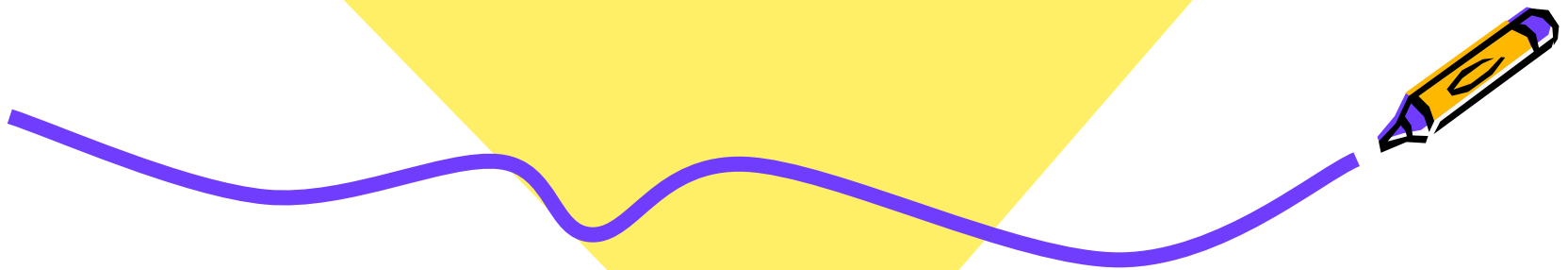


# Кодирование звуковой информации

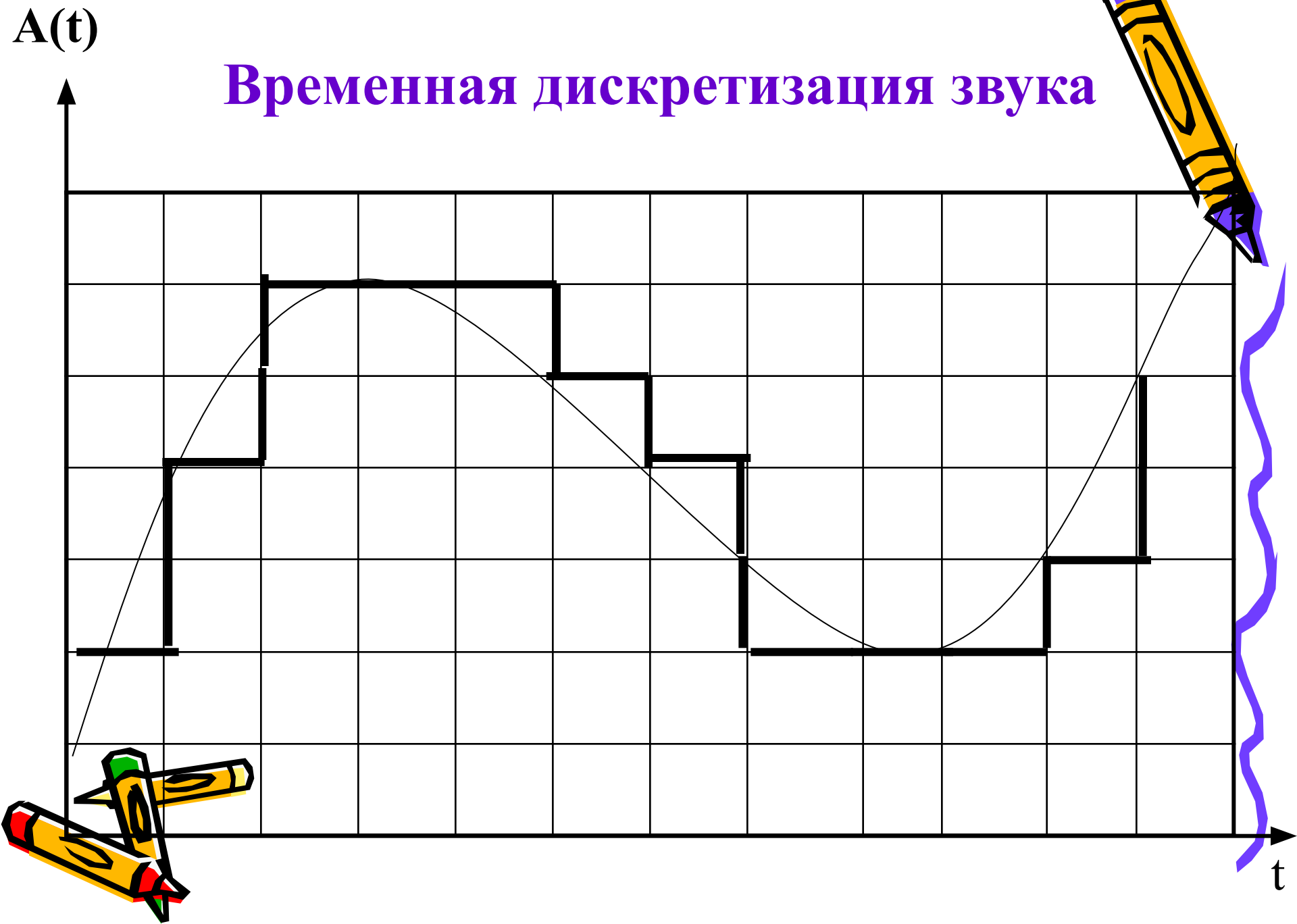


# Временная дискретизация звука

- **Звук** – звуковая волна с непрерывно меняющейся амплитудой и частотой.
- Чем больше амплитуда сигнала, тем он громче для человека, чем больше частота сигнала, тем выше тон.
- **Непрерывный звуковой сигнал** превращается в последовательность электрических импульсов (двоичных 0 и 1).
- При **преобразовании звука в цифровую дискретную** форму производится временная дискретизация, при которой непрерывная звуковая волна разбивается на отдельные маленькие временные участки (выборки), для каждого такого участка устанавливается определенная величина амплитуды.



# Временная дискретизация звука



# Временная дискреция



- Каждой «ступеньке» присваивается значение уровня громкости звука, его код 1, 2, 3 и т.д.
- Современные звуковые карты обеспечивают 16-битную глубину кодирования звука. Количество различных уровней сигнала можно рассчитать по формуле:

$$N = 2^I = 2^{16} = 65536, \quad I - \text{глубина звука}$$

*Современные звуковые карты могут обеспечивать кодирование 65536 уровней сигнала.*

*Каждому значению амплитуды присваивается 16-битный код.*



# Двоичное кодирование звуковой информации



- Преобразование непрерывной звуковой волны в последовательность звуковых импульсов различной амплитуды производится с помощью **аналого-цифрового преобразователя** размещенного на звуковой плате.
