



# Двоичное кодирование звуковой информации

10 класс  
гимназия 22  
город Майкоп

# Звук – это волновые колебания в упругой среде.

## Частота

Измеряется в Гц.

$1 \text{ Гц} = 1 \text{ колебание/сек}$

Человек воспринимает звуки в диапазоне от 16 Гц до 20 кГц

## Амплитуда (сила звука, звуковое давление)

Измеряется в Па (Паскалях).

Воспринимаемая человеком громкость звука от 20 мкПа (едва различимый звук) до 200 Па (болевого порог).

# Логарифмическая шкала децибелов.

## Амплитуда

Из-за широкого диапазона амплитуд чаще используется логарифмическая шкала децибелов (дБ):

$$L = 20 \cdot \lg \left( \frac{P_{зв}}{P_{пч}} \right)$$

$L$ (дБ) – уровень звука;  
 $P_{пч}$  - порог чувствительности ( $2 \cdot 10^{-5}$  Па)  
 $P_{зв}$  - звуковое давление измеряемого звука

Тогда весь диапазон слышимости 0 – 140 дБ.

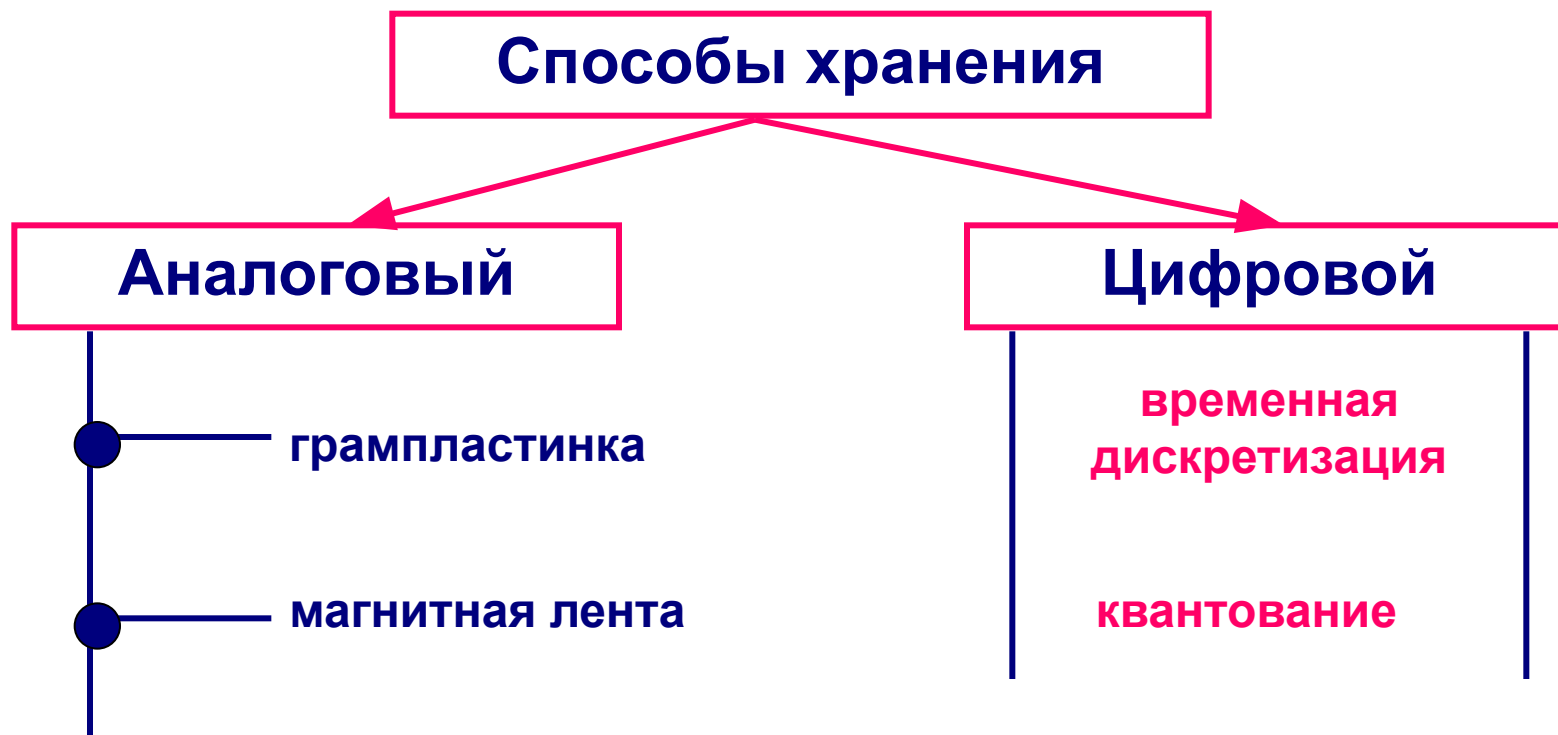
Человек способен уловить различие в громкости, если звуки отличаются более, чем на 10%, т.е. на 1 дБ – это используется в алгоритмах сжатия звука для удаления маловажной информации.

