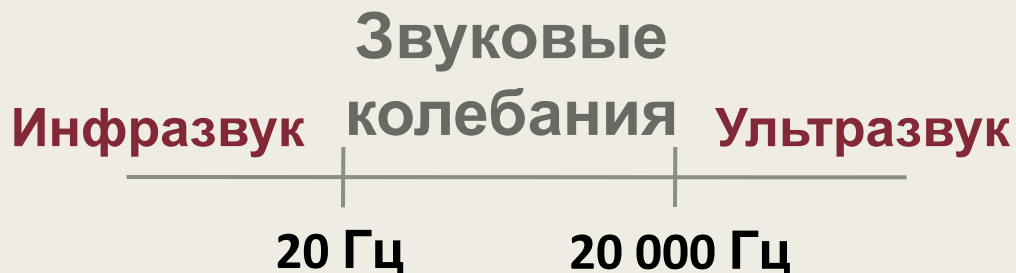


Кодирование звуковой информации

ЗВУКОВАЯ ИНФОРМАЦИЯ

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

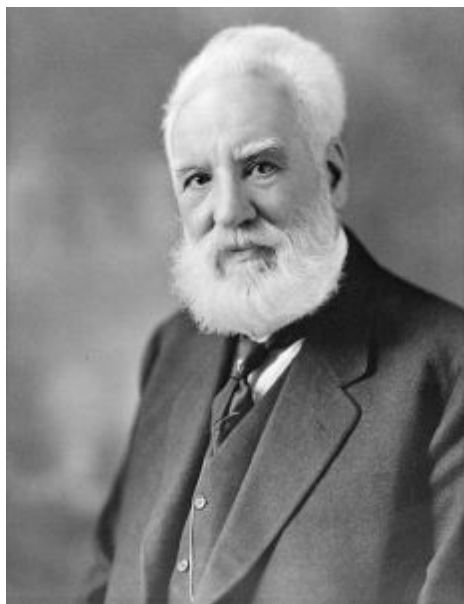


Свойства:

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

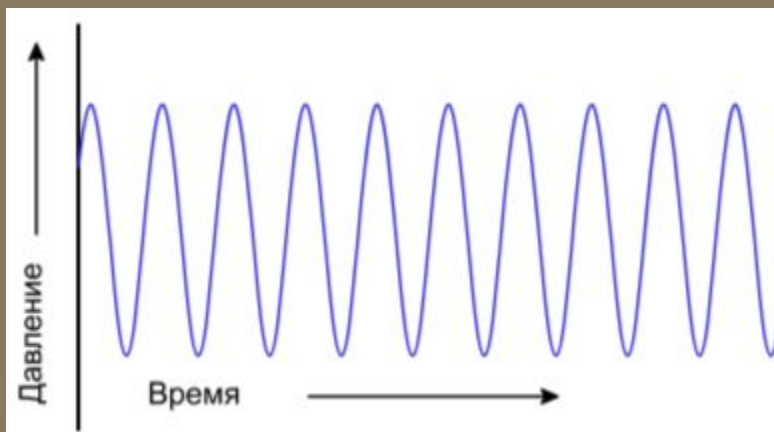
Единица
громкости звука -
децибел (дБ)
(десятая часть
бела).

Названа в честь
Александра Грэхема
Белла, изобретателя
телефона.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗВУКА

- **громкость звука** – зависит от амплитуды колебаний. Чем больше амплитуда колебаний, тем громче звук. [sound_high_low.swf](#)
- **высота звука** – определяется частотой колебаний воздуха. [sound_quiet_aloud.swf](#)
- **скорость звука** – скорость распространения волн в среде.
- **тембр звука** – окраска звука, зависящая от источника звука (скрипка, рояль, гитара и т.д.).



fourth.sw
f



third.sw
f

Зависимость громкости и высоты тона звука от
интенсивности и частоты звуковой волны

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

- 1. Звуковая информация**
- 2. Временная дискретизация звука**
- 3. Частота дискретизации**
- 4. Глубина кодирования звука**
- 5. Качество оцифрованного звука**
- 6. Звуковые редакторы**

СПОСОБЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗВУКА

Аналоговый

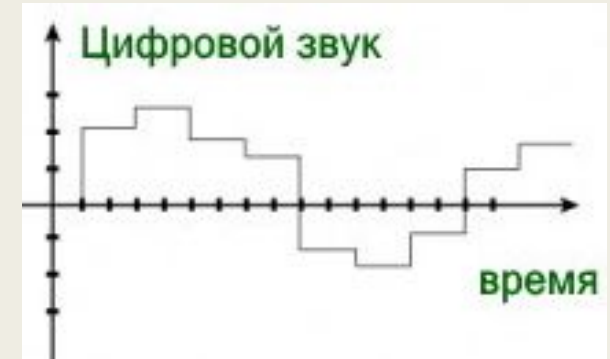
физическая величина принимает бесконечное множество значений, причем они изменяются непрерывно.



Виниловая пластинка
(звуковая дорожка изменяет свою форму непрерывно)

Дискретный

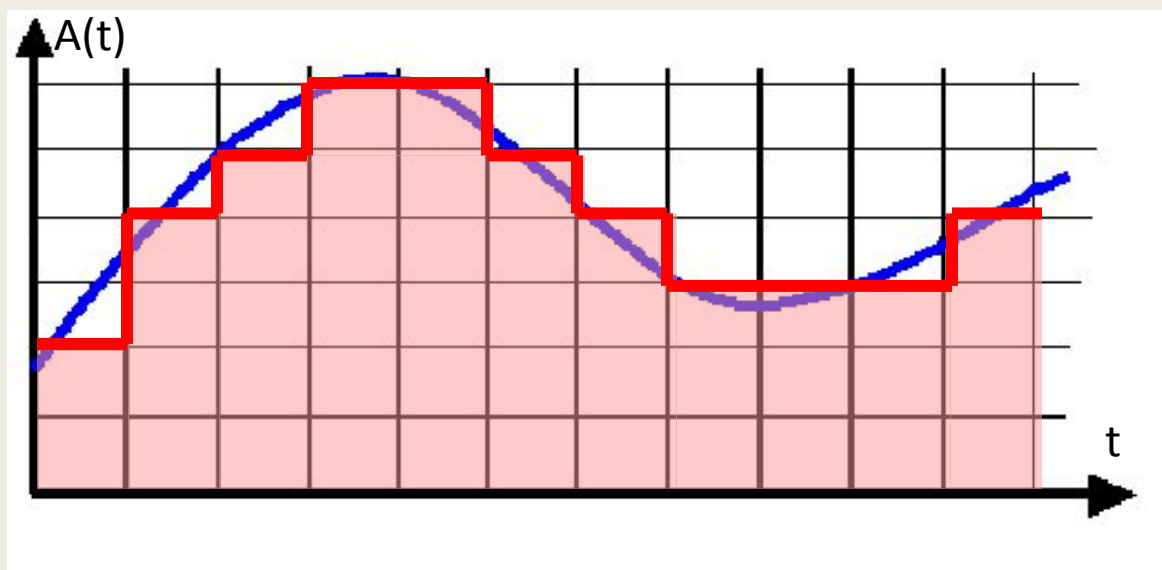
физическая величина принимает конечное множество значений, причем они изменяются скачкообразно.



