

Кодирование звуковой информации.

Звуковой волной (звуком) - принято называть упругие волны, распространяющиеся в какой-либо упругой среде и создающие в ней механические колебания.

Характеристики звука:

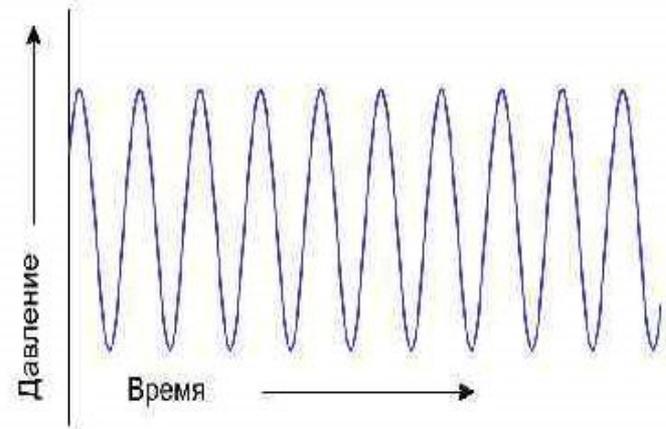
- частота;
- амплитуда.

Частота звука – это физическая величина численно равная отношению числа полных колебаний ко времени, за которое эти колебания были совершены.
Чем больше частота колебаний, тем выше тон звука.

Частота звука измеряется в *герцах (Гц, Hz)*.



Низкая частота

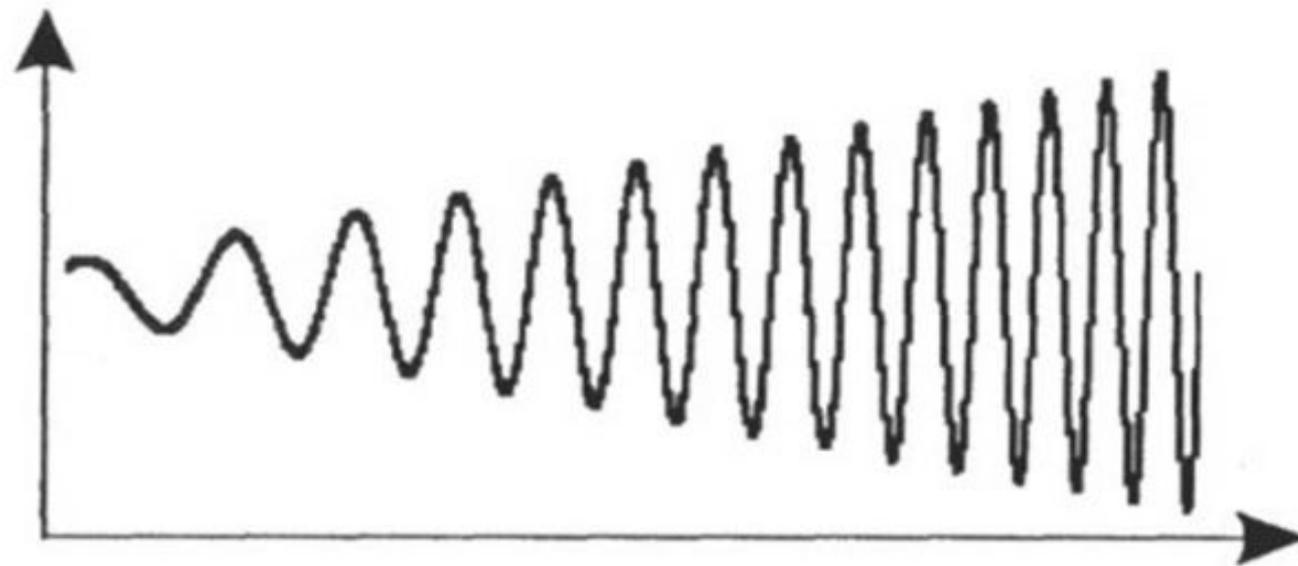


Высокая частота

Амплитуда (громкость, сила звука, звуковое давление) – это сила колебаний или уровень звукового давления.

Чем больше амплитуда звуковой волны, тем громче звук.

