звуковой инсталляции и ее отличие от композиции музыкального произведения. В качестве примеров приводятся инсталляции, соавтором которых выступил автор статьи, показывается композиционная структура их звуковой составляющей во взаимосвязи с целостным строением произведения, особенности технической реализации.

Ключевые слова: интерактивная звуковая инсталляция, «реальная алеаторика», композиция, случайное, интерактивное, синтез звука, выставочное пространство, саунддизайн

THE REAL ALEATORY IN AN INTERACTIVE SOUND INSTALLATION

*Nikolay Yu. Khrust*¹

¹ Moscow State Conservatory, 13/6, Bolshaya Nikitskaya St., Moscow, 25009, Russian Federation.

In the article there is an exploration of interactive sound installation as a fine art phenomenon. It is stated that this kind of art has special possibilities in communication with an observer-listener in the area of variability and probability. We suggest to call it “the real aleatory”. Aspects of composition of interactive sound installation and its differences from music composition are observed. We talk about examples of sound installations that were made in collaboration with the author of this article. The compositional structure of their sound and technical details of its realization are shown in their connection with the whole work.

Keywords: interactive sound installation, “real aleatory”, composition,

interactivity, probability, sound synthesis, exhibition space, sound design

Введение

Интерактивная звуковая инсталляция — синтетический вид искусства, предполагающий коммуникацию арт-объекта с воспринимающим его человеком сразу по нескольким «каналам» (звук, изображение, скульптура), и обратную связь — воздействие посетителя на объект. Создание такого произведения часто требует сотрудничества авторов, владеющих разными видами искусства и технологиями. Присутствие звуковой составляющей требует обязательного участия композитора, саунддизайнера в создании инсталляции.

Так как композиция звуковой инсталляции очень сильно отличается от композиции музыкального произведения, в настоящей статье мы попытаемся охарактеризовать эти различия как эстетические, так и технические. Особого внимания заслуживает роль случайного в интерактивной звуковой инсталляции: мы полагаем, что именно в этой области случайность как явление может реализовать весь свой художественный потенциал.

Вначале мы рассмотрим эстетическую ситуацию случайного в музыке и звуковой инсталляции. Далее попытаемся проанализировать функциональные составляющие интерактивной композиции. В конце, на примере двух инсталляций, в создании которых автору довелось принять участие, рассмотрим, как эти принципы реализуются на практике.

Музыкальные композиции, в которых элемент случайности задает вариативность их реализации, принято относить к технике алеаторики. В целях лучшего сравнения музыки и звуковой инсталляции, мы будем использовать этот термин.

Почему в музыкальном произведении на самом деле нет никакой алеаторики, а в интерактивной инсталляции она возможна?

Ситуация концерта. Строго говоря, для концертного слушателя никакой алеаторики не существует. Любое произведение, как бы оно ни было записано в партитуре, представляет собой последовательность звуков, которая имеет свое начало и свой конец. То, как это записано в нотах, остается, по сути, «технической проблемой», существующей только между исполнителем и композитором. Чисто теоретически можно было бы точно зафиксировать какой-то вариант исполнения, и для слушателя ничего бы не изменилось.

Слушатель начинает воспринимать алеаторику реально тогда, когда он слушает более одного исполнения этого сочинения и обнаруживает, что ис-

полнения сильно отличаются друг от друга. Однако и в этом случае череда воплощений одного и того же произведения представляется ему как вариации, переходящие из концерта в концерт. Иными словами, для слушателя алеаторика «существует», в первую очередь, лишь потому, что он образованный человек и знает, что в партитуре автором предписана некая свобода; т. е. существует она, скорее, на бумаге, чем в реальном процессе восприятия музыки.

Ситуация выставки. В пространстве выставки дело обстоит совершенно по-иному.

Во-первых, демонстрация экспоната на выставке не имеет времени начала и конца. Вернее, начало и конец демонстрации совпадают с началом и концом показа всей выставки, и чтобы зафиксировать все время экспонирования объекта как некую последовательность (подобно музыкальному произведению), нужно провести на этой выставке все время от ее открытия до закрытия без перерывов на сон и еду, выходы в туалет. Понятно, что это невозможно. Из сказанного следует, что *для посетителя выставки начало и конец, как временные рамки произведения, не имеют смысла.*

Во-вторых, зритель может по-разному взаимодействовать с объектом, особенно, если имеет дело с объемной скульптурой или инсталляцией. Он может рассмотреть ее с разных сторон, подойти поближе, отойти подальше, провести рядом с объектом мало или много времени, выйти из экспозиционного зала, вернуться обратно и т. д. Таким образом, *экспонат существует для него во всей своей многовариантности.* Подобно тому, как композиторы — создатели алеаторики мыслили произведение как сумму всех возможных его исполнений, также и скульптура, инсталляция становится суммой всех возможных способов взгляда на нее. Но в последнем случае эта многовариантность существует в восприятии созерцающего *реально*, позволяя ему действительно по-разному посмотреть на одно и то же произведение. Однако из-за того, что выставочный экспонат (в отличие от музыкального произведения) статичен, эта многовариантность не осмысливается зрителем в таких музыкальных понятиях, как «алеаторика».

Звук как новый медиум. В последние времена художники все чаще прорываются за пределы визуального, как когда-то они вырвались за пределы плоскости картины. Они ищут новые медиа. Так появляются новые подвиды искусства: звуковая инсталляция, саунд-арт, медиаискусство, sci-art (границы между которыми, впрочем, трудно определить).

То же самое происходит в прикладной сфере: сотрудники музеев, к примеру, давно осознали, что недостаточно просто достать из архивов и разложить перед посетителем какие-то старые вещи. Выставка должна рассказывать о предмете. Само ее пространство должно быть организовано как некое представление для зрителя. *Музейные кураторы ищут новые средства коммуни-*

кации с посетителем. Артефакты должны «ожить», «заговорить». Нередко таким средством коммуникации, «оживления мертвого» становится звук.

Омертвевание плеера. И действительно, звук придает экспонату временное измерение, отсутствовавшее у него ранее. Однако тут нас и подстерегает опасность попадания в ловушку.

Чаще всего источником звука становится плеер с функцией «repeat». Это решение считается наиболее дешевым, наименее хлопотным и понятно всем: куратору, техникам, работникам музея или галереи. Саунддизайнер приносит заранее созданную фонограмму, техник закачивает ее в проигрыватель, дежурная по выставке каждое утро нажимает на кнопку «play».

