

ДЭВИД ДАРЛИНГ

БОЛЬШАЯ ИСТОРИЯ ЗВУКА

ОТ ДРЕВНОСТИ ДО НАШИХ ДНЕЙ

САМОЕ МАСШТАБНОЕ
ИССЛЕДОВАНИЕ МУЗЫКИ
В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА



БОМБОРА
ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва

БЛАГОДАРНОСТИ ДЭВИДУ ДАРЛИНГУ

«Захватывающе... Нечто среднее между Книгой рекордов Гиннеса и самой увлекательной научно-популярной книгой-бестселлером. Это глубокое путешествие в мир самого большого и самого маленького, самого быстрого и самого медленно-го, самого темного и самого яркого».

Daily Mail о книге «Ка-Бум!»

«Дарлинг дает увлекательные ответы на вопросы, о которых вы даже не подозревали. Вы узнаете что-то новое в каждой главе, на каждой странице и, пожалуй, в каждом абзаце. Невероятно занимательно».

Кит Йетс о книге «Ка-Бум!»

«Восхитительная история со сдержанным юмором... Эта книга — рай для любителей интересной литературы, она — нечто гораздо большее, нежели список сухих фактов и цифр. Читайте о захватывающих особенностях Вселенной и удивляйте гостей и собеседников!»

BBC Sky at Night о книге «Ка-Бум!»

«Блистательное путешествие по самым причудливым местам математического ландшафта, объясняющее, почему каждый элемент математики важен и полезен, но прежде всего позволяющее насладиться чистой радостью познания. Настоятельно рекомендую!»

Ян Стюарт о книге «Странная математика»

«Прекрасная книга! Если вы любите путешествовать по воображаемым математическим мирам и просто с удовольствием исследуете мир вокруг себя, то эта книга станет для вас чистейшим, ничем не разбавленным источником эскапизма... блестяще».

New Scientist о книге «Самое большое число в мире»

«Захватывающе... ослепительные истории о безумии и дерзости».

Брайан Клегг о книге «Мэйдей!»

«Невероятно увлекательная воздушная “американская горка” в компании чудаков и героев, полная головокружительных страхов, танцев со смертью, порывов восторга и актов бессмысленного мазохизма во имя науки».

Джонатан Гланси о книге «Мэйдей!»

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ VII _____ 00

ГЛАВА 1

ПРЕЛЮДИЯ _____ 00

ГЛАВА 2

НАПЕВЫ ДРЕВНЕГО МИРА _____ 00

ГЛАВА 3

ПУТЬ К ГАРМОНИИ _____ 00

ГЛАВА 4

ВОПРОС ШКАЛЫ _____ 00

ГЛАВА 5

ПРОБЛЕМЫ ЗАПИСИ _____ 00

ГЛАВА 6

ОТ ВОЗРОЖДЕНИЯ И ДАЛЕЕ _____ 00

ГЛАВА 7

ИНСТРУМЕНТЫ ПРОГРЕССА _____ 00

ГЛАВА 8

ТОН ВО ВРЕМЕНИ _____ 00

ГЛАВА 9

НАУКА О ЗВУКЕ _____ 00

ГЛАВА 10

ЭКСПЕРИМЕНТЫ
И ЭЛЕКТРОНИКА_____00

ГЛАВА 11

МАГИЯ МИКРОТОНОВ_____00

ГЛАВА 12

ПЕСНИ КОСМОСА_____00

ГЛАВА 13

МУЗЫКА МОЗГА_____00

ГЛАВА 14

СКРИПКА ЭЙНШТЕЙНА_____00

ГЛОССАРИЙ_____00

БЛАГОДАРНОСТИ_____00

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ_____00

ИСТОЧНИКИ_____00

ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО
ЧТЕНИЯ_____00

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ_____00



ВВЕДЕНИЕ

Музыка и математика бесконечно переплетены в симбиозе, питая и насыщая друг друга. Музыка оживляет числа, наполняя их страстью, а математика, в свою очередь, придает музыке структуру и смысл. Оба языка универсальны; они кажутся совершенно разными, но на самом деле глубоко связаны. Замыкает этот триумvirат наука. Когда музыка звучит, она становится частью физического мира: законы акустики подчиняют звуки, а наши чувства, обусловленные работой мозга, реализуют ее высшее предназначение.

Триединство музыки, математики и естественной науки сопровождает нас с доисторических времен — что видно по флейтам из кости и бивня мамонта, созданным по меньшей мере 40 тысяч лет назад. Звуки, извлекаемые из еще более древнего неандертальского инструмента, изготовленного из бедренной кости пещерного медведя, совпадают с пространственной сегодня гаммой из четырех нот...

