

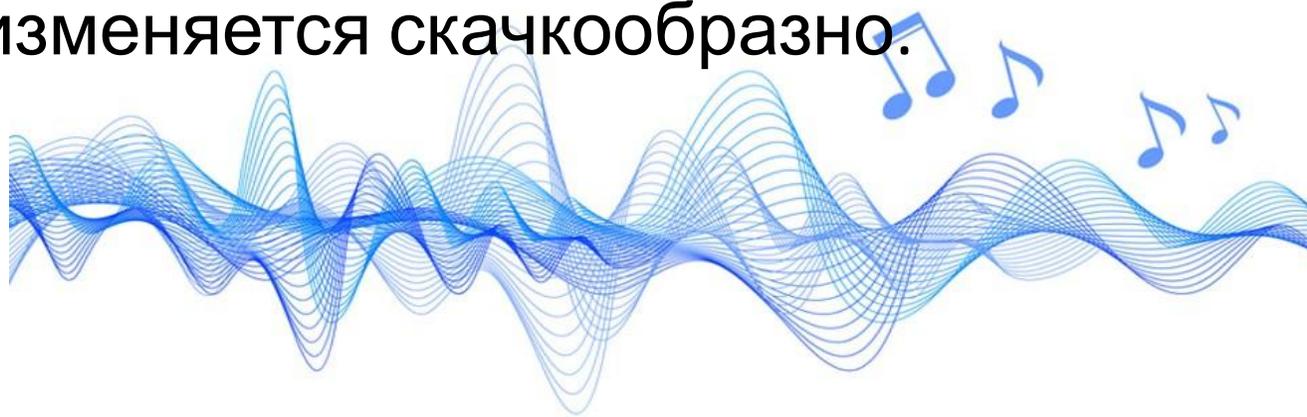


# Кодирование звука

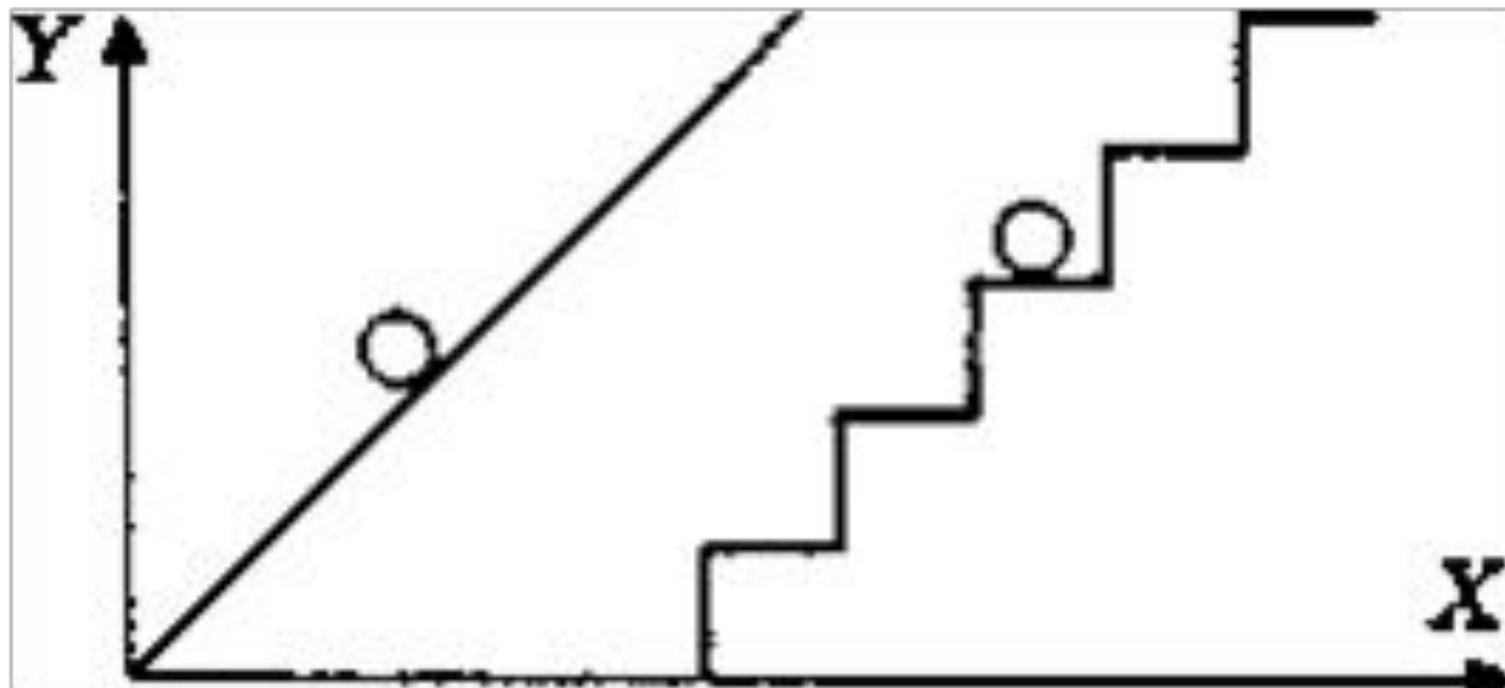


# Аналоговый и дискретный способы представления звука

- Графическая и звуковая информация может быть представлена в аналоговой или дискретной форме.
- При **аналоговом представлении** физическая величина принимает бесконечное множество значений, причем ее значения изменяются непрерывно.