В результате, посетитель, прослушав фонограмму целиком, понимает, что за ней следует неизбежный повтор — слово в слово, звук в звук. А за ним — еще один и еще один, все — одинаковые. После нескольких прослушиваний неизменная фонограмма обнаруживает механистичность повтора, «вязнет на зубах», омертвевает, и, таким образом, полностью убивает описанный выше момент «алеаторики», многовариантности. В результате вместо оживления достигается диаметрально противоположная цель — «омертвление» экспоната из-за абсолютной одинаковости повторений.

Кроме того, нарушается «звуковая экология» пространства: зрители музея, слушая фонограмму бесчисленное множество раз, сходят с ума; саундтрек снится им во снах.

Реальная алеаторика. Как в самодостаточных звуковых инсталляциях, так и в прикладном саунддизайне выставочного пространства нам кажется крайне важной перспектива создания многовариантности, которую можно достичь множеством способов: например, введением случайностных, интерактивных алгоритмов. Благодаря звуку экспонат действительно становится персонажем, с которым «можно поговорить»; с каждым новым разом он будет «говорить» тебе что-то новое, но избегает превращения в механическое устройство, подобное часам с кукушкой. В конце концов, жизнь не имеет повторений. Даже если тысячу раз сказать «я тебя люблю», каждый раз эти слова прозвучат по-новому.

Это и есть реальная алеаторика. В отличие от концерта, на выставке зритель-слушатель может реально ощутить ее, вступая в некое взаимодействие с экспонатом по своему желанию снова и снова, и всегда будет ощущать новый результат, как визуальный, так и звуковой. *Экспонат будет жить, дышать, пульсировать, а слушатель — воспринимать его так, как хочет, выбирая ракурс, время и длительность восприятия.* Поэтому звуковая инсталляция для нас — это в большей степени поиск алгоритма, чем создание звукового файла. Жаль, что не всегда технические и финансовые условия позволяют воплотить эту установку в жизнь (особенно в прикладной сфере).

Элементы интерактивной композиции

Интерактивную инсталляцию можно разбить на «физическую» (вещи, предметы, то, с чем имеет дело зритель-слушатель) и алгоритмическую составляющие. Можно также разделить ее по типу медиума на звуковую, визуальную и тактильную. При этом важно понять, какую роль играют все эти части в разных инсталляциях.

С точки зрения всего сказанного ранее о «реальной алеаторике», можно выделить следующие элементы интерактивной звуковой инсталляции по их композиционной роли:

1) случайное:

- генерирование случайности (случайного сигнала);
- преобразование случайного сигнала;

2) интерактивное:

- интерактивный сигнал (сигнал от зрителя-слушателя);
- адаптация интерактивного сигнала;

3) установление взаимосвязи между интерактивным и случайным для формирования управляющего сигнала;

4) область применения управляющего сигнала, его интерактивной и случайной части;

5) звуковой материал:

- исходный звук;
- (ре)синтез, обработка, проигрывание, ведомые управляющим сигналом.

Элементы с № 1 по 4 можно условно обозначить как «форму» произведения, № 5 — считать материалом. Соотношение перечисленных функциональных элементов, при этом, графически может быть представлено следующим образом:

Случайное. Главное предназначение случайности в интерактивной инсталляции, по нашему мнению, — это создание разнообразия, бесконечного числа вариантов, избавления от механистичности, создание ощущения спонтанности, естественности.

Для наших инсталляций мы использовали среду программирования «*Max*» (*Max-MSP*) [1]. Это высокоуровневый графический язык программирования, в котором элементарной единицей является *объект*. Каждый объект выполняет некоторое (обычно элементарное) преобразование поступившей в него информации. Результат преобразования может быть направлен на обработку другими объектами.

Для первоначального создания случайного можно использовать генераторы случайных чисел. В *Max* в качестве генераторов случайных чисел

могут выступать объекты «*random*», «*drunk*», «*decide*», «*urn*». Однако, если нужно получать не натуральные, а действительные числа непрерывной числовой прямой в некотором диапазоне, то лучше обратиться к объектам группы *MSP*, генерирующим сигналы шумов (т. е. случайных, хаотичных сигналов) — «*noise~*», «*pink~*».

Преобразование случайного сигнала может быть чисто техническим. К такому преобразованию относится прореживание сигнала, превращение его в последовательность отдельных сообщений для удобства последующей работы с ним (напр., объектом «*snapshot~*»). Кроме того, часто необходимо изменять диапазон сгенерированного сигнала (объектом «*scale*»).

Преобразование может быть задано художественным замыслом, связанным именно с распределением случайности, придания ему определенного вида. Скажем, случайные процессы в природе происходят так, что среднее значение параметра возникает с большей вероятностью, чем крайнее. Чтобы сделать из абсолютно хаотичного сигнала распределение вероятностей, близкое к *нормальному распределению*, мы используем следующее ноу-хау: поток значений в диапазоне -1 до 1 пропускается через передаточную кубическую функцию x^3 («*pow 3*»). В этом диапазоне кубическая передаточная функция дает такой же диапазон значений $-1...1$, однако все поступившие значения, кроме экстремумов, становятся меньше по модулю и сосредотачиваются вокруг среднего значения 0 . Таким образом, в результате преобразования сигнала мы имеем закономерность распределения значений: чем ближе к среднему значению, тем его возникновение более вероятно. Обычно для выполнения этого трю-

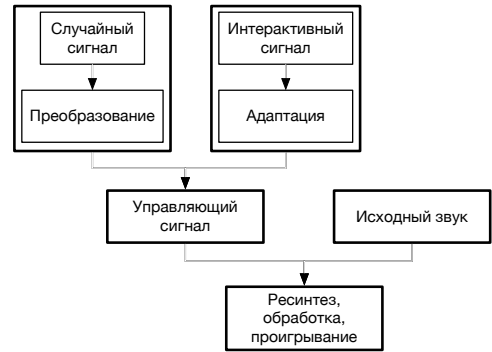


Рис. 1. Элементы интерактивной композиции

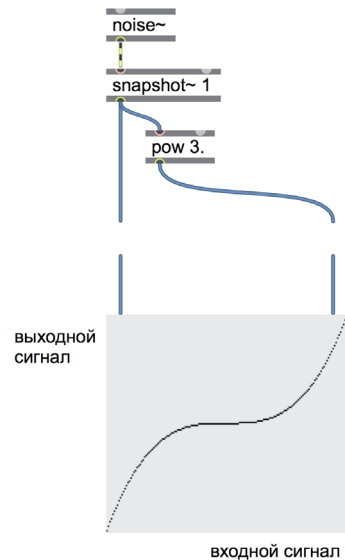


Рис. 2. Преобразование абсолютно случайного сигнала (белого шума) кубической передаточной функцией для получения псевдогауссова распределения значений

ка в среде «Max» мы используем цепочку объектов «noise~» > «snapshot~» > «pow 3» > «scale».

