

# Двоичное кодирование звуковой информации

## Временная дискретизация звука.

**Звук представляет собой звуковую волну с непрерывно меняющейся амплитудой и частотой.**

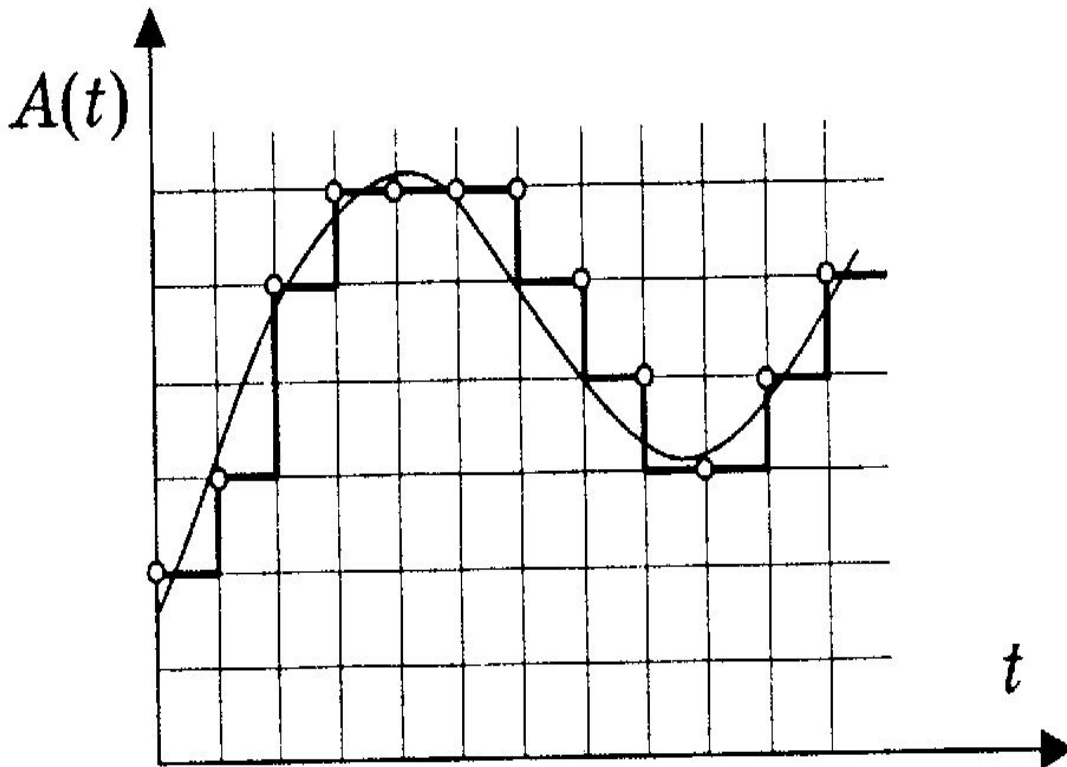
Чем больше амплитуда сигнала, тем он громче для человека, чем больше частота сигнала, тем выше тон.

Для того чтобы компьютер мог обрабатывать звук, непрерывный звуковой сигнал должен быть превращен в последовательность электрических импульсов (двоичных нулей и единиц).

**В процессе кодирования непрерывного (аналогового) звукового сигнала производится его временная дискретизация.**

**Непрерывная звуковая волна разбивается на отдельные маленькие временные участки.**

**Для каждого участка устанавливается определенная**



**Непрерывная зависимость амплитуды сигнала от времени  $A(t)$  заменяется на дискретную последовательность уровней громкости.**

**На графике это выглядит как замена гладкой кривой на последовательность «ступенек»**

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

**Уровни громкости звука - набор возможных состояний.**

**Чем большее количество уровней громкости будет выделено в процессе кодирования, тем большее количество информации несет значение каждого уровня и тем более качественным будет звучание.**

**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.**

# Частота дискретизации

При двоичном кодировании непрерывного звукового сигнала он заменяется последовательностью дискретных уровней сигнала.

Качество кодирования зависит от количества измерений уровня сигнала в единицу времени, то есть частоты дискретизации.

Чем большее количество измерений производится за 1 секунду (чем больше частота дискретизации), тем точнее процедура двоичного кодирования.

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.