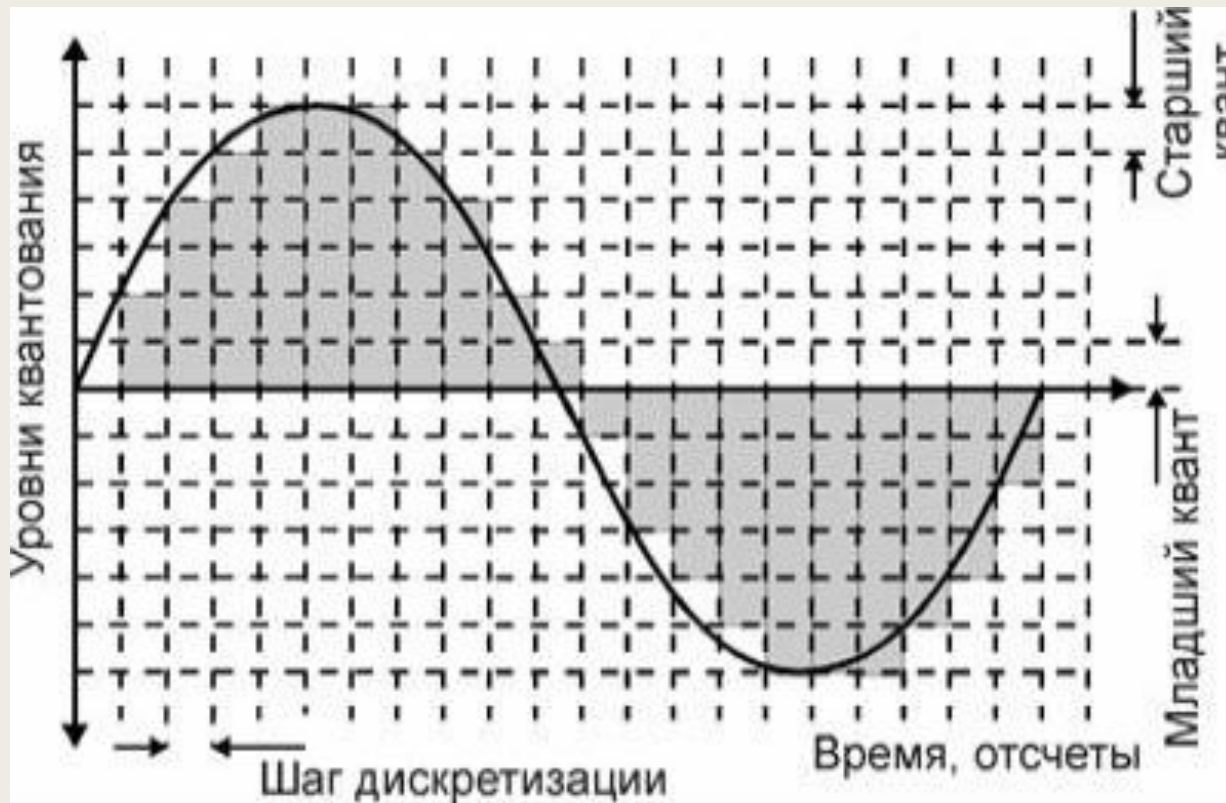
Аудиокомпакт-диск
(звуковая дорожка содержит участки с разной отражающей способностью)

ВРЕМЕННАЯ ДИСКРЕТИЗАЦИЯ ЗВУКА

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

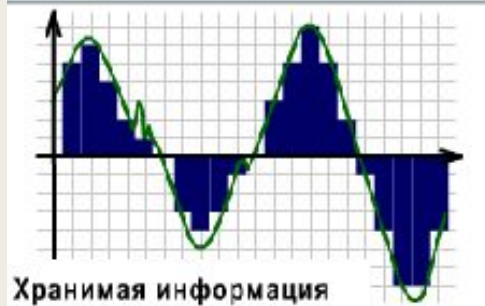


КВАНТОВАНИЕ - процесс замены реальных значений сигнала приближенными с определенной точностью.



БИТРЭЙТ (bitrate) - уровень квантования, объем информации в единицу времени (bits per second). То есть, какое количество информации о каждой секунде записи мы можем потратить. Измеряется в битах (bit).