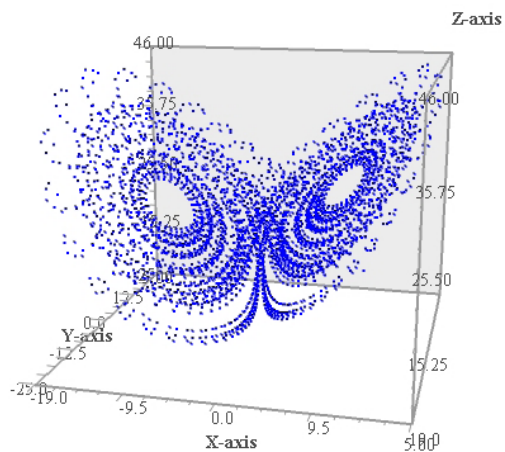


Рис. 3. График аттрактора Лоренца⁴

Есть и другие виды преобразования случайного сигнала с целью изменения распределения значений по вероятности. Например, Алексей Наджаров в своих инсталляциях «Sub 2»¹, «Без названия / выставка посвященная авангарду СССР»², «Кабинет волновой терапии»³ использует для подобных целей имплементацию аттрактора Лоренца, имитирующего некоторые процессы, происходящие в природе.

Оба описанных вида преобразований преследуют похожую цель: придание случайному процессу характера естественности, природности, органичности, следование своеобразной

«эстетике естественности», уход от механистичности звукового потока.

Интерактивное. Интерактивное в алгоритме — это та информация, которая поступает непосредственно от человека — зрителя-слушателя. Само понятие интерактивности предполагает, что посетитель будет не просто созерцать инсталляцию, но как-то взаимодействовать с ней, совершать с ней некое действие, воздействовать и наблюдать результат собственного воздействия. Таким образом, интерактивная инсталляция предполагает некую вещественную часть, представляющую собой интерфейс взаимодействия. Это может быть музыкальный инструмент, являющийся частью инсталляции, резонатор, видеокамера, фотоэлемент, микрофон, сенсор любого вида, какой-либо манипулятор (мышь, напр.) и т. п.

Алгоритм инсталляции получает от этого интерфейса какой-то сигнал, сообщающий о характере воздействия человека. Этот сигнал может быть подвержен воздействию неких артефактов окружающей среды (напр., если алгоритм фиксирует громкость поступающего на микрофон звука, то на ин-

¹ Место показа: Москва, Центр современного искусства «Марс», 2016.

² Место показа: Москва, Всероссийский выставочный центр, павильон «РОСИЗО», 2016.

³ Место показа: Москва, Центр современного искусства «Марс», 2017.

⁴ Источник — «Википедия».

сталляцию случайно могут оказать влияние окружающие шумы, которые, вероятно, способны оказывать нежелательное воздействие на поведение инсталляции). Такой сигнал не только показывает тенденцию человеческого воздействия; он подвержен внезапным хаотичным колебаниям, кратковременным спадам и подъемам, делающим саму интерактивность менее предсказуемой и менее внятной. Даже если сам зритель-слушатель ведет себя хаотично (что почти всегда именно так и происходит), он не успевает отследить связь между своим воздействием на инсталляцию и получающимся хаотичным результатом.

Во избежание этого применяется физическая и алгоритмическая адаптация сигнала. Физическая адаптация нацелена на создание условий, в которых интерфейс будет максимально огражден от случайных факторов (напр., если таковым может стать микрофон, то он располагается как можно ближе к нужному источнику звука; кроме того, выбирается микрофон с направленной диаграммой), а сам отклик интерфейса делается более медленным. Но существуют и чисто алгоритмические средства адаптации такого сигнала: применяется сглаживание потока значений; смена состояний включается только после того, как новое полученное значение держится какое-то небольшое время, а не возникает однократно, как короткий всплеск. Это позволяет системе реагировать именно на *тенденцию*, на *тренд* сигнала, а не на кратковременные колебания.

Взаимодействие интерактивного и случайного. Интерактивное и случайное в композиции звуковой инсталляции имеют противоположное значение. Интерактивная информация — это символ контроля. Зритель-слушатель должен четко понимать, как его действия влияют на инсталляцию, улавливать соответствие между воздействием и результатом. Иначе для него не будет никакого взаимодействия, т. е. никакой интерактивности. Суть интерактивности — в контроле, управляемости, установлении однозначного соответствия между воздействием и результатом, между входными и выходными данными, прояснении этого соответствия. Напротив, случайное способствует появлению многовариантности, разнообразия и, как следствие, — неоднозначности, неодинаковости, несоответствия (напр., нынешнего состояния — предыдущему).

Иными словами, оба фактора действуют в противоположном направлении, уравновешивая друг друга: контролируемое и неконтролируемое, управляемое и самопорождающееся. Задача автора — установить область действия каждого из факторов. Интерактивная составляющая нужна для того, чтобы установить ясное для зрителя-слушателя соответствие между его действиями с инсталляцией и возникающим результатом. Случайная составляющая нужна, чтобы этот результат не был слишком тривиален, чтобы не превращать

инсталляцию в «игрушку с кнопкой», чтобы создавать сложный, непримитивный отклик, каждый раз неожиданно новый.

Управляющий сигнал и область его применения. Из указанных выше составляющих — случайного и интерактивного — формируется управляющий сигнал. Он используется, чтобы управлять звуковым результатом; от него зависит когда, с какой громкостью, какой звуковой файл будет проигран (если он присутствует в инсталляции), каковы будут параметры синтеза и обработки звука, и как они будут меняться.

Звуковой материал. К этой составляющей можно отнести источники звука и что с ними происходит в инсталляции. Источником звука может быть звуковой файл, содержащий некий предзаписанный звук, или это может быть звук какого-то звучащего в реальном времени тела, музыкального инструмента. Также звук может синтезироваться чисто электронным способом «с нуля».

Внутри алгоритма инсталляции звук может быть проигран, синтезирован, ресинтезирован, обработан. Синтез может обладать многими параметрами, изменяющимися во времени. Сам набор параметров может зависеть от типа синтеза (напр., от времени включения, громкости, частоты или скорости проигрывания, частоты фильтров, модуляции, повторений и т. д.). Поскольку перечисленные параметры могут изменяться во времени с помощью управляющего сигнала, для них могут формироваться различные *огibaющие*, то есть кривые изменения параметра. Управляющий алгоритм может быть построен и так, что происходит резкая смена состояния в момент преодоления управляющим сигналом некоего порога (такой алгоритм резкой смены состояния можно называть *триггером*).

Таким образом, формируется звуковой результат интерактивной инсталляции во всей своей сложности и изменчивости.

Ниже приводятся два примера интерактивных звуковых инсталляций, в которых мне довелось выступить в роли автора алгоритмической интерактивно-музыкальной части.

