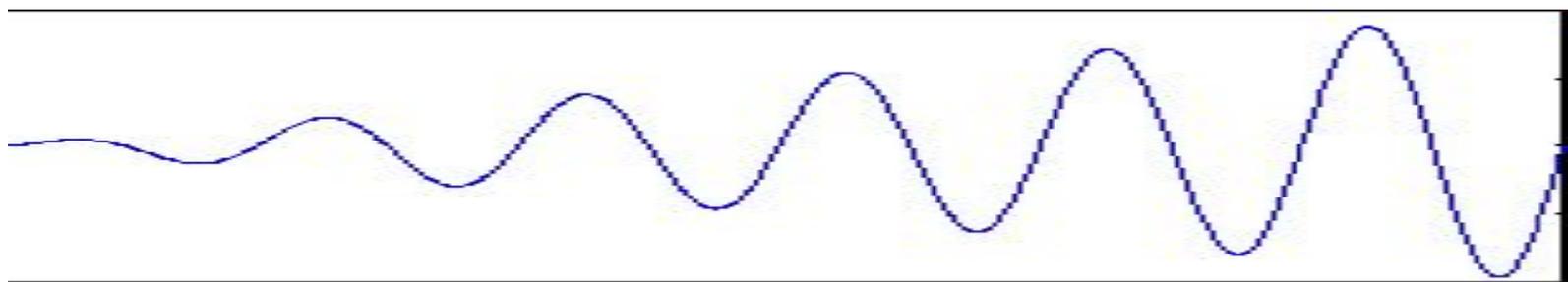


Звуковая информация

ЗВУК представляет собой распространяющуюся волну в воздухе, воде или другой среде с непрерывно меняющейся **амплитудой и частотой**.

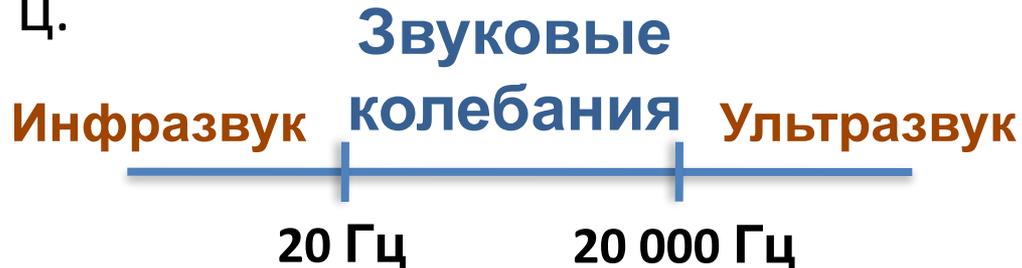


Примеры непрерывного звука



ЗВУКОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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



Звук ниже диапазона слышимости человека называют **инфразвуком**; выше: до 1 ГГц, - **ультразвуком**, от 1 ГГц - **гиперзвуком**.

Человеческое ухо воспринимает звук с частотой от 20 колебаний в секунду (низкий звук) до 20 000 колебаний в секунду (высокий звук).

Свойства:

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

Человек воспринимает звуковые волны в форме звука различной громкости и тона.



Чем больше **частота колебаний**, тем выше **тон звука**

Время

Чем больше **амплитуда** звуковой волны, тем **громче звук**.

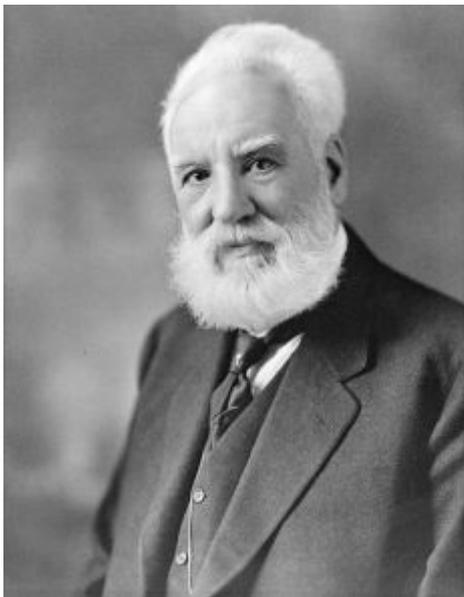
Низкий
тихий
звук

Высокий громкий
звук

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.
- **высота звука** – определяется частотой колебаний воздуха.
- **скорость звука** – скорость распространения волн в среде.
- **тембр звука** – окраска звука, зависящая от источника звука (скрипка, рояль, гитара и т.д.).

