

Из истории алгоритмической музыки. К музыкальным технологиям будущего. Ч. 2 // Полигнозис.2014.

Однако, поскольку процесс введения новых знаний в программу – генератор практически бесконечен и всегда существует альтернативный вариант подхода к созданию и интерпретации какого-либо параметра мелодии. Кроме этого при машинном сочинении мелодий используются данные, полученные программой после наблюдения за «поведением» коротких мелодию. Поэтому при выявлении новых мелодических особенностей темы существует добавления новых параметров генерации. Поэтому чем больше параметров при создании мелодии будет задействовано, тем точнее создаваемая мелодия будет отражать получение пользователем желанной им музыкальной темы.

В качестве отправной точки в алгоритмической музыке часто используется колебание некоторой величины в определённом диапазоне по случайному закону, а звуковое пространство, созданное на основе некоего алгоритма, заранее заложенной программы игры инструментов, звуковых дорожек, их тембров и т.п. Сегодня, когда серийная техника давно уже не в моде, алгоритмы используются, например, в технике гранулярного синтеза, технология, стоящая за алгоритмами растягивания звука во времени (time-stretch) и изменения высоты звука (pitch-shift), одно из недавних изобретений обработки звука.

С точки зрения творчества, полностью автоматизированные программы композиции ничего не дают композитору, не являющемуся при этом программистом. Действия композитора сводятся к вводу небольшого количества исходных данных перед запуском программы, жестко фиксирующей композиторскую стратегию, и последующему своего рода «сбору урожая» нот. Одним из способов обойти фиксированную стратегию может быть возможность воздействия на логику программы. В этом случае композитор становится программистом, беря на себя полную ответственность за результат. Другим способом может быть возможность отбора композитором результатов действия программы.

Своего методологическое обоснование возникновению в начале XX века направление алгоритмической музыке дал Янис Ксенакис: «Тот факт, что я использую некоторые новые научные техники сочинения, связан с моей принадлежностью именно нашей эпохе. Дело в том, что музыке всегда были свойственны математические методы, даже если композиторы и не всегда это осознавали. Когда вы, к примеру, используете изобретенный еще в эпоху Ренессанса метод создания музыки, состоящий в проигрывании мелодического отрезка, его ракоходного повторения, а затем инверсии первоначального мотива или оборота, то вы имеете дело с тем, что в математике именуют «групповой структурой». Вы здесь имеете дело с математической теорией групп, с математическим понятием. Композиторы, используя этот метод, не осознают его математической природы. В действительности они опередили математиков. Таким образом, между традиционной музыкой и тем, что я делаю, нет никакой пропасти; это попросту новые аспекты традиции. Эти новые техники сочинения в то же время могут быть и являются музыкальным»¹¹.

XX век – время, когда технологии изменили мир. Музыка, как неотъемлемая часть человеческой жизни, также претерпела глобальные изменения. Композиторы опрокинули многие музыкальные правила прошлого и нашли новые, смелые темы и новые способы их выражения. И уже сегодня можно утверждать, что доступность компьютерной техники и программного для обеспечения редактирования музыки создадут в ближайшем будущем исключительные возможности и условия для музыкального творчества, а выражения: «моя музыка», «моя домашняя студия», «мои компакт-диски», «мои видеоклипы», «мой музыкальный сайт» - в значении «мною созданный» также станут массовыми и обыденными понятиями, когда каждый

желающий сможет попробовать себя в роли композитора, аранжировщика, звукорежиссера, сочинителя новых тембров, или просто звуковых эффектов.

Это утверждение подтверждается тем фактом, что программное обеспечение ПК, предназначенное для обработки звука и редактирования музыки, стремительно развивается, а функциональные возможности программ расширяются. Математики и инженеры, разрабатывающие программы, создают и предлагают новые технические и математические способы решения проблем как чисто музыкальных, так и находящихся на стыке музыки и акустики. Как следствие – музыканту или композитору, использующему в своем творчестве компьютер, уже недостаточно будет оставаться только музыкантом и пользователем ПК.

Ему с неизбежностью придется не только овладеть новыми техническими терминами, но и понять сущность операций со звуковыми данными и алгоритмов обработки музыкального материала, смоделированных в программах. Так, например, блистательная интуиция ученого-физика позволила Жану-Клоду Риссе на основе использования этих программ получить чудесный и сложнейший тембр, названный им «электронными перистыми облаками»¹². Если бы Ж.К. Риссе использовал традиционные формы сочинения и создания музыки, у него ушли бы на его создание годы поисков и многочисленных расчетов.

