

УДК 004

## ЧТО ТАКОЕ СОНИФИКАЦИЯ И КАК ОНА ПРИМЕНЯЕТСЯ В СОВРЕМЕННОЙ НАУКЕ

Бурмистрова А.Ю., учащаяся, 10 класс

Карев Н.Ю., учитель

Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина,

Державинский лицей

г. Тамбов

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматривается понятие «сонификация», её применение в современной науке и перспективах развития в ближайшем будущем.

### ABSTRACT

This article discusses the concept of "sonification", its application in modern science and development prospects in the near future.

**Ключевые слова:** сонификация, звук, музыка, наука, ИТ.

Keywords: sonification, sound, music, science, IT.

В наше время стремительного развития технологий появляется масса новых изобретений, направленных на предоставление различных удобств для человека. То, что человек не мог себе представить 10 лет назад, уже является неотъемлемой частью нашей жизни. Примером стремительного развития технологий является появление всемирной сети интернет. Сейчас любую информацию легко найти в сети, письма быстро и легко отправляются в мессенджерах, большинство данных никогда не утеряется в потоке информации. Появление интернета - мощный толчок для развития информационных технологий, знаковое событие для всего человечества. Но это не предел! Благодаря новой сфере - сфере ИТ возникает множество новых методов изучения окружающего нас мира.

Возникновение новых технологий также обосновано психическими, физическими и биологическими факторами. Например, способность слоновьего хобота вытягиваться в любом направлении и хватать все, что захочется, была использована учеными при разработке роботизированной руки. Наблюдение за физиологией животных и людей до сих пор актуально, на почве этого рождаются новые идеи. К примеру, человеческое ухо различает по высоте больше тонов, чем глаза цветовых оттенков. И этот биологический факт нашёл широкое применение в науке.

Сонификация - это процесс преобразования данных в звук. Для создания звука используются научные данные в качестве формулы. Благодаря сонификации мы можем услышать млечный путь, звучание числа Пи, микробов и многое другое. Музыку можно извлечь из чего угодно. Однако не все из этих композиций звучат приятно, для некоторых они даже не похожи на музыку. Так для чего же тогда используется сонификация? Чтобы разобраться с этим вопросом, нужно обратиться к истории.

История преобразования чего-либо невидимого в звук началась с изобретения счётчика Гейгера-Мюллера в 1908 году. Счётчик Гейгера-Мюллера - это электронный прибор для обнаружения и измерения ионизирующего излучения. Принцип его работы состоит в том, что обнаруженная частица производит импульс тока, когда ионизирует газ, производя характерный звук - щелчок. Затем в 1913 году Эдмунд Фурнье д'Альбе изобрёл оптофон, который имел селеновые фотодатчики для обнаружения чёрного шрифта и преобразовывал его в звук. Устройство было предназначено для чтения слепым: читатель подносил к аппарату книгу, а оптофон воспроизводил группу нот. Каждая нота соответствовала положению в области чтения оптофона, и если обнаруживались чёрные чернила, эта нота отключалась. Таким образом, отсутствующие ноты указывали на положения, где на странице были черные чернила, и их можно было использовать для чтения.

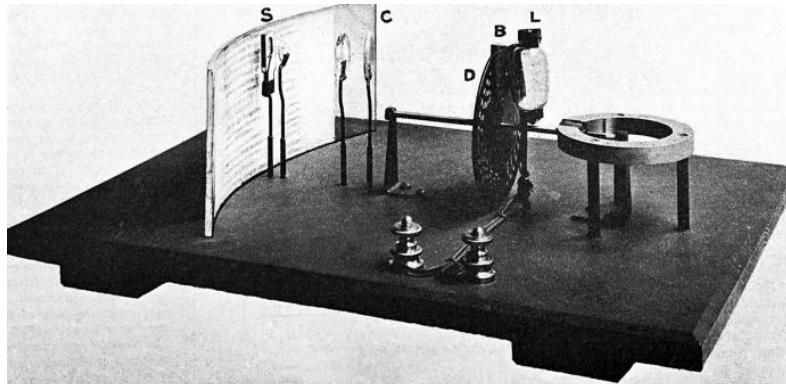


Рисунок 1. Оптофон Эдмунда

Далее в 1954 году Поллак и Фикс опубликовали первые эксперименты по передаче информации через слуховой дисплей. Учёные экспериментировали с комбинированием звуковых измерений, таких как время, частота, громкость, длительность и пространственность, и обнаружили, что они могут заставить субъектов регистрировать изменения в нескольких измерениях одновременно. Эти эксперименты не вдавались в подробности, поскольку каждое измерение имело только два возможных значения. И вот, в 1970 году Nonesuch Records выпустила новую электронную музыкальную композицию Чарльза Доджа «Магнитное поле Земли». Как следует из названия, электронные звуки композиции были синтезированы из данных магнитного поля Земли. С тех самых пор сонификацию начали развивать не столько в научных целях, сколько в развлекательных. И уже в

современном мире, в мае 2022 года, НАСА сообщило о преобразовании астрономических данных, связанных с волнами давления, в звук черной дыры в центре скопления галактик Персей. Эта сонификация стала одной из самых известных в своём роде.