- Современные 16-битные звуковые карты обеспечивают возможность кодирования **65536 различных уровней громкости** или 16-битную глубину кодирования звука.



## ВЫВОД

- *Качество кодирования звука зависит и от частоты дискретизации — количества измерений уровня сигнала в единицу времени. Эта величина может принимать значения от 8 до 48 кГц.*



*При частоте 8 кГц качество дискретизированного звукового сигнала соответствует качеству радиотрансляции, а при частоте 48 кГц – качеству звучания аудио-CD*



Формулы кодирования  
звуковой информации:



$$V=D*t*i \text{ – для моно}$$

V-информационный объем файла в битах

D-частота дискретизации в Герцах

t-время звучания (записи) в секундах

i- глубина кодирования (глубина звука) в битах

$$V=(D*t*i)*2 \text{ – для стерео}$$

$$V=(D*t*i)*4 \text{ – для квадро}$$

$$D=V:(t*i)$$

$$t=V:(D*i)$$

$$i=V:(D*t)$$

для моно



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





так как частота дискретизации

16 кГц,

за одну секунду запоминается 16000  
значений сигнала

так как глубина кодирования - 24 бита = 3  
байта, для хранения 1 секунды записи  
требуется

$16000 \times 3 \text{ байта} = 48\,000 \text{ байт}$

(для стерео записи - в 2 раза больше)

на 1 минуту = 60 секунд записи  
потребуется

$60 \times 48000 \text{ байта} = 2\,880\,000 \text{ байт,}$

то есть около 3 Мбайт

таким образом, правильный ответ - 3.