Подобный прогноз основывается отчасти на том, что к началу XXI века в музыкальных программах нашли применение многие результаты исследований в области математики, технической кибернетики и теории сигналов, на основе которых были созданы принципиально новые технологии обработки звука, среди которых можно выделить такие как – *гранулярный синтез субтрактивный синтез, тембральный морфинг звука* и др. Техника, известная как *гранулярный синтез* – это необычайно мощная система манипуляций с аудио, которая позволяет настраивать скорость, высоту тона и формантные характеристики аудио - сэмплов независимо друг от друга, и всё это в реальном времени. По сути, гранулярный синтез - основная технология, стоящая за алгоритмами растягивания звука во времени (time-stretch) и изменения высоты звука (pitch-shift), но может также использоваться, чтобы генерировать необычные звуковые фактуры.

Принципы гранулярного синтеза также позволяют создавать новые и часто впечатляющие изменяющиеся звуки, используя очень простую основу. одно из недавних изобретений обработки звука. Так, одинаковые звуки микроскопической продолжительности, следующие друг за другом с большой частотой (гранулы), способны формировать новый тембр. Число гранул от 100 до 2500 в секунду. Технология родилась из техники сэмплирования и алгоритмов сдвига высоты тона, её вполне можно использовать для генерирования необычных звуковых фактур при создании неповторимых звуковых образов, поэтому она может быть реализована в некоторых виртуальных инструментах¹³.

Не меньший интерес представляет и разные вариации метода, известного как *субтрактивный синтез* (subtractive synthesis), используемых большинством виртуальных инструментов. Это метод генерации звука, при котором «композитор» начинает формирование композиции с простой (но богатой гармониками) волны, такой как треугольник, пила, или квадрат, затем пропускаете её через огибающую громкости, фильтры, огибающие фильтров, осциллятор низкой частоты, чтобы преобразовать исходный звук в нечто более музыкальное.

Считается, что основателем такой «музыкальной математики» был Арнольд Шенберг¹⁴, который сформулировал свой собственный метод композиции, основанный на осознании им того факта, что в процессе сочинения музыки автор подспудно стремится избежать ранее использованных элементов. Этот метод, примененный к высотам музыкальных тонов, а также идея частой смены тональностей, которая привела к появлению политональности и атональности, и

послужили фундаментом теории сочинения музыки на основе двенадцати тонов (додекафонии). В технике додекафонии вся ткань музыкального произведения выводится из двенадцатизвучной серии, при этом композитор избирает одну из них и устанавливает определенную систему высотных связей, которая в тональной музыке определялась бы ладовой структурой мажора или минора. По мнению некоторых специалистов, первое произведение, написанное в одном из вариантов этой техники – «Оркестровая пьеса № 1» Веберна (1913 г.). Метод собственно додекафонии впервые разработан и воплощен Шёнбергом в фортепианной сюите op. 25 в 1921-1923 годах.

Принцип повторяющейся звукогруппы привел к созданию серийно-двенадцатитоновых сочинений, изменив логическую систему композиции. Предшествующая музыка, опиравшаяся на классическую тональность и соответствующие принципы звуковысотной организации и формообразования, постепенно эволюционировала в сторону всё большего усложнения и отступления от этих принципов, пока не пришла к тому, что они утратили силу (свободная атональность). Прежние правила перестали действовать. А новые не сложились в строгую общепринятую систему композиции. Кроме того, свободная атональность в принципе не обеспечивает защиты от слухового ощущения устойчивости.

По методу Шёнберга, серия должна состоять из всех 12 звуков октавы и ни один из них не должен повторяться, чтобы ни один из звуков не имел преимуществ перед другими. В составе серии желательно избегать появления терции и квинты, т.к. они создают ощущение тональности соответствующего фрагмента. Совсем недопустимым в структуре серии является трезвучие. При использовании серии в композиции должны пройти все звуки, прежде чем начнется её повторение. Но появление определенного звука до того момента, пока не прозвучали все остальные, должно, с точки зрения основоположников додекафонии, обеспечивать истинную атональность.