«Вхождение в тему» Дмитрия Каварги

Эта инсталляция была создана в 2009 году. Помимо основного создателя, над ней работали скульптор Елена Каварга, психофизиолог Тимур Щукин, программист Сергей Монахов и Николай Хруст. Инсталляция была выставлена в Москве, в галерее «Pop/off/art». Спустя два года после премьерного показа аудиовидеоверсия инсталляции была представлена на Международных днях новой музыки в Загребе (ISCM World Music Days) в рамках Загребского музыкального биеннале.

Дмитрий Каварга [2] — российский художник, создающий необычные интерактивные скульптуры из самых разных, подчас неожиданных, материалов: пластмассы, металла, камня, кости, шерсти, композитных материалов. Для творчества Каварги характерна острая поэтика живого, животного. Эстетически художник себя определяет как «биоморфный радикал» [3]. «Биоморфность» органично дополняет science-art-составляющая, присутствующая почти во всех проектах Каварги.



Рис. 4. Фрагмент инсталляции «Вхождение в тему», галерея «Pop/off/art», Москва, май 2009⁵

Основная идея. Как пишет Д. Каварга, «Инсталляция состоит из нескольких, выполненных из полимеров, биоморфных по пластике, объектов-сущностей, находящихся в противоборствующем диалоге друг с другом и завязанных в единую трехмерную сетевую структуру. Это своеобразная материализация призраков, населяющих сознание художника и приходящих ему во снах. С болезнями и смертями каждого существа, в прошлом домашнего животного, связана история, подчас душераздирающая и безвозвратно впечатавшаяся в самое ядро творческого сознания» [4]. Внутри скульптур находятся «рычащие» громкоговорители. Зритель-слушатель должен прикоснуться к специальным электродам и «войти в контакт с системой».

Сигнал с электродов интерпретируется специальным устройством биообратной связи, разработанным Тимуром Щукиным. Оно измеряет кожно-гальваническую реакцию. На этот параметр сильно влияет степень взволнованности человека. Данные с устройства интерпретируются написанной Сергеем Монаховым программой «БОС» [5]⁶, которая определенным обра-

⁵ Фотографии с официального сайта используются с любезного разрешения автора.

⁶ Аббревиатура словосочетания «биообратная связь».

зом адаптирует входящий сигнал, затем превращая его в MIDI-сообщения, поступающие затем с помощью MIDI-интерфейса в программу-патч⁷, написанную в среде «Мах». В ней формируется звук, проходящий через усилитель и громкоговорители, спрятанные в скульптурах.

Таким образом, слушатель своим психическим состоянием может влиять на звук. Идея реакции системы состоит в том, что сначала она «противодействует» слушателю: чем спокойнее слушатель — тем больше «волнуются» «биоморфные сущности» (звуковые события становятся прихотливее и интенсивнее). Затем, если зритель-слушатель, все же, преодолевает это сопротивление системы и «успокаивается» окончательно так, что «степень спокойствия» достигает заданного порогового

значения, то срабатывает триггер, переключающий систему в новое состояние: скульптуры начинают (сюрприз!) «говорить» голосами арт-критиков, искусствоведов и кураторов «наподобие очеловечивающегося Шарикова» [6], «рассуждать» на сложные пост-модернистские темы⁸. Гаснет свет, включается высвечивающая тексты критиков ультрафиолетовая лампа (так как надписи на плакатах сделаны специальной, отвечающей на ультрафиолетовое излучение, краской).

«Вся моя жизнь состоит из постоянно обосранных, подышающих лютыми смертями животных, искусства и весьма заковыристых взаимоотношений с арт-социумом... Этот вялогниющий пожизненный конфликт и лег в основание проекта», — в своем терпком стиле поясняет Каварга на странице своего журнала [6].

Концепция звука. Довольно быстро стало ясно, что если в «кульминации» должны звучать голоса критиков, то их необходимо сделать единственным



Рис. 5. Сергей Монахов тестирует биообратную связь

⁷ Патч (англ. Patch — штепсельная коммутация) — так называется основной тип файлов, которые создаются в программе Мах. Объекты, которые обмениваются информацией, соединяются между собой виртуальными «проводами». Графическое представление программы выглядит как сложная коммутация модульной аппаратуры, чем объясняется название.

⁸ Для озвучивания инсталляции были использованы аудиозаписи выступлений арт-критиков: Е. Деготь, Б. Гройса, А. Тер-Оганьяна и др.

источником звука, из которого конструируется весь звуковой поток путем ресинтеза. В то же время, хотелось сделать звук таким же разнообразным, гибким, пластичным и «животным», как сами скульптуры.

Так пришло очевидное решение — гранулярный синтез с постоянным изменением состояний, благодаря гибко управляемым параметрам.

Гранулярный синтез. Изобретателем этого вида синтеза звука считается Яннис Ксенакис (сочинение «Analogique A et B», 1959). Однако почти одновременно он был применен Карлхайнцем Штокхаузенем в «Контактах»⁹. Идея синтеза в том, что из исходного записанного звука берутся очень короткие фрагменты, называемые *гранулами*, и проигрываются так, что время между началом звучания соседних гранул в большинстве случаев не превышает 1/20 секунды. Если это условие соблюдается, человеческое восприятие не успевает различать отдельные гранулы на слух, но сама частота смены (повторения) гранул становится частотой нового звука. Изменение параметров проигрывания гранул (в качестве гранул постоянно выбираются разные фрагменты исходного звука, которые проигрываются с разной скоростью, длительностью и т. п.), позволяет получить большое разнообразие звуков: от упорядоченных тонов весьма различного тембра до всевозможных шумов, а также множество промежуточных звучаний. Речь оказывается богатным исходным материалом, т. к. обладает большим тембровым разнообразием: выбор в качестве гранулы фрагмента разных гласных или согласных звуков, произносимых с разной интонацией, существенно влияет на тембр звукового результата.

Основные параметры гранулярного синтеза, выбранные нами для управления:

- частота повторения гранул (являющаяся частотой повторения нового, формируемого звука);
- относительная скорость проигрывания гранулы (ее транспозиция, которая в результате влияет на изменение тембра звука);
- временное положение гранулы в исходном звуке (какой фрагмент проигрываем);
- степень и характер хаотичного изменения частоты проигрывания;
- громкость звука.

⁹ Напр., в моменте X.