# Некоторые значения уровней шума

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| Порог слышимости                                     | 0 дБ       |
| Шорох листьев, шум слабого ветра                     | 10-20 дБ   |
| Шепот (на задней парте)                              | 20-30 дБ   |
| Разговор средней громкости<br>(в кабинете директора) | 50-60 дБ   |
| Автомагистраль с интенсивным движением               | 80-90 дБ   |
| Авиадвигатели                                        | 120-130 дБ |
| Болевой порог                                        | 140 дБ     |

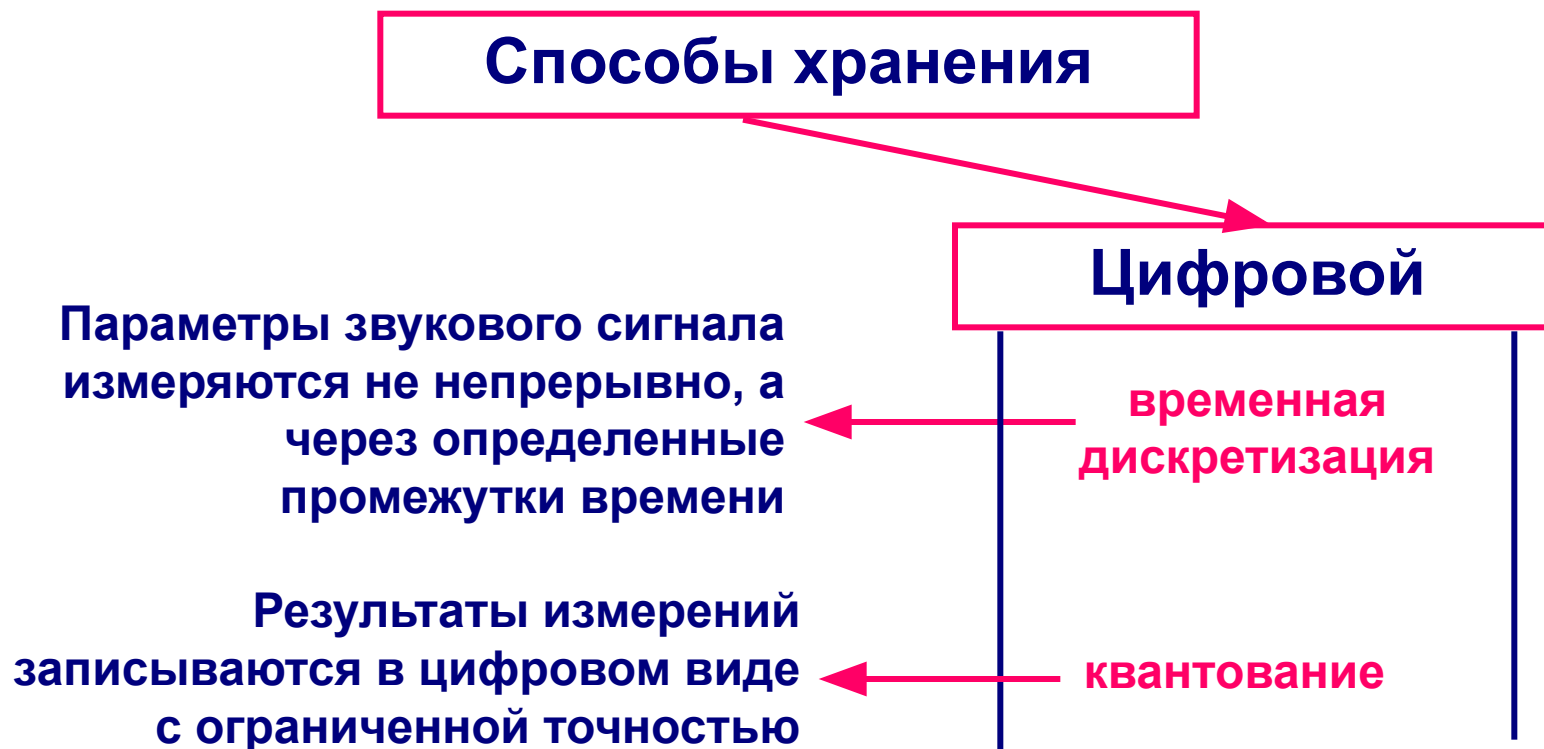
# Способы хранения звука

**Звукозапись** – процесс сохранения информации о параметрах звуковых волн

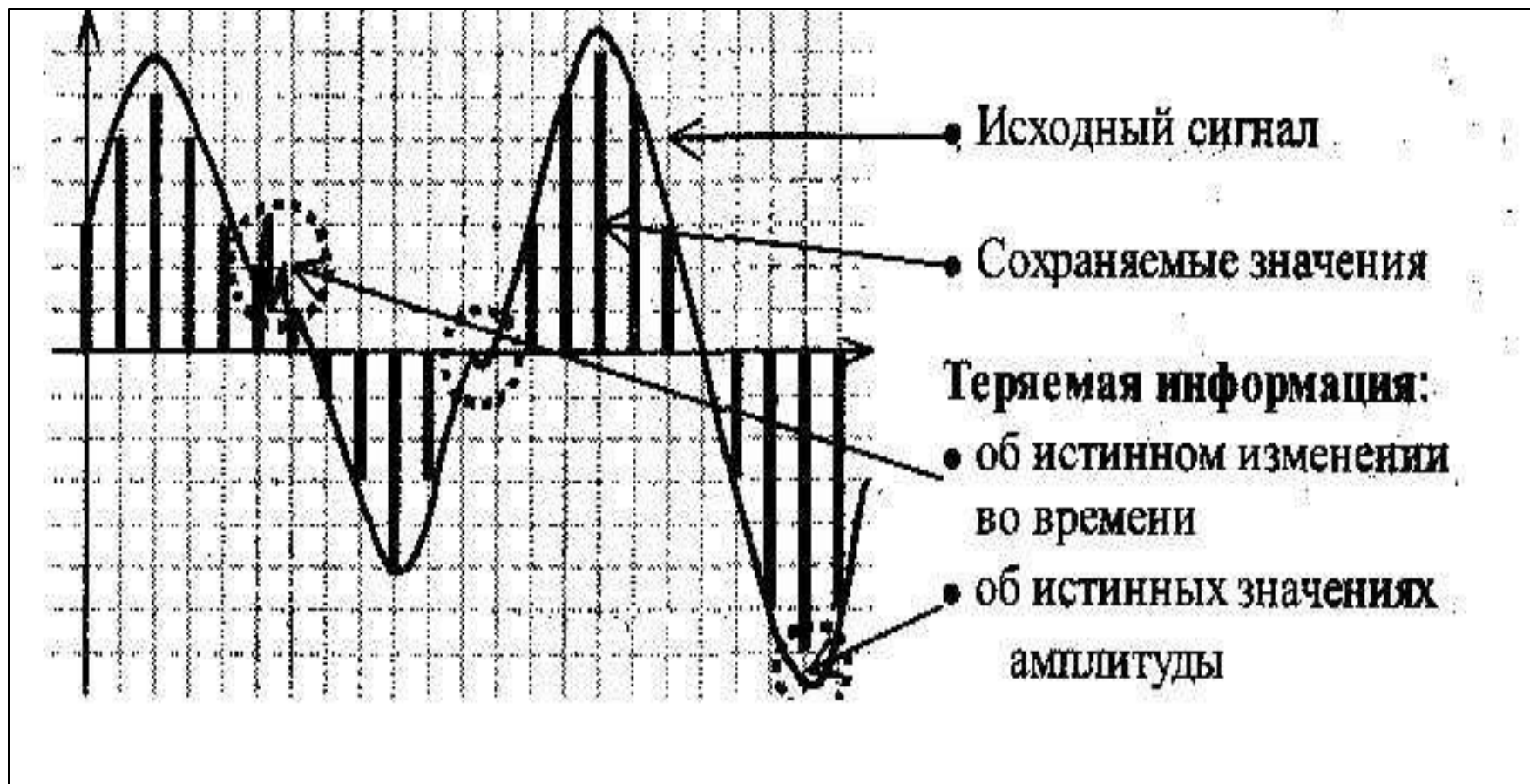


# Способы хранения звука

**Звукозапись** – процесс сохранения информации о параметрах звуковых волн

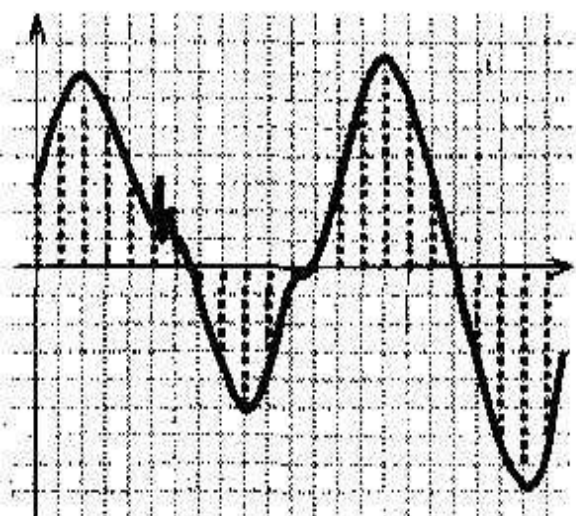


# Искажение информации при оцифровке

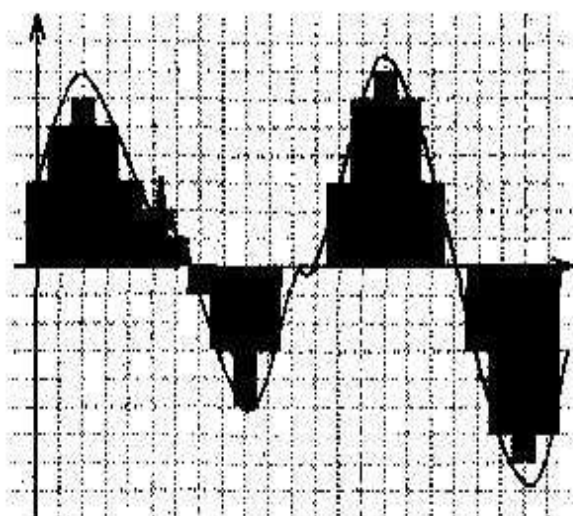


# Импульсно-кодовая модуляция (PCM)

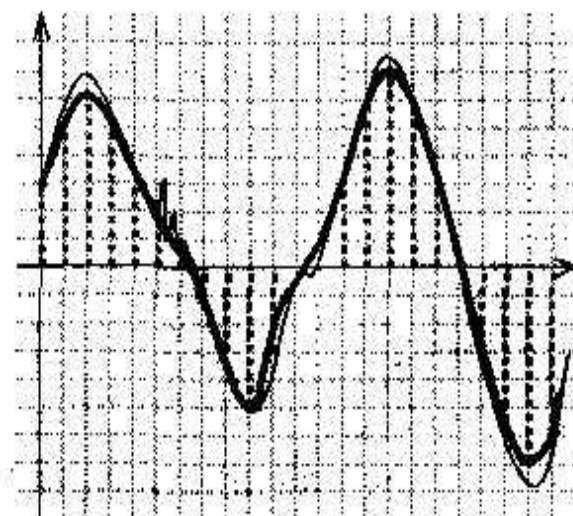
Звук хранится в виде значений амплитуды, взятых в определенные моменты времени, т.е. измерение производится «импульсами»



Исходный сигнал



Хранимая информация



Воспроизводимый сигнал

- При записи звука в компьютер амплитуда измеряется через равные промежутки времени с высокой частотой.
- При восстановлении звука сохраненные значения используются для восстановления непрерывной формы выходного сигнала.

# Оцифровка звука.

- Процесс получения цифровой формы звука называется **оцифровкой**.
- Устройство, выполняющее оцифровку звука называется **АЦП** - аналого-цифровой преобразователь (ADC);
- Устройство, выполняющее обратное преобразование – **ЦАП** – цифро-аналоговый преобразователь (DAC);