Напомним, что атональность или атональная музыка (нем. - *atonale Musik*), в гармонии XX века понятие, относящееся к музыке, не имеющей тональной организации звуков. Если в тональной музыке существует один (реже несколько) звуков или аккордов, являющихся главными; к ним тяготеют все остальные, то основной принцип атональности – полное равноправие всех тонов. Термин применяется к музыке, в которой отсутствует определенный тональный центр и связанные с ним соотношения созвучий. Основной признак атональности - отсутствие объединяющего соотношения тонов с главным центром лада - *тоники*.

Отсюда - аморфность музыкальной речи, распад структурных функций гармонии, диссонантный уровень звучания и т.п. Принцип звуковысотной организации, выражающийся в отказе (иногда демонстративном) композитора от логики гармонической тональности в истории музыки атональность возникла как результат естественного развития и усложнения тональности за счёт хроматизма, т. н. «побочных доминант» и «блуждающих» двусмысленных и определённых аккордов в музыке Листа, Вагнера, Малера, Мусоргского, Скрябина, Дебюсси, Айвза, Стравинского, Бриттена, Бартока, Онеггера, Прокофьева, Мессиана, и многих других композиторов, склонных к эксперименту.

Главные открытия А. Шёнберга – атональность и додекафония – не утратили своего значения до наших дней. Первая столь быстро распространилась и начала считаться чем-то само собой разумеющимся, что имя её «изобретателя» даже начали забывать. Значимость «свободной» атональности особенно наглядно стала заметна в музыке второй половины XX века, когда в музыке стали обильно использоваться закономерности, основанные на случайности. Свободная атональность позволяла каждому композитору избрать для сочинения музыки, даже для создания каждого отдельного произведения, метод, который не ограничивался ничем, кроме логичности следования звуков или аккордов друг за другом. В этом смысле атональную музыку можно рассматривать как собственно музыкальную алгоритмическую технику,

непосредственно предшествующую технологическим процессам звуковой обработки – новым технологиям звука.

К технологиям гранулярного и субтрактивного синтезов примыкает и техника *тембрального морфинга* (от англ. – Timbre Morphing) представляющего собой «процесс комбинирования, с использованием цифровой процессорной обработки, двух или более звуков различного тембра и длительности в некоторый новый звук с промежуточной длительностью и особым тембром, включающий в себя отдельные черты исходных звуков». Этот процесс отличается от простого перемешивания различных звуков, поскольку создается один звук с новыми свойствами». Для того чтобы такие виды процессорной обработки смогли быть созданы и нашли себе практическое применение, потребовались десятилетия напряженного труда по анализу процессов восприятия тембра, слуховой маскировки и др., а также по созданию алгоритмов обработки на основе теории нейронных сетей и др.¹⁵.

Компьютерная обработка звуков в данной технологии привела к образованию новых производных, терминологических обозначений - например «морфодер», «морфированный» и др. В 1989 - 1992 годах Г. Хакеном был предложен алгоритм интерполяции звуков в реальном времени в трехмерном пространстве тембров¹⁶. В IRCAM¹⁷ были разработаны алгоритмы для морфинга голоса, когда голосовой тракт описывался в виде цифрового фильтра с зависящими от времени коэффициентами, на вход которого мог подаваться сигнал другого звука, например семпл фагота, при этом получался «говорящий фагот». Эта техника морфирования различных голосов была использована при создании звука к фильму «Кастрат Фаринелли»¹⁸.

Идея о том, что музыка и, в частности, алгоритмическая музыка – это хаос, связанный с фрактальными траекториями - это порядок, но порядок очень сложный, легла в основу музыкального редактора FractMus 2000, созданного Густаво Диасом Хересом, исходившего из того, что музыка это нечто среднее между абсолютно беспорядочным шумом и абсолютно упорядоченной монотонной нотой, это свобода звуков, подчиненная строгим законам гармонии, и наоборот – это комбинирование внутренне упорядоченных звуковых конструкций по прихоти композитора¹⁹, где фрактальные траектории ведут себя очень похоже.