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

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗВУКА

Аналоговый

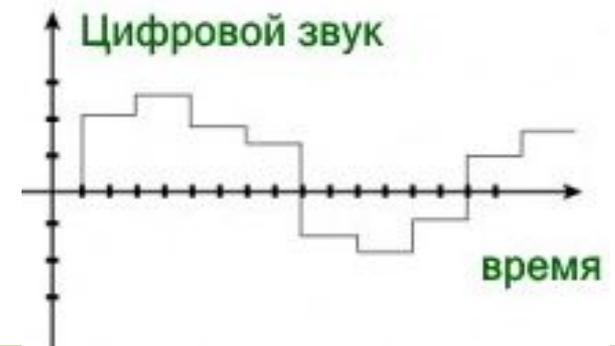
физическая величина принимает бесконечное множество значений, причем они изменяются непрерывно.



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

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



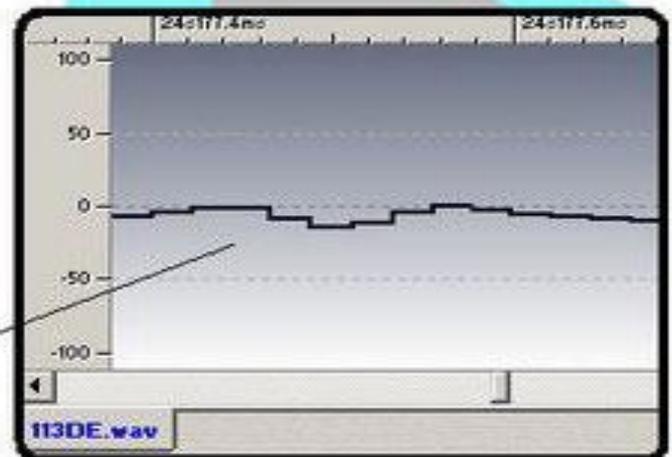
Для того чтобы компьютер мог обрабатывать звук, непрерывный звуковой сигнал должен быть преобразован в цифровую дискретную форму с помощью временной дискретизации. Непрерывная звуковая волна разбивается на отдельные маленькие временные участки, для каждого такого участка устанавливается определенная величина интенсивности звука.

Таким образом, непрерывная зависимость громкости звука от времени $A(t)$ заменяется на дискретную последовательность уровней громкости. На графике это выглядит как замена гладкой кривой на последовательность "ступенек".