Книга «Большая история звука» проведет читателя сквозь толщу времен, от палеолита до наших дней, и покажет, как переплетены ноты и числа, восприятие

музыки и физики. В своей основе она исследует, как нечто, что в конечном счете можно свести к уравнениям и волновым паттернам, оказывает мощное эмоциональное воздействие. Разумеется, эти процессы были бы немыслимы без человека и социальных институтов: религии, общества, — и художественного вкуса, господствовавших в разных частях света.

Мы также выйдем за пределы земного шара и сознания человека, чтобы поразмышлять о формах, которые музыка могла бы принять в других уголках Вселенной или если бы была автономно (как, несомненно, будет) создана продвинутым искусственным интеллектом. Таким образом, мы замкнем круг, начиная с природы музыки и ее математических и научных основ, и закончим, рассуждая об эффекте, который музыка производит на каждого из нас.



ГЛАВА 1

ПРЕЛЮДИЯ

Что было до появления музыки? Тишина? Вибрации воздуха, воды и камня существовали задолго до того, как наш вид сделал первый шаг на пути к Вивальди и Van Halen. Звук старше гор — музыка по сравнению с ним относительно молода. Однако ее истоки уходят в прошлое гораздо дальше, чем мы обычно предполагаем.



Флейта из Дивье Бабе, также известная как «неандертальская флейта». Длина — 11,4 см. Национальный музей Словении.

Этот предмет выглядит довольно невзрачно: часть бедренной кости пещерного медвежонка длиной около 11 сантиметров — примерно с ширину ладони. С одной стороны — четыре отверстия, расположенные в ряд: два целых и два частично уцелевших, так как кость была сломана с обоих концов. Пятое отверстие находится с другой стороны. Эту кость обнаружили в 1995 году во время археологических раскопок в пещере Дивье Бабе на севере Словении. Ее нашли рядом с очагом, которым пользовались неандертальцы 50—60 тысяч лет назад, и, возможно, эта кость — древнейший из сохранившихся музыкальных инструментов.

Скептики утверждают, что отверстия в «неандертальской флейте» могли быть сделаны хищником, например, гиеной или бурым медведем. Но укус животного наверняка оставил бы на кости трещины, а расположение отверстий трудно объяснить иначе, чем целенаправленным трудом человека. Расстояния между отверстиями также указывают на ручную работу, поскольку идеально подходят для исполнения мелодий. Созданные копии этой флейты, что удивительно, позволяют исполнить гаммы почти неотличимые от тех, что мы знаем сегодня¹.

Невозможно точно определить, когда именно зародилась музыка. Основываясь на археологических находках, мы с точностью можем сказать лишь то, что несколько десятков тысяч лет назад люди создавали инструменты, на которых можно было воспроизводить музыкальные ноты.

Помимо спорной «неандертальской флейты», в пещерах Германии были обнаружены артефакты из кости, в том числе слоновой, которые, без со-

¹ Это преувеличение, поскольку известный современному человеку музыкальный строй возник лишь в XVI веке, а окончательно его закрепил композитор И. Бах лишь в 1722 году в своей работе «Хорошо темперированный клавир». Так что копии этой неоднозначной флейты могут воспроизводить последовательности тонов, только напоминающие некоторые современные звукоряды, не более. — *Прим. науч. ред.*

мнения, являются примитивными продольными флейтами. Возраст находок превышает 35 тысяч лет. Нетрудно представить себе, как семья каменного века с наступлением темноты собиралась вокруг костра под звуки завораживающей мелодии, отражающейся от стен их скалистого убежища.

Музыкальные инструменты — это первые предметы, созданные для занятий искусством. Но еще задолго до их появления существовал человеческий голос. Анатомия древнейших представителей нашего вида позволяла им издавать любые звуки, которые мы можем произносить сегодня. Доисторический младенец, перенесенный в наши дни, со временем научился бы говорить и петь так же хорошо, как мы с вами.

Примерно 300 тысяч лет назад — именно таков возраст древнейших останков современного человека — наши предки уже умели издавать звуки, близкие к музыкальным. Мы не можем быть уверены в том, была ли это на самом деле музыка, но есть все основания полагать, что они могли исследовать оттенки звучания. Матери всегда нежно напевали, чтобы успокоить детей. Если звуки различаются по высоте и успокаивают слух, получается простая импровизированная колыбельная. Такое незамысловатое пение, возможно, зародилось задолго до появления сложного разговорного языка. В конце концов, гораздо легче издавать мелодичные звуки: напевать или нараспев бормотать, обращаясь к младенцу, нежели выговаривать гласные и согласные в потоке сложной речи. Но в обоих случаях — и в песне, и в языке — должны присутствовать два важных компонента: анатомический аппарат, способный воспроизводить самые разнообразные звуки, и мозг, способный осуществлять точный контроль над голосовой системой.