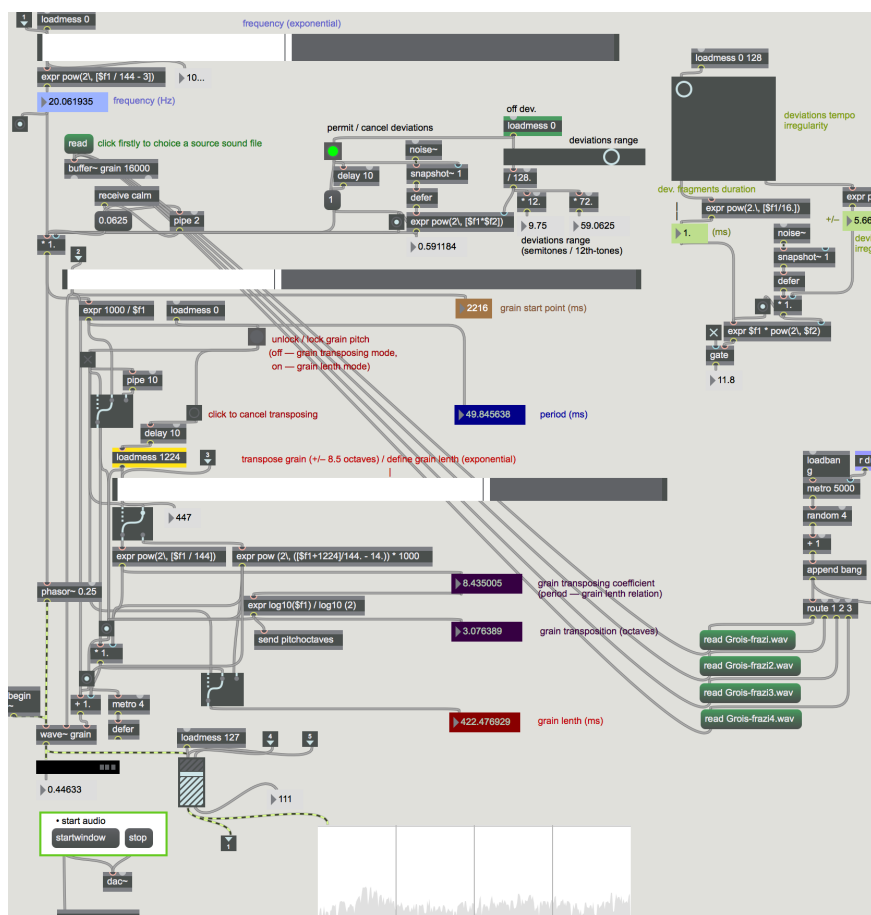


Рис. 6. Графическое представление одного из трех гранулярных синтезаторов. Патч «Вхождение в тему»¹⁰

Автоматизация. Звуковой поток был разделен на отдельные события («рычания») волнообразного характера: они возникали из тишины, нарастали, затем что-то происходило, после чего звуки уходили в тишину. Все указанные выше параметры плавно изменялись. Траектория изменения параметра соответствовала прихотливой, похожей на показательную функцию¹¹, кривой и задавалась объектом «curve~» среды «Max».

Для построения такой кривой объект руководствовался четырьмя величинами: начальным значением функции, ее конечным значением, временем, за которое нужно прийти от начального до конечного значения и величиной кривизны траектории. Одно звуковое событие, в зависимости от его заданной

¹⁰ Длинные горизонтальные слайдеры показывают значение параметров 1, 2, 3.

¹¹ Показательная функция: функция вида $a^x = y$.

сложности и случайных факторов, строилось из 1–4 таких кривых, соединенных вместе. Такие сложносоставные траектории управляли всеми указанными параметрами звука: частотой, скоростью проигрывания гранулы, ее временным положением в исходном звуке (кроме задаваемой степени хаотичности частоты). Таким образом, получалось, что «рычание» наших «животных» имело от одного до четырех «коленец». Чтобы формировать такую траекторию, надо послать объекту «curve~» на вход начальное значение, затем — список из некоторого количества величин, кратного трем. Каждая тройка величин содержит конечное значение каждой отдельной кривой (которое становится начальным значением следующей кривой), время для достижения этого значения и величину кривизны.

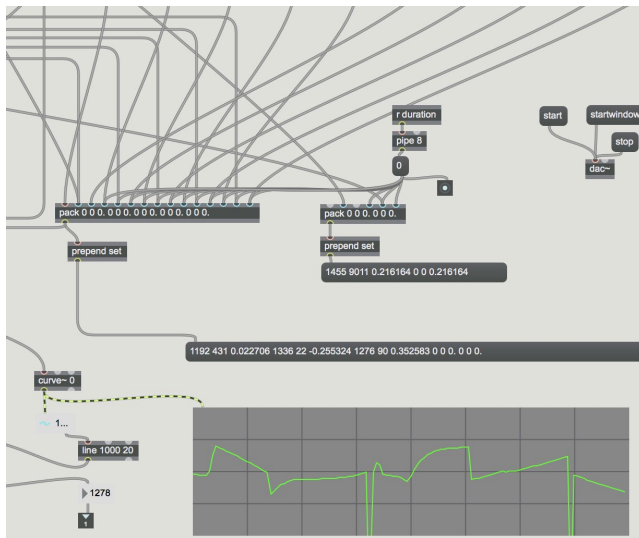


Рис. 7. Фрагмент патча автоматизации частоты звука¹²

Соотношение случайного и интерактивного. Каждый параметр звука управляется такой сложной, сгенерированной специально для него траекторией. Однако чтобы ее сгенерировать, надо откуда-то узнать нужные величины для управляющих объектов «curve~». О создаваемом нами звуковом событии известно лишь то, что его громкость в начале и в конце равна нулю (т. е., начальное значение «curve~», управляющего громкостью, и конечное значение его последней кривой равно 0).

¹² Объект pack~ (вверху слева) формирует список полученных значений и отправляет его на вход объекта curve~ (слева), который, в свою очередь, руководствуясь полученным списком величин, формирует сложную управляющую кривую (справа внизу).

ная хаотичность других параметров звука достаточно мала). Если параметр временного положения гранулы меняется каким-то иным образом, то мы будем слышать разнообразные шумоподобные звуки. Интересно наблюдать неожиданные плавные изменения звука между всеми этими состояниями.

Триггер. При преодолении (и нахождении за ним некоторое время) определенного порога «степени спокойствия», зритель считается «достигшим полного спокойствия». Описанные выше блоки автоматизации, управляющие кривыми, отключаются. Вместо них подключается переходный режим, плавно изменяющий параметры гранулярного синтеза для перехода в состояние «кульминации»: понижается частота проигрывания гранул. В результате, время звучания отдельных гранул увеличивается настолько, что их можно распознать как отдельные звуки (выражаясь штокхаузеновским языком, мы перемещаемся из «области высоты» в «область ритма»).

