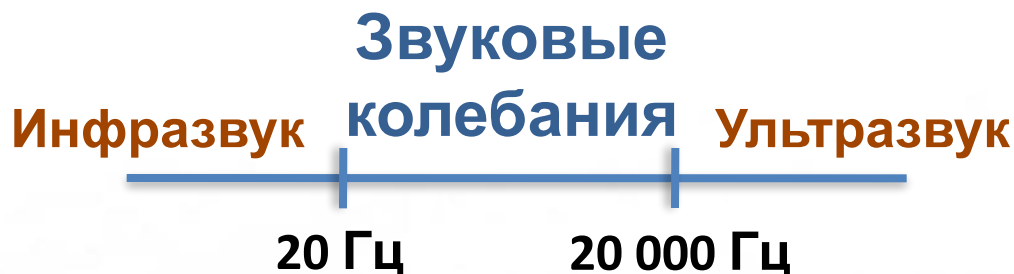


# **Кодирование звуковой информации**

# ЗВУКОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

**Звуковые колебания (волны)** – механические колебания, частота которых лежит в пределах от 20 до 20 000 Гц.



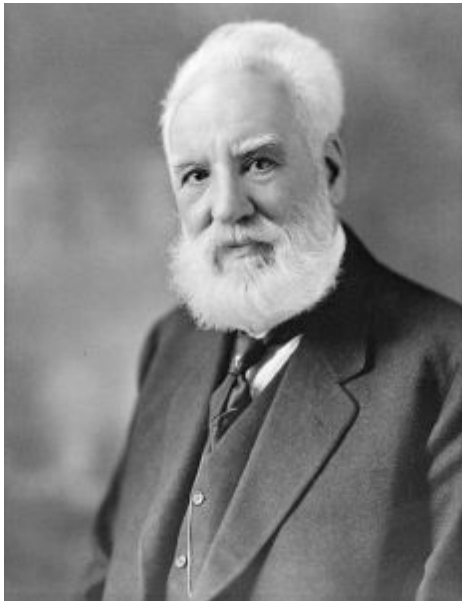
## Свойства:

- звук - продольная волна;
- распространяется в упругих средах (воздух, вода, различные металлы и т.д.);
- имеет конечную скорость.

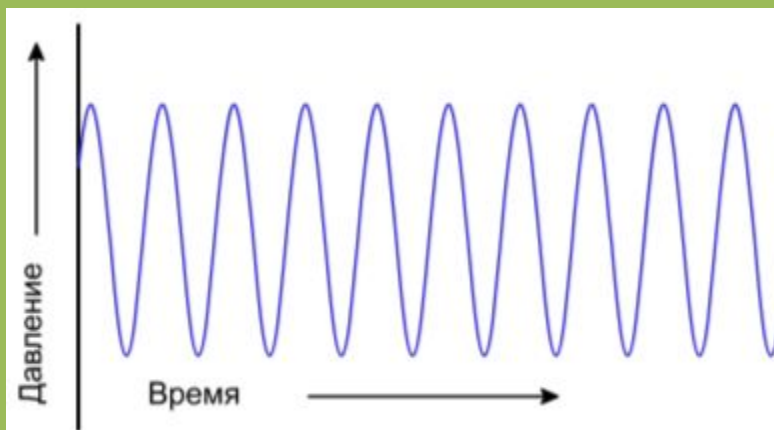
# ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА

Единица  
громкости звука -  
**децибел** (дБ)  
(десятая часть  
бела).

Названа в честь  
Александра Грэхема  
Белла, изобретателя  
телефона.