- При **дискретном представлении** физическая величина принимает конечное множество значений, причем ее величина изменяется скачкообразно.



# Аналоговый и дискретный способы представления звука



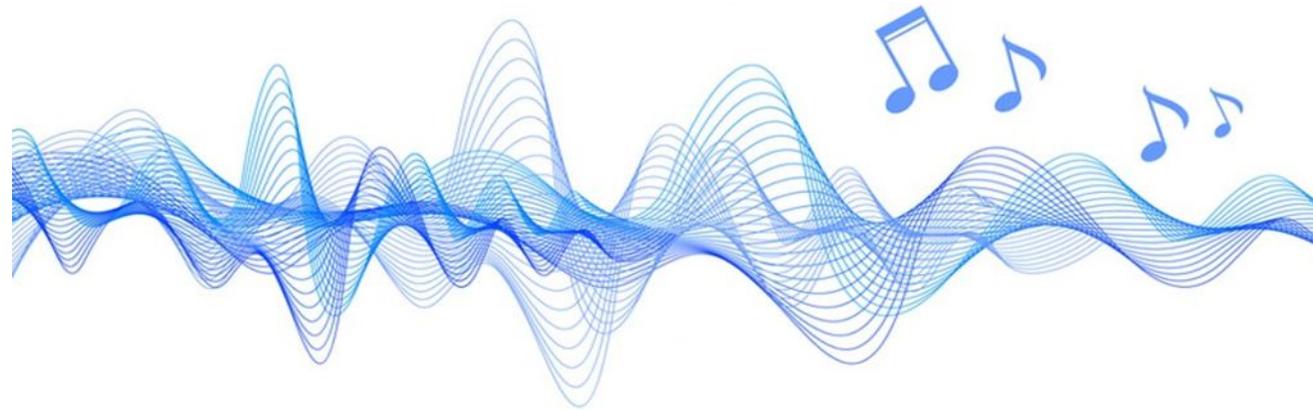
# Аналоговый и дискретный способы представления звука