Амплитуда измеряется в децибелах (дБ, dB)



Низкий звук

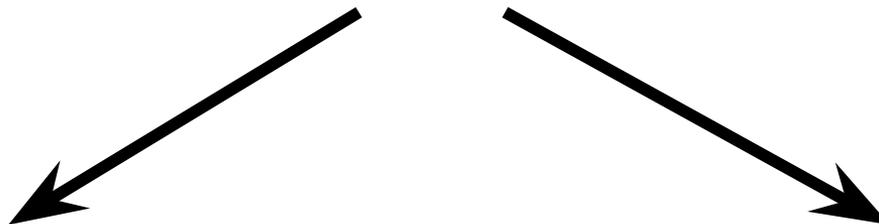
Высокий звук

Частота звука, слышимого человеком, лежит в пределах от **16 Гц** до **16 - 20 кГц**. Упругие волны с частотой **ниже** слышимого диапазона называют **инфразвуком** (в т. ч. сотрясение), с **более высокой** частотой – **ультразвуком**, а самые высокочастотные упругие волны – **гиперзвуком**.

Некоторые значения уровней звука

Едва слышимый звук (порог слышимости)	0 дБ
Шелест листьев при слабом ветре	10-20 дБ
Обычный шепот (около уха)	20-30 дБ
Шумовой фон в городе ночью	40 дБ
Речь средней громкости	50-60 дБ
Шум пишущей машинки	70 дБ
Автомагистраль с интенсивным движением	80-90 дБ
Авиадвигатели	110-120 дБ
Болевой порог	130-140 дБ

ЗВУК



Аналоговый

принимает бесконечное множество значений из некоторого диапазона



Дискретный

принимает конечное число значений

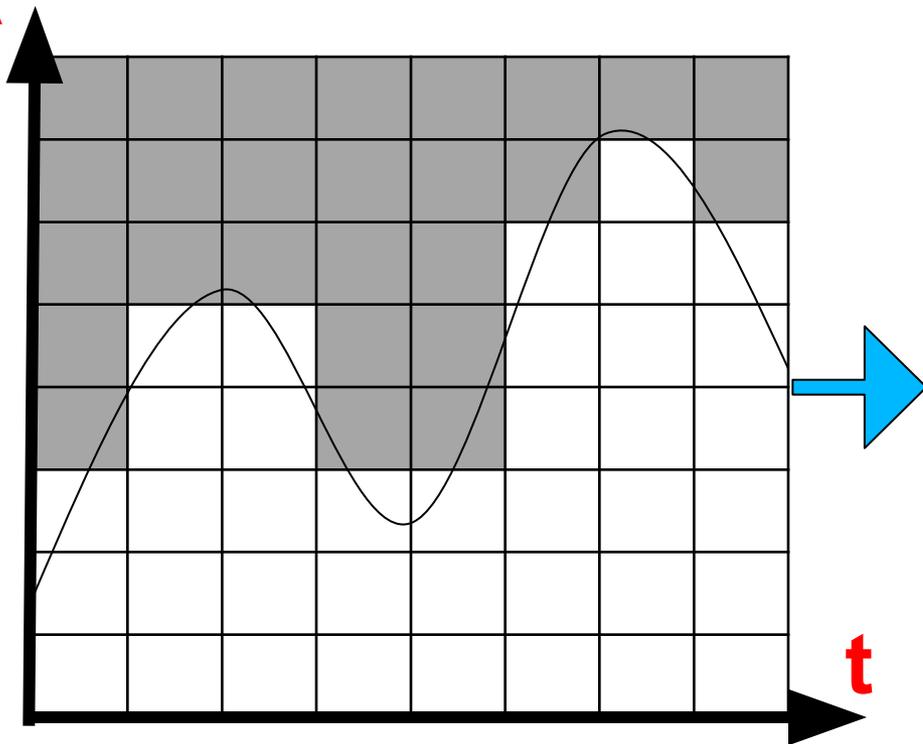


Временная дискретизация

Для того чтобы компьютер мог обрабатывать звук, аналоговый звуковой сигнал должен быть преобразован в цифровую дискретную форму с помощью **временной дискретизации**.

