

Двоичное кодирование звуковой информации

Временная дискретизация звука.

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

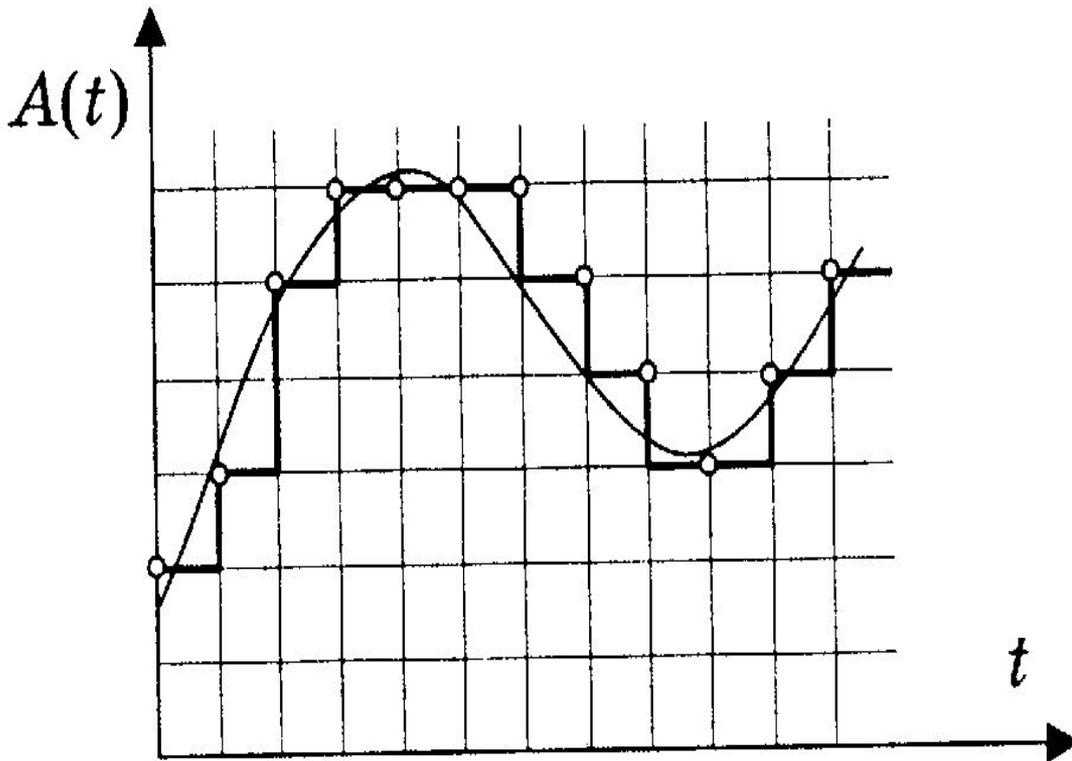
Чем больше амплитуда сигнала, тем он громче для человека, чем больше частота сигнала, тем выше тон.

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.

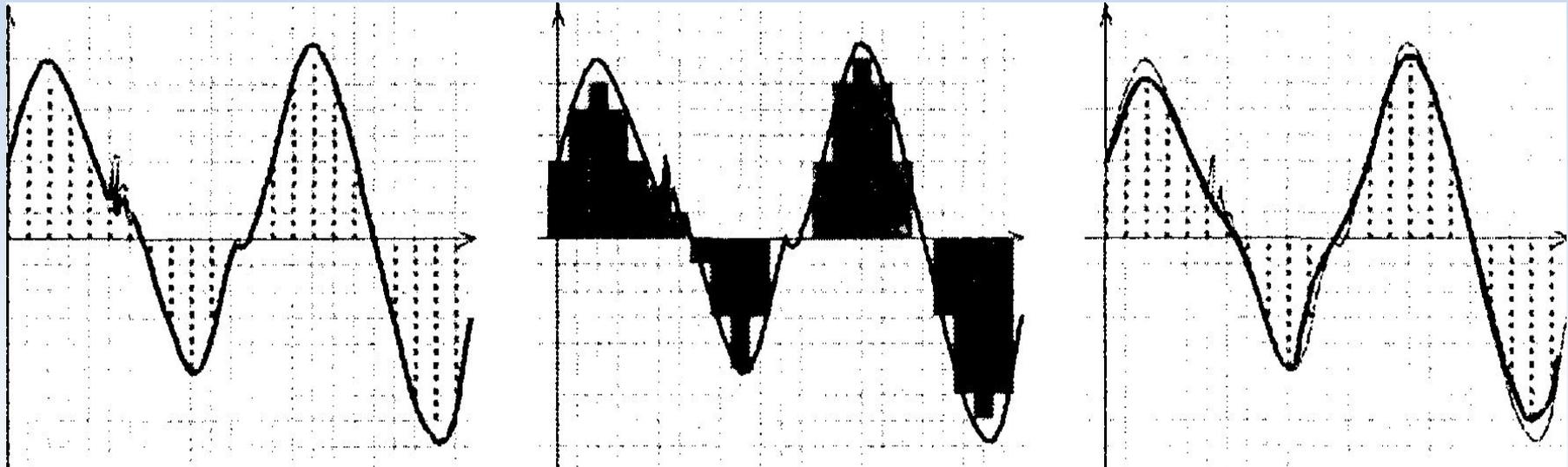
При частоте **8 кГц** качество дискретизированного звукового сигнала соответствует **качеству радиотрансляции.**

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?