звуковая дорожка изменяет свою форму непрерывно

звуковая дорожка которого содержит участки с различной отражающей способностью

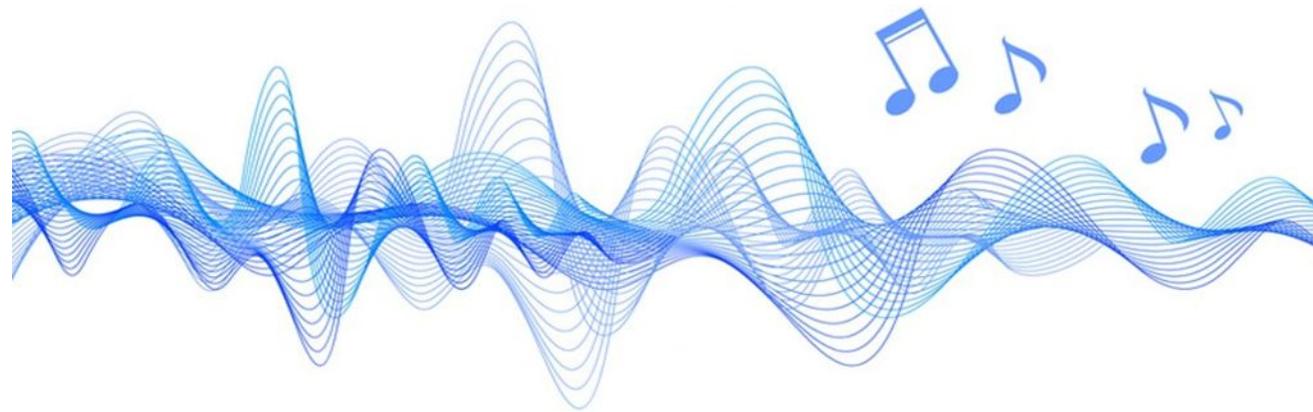


- Звуковые волны улавливаются слуховым органом и вызывают в нем раздражение, которое передается по нервной системе в головной мозг, создавая ощущение звука.
- Колебания барабанной перепонки в свою очередь передаются во внутреннее ухо и раздражают слуховой нерв. Так образом человек воспринимает звук.



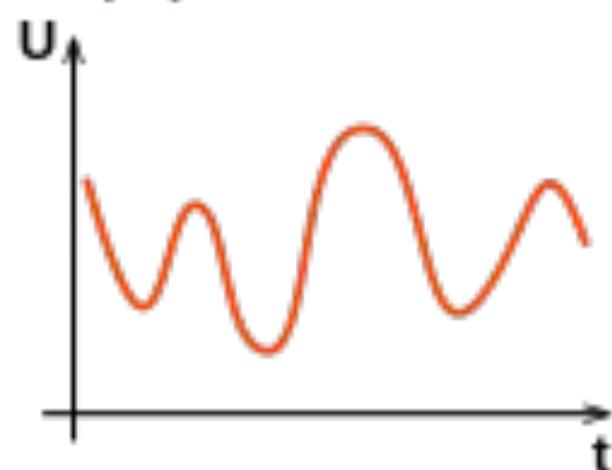
**В аналоговой форме** звук представляет собой волну, которая характеризуется следующими параметрами:

- **Высота звука** определяется частотой колебаний вибрирующего тела.
- **Громкость звука** определяется энергией колебательных движений, то есть амплитудой колебаний.
- **Длительность звука** - продолжительность колебаний.
- **Тембром звука** называется окраска звука.