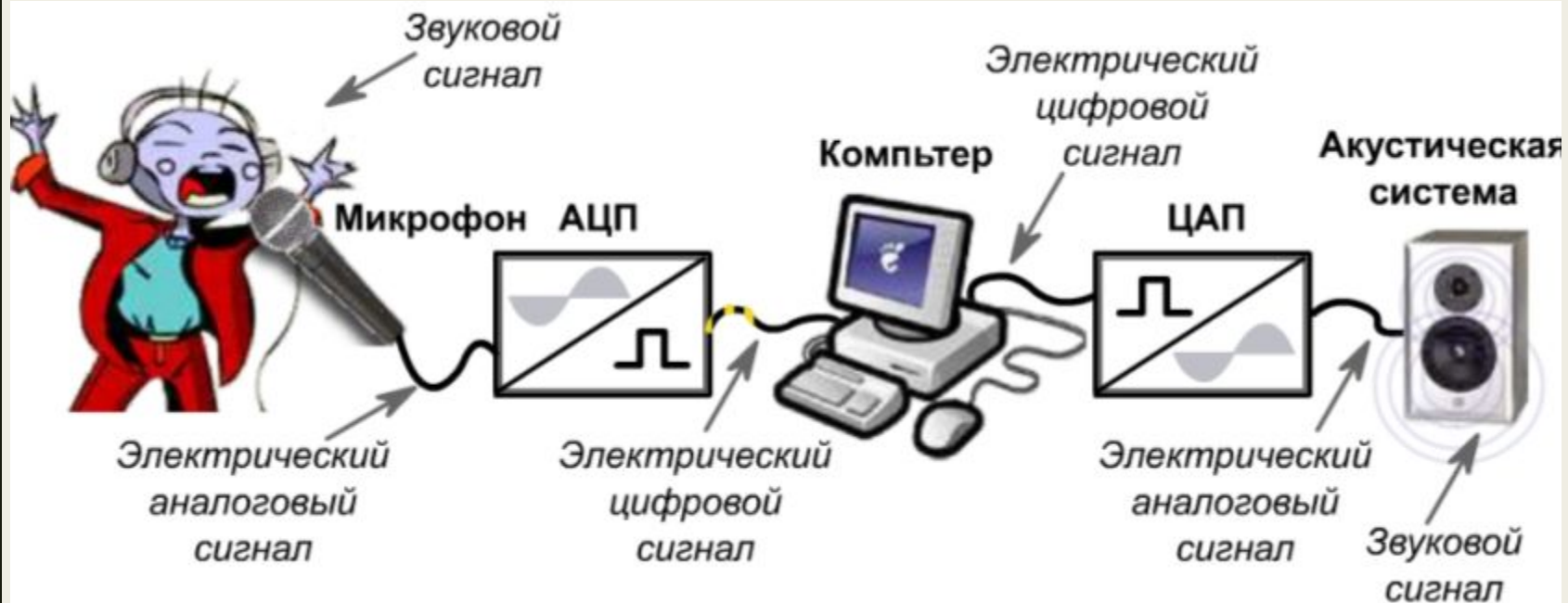
МЕТОД ИМПУЛЬСНОГО КОДИРОВАНИЯ (PCM - Pulse Code Modulation)



Звуковая информация хранится в виде значений амплитуды, взятых в определенные моменты времени (т. е. измерения проводятся «импульсами»).

ОЦИФРОВКА ЗВУКА

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



ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦИФРОВАННОГО ЗВУКА

$$N = 2^i$$

N – количество уровней громкости
 i – глубина кодирования

**ГЛУБИНА
ДИСКРЕТИЗАЦИИ
И ЗВУКА (I) –**
это количество
информации,
которое
необходимо
для кодирования
дискретных
уровней
громкости
цифрового звука.

- Пусть глубина кодирования звука составляет 16 битов, тогда количество уровней громкости звука равно:

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

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

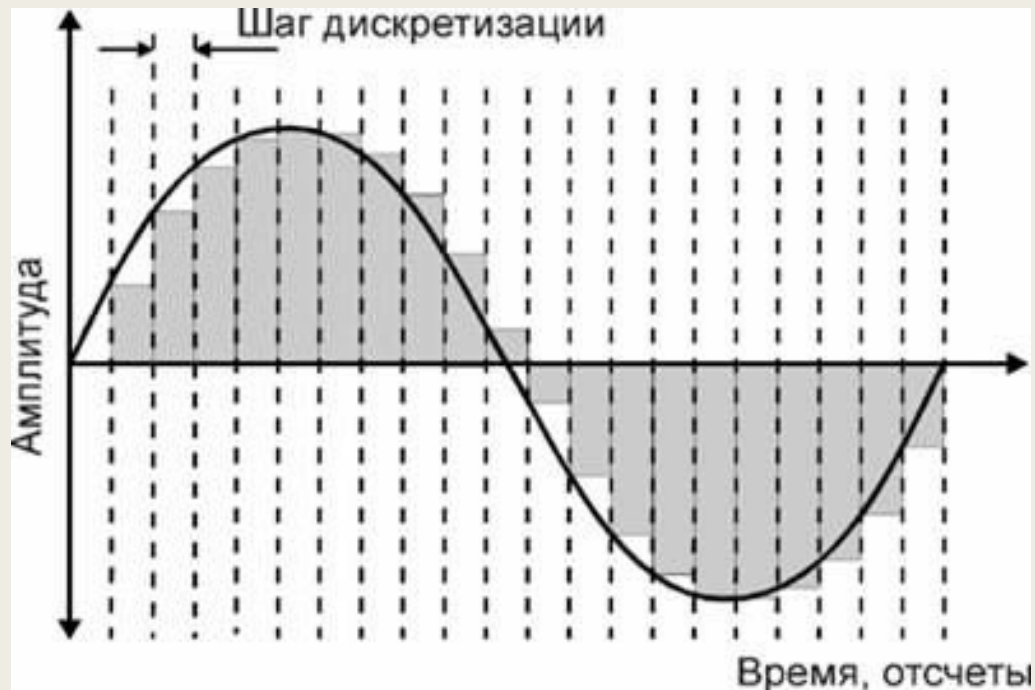
ХАРАКТЕРИСТИКИ ОЦИФРОВАННОГО ЗВУКА

ЧАСТОТА ДИСКРЕТИЗАЦИИ ЗВУКА –

это количество
измерений
громкости звука
за одну секунду.

$$1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$$

$$1 \text{ кГц} = 1000 /\text{с}$$



Сэмплрейт (samplerate) - частота дискретизации (или частота сэмплирования) - частота взятия отсчетов непрерывного во времени сигнала при его дискретизации (в частности, аналого-цифровым преобразователем - АЦП).

sound_frequency.swf

КАЧЕСТВО ОЦИФРОВАННОГО ЗВУКА

Параметр	Глубина кодирования	Частота дискретизации
Телефонная связь	8 бит	до 8 кГц
Среднее качество	8 бит или 16 бит	8-48 кГц
Звучание CD-диска	16 бит	до 48 кГц



Чем выше качество цифрового звука, тем больше информационный объем звукового файла.

ОБЪЕМ АУДИОФАЙЛА

$$V = i * m * t * k$$

V - объем звукового файла,

i - глубина кодирования звука,

m - частота дискретизации звука,

t - длительность звучания файла,

k - количество каналов звучания

(режим моно $k=1$, стерео $k=2$)

Пример. Оцените информационный объем высококачественного стереоаудиофайла длительностью звучания 1 минута, если "глубина" кодирования 16 бит, а частота дискретизации 48 кГц.

Информационный объем звукового файла длительностью в 1 секунду равен:

$$16 \text{ бит} * 48\,000 * 2 = 1\,536\,000 \text{ бит} = 187,5 \text{ Кбайт}$$

Это значит, что **битрейт** или скорость воспроизведения должна быть равна 187,5 килобайт в секунду.

Информационный объем звукового файла длительностью 1 минута равен:

$$187,5 \text{ Кбайт/с} * 60 \text{ с} = 11 \text{ Мбайт}$$

РЕДАКТИРОВАНИЕ ЗВУКА

Редактирование звука - это любое это преобразование.

- Очистка от шумов
- Разделение стерео-записи на два различных файла:
- Микширование звука
- Наложение эффектов

ЗВУКОВЫЕ РЕДАКТОРЫ

- Звуковые редакторы позволяют изменять качество цифрового звука и объем звукового файла путем изменения частоты дискретизации и глубины кодирования.
- Оцифрованный звук можно сохранять без сжатия в звуковых файлах в универсальном формате WAV или в формате со сжатием MP3.
- При сохранении звука в форматах со сжатием отбрасываются "избыточные" для человеческого восприятия звуковые частоты с малой интенсивностью, совпадающие по времени со звуковыми частотами с большой интенсивностью. Применение такого формата позволяет сжимать звуковые файлы в десятки раз, однако приводит к необратимой потере информации (файлы не могут быть восстановлены в первоначальном виде).