После переходного режима запускается «режим кульминации»: время звучания каждого звукового фрагмента составляет много секунд, точка начала воспроизведения выбирается свободно, звуковые фрагменты не транспонируются. Так мы слышим голоса критиков в их первоначальном варианте. Слушатель внезапно понимает, что весь звук сделан из их речей. Свободное сочетание разных фрагментов выступлений критиков создает еще больший иронический эффект, впечатление полной абсурдности того, что происходит. Такое положение принудительно держится какое-то время; «взволнованность» слушателя теперь считается лишь время от времени. Однако когда система, все же, регистрирует, что слушатель снова «взволнован» более чем нужно, или что он более не касается электродов, система возвращается в исходное состояние «рычания».

Вывод. Таким образом, в нашей инсталляции гранулярный синтез показывает свою амбивалентность: то мы слышим абсолютно новый, синтезированный нами звук, то вдруг доступными для восприятия становятся «исходники», из которых он сделан. Так наша концепция звука воплощает общую амбивалент-



Рис. 9. Одна из скульптур инсталляции «Вхождение в тему»

ность «Вхождения в тему»: сопоставление «животного» и «человеческого», «словесного» и «телесного». Этому сопутствует возникновение спонтанности, плавности, органичности звуковых форм, которые никогда не повторяются, сколько бы времени инсталляция ни экспонировалась.

Инсталляция «Даже смерть мне явилась впервые» Анны Колейчук

Заказ на изготовление инсталляции поступил в 2015 году от Российского государственного литературного музея в рамках общего художественного оформления выставок, посвященных юбилею Осипа Мандельштама¹³. Остальное оформление выставки имело более прикладной характер. «Даже смерть мне явилась впервые» была единственным исключительно авторским объектом. Инсталляция была посвящена последнему трагическому периоду жизни поэта: аресту, этапированию в пересылочный лагерь «Черная речка» и смерти. В качестве выставочных экспонатов демонстрировались запрошенные музеем из архивов ФСБ документы, связанные с делом Мандельштама: рапорты следователей, приговоры, схема тюремного поезда, перевозившего О. Э. Мандельштама.

Анна Колейчук — художник, проявивший себя в разных областях художественной деятельности: видеоарт, инсталляция, синтетическое представление, театр и даже костюм. Сотрудничество автора настоящей статьи с Анной началось с акустической мистерии «Сотворение мира» и продолжилось в проектах Литературного музея.

Основная идея. Инсталляция (авторы: Колейчук и Хруст) была символическим произведением на тему смерти. В черном углу на тонких тросах перпендикулярно друг к другу были подвешены две металлические трубы диаметром около 10 см, образующие вместе крестообразную композицию. Под длинной вертикальной трубой был спрятан микрофон, звук из которого поступал в компьютер с патчем «Мах». Зритель-слушатель мог уда-

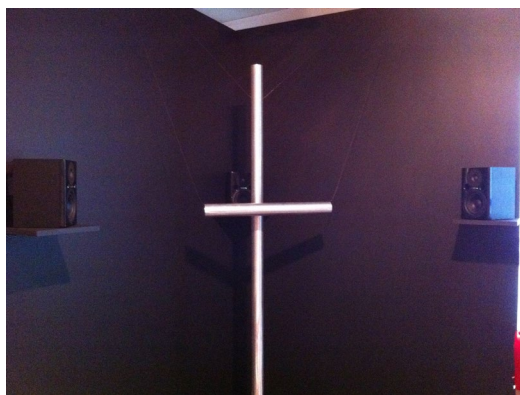


Рис. 10. Интерактивная звуковая инсталляция «Даже смерть мне явилась впервые»

¹³ Это выставки: «Я скажу тебе с последней прямой» (экспонировалась в доме И. С. Остроухова в Москве), «Осип Мандельштам. Слово и судьба» (экспонировалась в Мемориале Фридриха Эберта (Friedrich Ebert Gedenkstätte Heidelberg) в Гейдельберге, а также в Гранаде).

ритель трубу-перекладину о вертикальную трубу, которая издавала при этом звук, напоминающий звук колокола. Попадая через микрофон в интерактивную звуковую программу, колокольный звук вступал в сложные взаимодействия с измененной копией самого себя и, многократно отражаясь, в конце концов, «истаивал в небесах». Общая звуковая картина дополнялась отдельными звуками, отдаленно намекающими на обстоятельства смерти поэта: криками чаек, перемещающимися в пространстве, кашлем, звуками мастеровых инструментов.

Концепция звука. Центральное место в звуковой картине инсталляции занимает «колокол» — звук соударяющихся металлических труб. Звук колокола и ему подобные звуки обладают интересным негармоническим спектром, который может стать богатым материалом для дальнейших изменений. Мы решили воспользоваться этим богатством. Для манипуляции спектрами мы применили операцию *свертки* над звуком металлической трубки, который, с некоторой задержкой (дилэем¹⁴), транспонировался, *сворачивался* со своей (нетранспонированной) копией. Получившийся в результате звук опять транспонировался, снова поступал на задержку (дилэй), и через некоторое время опять сворачивался с транспонированным звуком металлической трубы, превращаясь в новый звук, и, в конце концов, гас. После первого преобразования возникали четыре варианта звука «колокола»: повторенный оригинальный звук, транспонированный звук и два транспонированных «свернутых» звука. Сопровождающие конкретные звуки возникали вторым планом.

Свертка. Сверткой называется математическая операция над двумя функциями, дающая в результате третью функцию, имеющую черты двух предыдущих. Свертка двух функций $g(t)$ и $h(t)$ имеет следующую формулу:

$$(g * h)(t) = \int_0^t g(\tau) h(t-\tau) d\tau \quad (1)$$

Словесно свертку можно примерно описать следующим образом: каждая точка $g(t)$ умножается целиком на функцию $h(t)$, причем, каждая получившаяся в результате умножения функция располагается на координате t с тем же смещением, что и умноженная точка, затем все получившиеся функции, упрощенно говоря, складываются; в результате получается свертка.

Математическая операция свертки играет крайне важную роль в моделировании звуковых процессов: с ее помощью можно выразить любые линейные преобразования, включая такие явления, как резонанс, фильтрация, частотная коррекция, дилэй, реверберация и т. п. Свертка спектров описывает

¹⁴ Дилэй (англ. Delay — задержка) — устройство или программа, задерживающая звук во времени.

поведение спектра звука при модуляции.

Особая область — создание новых звуков с помощью свертки, как уникального метода преобразования, не сводимого к иным, вышеупомянутым способам. Именно об этом случае идет речь в наших инсталляциях.