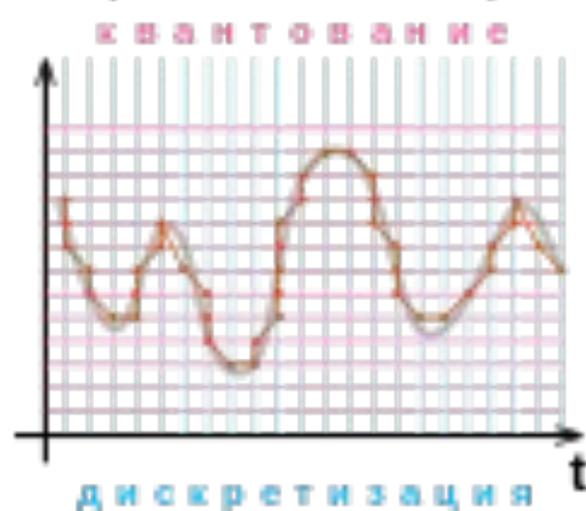


## Представление аналогового сигнала в цифровой форме

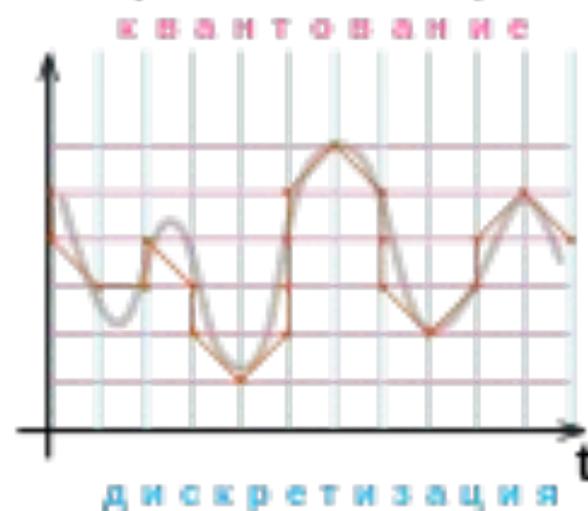
Пример аналогового сигнала



Кодирование сигнала в цифровой вид  
(высокое качество)



Кодирование сигнала в цифровой вид  
(низкое качество)



# Измерение

Герц (Гц или Hz) — единица измерения частоты колебаний. 1 Гц = 1/с

Человеческое ухо может воспринимать звук с частотой от 20 колебаний в секунду (20 Герц, низкий звук) до 20 000 колебаний в секунду (20 КГц, высокий звук).



Звук представляет собой звуковую волну с непрерывно меняющейся амплитудой и частотой. Чем больше амплитуда сигнала, тем он громче для человека, чем больше частота сигнала, тем выше тон.

# Примеры

**8 000 Гц** — телефон, достаточно для речи;

11 025 Гц; 16 000 Гц; **22 050 Гц** — радио; 32 000 Гц;

**44 100 Гц** — используется в Audio CD; **48 000 Гц** — DVD, DAT;

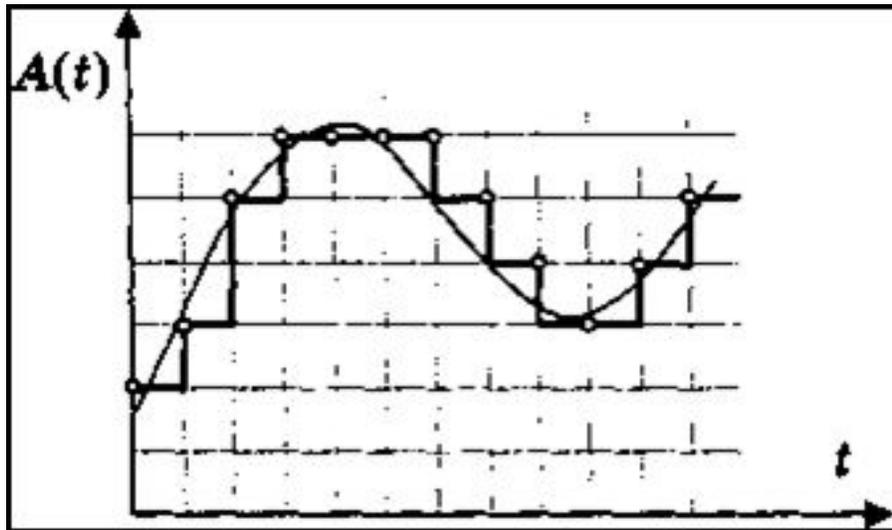
96 000 Гц — DVD-Audio (MLP 5.1); 192 000 Гц — DVD-Audio (MLP 2.0);

2 822 400 Гц — SACD, процесс однобитной дельта-сигма модуляции, известный как DSD — Direct Stream Digital, совместно разработан компаниями Sony и Philips;