ФОРМАТЫ ЗВУКОВЫХ ФАЙЛОВ

WAVE (.wav) - наиболее широко распространенный формат. Используется в ОС Windows для хранения звуковых файлов.

MPEG-3 (.mp3) - наиболее популярный на сегодняшний день формат звуковых файлов.

MIDI (.mid) - содержат не сам звук, а только команды для воспроизведения звука. Звук синтезируется с помощью FM- или WT-синтеза.

Real Audio (.ra, .ram) - разработан для воспроизведения звука в Internet в режиме реального времени.

MOD (.mod) - музыкальный формат, в нем хранятся образцы оцифрованного звука, которые можно затем использовать как шаблоны для индивидуальных нот.

Задачи:

Задача №1. Подсчитать объем файла с 10 минутной речью записанного с частотой дискретизации 11025 Гц и разрядностью кода (глубина звука/размер аудио образца) 4 бита на 1 измерение

- Что нам нужно вычислить в данной задаче?
- Информационный объем звукового файла
- Как мы можем его найти? **по формуле: $V = t * f * i * k$**

Нам нужно перевести единицы измерения, минуты в секунды.

Дано:

- $t = 10$ мин,
- $f = 11025$ Гц
- $i = 4$ бита
- Найти:
- $V = ?$

Решение:

- $V = f * t * i * k = 600\text{сек} * 11025 \text{ Гц} * 4 \text{ бита} * 1 = 26460000 \text{ (бит)} = 3307500 \text{ (байт)} = 3229,98 \text{ (Кб)} = 3,15 \text{ (Мб)}$
- Ответ: 3,15 (Мб)

Задачи:

Задача №2. Определить информационный объем стерео аудио файла длительностью звучания 1 секунда при глубине кодирования 16 бит и частоте дискретизации 48 кГц.

Дано:

$t=1$ сек.
 $i=16$ бит
 $V=48$ кГц
 $K=2$

Формулы:

$$I = V \cdot t \cdot i \cdot K$$

Решение:

$$\begin{aligned} I &= 48000 \text{ Гц} \cdot 1 \text{ сек.} \cdot 16 \\ &\text{бит} \cdot 2 = 1536000 \text{ бит} / 8 \\ &= 192000 \text{ байт} / 1024 \\ &= 187,5 \text{ Кб} \end{aligned}$$

Найти:

I - ?

Ответ: $I=187,5$ Кб

Задачи:

Задача №3. Определить информационный объем цифрового моноаудио файла, длительность звучания которого составляет 10 секунд при частоте дискретизации 22,05 кГц и разрешении 8 битов.

Дано:

$t=10$ сек.
 $i=8$ бит
 $V=22,05$ кГц
 $K=1$

Формулы:

$$I = V \cdot t \cdot i \cdot K$$

Решение:

$$\begin{aligned} I &= 22050 \text{ Гц} \cdot 10 \text{ сек.} \cdot 8 \\ &\text{бит} \cdot 1 = 1764000 \text{ бит} / 8 \\ &= 220500 \text{ байт} / 1024 \\ &= 215,33 \text{ Кб} \end{aligned}$$

Найти:

I - ?

Ответ: $I=215,33$ Кб

Решите задачу в тетради:

Задача №4. Подсчитать время звучания звукового файла объемом 3.5 Мбайт, содержащего стереозапись с частотой дискретизации 44 100 Гц и глубиной звука 16 бит.

Решение задач

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

№ 1. Объем файла = 10,09 Мб

2. В распоряжении пользователя имеется память объемом 26 Мб. Необходимо записать цифровой аудиофайл с длительностью звучания 1 минута. Какой должна быть частота дискретизации, если разрядность равна 16 бит?

№ 2. Частота дискретизации = 20 кГц

3. Если свободной памяти звучания = 124,88 сек. разрядность звуковой платы — 16. Какова длительность звучания цифрового аудиофайла, записанного с частотой дискретизации 22,05 кГц?

№ 3. Длительность звучания = 124,88 сек.

4. Разрядность цифрового аудиотрека = 8 бит занимает на диске 1,26 Мб. Найдите разрядность звуковой платы, если частота дискретизации равна 22 кГц?

№ 4. Разрядность аудиотрека = 8 бит