- **громкость звука** – зависит от амплитуды колебаний. Чем больше амплитуда колебаний, тем громче звук. [sound\\_high\\_low.swf](#)
- **высота звука** – определяется частотой колебаний воздуха. [sound\\_quiet\\_aloud.swf](#)
- **скорость звука** – скорость распространения волн в среде.
- **тембр звука** – окраска звука, зависящая от источника звука (скрипка, рояль, гитара и т.д.).



fourth.swf



third.swf

Зависимость громкости и высоты тона звука от  
интенсивности и частоты звуковой волны

# УРОВНИ ГРОМКОСТИ ЗВУКА ОТ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ



| Источник звука             | Уровень (дБ)      |
|----------------------------|-------------------|
| Спокойное дыхание          | Не воспринимается |
| Шёпот                      | 10                |
| Шелест листьев             | 17                |
| Перелистывание газет       | 20                |
| Обычный шум в доме         | 40                |
| Прибой на берегу           | 40                |
| Разговор средней громкости | 50                |
| Громкий разговор           | 70                |
| Работающий пылесос         | 80                |
| Поезд в метро              | 80                |
| Концерт рок-музыки         | 100               |
| Раскат грома               | 110               |
| Реактивный двигатель       | 110               |
| Выстрел из орудия          | 120               |
| Болевой порог              | 120               |

- 1. Звуковая информация**
- 2. Временная дискретизация звука**
- 3. Частота дискретизации**
- 4. Глубина кодирования звука**
- 5. Качество оцифрованного звука**
- 6. Звуковые редакторы**

# СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗВУКА

## Аналоговый

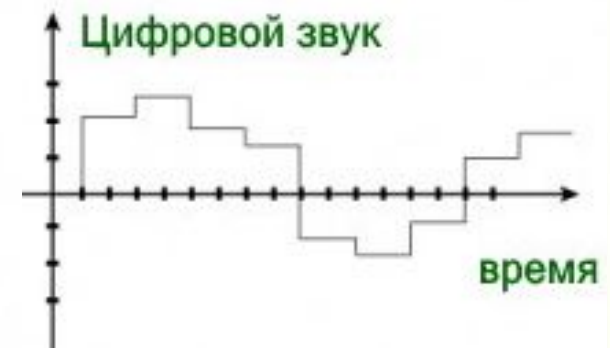
физическая величина принимает бесконечное множество значений, причем они изменяются непрерывно.



Виниловая пластинка  
(звуковая дорожка изменяет свою форму непрерывно)

## Дискретный

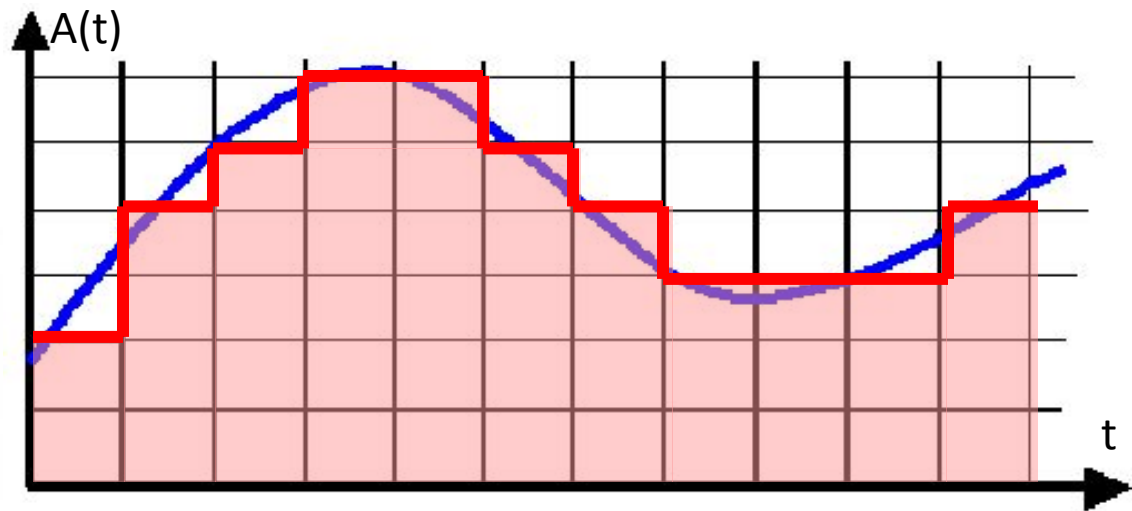
физическая величина принимает конечное множество значений, причем они изменяются скачкообразно.