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

A



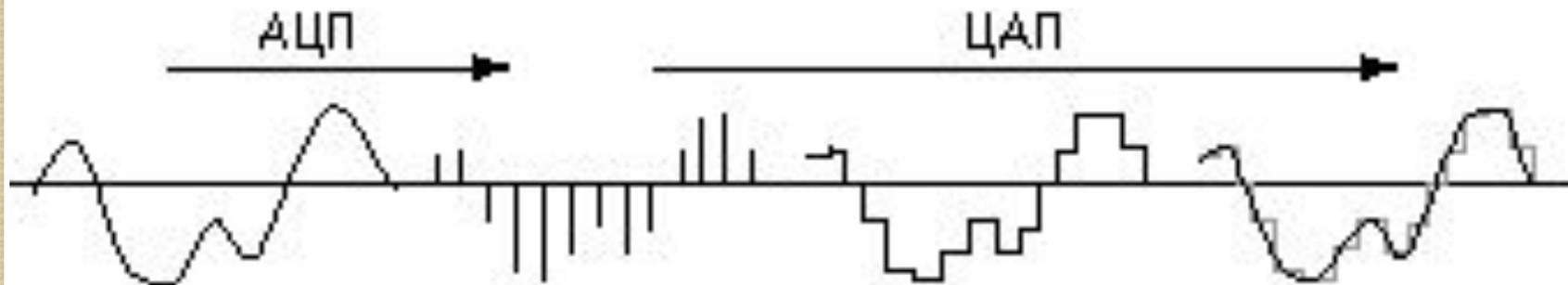
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

Оцифровка звука

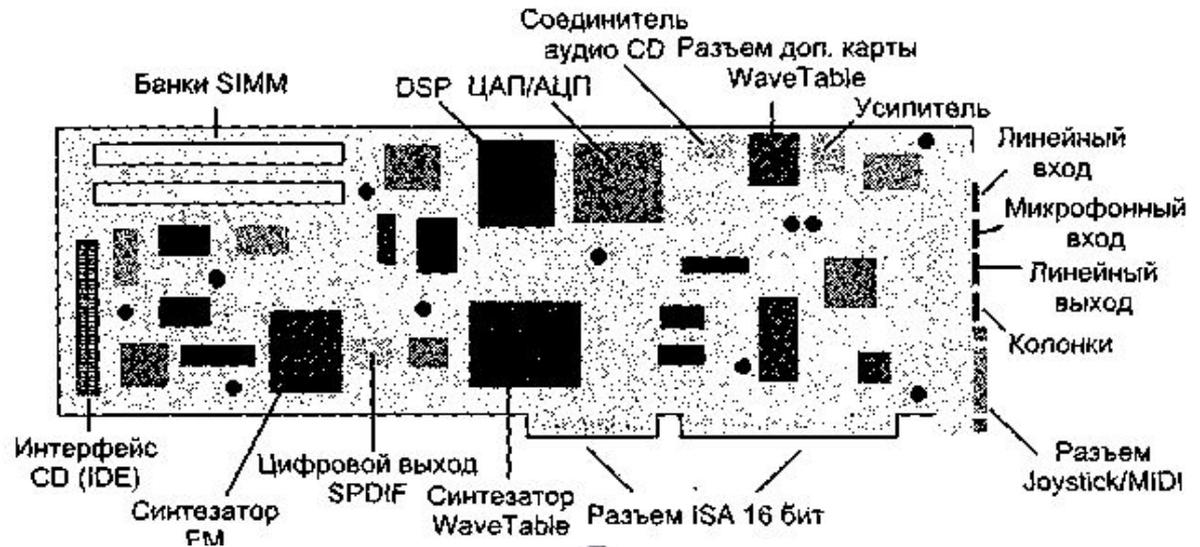
Процесс получения цифровой формы звука называется **оцифровкой**.

Устройство, выполняющее оцифровку звука называется **АЦП - аналого-цифровой преобразователь (ADC)**;

Устройство, выполняющее обратное преобразование – **ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь (DAC)**;



Звуковая плата



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.

Двоичное кодирование звуковой информации

Схема записи звука:

звуковая волна □ микрофон □ переменный электрический ток □ аудиоадаптер (звуковая карта) □ двоичный код □ память ПК

Схема воспроизведения звука:

память ПК □ двоичный код □ аудиоадаптер (звуковая карта) □ переменный электрический ток □ динамик □ звуковая волна

Характеристики цифрового звука:

- частота;
- глубина.

Частота дискретизации звука - это количество измерений уровней громкости звука за одну секунду.

Частота дискретизации звука может лежать в диапазоне от 8000 до 48 000 измерений громкости звука за одну секунду (измеряется в Гц).