Свертка имеет тесную взаимосвязь с преобразованием Фурье (также очень важным для музыки) через операцию умножения. Если взять два звуковых колебания и свернуть их друг с другом, то спектр полученного звука будет произведением спектров исходных звуков:

$$\mathcal{F}[(g * h)(t)] = \mathcal{F}[g(t)] \times \mathcal{F}[h(t)], \quad (2)$$

Где $\mathcal{F}[g(t)]$ и $\mathcal{F}[h(t)]$ — условное обозначение Фурье-образов, т. е., по нашему, — спектров исходных звуков. Таким образом, сворачивая два звука, мы перемножаем их спектры.

Как уже было сказано, наш «колокольный» звук обладает очень богатым, интересным негармоническим спектром. Напомним, спектром (вернее, амплитудным спектром) называется представление звука в виде зависимости амплитуды (по вертикали) от частоты (по горизонтали). Амплитудный пик на определенной частоте показывает обертоны.

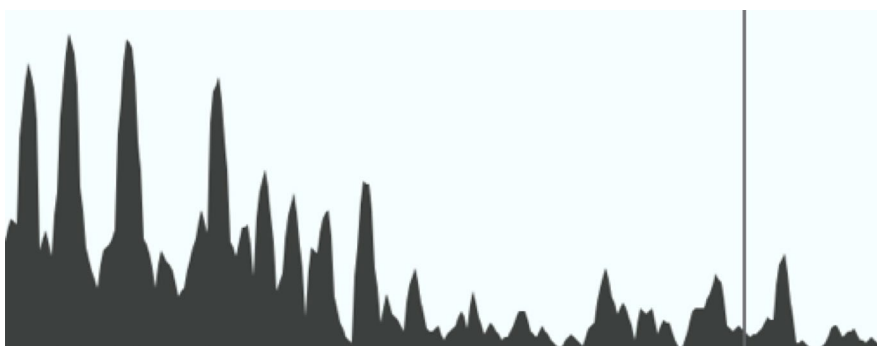


Рис. 11. Негармонический спектр звука удара по металлической трубе

Когда мы транспонируем звук, его спектр сдвигается влево (при понижении) или вправо (при повышении). Таким образом, свертка оригинального звука с транспонированным означает умножение спектра звука на свою копию, сдвинутую влево или вправо. На месте пиков исходного спектра окажутся иные пики или провалы того же самого спектра. Они каким-то прихотливым образом перемножатся между собой: одни пики исчезнут, другие, наоборот, станут громче, тембр звука изменится. Если пики совпадут с другими пиками, эти частоты многократно усилятся, и получающийся звук может быть очень громким. Поэтому после такого преобразования необходимо направить звуковой сигнал на *лимитер* — устройство, не допускающее превы-

шения заданного максимального уровня.

Техническая реализация синтеза. Поступающий в реальном времени на вход патча звук соударяющихся труб направляется на связку объектов «*tapin~*» — «*tapout~*», выполняющих задержку (дилэй). Далее мы транспонируем входящий звук с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT) объектом «*gizmo~*». Для выполнения свертки мы записали оригинальный звук соударяющихся труб заранее в виде аудиофайла. Этот аудиофайл хранится в специальном буфере (объект «*buffer~*»). Чтобы выполнить свертку в стереорежиме мы воспользовались объектом «*multiconvolve~*» из внешней библиотеки «Hiss Tools». Этот объект обращается к буферу, сворачивая уже содержащийся в нем оригинальный звук нашего «колокола» с поступающим на его вход в реальном времени транспонированным звуком. Полученный звук подвергается еще одной FFT-транспозиции, затем пропускается через лимитер. Результат направляется на выход (мы можем услышать его) и, одновременно, заново, на вход дилэя «*tapin~*». Так, уже преобразованный звук вновь подвергается преобразованию, и вновь получается звук иного тембра.

Пространственное решение звука. Звук на выходе организуется в четыре канала, соответствующие четырем громкоговорителям, расположенным в разных точках пространства: слева, справа, спереди (в углу) и сверху от слушателя. Вместе эти четыре колонки образуют фигуру, похожую на тетраэдр. Звуки, издаваемые громкоговорителями, можно виртуально поместить в любую точку этого тетраэдра, подобрав соотношение уровней сигнала в разных колонках так, что звук будет казаться исходящим из этой точки. Однако вопрос панорамы оказывается не так прост, если учесть, что все звуки, включая результат свертки, имеют стереоформат¹⁵. Для того чтобы сохранить стереозвучание, мы виртуально помещаем левый и правый каналы звука в близко расположенные, но разные точки пространства. Так мы сохраняем локализацию звуков (слушателю кажется, что звук исходит из определенной точки пространства), но при этом сохраняется стереозвучание.

«Колокол» звучит сначала слева от зрителя-слушателя, затем справа, затем из глубины спереди и, наконец, сверху. При этом виртуальное положение звуков каждый раз немного меняется. В реальности это означает, что все звуки звучат из всех четырех громкоговорителей, но каждый звук имеет свой баланс уровней, создающий впечатление его звучания из какой-то особой точки пространства.

То же относится и к проигрываемым конкретным звукам, хотя они в большей степени закреплены за определенным «местом», которое не меняется.

¹⁵ Несмотря на то, что в микрофон поступает моносигнал, содержащийся в буфере образец для свертки записан в стерео, и, в результате, мы имеем двухканальный звук.

Звуки чаек, вдобавок, «летят» из верхней колонки к передней.

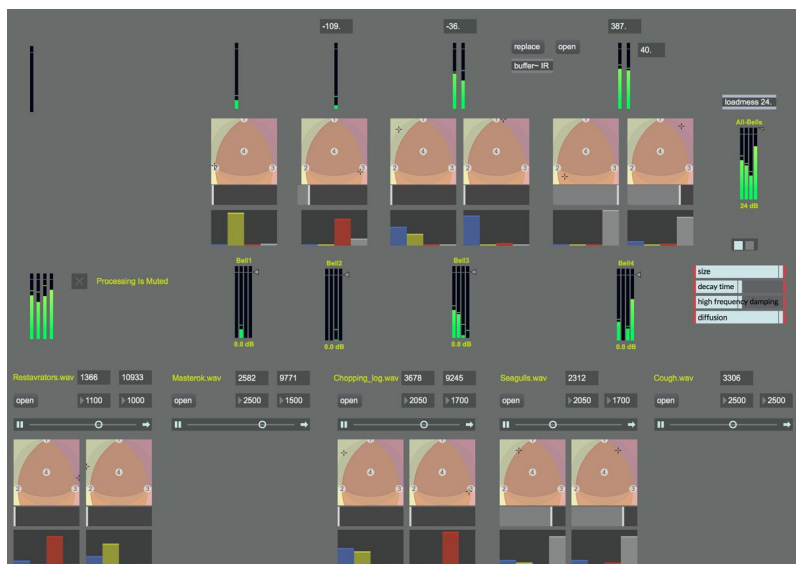


Рис. 12. Интерфейс внутренней программы-синтезатора¹⁶

Роль случайности. Параметры дилэев, транспозиции звука соударяющихся труб, панорамы (виртуального расположения в пространстве), времени проигрывания «конкретных» файлов, их длительность и выбранный фрагмент в определенных довольно узких рамках задаются абсолютно случайно (объектом «random~»). Это приводит к тому, что с каждым новым ударом металлических труб друг о друга звучание, хоть и подобно, но на самом деле никогда не повторяется. Особенно это относится к сворачиваемым звукам со случайными многократными конstellляциями пиков и провалов их спектра.