Сейчас сонификация доступна всем во многих сферах. Из-за обширности этой темы, исследования людей разнятся от мелодии микробов до музыки солнца, здесь фантазировать можно бесконечно. Появились специальные инструменты и приложения для перевода изображения, графиков, измерений и т.д. в звук. Некоторые используют необычные методы, придуманные ими же, для сонификации различных объектов.

«Sonified» - удивительное приложение для iPhone, умеющее переводить изображения с камеры в звук. От яркости картинки зависит тон мелодии. Приложение простое в использовании и качественно работает.

Композитор Густаво Диас-Херес для создания музыки использует фрактальное уравнение Мандельброта. Благодаря ему появилась одна из самых странных мелодий, которые только можно услышать. Мелодия «Fractal Music - Image Sonifications (II)» начинает играть очень тихо, а под конец может разорвать динамики.

Денис П. Пол придумал «Машину сонификаций» - способ создания музыки путём ультразвука. Его устройство состоит из тисков с вращающимся зажимом и высокоточного лазера. Любой объект небольшого размера вставляется в тиски и раскручивается. Лазер считывает изменения расстояния до поверхности этого объекта и превращает их в звуковые частоты с помощью компьютерной программы.

Организация «Community Music Wales» разрабатывает проект под названием «Статистика в звуках», в котором для создания звука используются данные растений. Они круглосуточно измеряют температуру, влажность и уровень освещенности растений, после чего переводят данные в электронную музыку. [3]

Но, конечно, самое удивительное, что происходило с сонификацией за последние десятилетия, это сонификация чёрной дыры, упомянутая выше. Так как это получилось?

В 2003 году астрономы обнаружили, что сверхмассивная черная дыра в центре скопления галактик Персея излучает волны давления, которые вызывают пульсации в газе галактического скопления, которые можно перевести в ноты. В музыкальном смысле высота этого звука соответствует си-бемолю, но мы не можем его услышать, потому что эта нота находится на 57 октав ниже.

Одна из особенностей чёрных дыр — то, что, хотя свет не может выйти из них, окружающий материал может производить интенсивные вспышки электромагнитного излучения. Эти вспышки света могут отражаться от облаков газа и пыли в космосе.

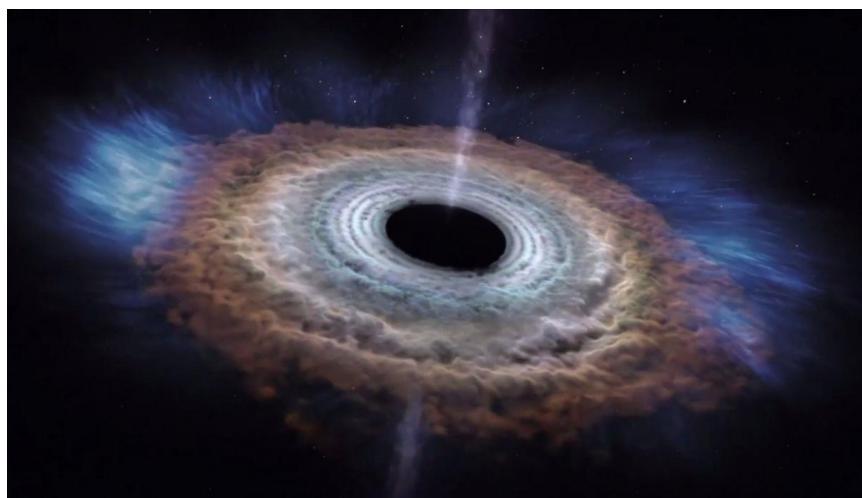


Рисунок 2. Вспышка чёрной дыры

Исследование позволило превратить «световые эхо» от чёрной дыры в звук. Рентгеновская обсерватория НАСА «Чандра» и обсерватория Нила Герелса «Свифт» сфотографировали эхо в рентгеновском диапазоне вокруг V404 Лебедя. Поскольку астрономы точно знают, как быстро распространяется свет, и определили точное расстояние до этой системы, они вычислили, когда произошли эти вспышки. Затем они перевели рентгеновские данные в звук. Во время сонификации курсор перемещается наружу от центра изображения по кругу. Когда он проходит через световые эхо-сигналы, обнаруженные в рентгеновских лучах, появляются тикающие звуки и меняется громкость. Чтобы различать информацию с двух телескопов, данные «Чандра» представлены более высокочастотными тонами, а данные «Свифт» — более низкими. В дополнение к рентгеновским снимкам изображение включает оптические данные цифрового обзора неба, на которых видны звёзды на заднем плане. Каждая звезда в оптическом свете вызывает музыкальную ноту. Громкость и высота ноты определяются яркостью звезды. Именно так мелодию чёрной дыры услышал весь мир. [2]