Глубина кодирования звука - это количество информации, которое необходимо для кодирования дискретных уровней громкости цифрового звука.

Если известна глубина кодирования, то количество уровней громкости цифрового звука можно рассчитывать по общей формуле $N = 2^l$.

Например, пусть глубина кодирования звука составляет 16 битов, в таком случае количество уровней громкости звука равно:

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

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

Качество оцифрованного звука

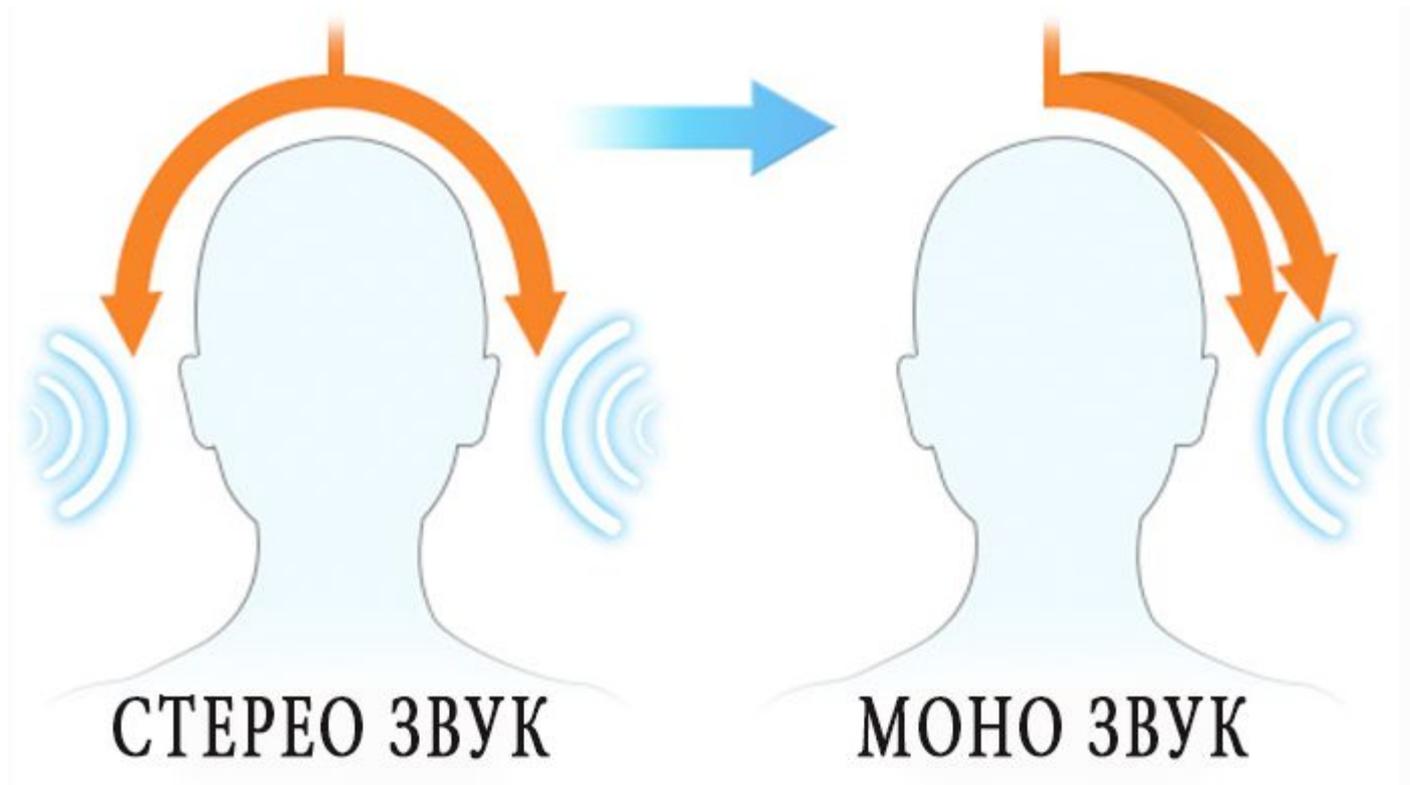
Самое низкое качество оцифрованного звука, соответствующее качеству телефонной связи, получается при частоте дискретизации 8000 раз в секунду, глубине дискретизации 8 битов и записи одной звуковой дорожки (режим "моно").