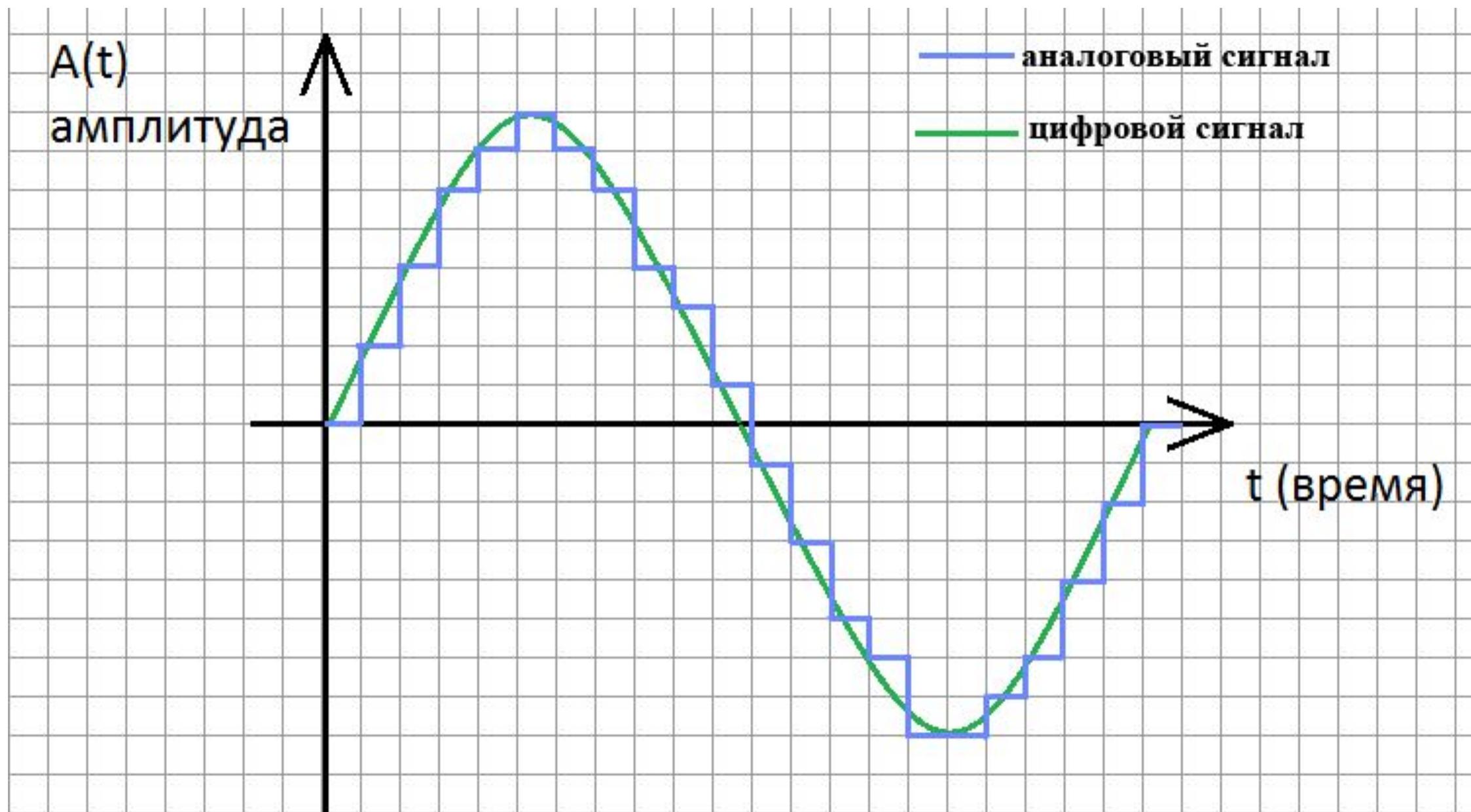
5,644,800 Гц — DSD с удвоенной частотой дискретизации, однобитный Direct Stream Digital с частотой дискретизации вдвое больше, чем у SACD. Используется в некоторых профессиональных устройствах записи DSD.