По сей день учёные преобразуют данные в звук. Но зачем? Ответом на этот вопрос является цитата Марка Баллора, профессора музыкальных технологий из Университета штата Пенсильвания:

«Наши глаза хороши, чтобы подмечать статичные свойства, такие как цвет, размер и текстура. А вот наши уши лучше подходят для распознавания изменчивых и неустойчивых характеристик. Такие качества, как высота звука или ритм, могут изменяться очень незначительно, но всё равно это легко распознать. Уши также лучше, чем глаза, отслеживают несколько разных паттернов одновременно — это как раз то, что позволяет нам ценить переплетающиеся партии в сложном музыкальном произведении». [4]

Наши уши лучше реагируют на каждую перемену в звуке, из-за чего отслеживание изменений не составляет нам большой проблемы. Сонификация данных помогает нам качественнее и быстрее осваивать новую информацию, подмечать детали и неоднократное количество раз переслушивать композицию, в поиске новых отличий.

Сонификация применяется также для представления абстрактных концепций: математики, физики и так далее. Когда нам нужно представить каким-либо образом вещи, которые графически представить нельзя или довольно трудно, сонификация может быть крайне полезна.

В наше время активно развивается виртуальная реальность - технология будущего. Учёные, работающие в этой сфере, вкладывают все силы в то, чтобы поместить испытуемого в наиболее «реальный» виртуальный мир. Для создания глубокого погружения используется звук. Различные пространственные звуки генерируются с помощью сонификации. Допустим, вас хотят поместить в условия космоса, но без звука это не представляется возможным - нужен нагнетающий саунд, к примеру, чёрной дыры. Для создания аутентичной мелодии нужны лишь данные о чёрной дыре и специальная программа. Теперь вы находитесь в виртуальном космосе и получаете незабываемый опыт.

Самый простой метод отладки — это логирование переменных. Однако переменные могут выражаться не только текстовыми данными, но и звуковыми. В данном случае сонификация используется для отладки работы компьютерных программ. Также в программировании сонификация может быть реализована с помощью различных языков и библиотек. Например, в Python, библиотеки, такие как pydub, scipy или soundfile, позволяют работать с аудио и создавать звуки на основе данных. В JavaScript с помощью Web Audio API можно создавать и манипулировать звуками в веб-приложениях, реагируя на определенные данные или события.

Сонификация была полезна в послевоенные годы. Многие компьютеры оснащались громкоговорителем, который подключался к ячейке памяти в процессоре и таким образом озвучивал изменения внутреннего состояния во время вычислений. Это продолжало практику операторов, которые на слух контролировали системы, например, на крупных телефонных коммутационных станциях. Подобно тому, как человек прислушивается к тиканию часов, опытные программисты могли следить за частью алгоритмического процесса в фоновом режиме. [1]

Сегодня мы находимся на пороге великих открытий: и программирование и искусственный интеллект совершили значимый переворот. И человечество движется дальше, изучая всё новую информацию, применяя её во всех возможных областях. Наиболее подвижной сферой в последние десятилетия является сфера ИТ - от неё исходит множество изменений в других сферах: экономической, медицинской, образовательной и т.п. Как было сказано выше, сонификация - это метод эффективного и качественного изучения полученной информации путём преобразования её в звук. Физиологически заложено, что наши уши воспринимают неустойчивые факторы гораздо острее, чем глаза или нос. Любое колебание, фальшивая нота, стук - ничего не укрывается от нашего слуха. Именно благодаря ему мы замечаем изменения и странности. Наука будущего видит своё дальнейшее развитие в космосе. Данные, передаваемые компьютерам из космоса,

усваиваются в головах людей за счёт сонификации. Космос неустойчив, изменчив и разнообразен. И изучить его можно лишь услышав изменения.

Подводя итог, можно сказать, что потенциал сонификации продолжает расширяться, охватывая различные области, включая обработку больших данных и даже искусственный интеллект. В будущем можно ожидать, что сонификация будет играть всё более важную роль в сфере ИТ, к примеру, в совершенствовании пользовательского опыта и увеличении информативности систем, что сделает ее неотъемлемой частью этой области.

### **Список литературы:**

1. Два способа извлечь звуки из данных: как и зачем. Блог компании СПбГУ. <https://habr.com/ru/companies/spbu/articles/816839/>
2. НАСА записало звук светового эха от чёрной дыры. <https://habr.com/ru/news/701994/>
3. 10 удивительных способов создания музыки, с помощью современных технологий. <https://myband.ru/blog/421>
4. Mark Ballora Turning hurricanes into music: Can listening to storms help us understand them better? Published: December 5, 2017