Завершая разговор об алгоритмической музыке, следует заметить, что сама по себе идея построения музыкальных алгоритмов стара как мир. Новые технологии в музыке и влияние на музыку новых технологий прослеживается с древнейших времён. Музыка развивалась вместе с развитием средств её исполнения, то есть музыкальных инструментов. Своеобразие современного этапа ее развития видится в том, что главный революционный скачок в развитии мировой музыки произошел вследствие активного вовлечения в творческий процесс создания музыки современных звукозаписывающих и электронных технологий.

Мы полагаем, что в достаточной степени обосновали, сформулированное в начале статьи утверждение о том, что *алгоритмическая музыка стала одним из основных направлений и современной электронной музыки и иных типов и форм музыкальных построений*. Если раньше музыкант или композитор был вынужден оперировать уже готовыми, фиксированными тембрами музыкальных инструментов - иногда очень необычных, но остающихся неизменными; то теперь он получил поистине необъятную и невообразимую ранее власть не только над комбинациями уже "готовых" звучаний, но и над самим звуком.

Благодаря современной технике композитор может не только самостоятельно создавать и воспроизводить любой необходимый ему звук, он может менять и трансформировать его по своему желанию, замедлять или ускорять, сжимать или растягивать, и, наконец, разлагать его на элементарные составляющие части. В этом смысле композитор препарировал живой и трепещущий звук подобно ученому-биологу, склонившемуся над микроскопом и постигающему удивительную тайну и

совершенство строения живого организма. Как отмечал Я. Ксенакис - *"При помощи электронно-вычислительных машин, композитор становится своего рода пилотом: нажимая кнопки, вводя координаты, и контролируя системы управления космического корабля, двигающегося в пространстве звука, пересекающего звуковые созвездия и галактики, о которые раньше можно было только мечтать"*.²⁰ Как олицетворение вышеперечисленного, алгоритмическая музыка ломает в этом плане многие шаблоны сочинения и восприятия музыки.

С другой стороны, не секрет, что современная электронная, электроакустическая, акузматическая²¹, компьютерная музыка существует для весьма ограниченного числа ее ценителей. И это далеко не популярная музыка. Делают её в университетах и в специально созданных центрах, оснащенных мощными компьютерами и не менее мощным интеллектуальным потенциалом. Порой на изготовление на суперкомпьютере всего одного часа звука может уйти несколько лет кропотливого труда. Иногда - специально для реализации композиторского замысла – бригада программистов пишет программу, которая должна породить звук с нужными характеристиками или вести себя необычно хитрым образом, а какой при этом получится звук, заранее вообще не ясно. Хорошо известный пример такого рода – пьеса Я. Ксенакиса «S.709» (1994), которая длится всего семь минут.

Группа профессиональных программистов и математиков в течение трёх лет создавали для неё программу GENDY, одновременно заказчик учился ею пользоваться. Проблема состоит в том, чтобы дать композитору адекватный инструмент для воздействия на процесс генерации звука. Не секрет, что генерировать случайные числа, случайные ноты, случайные звуки со случайными тембрами – это довольно несложная и малоинтересная задача. Сложно придумать, как управлять степенью случайности.

Идея Ксенакиса состояла в том, что моделью может служить шарик, прыгающий между двумя эластичными стенками, каждая из которых тоже постепенно начинает колебаться с собственной частотой (приблизительная модель «обычной» музыки, точнее говоря, волнового процесса, лежащего в её основе, – маятник, порождающие синусоидальные колебания). Модель с шариком и двумя стенками – наглядная, хорошо известная, но не очень элементарная в математическом смысле модель. Следовательно, ее достаточно сложно просчитать и применить.

На основе существенным образом расширенных в последние десятилетия технических технологических возможностей, связанных с электронной техникой, композиторы смогли освоить практически весь мир звуков, существующих как в природе, так и в их воображении. Более того, в сущности, были даны ответы на вопросы – из чего состоит звук? Чем музыкальный тембр отличается от шума? Можно ли заставить звучать шумы и создавать из них музыку? Как следствие, можно сказать, что грань между «обыденным» звуком и звучанием классического музыкального инструмента почти исчезла. Можно записать звук упавшей в лужу дождевой капли, разложить его по нотам и сыграть свою любимую мелодию на дождевых каплях.