# Кодирование звука

В процессе кодирования непрерывного звукового сигнала производится его временная дискретизация. Непрерывная звуковая волна разбивается на отдельные маленькие временные участки, причем для каждого такого участка устанавливается определенная величина амплитуды.



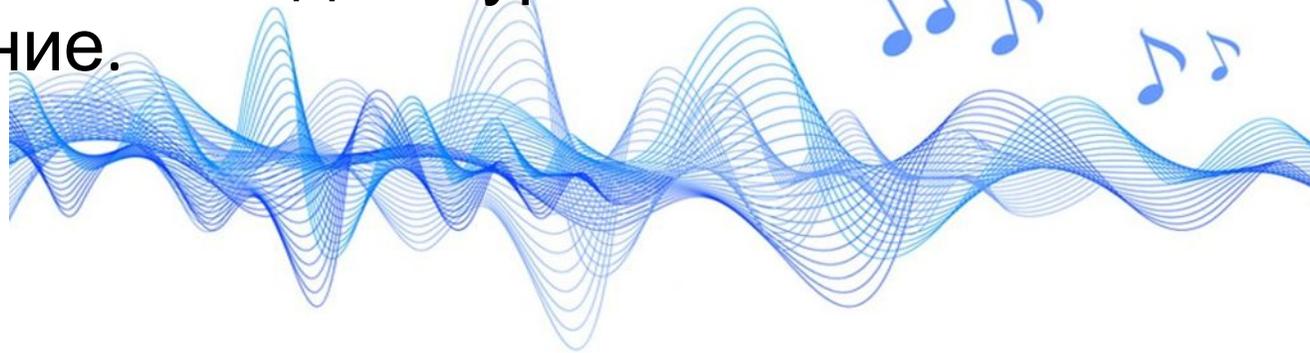
Т.о. при двоичном кодировании непрерывного звукового сигнала он заменяется последовательностью дискретных уровней сигнала.



# Кодирование звука

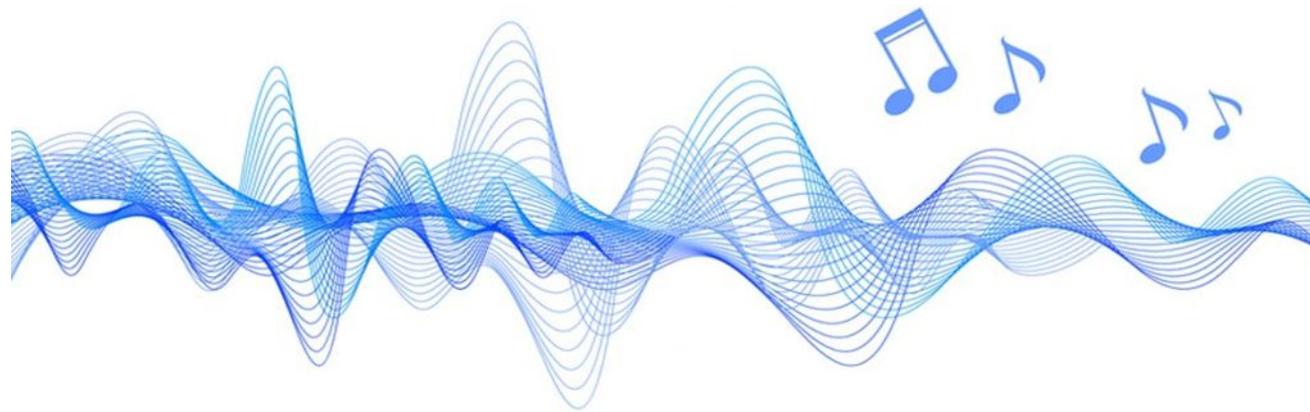
Каждой «ступеньке» присваивается значение уровня громкости звука, его код (1, 2, 3 и так далее).