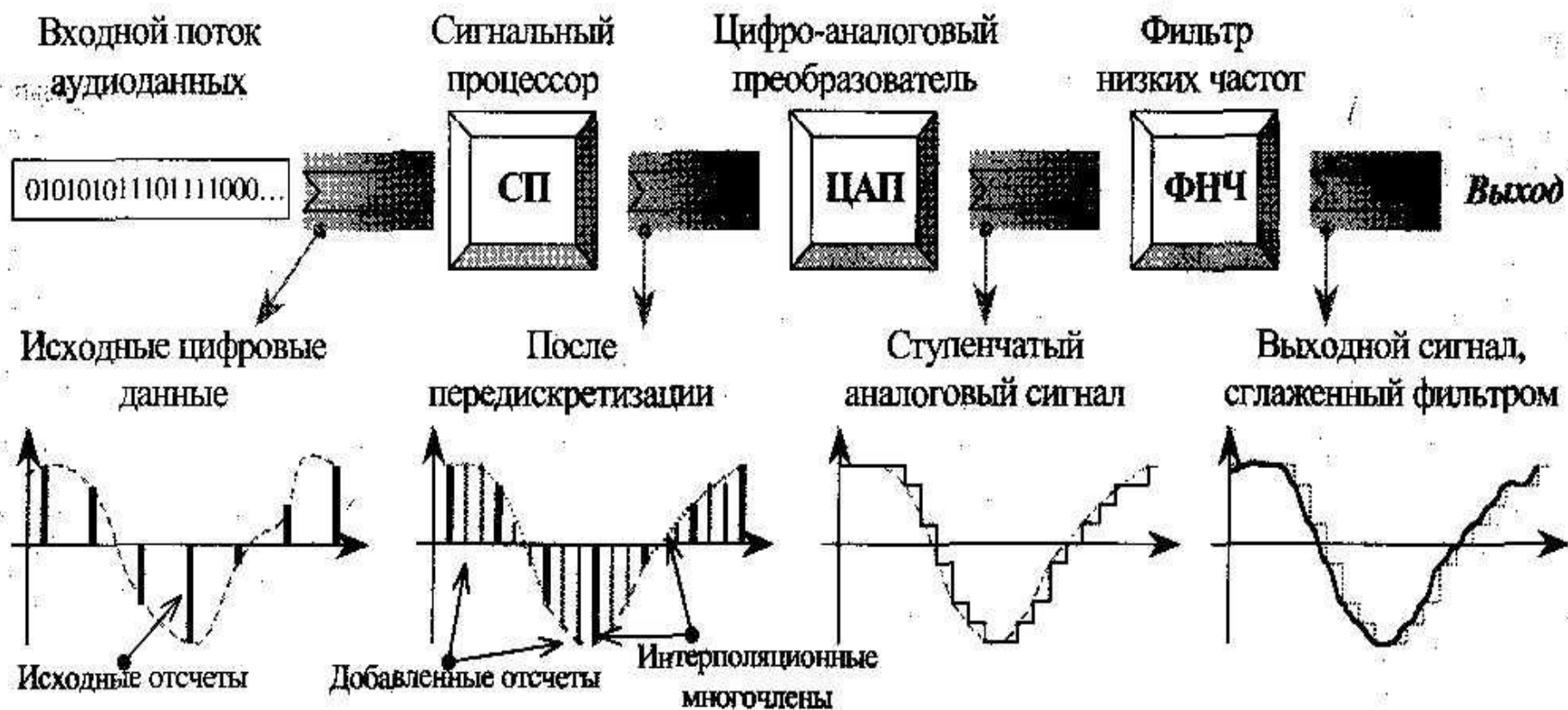
# Звуковая карта

## Состав:

- АЦП;
- ЦАП;
- **сигнальный процессор** (DSP)- специальная микросхема для обработки оцифрованного звука, выполняющий значительную часть рутинных расчетов при обработке звука:
  - смешение звуков;
  - наложение спецэффектов;
  - расчет формы выходного сигнала;
- микросхема с набором «**смплов**»-образцов звуков для синтеза звуковых файлов формата MIDI