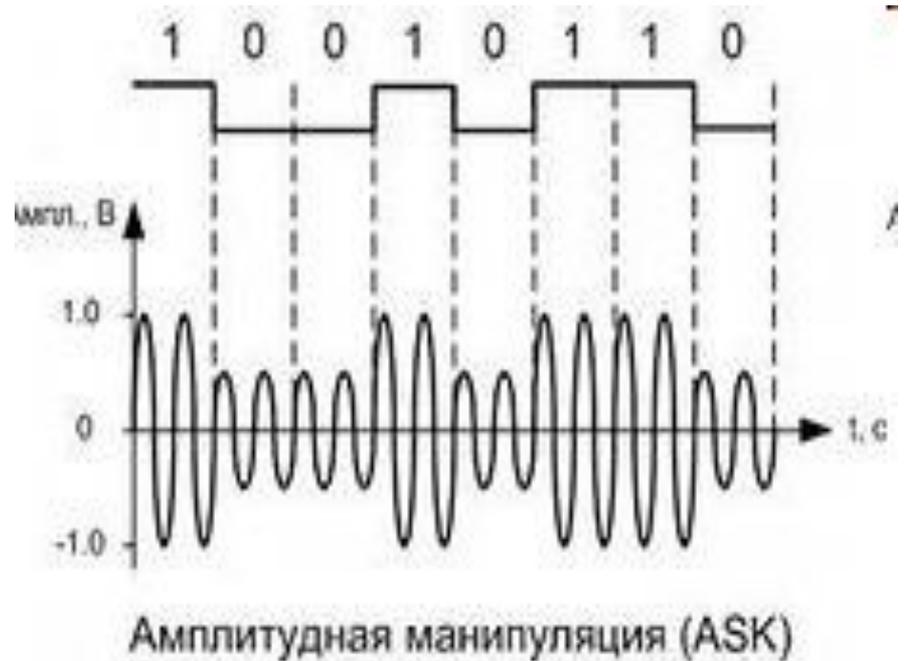
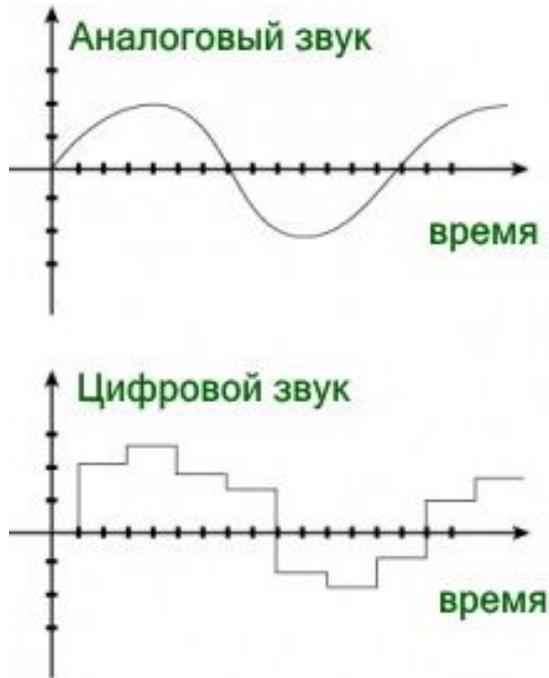
ДИСКРЕТИЗАЦИЯ ПО ВРЕМЕНИ



В ЗВУКОВОМ РЕДАКТОРЕ



Дискретный сигнал в компьютере с помощью **звуковой карты** превращается в последовательность **нулей и единиц**



Примеры дискретного звука:

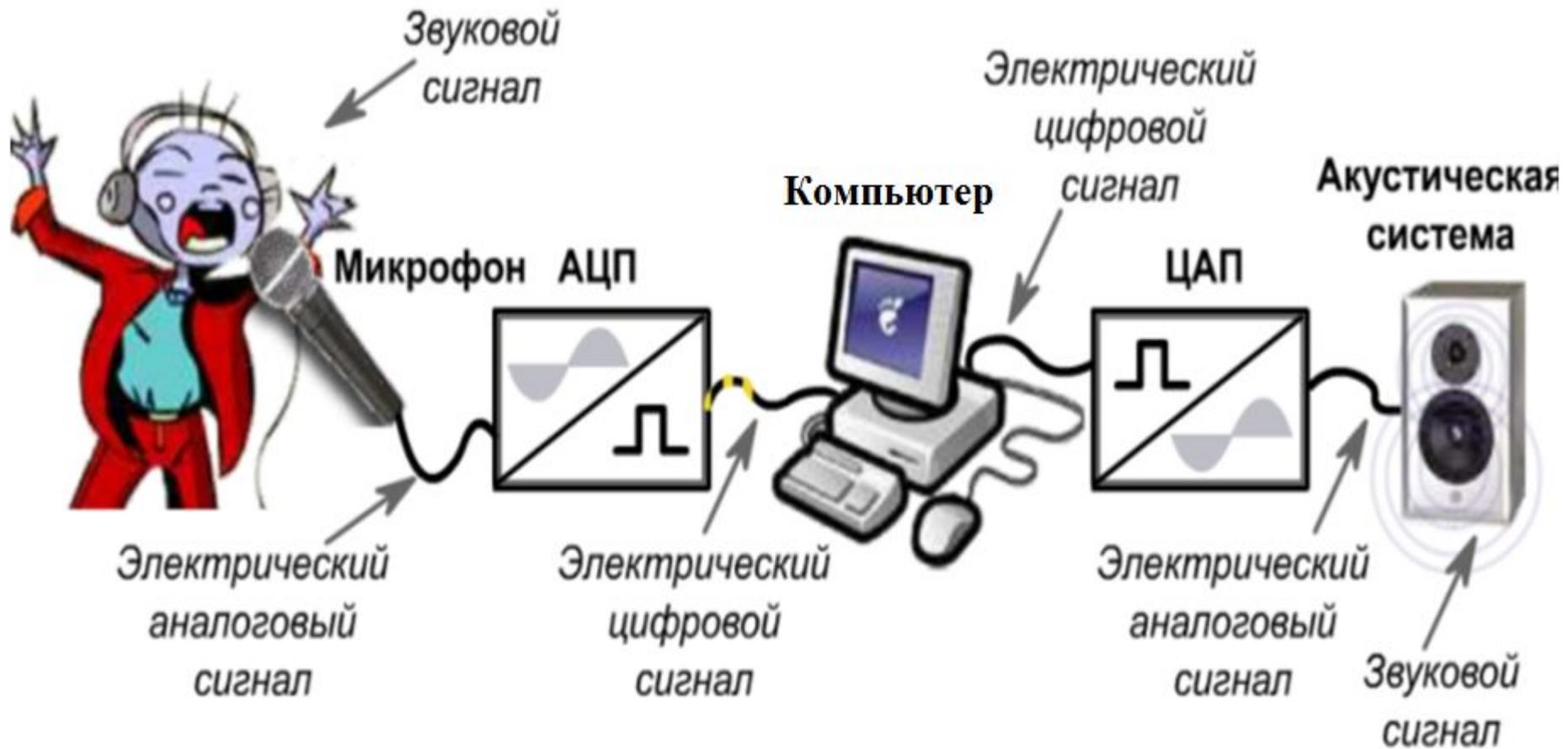


• **Звуковой файл** – это файл, хранящий звуковую информацию **в числовой двоичной форме.**