Уровни громкости звука можно рассматривать как набор возможных состояний, соответственно, чем большее количество уровней громкости будет выделено в процессе кодирования, тем большее количество информации будет нести значение каждого уровня и тем более качественным будет звучание.



# Кодирование звука

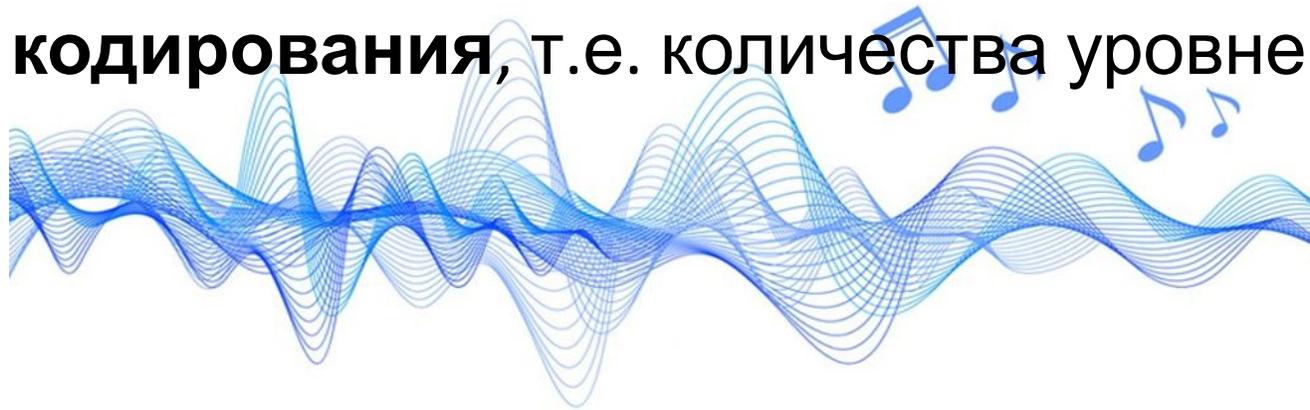
- Преобразование аналоговой формы представления звука в дискретную происходит в процессе аналогово-цифрового преобразования (АЦП).
- Преобразование дискретной формы представления звука в аналоговую происходит в процессе цифро-аналогового преобразования (ЦАП).



# Кодирование звука

Качество кодирования звуковой информации зависит от:

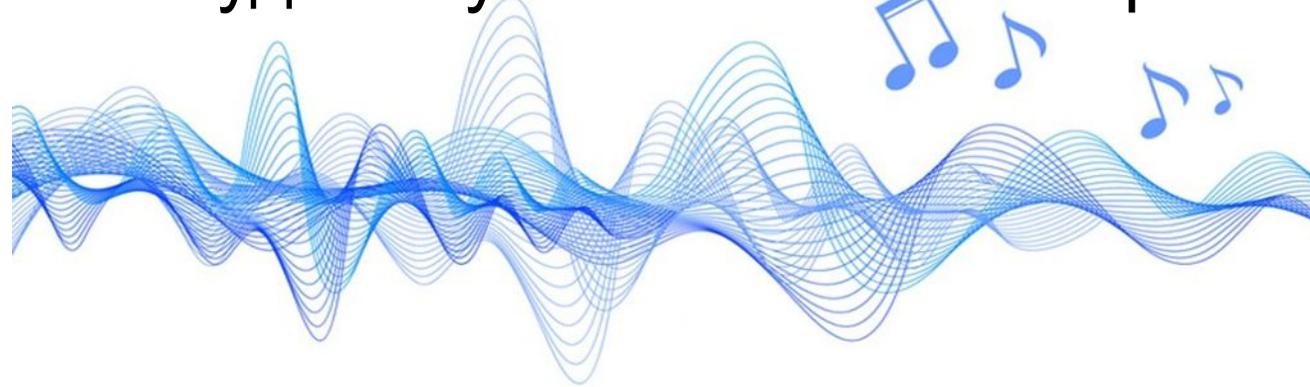
- 1) **частоты дискретизации**, т.е. количества измерений уровня сигнала в единицу времени. Чем большее количество измерений производится за 1 секунду (чем больше частота дискретизации), тем точнее процедура двоичного кодирования.
- 2) **глубины кодирования**, т.е. количества уровней сигнала.