# Принципы компьютерного воспроизведения звука



# Параметры оцифровки звука

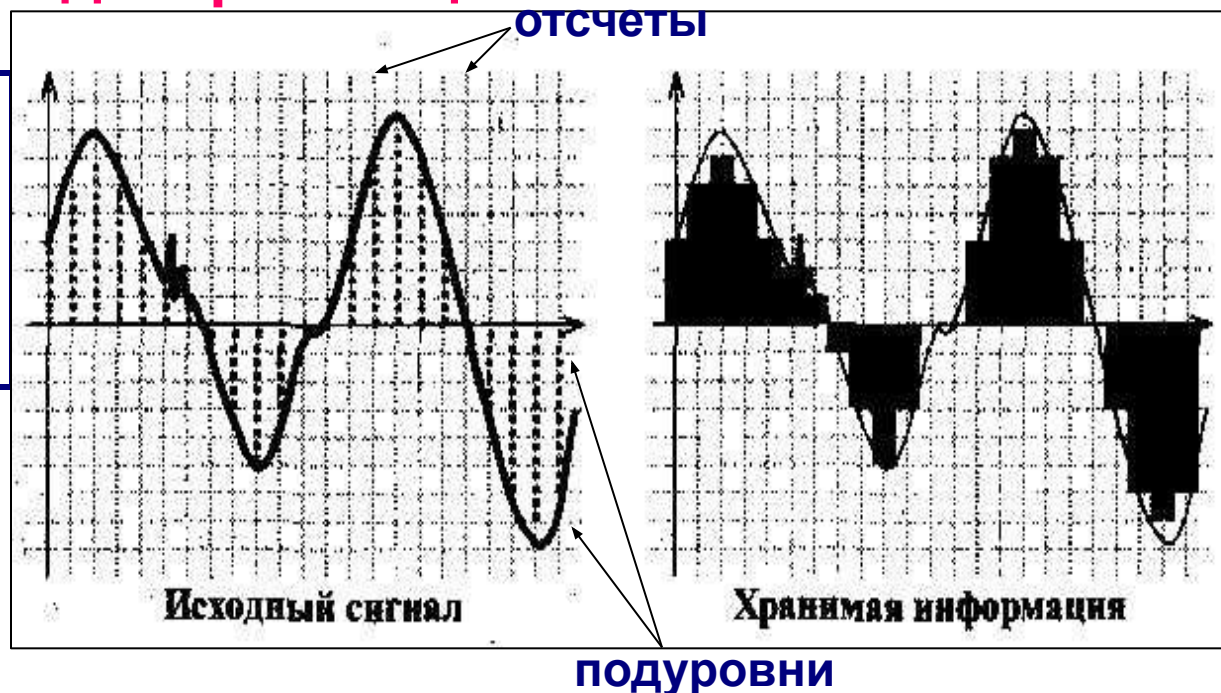
Частота, с которой производят измерение сигнала, называется **частотой дискретизации**

8-11 кГц – автоответчик,  
сотовый телефон;

22,05 кГц – радио;

44,1 кГц - AudioCD

При квантовании диапазон значений амплитуды разбивается на подуровни и сохраняется номер подуровня, в который попадает значение.



Количество бит, используемых для записи номера поддиапазона (одного отсчета) называется **глубиной кодирования**.

8 бит – автоответчик, сотовый телефон;

16 бит – AudioCD, звуковая карта среднего качества

# Размер звукового файла форматов \*.cda, \*.wav

$$I(\text{бит}) = f(\text{Гц}) * R(\text{бит}) * N(\text{каналов}) * t(\text{сек})$$

$f$  – частота дискретизации (Гц);

$R$  – глубина кодирования (разрядность звуковой карты);

$N$  – количество каналов (1 – моно, 2 – стерео);

$t$  – время звучания в сек.

Увеличивая частоту дискретизации и глубину кодирования, можно более точно сохранить (и впоследствии восстановить) форму звукового сигнала, но при этом увеличивается объем сохраненных данных

# Форматы звуковых файлов

- **MIDI** – запись музыкальных произведений в виде команд синтезатору, компактны, голос человека не воспроизводят, (соответствуют векторному представлению в графике)
- **WAV** — универсальный звуковой формат, в нем хранится полная информация об оцифрованном звуке (соответствует формату bmp в графике). Занимает очень большой объем памяти (15 Мбайт на 1 минуту звучания).
- **MP3** — формат сжатия аудиоинформации с регулируемой потерей информации, позволяет сжимать файлы в несколько раз в зависимости от заданного **битрейта** (в среднем в 11 раз). Даже при самом высоком битрейте – 320 кбит/сек – обеспечивает 4-кратное сжатие по сравнению с компакт-дисками.
- **АРЕ** — формат сжатия аудиоинформации без потери информации (а следовательно – качества) , коэффициент сжатия около 2.

# Опорные термины по теме «Двоичное кодирование звука»



# Кодирование звуковой информации

1

- характеристики звуковой волны;
- логарифмическая шкала децибелов;
- микрофон, динамики, колонки
- АЦП
- ЦАП
- звуковая карта
- импульсно-кодовая модуляция

1

- оцифровка звука и воспроизведение оцифрованного звука
- частота дискретизации
- квантование
- разрядность регистра
- моно/ стерео
- потеря информации
- объем звукового файла

# Кодирование звуковой информации

3

- форматы звуковых файлов

- WAV

- MID

- CDA

- MP3

- битрейт

4

- форматы видеофайлов  
(сжатие по алгоритмам *MPEG*)

- MPEG-2

- MPEG-4

- divX, Xvid

- AVI