Аудиокомпакт-диск (звуковая дорожка содержит участки с разной отражающей способностью)

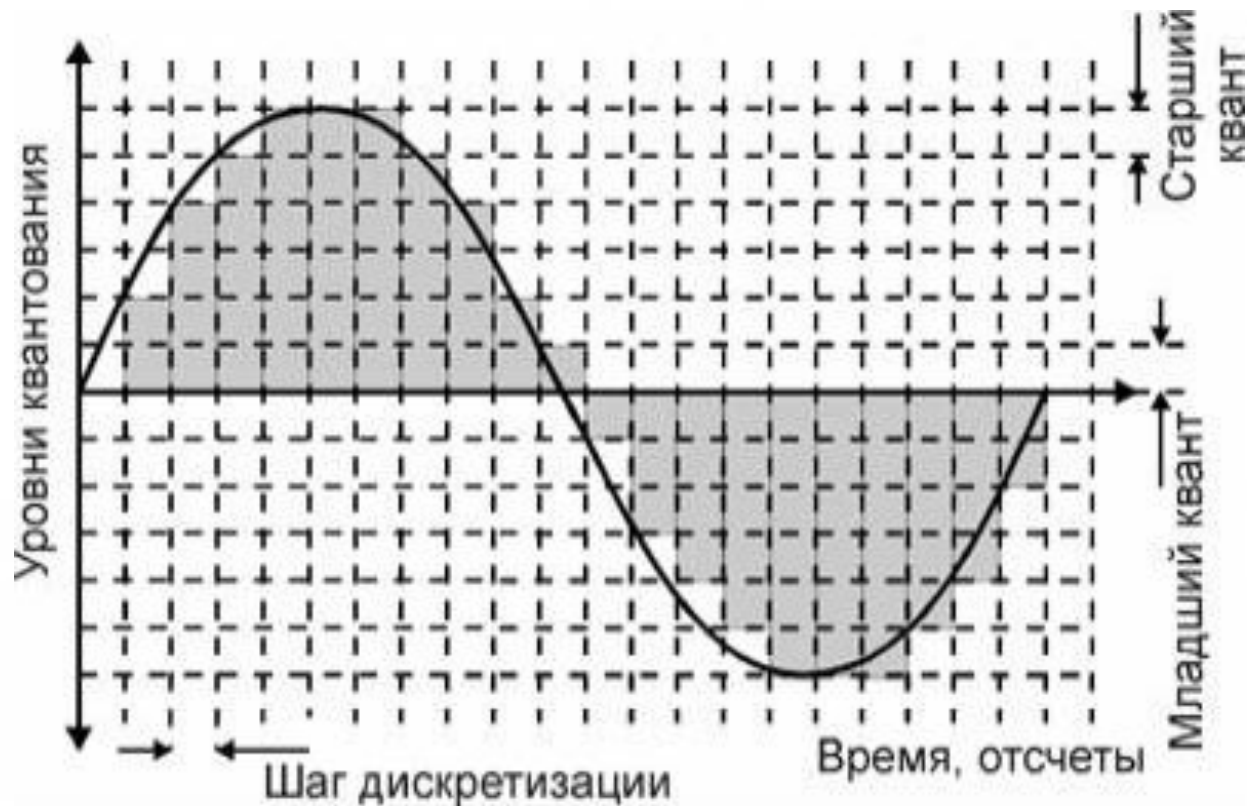
# ВРЕМЕННАЯ ДИСКРЕТИЗАЦИЯ ЗВУКА

**Временная дискретизация** – это разбиение непрерывной звуковой волны на отдельные маленькие временные участки, причем для каждого участка устанавливается определенная величина амплитуды.