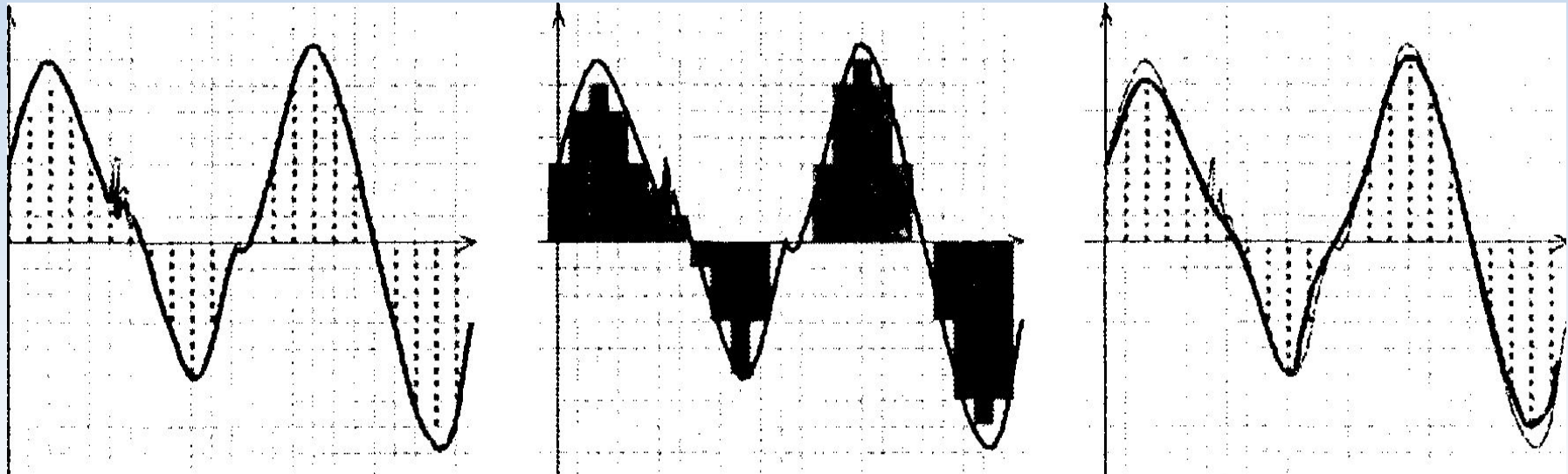
При частоте **8 кГц** качество дискретизированного звукового сигнала соответствует **качеству радиотрансляции.**

При частоте **48 кГц** — **качеству звучания аудио-CD.**

Также возможны моно- (1 канал), и стерео- (2 канала) режимы.

**Импульсно-кодовая модуляция (англ. *Pulse Code Modulation*, PCM) заключается в том, что звуковая информация хранится в виде значений амплитуды, взятых в определенные моменты времени (т. е. измерения проводятся «импульсами»).** При записи звука в компьютер амплитуда измеряется через равные интервалы времени с некоторой достаточно большой частотой.

При воспроизведении звука компьютер использует сохраненные значения для того, чтобы восстановить непрерывную форму выходного сигнала.



**Исходный сигнал**

**Хранимая информация**

**Воспроизводимый сигнал**

Процесс получения цифровой формы звука называют *оцифровкой*.

Устройство, выполняющее оцифровку звука, называется *аналого-цифровым преобразователем (АЦП)*.

Устройство, выполняющее обратное преобразование, из цифровой формы в аналоговую, называется *цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП)*.

В современных компьютерах основная обработка звука выполняется *звуковыми картами*.

Помимо АЦП и ЦАП звуковые карты содержат *сигнальный процессор* — специализированный микрокомпьютер для обработки оцифрованного звука, выполняющий значительную часть рутинных расчетов при обработке звуков (смещение звуков, наложение спецэффектов, расчет формы выходного сигнала и т. п.; центральный процессор не тратит время на выполнение этих работ).

**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 – два канала):**

$$\begin{aligned} 16 \text{ бит} \cdot 48\,000 \cdot 2 &= 1\,536\,000 \text{ бит} = \\ &= 192\,000 \text{ байт} = 187,5 \text{ Кбайт.} \end{aligned}$$



## ЗАДАЧИ

**1. Оцените информационный объем моноаудиофайла длительностью звучания 1 мин, если «глубина» кодирования и частота дискретизации звукового сигнала равны соответственно:**

- а) 16 бит и 8 кГц;**
- б) 16 бит и 24 кГц.**

**2. Определите качество звука (качество радиотрансляции, среднее качество, качество аудио-CD), если известно, что объем моноаудиофайла длительностью звучания в 10 сек. равен:**

- а) 940 Кбайт;**
- б) 157 Кбайт.**

**3. Рассчитайте время звучания моноаудиофайла, если при 16-битном кодировании и частоте дискретизации 32 кГц его объем равен:**

- а) 700 Кбайт;**
- б) 6300 Кбайт.**

**4. Аналоговый звуковой сигнал был дискретизирован сначала с использованием 256 уровней интенсивности сигнала (качество звучания радиотрансляции), а затем с использованием 65536 уровней интенсивности сигнала (качество звучания аудио-CD). Во сколько раз различаются информационные объемы оцифрованного звука?**