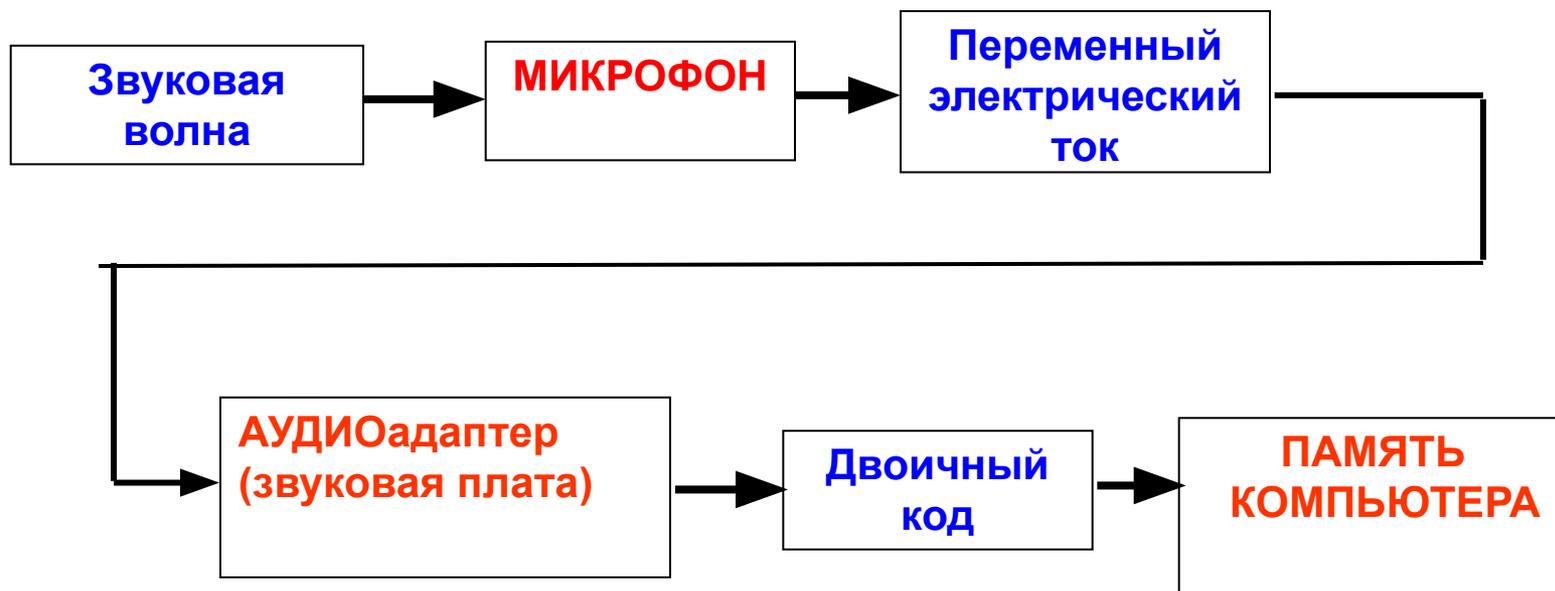
ОЦИФРОВКА ЗВУКА

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



Процесс преобразования звуковых волн

в двоичный код в памяти компьютера:

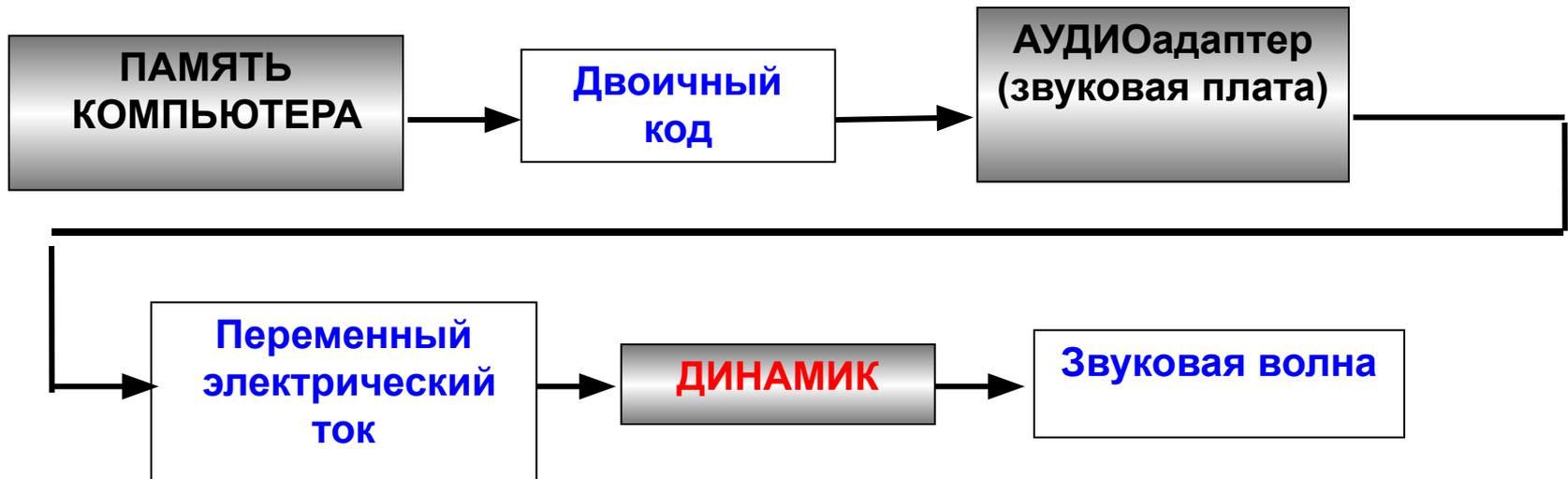


Для того чтобы записать звук на какой-нибудь носитель, его нужно преобразовать в электрический сигнал.