Самое высокое качество оцифрованного звука, соответствующее качеству аудио-CD, достигается при частоте дискретизации 48 000 раз в секунду, глубине дискретизации 16 битов и записи двух звуковых дорожек (режим "стерео").

Необходимо помнить, что чем выше качество цифрового звука, тем больше информационный объем звукового файла.

**Режимы
воспроизведения
моно-, стерео-, кадро-**

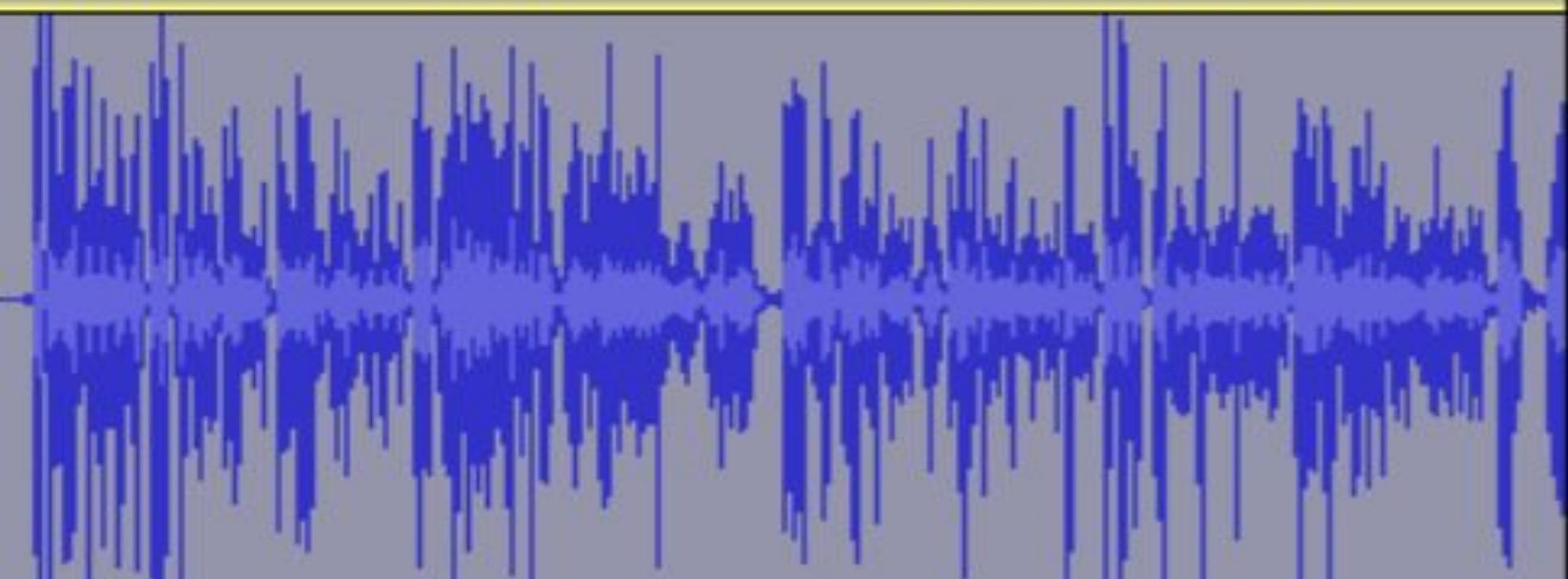
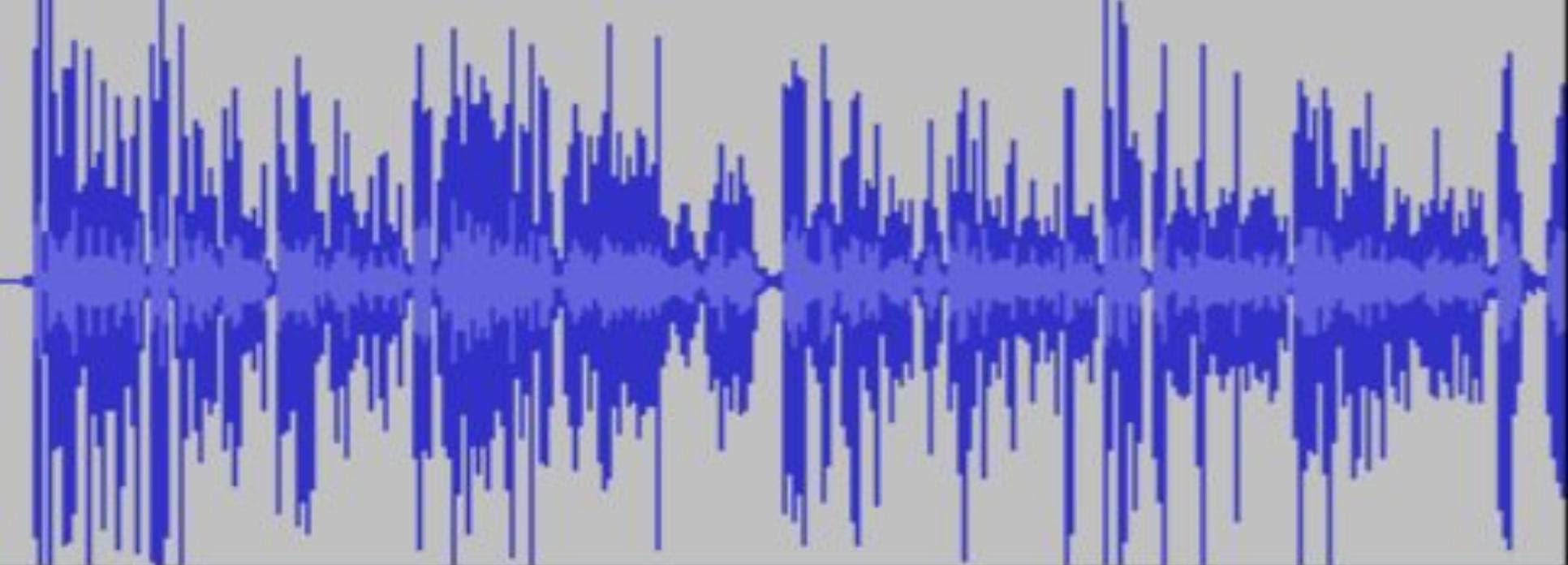
Моно- и стерео режим воспроизведения:





Левый

Правый



Размер звукового файла

$$V = M * i * t * k$$

V – объем звукового файла;

M– частота дискретизации (Гц);

i – глубина кодирования (разрядность звуковой карты);

k – количество каналов (1 – моно, 2 – стерео, 4-квадро);

t – время звучания (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.

APE – формат сжатия аудиоинформации без потери информации (а следовательно – качества), коэффициент сжатия около 2.

Пример 1:

Можно легко оценить информационный объем цифрового стереозвукового файла длительностью звучания 1 секунда при среднем качестве звука (16 битов, 24 000 измерений в секунду). Для этого глубину кодирования необходимо умножить на количество измерений в 1 секунду и умножить на 2 канала (стереозвук):

$$16 \text{ бит} \times 24\,000 \times 2 = 768\,000 \text{ бит} = 96\,000 \text{ байт} \\ = 93,75 \text{ Кбайт.}$$

Задание 1:

Какой объем будет иметь звуковой моно аудиофайл, если длительность звука 1 минута, глубина кодирования 8 бит, а частота дискретизации 22050Гц?

Задание 2:

Определить объем памяти для хранения цифрового моно аудиофайла, время звучания которого составляет две минуты при частоте дискретизации 44,1 кГц и разрешении 16 битов.

Задание 3:

Вычислите сколько байтов занимает на CD одна минута стереозаписи (частота дискретизации 44000 герц, разрядность 16 бит). Какова максимальная продолжительность стереозаписи на диске ёмкостью 700 Мбайт?

Задание 4:

Производилась одноканальная звукозапись с частотой дискретизации 16 кГц и 32-битным разрешением. Был получен файл размером 20 Мб. Какая из приведенных ниже величин наиболее близка ко времени, в течении которого производилась запись?

1. 1 мин 2) 2 мин 3) 5 мин 4) 10мин

Задание 5:

Производится одноканальная (моно) звукозапись с частотой дискретизации 16 кГц и глубиной кодирования 24 бита. Запись длится 1 минуту, ее результаты записывают в файл, сжатие данных не производится. Какое из приведенных ниже чисел наиболее близко к размеру полученного файла, выраженному в Мб?

- 1) 0,2 2) 2 3) 3 4) 4