# Кодирование звука

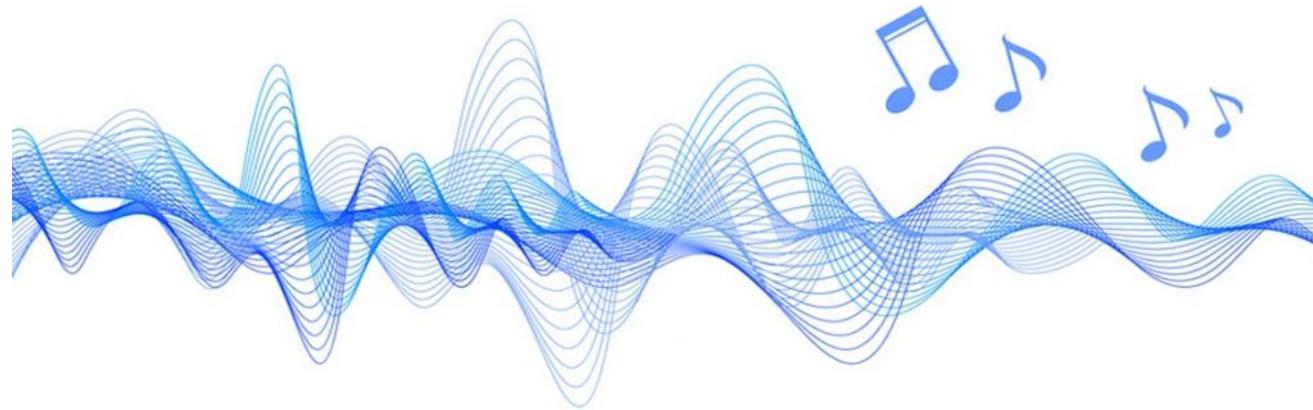
Современные звуковые карты обеспечивают 16-битную глубину кодирования звука. Количество различных уровней сигнала (состояний при данном кодировании) можно рассчитать по формуле:  $N = 2^i = 2^{16} = 65536$ , где  $i$  — глубина звука.

Таким образом, современные звуковые карты могут обеспечить кодирование 65536 уровней сигнала. Каждому значению амплитуды звукового сигнала присваивается 16-битный код.



# Кодирование звука

Количество измерений в секунду может лежать в диапазоне от 8000 до 48 000, то есть частота дискретизации аналогового звукового сигнала может принимать значения от 8 до 48 кГц. При частоте 8 кГц качество дискретизированного звукового сигнала соответствует качеству радиотрансляции, а при частоте 48 кГц — качеству звучания аудио-CD. Следует также учитывать, что возможны как моно-, так и стерео-режимы.



# ЗАДАЧА 1.

Можно оценить информационный объем стереоаудиофайла длительностью звучания 1 секунда при высоком качестве звука (16 битов, 48 кГц). Для этого количество битов, приходящихся на одну выборку, необходимо умножить на количество выборок в 1 секунду и умножить на 2 (стерео).

**Решение:**  $16 \text{ бит} \cdot 48\,000 \cdot 2 = 1\,536\,000 \text{ бит} = 192\,000 \text{ байт} = 187,5 \text{ Кбайт}.$

## ЗАДАЧА 2.

Оценить информационный объем цифрового стерео звукового файла длительностью звучания 1 минута при среднем качестве звука (16 битов, 24 кГц).

**Решение:**  $16 \text{ бит} \times 24\,000 \times 2 \times 60 = 46\,080\,000 \text{ бит} = 5\,760\,000 \text{ байт} = 5\,625 \text{ Кбайт} \approx 5,5 \text{ Мбайт}$