Никто из наших ближайших ныне живущих родственников — человекоподобных обезьян —

не может петь или говорить, как мы, хотя у нас много общего с точки зрения анатомии и интеллекта. Так что же помешало им создать хотя бы простой разговорный язык или зачаточные формы музыки?

Во-первых, неправильно полагать, что у наших сородичей-приматов нет никаких музыкальных талантов или, по крайней мере, скрытых музыкальных способностей. Индри, разновидность лемурув, хорошо известны характерными групповыми криками. Животные забираются высоко на верхушки деревьев, чтобы их было слышно издали. Их «песни» напоминают вокальные упражнения, которые певцы используют во время разогрева, например так называемую «сирену»². Возможно, это и не музыка как таковая — скорее форма передачи сигналов на большие расстояния, — но индри умеют удерживать ноты и контролировать смену высоты. Они также обладают чувством ритма. Звуки, которые они издают, обычно либо такой же длины, как паузы между ними, либо вдвое короче. Самцы и самки поют в разном темпе, но с одинаковым ритмом и заканчивают пение плавным замедлением (ритардандо). Пары часто поют дуэтом, видимо, чтобы обозначить свою территорию и уберечь границы от посягательств.

Белорукие гиббоны, обитающие в лесах Юго-Восточной Азии, являются еще одним видом «певчих» обезьян. Их мелодичные крики изучали в Институте исследований приматов Киотского университета. Ученые хотели выяснить, насколько хорошо обезьяны могут контролировать тональность своих сигналов.

Когда мы говорим или поем, воздух проходит через голосовые связки, заставляя их вибрировать с определенной частотой. Она зависит

2 Сирена — вокальное упражнение, при котором голос плавно скользит от самой низкой ноты к самой высокой и обратно. Звучание при этом напоминает характерный вой сирены. — *Прим. лит. ред.*

от длины связок и степени их натяжения мышцами. Разнообразные колебания голосовых связок порождают основной тон и сопровождающие его гармоники³. Резонансная частота (естественная частота вибрации) голосового тракта определяет, какая из гармоник наиболее выражена. Меняя положение рта, языка, губ и зубов, люди могут быстро регулировать резонанс голосового тракта и тем самым издавать множество звуков речи и пения. Оперные сопрано особенно искусны в таком управлении голосом: они настраивают резонансную частоту речевого тракта на частоту звука, создаваемого голосовыми связками. Таким образом голос усиливается на определенных частотах, оставаясь громким и слышимым, несмотря на звучание целого оркестра⁴.

3 Гармоники (гармонические обертоны) — дополнительные составляющие звука, частоты которых кратны основной частоте. Их соотношение и формирует тембр: один и тот же звук по высоте может звучать по-разному у разных голосов и инструментов. — *Прим. лит. ред.*

4 В оперном искусстве такой акустический прием называют формантой: исполнитель в момент пения раскрывает полость рта максимально широко, будто зевает, чтобы усилить голосовые частоты в диапазоне от 2500 до 3200 Гц, чтобы усилить мощность и звонкость звука. — *Прим. науч. ред.*

Были выдвинуты две гипотезы, как гиббоны издают звуки. Первая заключается в том, что голосовой тракт животного просто резонирует с его голосовыми связками: итоговый звук получается predetermined, как при игре на духовом инструменте. Согласно второй, голосовой тракт и связки обезьян устроены сходно с человеческими и могут резонировать независимо друг от друга.

Чтобы проверить предположения, исследователи из Киото поместили пойманную самку гиббона в большой ящик со смесью воздуха и гелия. Если вы когда-либо вдыхали содержимое шарика, наполненного гелием, то знаете, каково внезапно заговорить голосом мультяшного бурундука. Газ не влияет на вибрацию голосовых связок, но изменяет резонансные частоты речевого тракта. Записав крики гиббона в богатой гелием атмосфере, ученые смогли разделить работу связок и голосового тракта. Результаты исследования удивляют: животное могло модулировать свой голос так же, как оперное сопрано. Приспосабливаясь к воздействию новой газовой смеси, гиббоны избирательно уси-

ливали низкие звуки, делая их отличными от более высоких.