С помощью современных генераторов мелодий можно сгенерировать - Музыку дождя, Музыку водопада, Музыку бури, Музыку волн или морского прибоя. Окружающий нас мир полон звуков, и любой из них может по желанию композитора превратиться в Музыку. И то, в какую форму она облечется - европейской сонатной классики, джазовой импровизации или медитативной индийской раги зависит сегодня только от его выбора. По существу, на наш взгляд, на стыке XX-XXI в.в., как то не слишком явно, без кричащих манифестов и широкой музыкальной экспансии - родилась «музыкальная классика XXI века» – современная электронная, алгоритмическая электроакустическая музыка, строящаяся на фундаменте современных технологий и алгоритмов, объединяющая в себе весь огромный мир звука с самыми современными находками не только в областях гармонии и композиции,

импровизации и экзотических музыкальных культур, но и в области компьютерных алгоритмических построений.

Поэтому в заключении мы считаем возможным процитировать, как нам представляется, чрезвычайно емкое и точное суждение относительно эволюции музыки Абраама Моля, – «Можно сказать, что эволюция музыки происходит в направлении последовательного нарушения сформулированных ранее правил, однако не существует искусства, не подчиняющегося никаким ограничениям ... Полная свобода от ограничений осуществляется только при случайном выборе, и слово «создавать», означает то же, что бороться со случайностью. Любое искусство точно определяется совокупностью правил, которым оно подчиняется ... Сказанное можно резюмировать следующим образом – те законы, которые последовательно нарушались в экзотической, примитивной, современной и экспериментальной музыке так, что при этом ценность этой музыки не разрушалась, не являются истинными законами музыкальных структур. Их принципы не составляют истинного фундамента искусства Должны существовать другие законы, еще более глубокие, фундаментальные и всеобщие, которым подчиняется структура временных видов искусства»³⁵.

ЛИТЕРАТУРА –

1. Алдошина И., Приттс Р. Музыкальная акустика. СПб., 2006.
2. Булез П. Музыкальное время *Noto musicus*: Альманах психологии. М., 1995.
3. Булучевский Ю., Фомин В. Краткий музыкальный словарь. М., 2005.
4. Денисов Э. В. Современная музыка и проблемы эволюции композиторской техники. М., 1986.
5. Дубов М. Янис Ксенакис: в век техники к новой эстетике// Музыкальная жизнь. 1999, № 1
6. Зарипов Р.Х., Об алгоритмическом описании процесса сочинения музыки// Доклады Академии наук СССР, Т. 132, № 6, 1960, С. 1283-1286 .
7. Зарипов Р.Х., Кибернетика и музыка, Изд-во "Знание", М., 1963 .
8. Зарипов Р.Х., О моделировании мелодий заданного стиля на цифровых вычислительных машинах // «Проблемы кибернетики». Вып. 15, 1965, С. 157-200.
9. Зарипов Р.Х., Решение задач по гармонии и анализ гармонизации на цифровой вычислительной машине.// Проблемы кибернетики. Вып. 18., 1967, С. 91-128.
10. Кон Ю. Г. О теоретической концепции Я. Ксенакаса // Кризис бурж. культуры и музыка. М., 1976.
11. Кон Ю. Об одном свойстве вертикали в атональной музыке. // Музыка и современность. Вып. 7, М., 1971, С. 294-318.
12. Кон Ю. Пьер Булез как теоретик // Кризис буржуазной культуры и музыка. Вып. 4. М., 1983.
13. Ксенакис Я. Беседы *Noto musicus*: Альманах музыкальной психологии. М., 1994.
14. Ксенакис Я. Музыка и наука //Курьер ЮНЕСКО. 1986, №.5.
15. Лосев А. Ф. Музыка как предмет логики // Лосев А.Ф. Из ранних произведений. М., 1990.
16. Музыка и математика. Зальцбург. Беседы о музыке. М., 1994.
17. Нейгебауэр О. Точные науки в древности. М., 1968.
18. Петрусёва Н. Пьер Булез. Эстетика и техника музыкальной композиции. М., Пермь, 2002.
19. Пьер Булез. Ориентиры I, Воображать. Избранные статьи. Пер. с франц. М., 2004.
20. Феррапонтова Е. Янис Ксенакис: через авангард к античности Музыкальная академия. 2007, №2.
21. Шенберг А. Стиль и мысль. Статьи и материалы. М., 2006.
22. Штокхаузен К. Структура и время переживания *Noto musicus*: Альманах музыкальной психологии. М., 1995.
23. Яглом И. М. Математика и реальный мир. М., 1978.