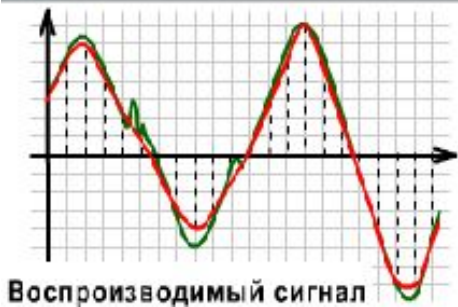
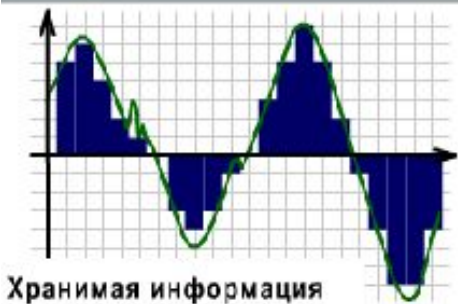


**КВАНТОВАНИЕ** - процесс замены реальных значений сигнала приближенными с определенной точностью.



**БИТРЭЙТ** (bitrate) - уровень квантования, объем информации в единицу времени (bits per second). То есть, какое количество информации о каждой секунде записи мы можем потратить. Измеряется в битах (bit).

# МЕТОД ИМПУЛЬСНОГО КОДИРОВАНИЯ (PCM Pulse Code Modulation)



Звуковая информация хранится в виде значений амплитуды, взятых в определенные моменты времени (т. е. измерения проводятся «импульсами»).

# ОЦИФРОВКА ЗВУКА

Для оцифровки звука используются специальные устройства: **аналого-цифровой преобразователь (АЦП)** и **цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП)**.



# ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦИФРОВАННОГО ЗВУКА

**ГЛУБИНА  
ДИСКРЕТИЗАЦИИ  
И ЗВУКА (I) –**  
это количество  
информации,  
которое  
необходимо  
для кодирования  
дискретных  
уровней  
громкости  
цифрового звука.

$$N = 2^i$$

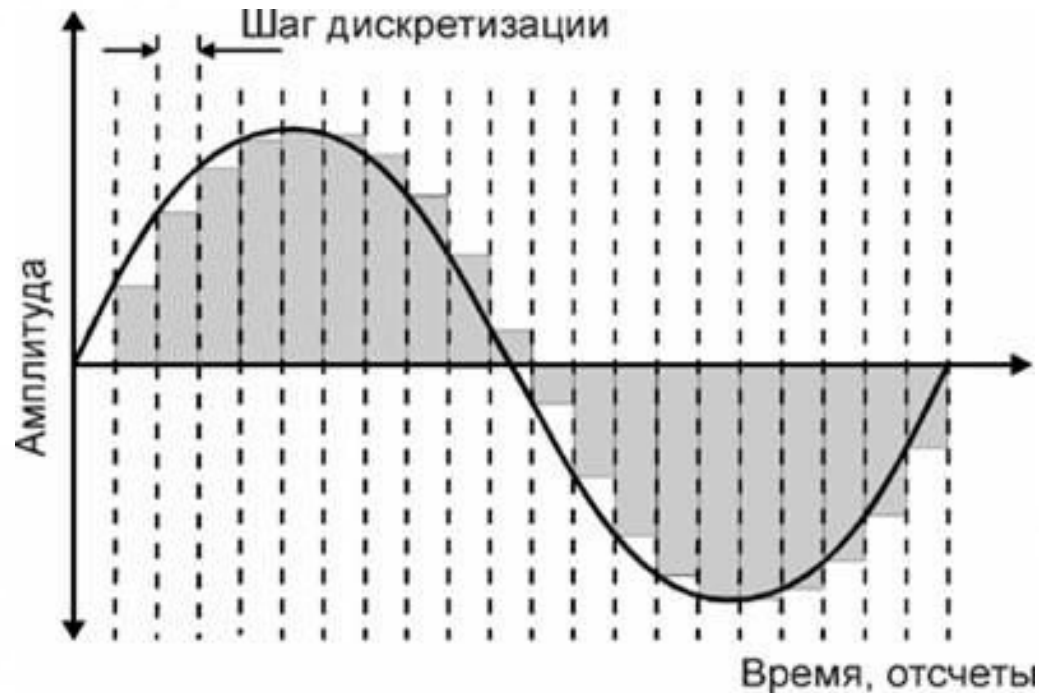
**N** – количество уровней громкости  
**I** – глубина кодирования

- Пусть глубина кодирования звука составляет 16 битов, тогда количество уровней громкости звука равно:

$$N = 2^I = 2^{16} = 65\,536$$

- В процессе кодирования каждому уровню громкости звука присваивается свой 16-битовый двоичный код, наименьшему уровню звука будет соответствовать код 0000000000000000, а наибольшему - 1111111111111111.

# ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦИФРОВАННОГО ЗВУКА



## ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ ЗВУКА –

это количество  
измерений  
громкости звука  
за одну секунду.

$$1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$$

$$1 \text{ кГц} = 1000 /\text{с}$$

**Сэмплрейт** (samplerate) - частота дискретизации (или частота сэмплирования) - частота взятия отсчетов непрерывного во времени сигнала при его дискретизации (в частности, аналого-цифровым преобразователем - АЦП)

sound\_frequency.swf

# КАЧЕСТВО ОЦИФРОВАННОГО ЗВУКА

| Параметр          | Глубина кодирования | Частота дискретизации |
|-------------------|---------------------|-----------------------|
| Телефонная связь  | 8 бит               | до 8 кГц              |
| Среднее качество  | 8 бит или 16 бит    | 8-48 кГц              |
| Звучание CD-диска | 16 бит              | до 48 кГц             |

**!** Чем выше качество цифрового звука, тем больше информационный объем звукового файла.

# ОБЪЕМ АУДИОФАЙЛА

$$V = I * M * t * k$$

**V** - объем звукового файла,

**I** - глубина кодирования звука,

**M** - частота дискретизации звука,

**t** - длительность звучания файла,

**k** - количество каналов звучания

(режим моно  $k=1$ , стерео  $k=2$ )

**Пример.** Оцените информационный объем высококачественного стереоаудиофайла длительностью звучания 1 минута, если "глубина" кодирования 16 бит, а частота дискретизации 48 кГц.

Информационный объем звукового файла длительностью в 1 секунду равен:

$$16 \text{ бит} * 48\,000 * 2 = 1\,536\,000 \text{ бит} = 187,5 \text{ Кбайт}$$

Это значит, что **битрейт** или скорость воспроизведения должна быть равна 187,5 килобайт в секунду.

Информационный объем звукового файла длительностью 1 минута равен:

$$187,5 \text{ Кбайт/с} * 60 \text{ с} = 11 \text{ Мбайт}$$



# РЕДАКТИРОВАНИЕ ЗВУКА

**Редактирование звука** - это любое это преобразование.

- Очистка от шумов
- Разделение стерео-записи на два различных файла:
- Микширование звука
- Наложение эффектов

# ЗВУКОВЫЕ РЕДАКТОРЫ

- Звуковые редакторы позволяют изменять качество цифрового звука и объем звукового файла путем изменения частоты дискретизации и глубины кодирования.
- Оцифрованный звук можно сохранять без сжатия в звуковых файлах в универсальном формате WAV или в формате со сжатием MP3.
- При сохранении звука в форматах со сжатием отбрасываются "избыточные" для человеческого восприятия звуковые частоты с малой интенсивностью, совпадающие по времени со звуковыми частотами с большой интенсивностью. Применение такого формата позволяет сжимать звуковые файлы в десятки раз, однако приводит к необратимой потере информации (файлы не могут быть восстановлены в первоначальном виде).

# ФОРМАТЫ ЗВУКОВЫХ ФАЙЛОВ

**WAVE (.wav)** - наиболее широко распространенный формат. Используется в ОС Windows для хранения звуковых файлов.

**MPEG-3 (.mp3)** - наиболее популярный на сегодняшний день формат звуковых файлов.

**MIDI (.mid)** - содержат не сам звук, а только команды для воспроизведения звука. Звук синтезируется с помощью FM- или WT-синтеза.

**Real Audio (.ra, .ram)** - разработан для воспроизведения звука в Internet в режиме реального времени.

**MOD (.mod)** - музыкальный формат, в нем хранятся образцы оцифрованного звука, которые можно затем использовать как шаблоны для индивидуальных нот.