Похоже, анатомия человеческого голоса не так уникальна, как многие привыкли полагать. Наша особенность заключается не в способности издавать звуки, а скорее в том, в какой степени мы можем контро-

лировать звукоизвлечение с помощью мозга.

Что появилось раньше: язык или музыка? А может, они развивались совместно? Традиционно считалось, что музыка, в частности пение, эволюционно происходят от языка. Однако более поздняя теория предполагает обратное: язык эволюционировал как часть музыки.

Тонкий нейронный контроль над голосовой системой является ключевым фактором, который отличает нас от других видов.

Обратите внимание, каким голосом мы разговариваем с младенцами: зачастую он сильно отличается от привычного. Младенцы лучше всего реагируют на певучую речь, интонации кото-

рой восходят и ниспадают, а гласные звуки растягиваются. Мы, не задумываясь, утрированно меняем высоту тона и делаем ударение на определенных слогах. Интуитивно мы понимаем,

что так ребенку легче распознавать различные звуки, а со временем и определять слова. Похоже, у всех нас есть своего рода наследственная память о времени, когда язык развивался из песни. В любом случае очевидно, что язык и музыка тесно связаны, и причина, по которой другие животные не обладают нашим уровнем лингвистических и вокальных навыков, одинакова.



Длиннохвостая макака обладает голосовым аппаратом, приспособленным к внятной речи.

Вопрос, почему даже человекообразные обезьяны не умеют говорить, восходит к теории Чарльза Дарвина об эволюции путем естественного отбора, выдвинутой в середине XIX века. Сам Дарвин считал, что

приматы (за исключением человека) не могут говорить из-за того, что активность их мозга ниже. Со временем антропологи пришли к выводу, что именно анатомия голосового тракта наших кузенов-приматов сдерживала их развитие. Сегодня мы полагаем, что Дарвин был прав хотя бы отчасти.

Исследования, проведенные в Принстонском университете, подтвердили, что речевой аппарат человекообразных обезьян⁵ обладает всеми свойствами, необходимыми для воспроизведения речи, подобной человеческой. Нейробиологи из Принстонской лаборатории по изучению приматов научили длиннохвостого макаку Эмилиано сидеть на стуле, когда он ест, зевает и издает различные звуки. Ученые в это время записали видео под рентгеном. Проанализировав снимки, команда смогла собрать коллекцию из 99 различных конфигураций голосового

5 Нейробиологические исследования, начатые в 1970-е годы в Принстонском университете, проводились конкретно на макаках. — *Прим. науч. ред.*

тракта обезьяны, от гортани до губ⁶. Затем ученые сравнили эти снимки со специфическими для определенных гласных и согласных звуков положениями голосового аппарата. Наконец, исследователи ввели данные о строении голосового тракта Эмилиано в компьютерную программу, которая имитирует произнесение гласных и согласных звуков с учетом различных анатомических особенностей. Они выбрали английскую фразу “Will you marry me?” («Ты выйдешь за меня замуж?»), которая содержит несколько различных гласных звуков, и пропустили ее через симуляцию речевого тракта обезьяны. Хотя фальшивое предложение руки и сердца Эмилиано звучало не совсем по-человечески, оно было достаточно понятным и разборчивым.

С анатомической точки зрения макаки, кажется, недалеко от того, чтобы научиться говорить. То же самое можно сказать и о других обезьянах, и даже о некоторых млекопитающих, не относящихся к приматам, которые обладают голосовым аппаратом, схожим с Эмилиано. Причина, по которой они не могут говорить, заключается не в том, что они не могут произнести необходимые звуки, а скорее в том, что им не хватает нейронных связей, чтобы соединить эти звуки вместе и составить осмысленные слова. Будь у них человеческий мозг, они бы вполне могли поддерживать с нами беседу⁷.

Искать физические доказательства гипотез о том, когда наши предки начали говорить или петь, занятие бессмысленное: нейронные связи

6 Хрящи гортани, кости шеи, челюсти и зубы хорошо видны на рентгеновских снимках, они отображаются в виде темных областей. Мягкие ткани подсвечиваются различными оттенками серого в зависимости от их плотности, что позволяет составить довольно четкое рентгеновское изображение голосового тракта.

7 Это лишь теория, основанная на развитой анатомии голосового аппарата у макак, в то время как компьютерная модель могла лишь синтезировать вокализацию животного на основе данных — о точном воспроизведении интонаций речь не идет. — *Прим. науч. ред.*