Это делается с помощью микрофона. Микрофоны имеют мембрану, которая колеблется под воздействием звуковых волн. К мембране присоединена катушка, перемещающаяся синхронно с мембраной в магнитном поле. В катушке возникает переменный электрический ток.

Аудиоадаптер (звуковая плата) - устройство, преобразующее электрические колебания звуковой частоты в числовой двоичный код и наоборот.

Процесс воспроизведения звуковой информации, сохраненной в памяти компьютера



АУДИОадаптер (звуковая плата) – специальное устройство, подключаемое к компьютеру, предназначенное:

для преобразования электрических колебаний звуковой частоты в числовой двоичный код при вводе звука

и для обратного преобразования (из числового кода в электрические колебания) при воспроизведении непрерывного звука



ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ (h) – это количество измерений входного сигнала (громкости звука) за 1 секунду.

Частота измеряется в герцах (Гц).

Одно измерение за 1 секунду

соответствует частоте 1 Гц.

1000 измерений за 1 секунду - 1 кГц (кГц).

Характерные частоты дискретизации

аудиоадаптеров:

11 кГц; 22 кГц и 44,1 кГц.

Глубина кодирования звука (i)

(или *разрядность регистра адаптера*) – это **количество бит**, которое необходимо для кодирования дискретных уровней громкости цифрового звука.

**Самое низкое качество
оцифрованного звука равно
частоте = 11кГц и глубине
кодирования 8 битов.**

**Высокое качество
соответствует частоте
44,1 кГц и
глубине кодирования
16 битов.**

Если известна глубина кодирования звука (i), то количество уровней громкости (N) цифрового звука можно рассчитать по формуле:

$$N = 2^i \quad (1)$$

**При глубине кодирования
звука $i = 8$ бит
количество уровней
громкости
 $N = 2^8 = 256;$**

При глубине кодирования
звука

$i = 16$ бит

количество уровней
громкости

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

Форматы сохранения звуковых файлов (расширение)

Оцифрованный звук можно **сохранять** без сжатия в звуковых файлах в универсальном формате **WAV**, а также в формате со сжатием **MP3**.



Определение объема звукового файла (V) – (бит, байт, Кб, Мб...)

- **Объем звукового файла** определяется по формуле:
- $$V = t \cdot h \cdot i \quad (2)$$
- Где t – время звучания файла, (сек, мин.)
- h - частота дискретизации, (Гц, кГц);
- i - глубина кодирования звука, бит.

**Из формулы (2) можно
определить время, частоту и
глубину кодирования звука:**

$$t = V / (h \cdot i) \quad (3)$$

$$h = V / (t \cdot i) \quad (4)$$

$$i = V / (t \cdot h) \quad (5)$$



Размер цифрового
моноаудиофайла (V)
измеряется по
формуле:

$$V = t \cdot h \cdot I \text{ (бит)}$$

Размер цифрового
стереоаудиофайла, сигнал
которого записан для 2-х колонок
(раздельно кодируются левый и
правый каналы звучания),
определяется по формуле:

$$V = 2 \cdot t \cdot h \cdot I \text{ (бит)}$$





Пример задачи

Определить размер в байтах цифрового аудиофайла, время звучания которого составляет 10 секунд при частоте дискретизации 22,05 кГц и разрешении 8 бит.

$$h=22,05\text{кГц} = 22,05 * 1000 \text{ Гц} = 22050 \text{ Гц}$$

$$t=10 \text{ сек}$$

$$i=8 \text{ бит}$$

$$V=?$$

Решение:

$$V = t \cdot h \cdot i$$

$$V = t \cdot h \cdot i = 22050 * 10 * 8 = 1764000 \text{ бит} = 220500 \text{ байт.}$$

Ответ: размер файла 220500 байт.

Решите самостоятельно



Определить объем памяти для цифрового аудиофайла (в мегабайтах), время звучания которого составляет 2 минуты при частоте дискретизации 44,1 кГц и разрешении 16 бит.