Триггер. Все процессы запускаются, когда зритель-слушатель ударяет в «рынду». Технически это сделано следующим образом. Патч, выполняющий синтез, проигрывание и панорамирование звуков, запускается как дочерняя программа внутри внешнего патча, отслеживающего уровень поступающего на вход звука. Он же включает и отключает внутренний патч, экономя, таким образом, ресурсы компьютера, когда обработка звука не требуется. Внешний патч отслеживает среднеквадратичный уровень звука (RMS), который замеряется на некотором коротком отрезке времени. К этому времени патч прибавляет еще 20 мс, и если в течение этого времени уровень входящего звука превышает заданное пороговое значение, то патч запускает внутренний патч и открывает его звуковой вход. Таким образом, программа будет реагировать только на сильный и протяжен-

¹⁶ Видны диаграммы виртуального расположения звуков и слайдеры, определяющие их относительные уровни в каждом громкоговорителе.

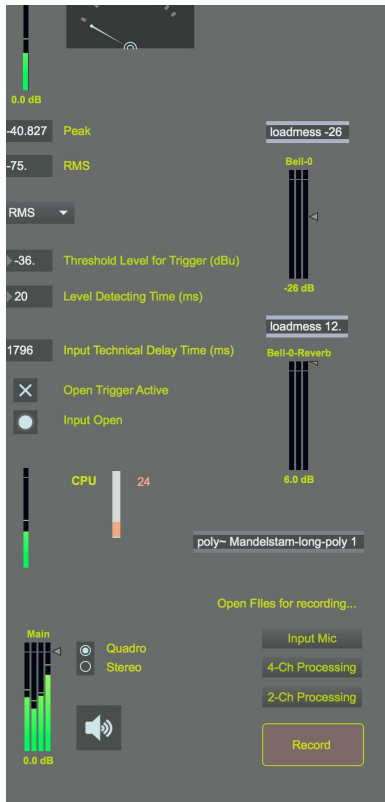


Рис. 13. Материнский патч с триггером

после начала звучания гасит и отключает дочерний патч, включает детектор.

Вывод. Так, ведущую роль в звуковой концепции «Даже смерть мне явилась впервые» играет «колокольный» звук соударяющихся труб и его свертка со своими измененными копиями. Благодаря случайному изменению параметров этот звук, хоть и воспроизводится каждый раз подобным образом, но живет своей жизнью, каждый раз открывая какие-то свои новые стороны. Можно много раз подходить к этой инсталляции, ударять в трубу и, вслушиваясь, каждый раз слушать нечто новое.

Заключение

Мы попытались осветить в нашей статье ту особую роль случайности, которая у нее появляется в интерактивных звуковых инсталляциях. По нашему мнению, именно в этом виде искусства случайное может проявить себя в полной степени и имеет смысл. Поэтому такую ситуацию использования

новый звук, короткие звуковые всплески (например, случайный хлопок зрителя неподалеку) останется им незамеченным.

Внутренний патч со всеми звуковыми процессами включается на 40 с. На это время детектор уровня входящего звука отключается (чтобы звук из колонок не сделал патч «вечно включенным»), а когда звук самого колокола несколько стихает, отключается и звуковой вход внутреннего патча, чтобы не допускать до обработки лишние звуки и уже обработанные звуки из колонок. По прошествии 40 с. звук плавно затихает, а детектор уровня входного звука включается. Так программа возвращается в исходное положение ожидания.

Таким образом, мы видим, что внешний патч-триггер устроен тоже довольно сложным образом: он отслеживает время, когда звук начинает превышать пороговый уровень, отслеживает, длится ли это превышение более 20 мс, если да, то он включает патч с обработкой и его звуковой вход, отключает детектор входящего звука, через некоторое время отключает его вход, через 40 с. по-

случайного мы назвали «реальной алеаторикой». Мы рассмотрели этот вопрос как с эстетической, так и с практической точек зрения, применительно к конкретным ситуациям и типам синтеза.

Основная цель случайности в наших инсталляциях — разнообразие, охват всего возможного поля вариантов, придание звуковой инсталляции автономности, «своей собственной жизни», естественности. Так, звуковая инсталляция приобретает черты «живого организма», который существует «сам по себе», «развивается». Это автономное разнообразие дополняет противостоящий ей фактор интерактивности, который, наоборот, требует ясной, однозначно определяемой зависимости от поведения зрителя-слушателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cycling '74: Tools for Sound, Graphics, and Interactivity [Электронный ресурс]. URL: <https://cycling74.com> (дата обращения: 26.09.2017).
2. Официальный сайт Дмитрия Каварги: Kawarga [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kawarga.ru> (дата обращения: 26.09.2017).
3. Биоморфный радикал [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kawarga.ru/news/text/Manifesto.htm> (дата обращения: 26.09.2017).
4. Вхождение в тему | pop/off/art. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.kawarga.ru/vistawki/tema-2009.html>. (дата обращения: 26.09.2017).
5. Журнал биоморфного радикала [Электронный ресурс]. URL: <http://kawarga.livejournal.com/36680.html>. (дата обращения: 26.09.2017).

REFERENCES

1. Cycling '74: Tools for Sound, Graphics, and Interactivity [Elektronnyj resurs]. URL: <https://cycling74.com> (data obrascheniya: 26.09.2017).
2. Oficial'nyj sajt Dmitriya Kavargi: Kawarga [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.kawarga.ru> (data obrascheniya: 26.09.2017).
3. Biomorfnyj radikal [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.kawarga.ru/news/text/Manifesto.htm> (data obrascheniya: 26.09.2017).
4. Vkhozhdenie v temu | pop/off/art. [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.kawarga.ru/vistawki/tema-2009.html>. (data obrascheniya: 26.09.2017).
5. ZHurnal biomorfного radikala [Elektronnyj resurs]. URL: <http://kawarga.livejournal.com/36680.html>. (data obrascheniya: 26.09.2017).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Н. Ю. Хруст — nikolaykhrust@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Nikolay Yu. Khrust — nikolaykhrust@gmail.com