Для упрощения ручных расчетов  
можно использовать

приблизжённые равенства:

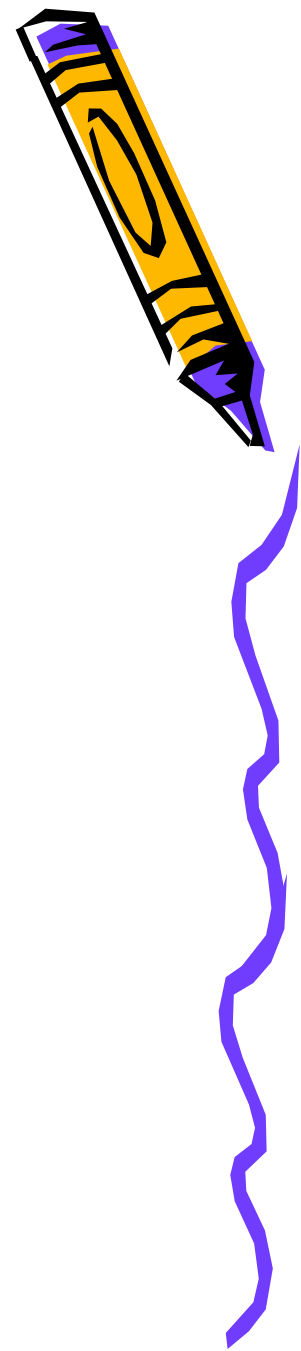
$$1 \text{ мин} = 60 \text{ с} \approx 64 \text{ с} = 2^6 \text{ с}$$

$$1000 \approx 1024 = 2^{10}$$

нужно помнить, что

$$1 \text{ Мбайт} = 2^{20} \text{ байт} = 2^{23} \text{ бит},$$

$$1 \text{ Кбайт} = 2^{10} \text{ байт} = 2^{13} \text{ бит}$$



# Решение через степени двойки

$$1 \text{ мин} = 60 \text{ сек} \approx 64 \text{ сек} = 2^6 \text{ сек}$$

$$1000 \approx 1024 = 2^{10}$$

так как частота дискретизации 16 кГц, за одну секунду запоминается 16000 значений сигнала, что примерно

равно

$$16 \times 1000 \approx 16 \times 1024 = 2^4 \times 2^{10} = 2^{14} \text{ Гц}$$

так как глубина кодирования - 24 бита = 3 байта, для хранения 1 секунды записи требуется

$$16000 \times 3 \text{ байта} \approx 2^{14} \times 3 \text{ байт}$$

(для стерео записи - в 2 раза больше)

на 1 минуту = 60 сек  $\approx$  64 сек =  $2^6$  сек записи

потребуется примерно

$$64 \times 2^{14} \times 3 \text{ байта} = 2^6 \times 2^{14} \times 3 \text{ байта} = 3 \times 2^{20} \text{ байта}$$

переводит эту величину в Мбайты:

$$(3 \times 2^{20} \text{ байта}) / 2^{20} = 3 \text{ Мбайт}$$

таким образом, правильный ответ - 3.



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:

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

• Информационный объем звукового файла длительностью 1 минута равен:

$$187,5 \text{ Кбайт/с} \times 60 \text{ с} \approx 11 \text{ Мбайт}$$

*Стандартное приложение «Звукозапись» играет роль цифрового магнитофона и позволяет записывать звук, т.е. дискретизировать звуковые сигналы, и сохранять их в звуковых файлах в формате WAV.*





Производилась двухканальная (стерео) звукозапись с частотой дискретизации 64 кГц и 24-битным разрешением. В результате был получен файл размером 120 Мбайт, сжатие данных не производилось.

Определите приблизительно, сколько времени (в минутах) производилась запись. В качестве ответа укажите ближайшее к времени записи целое число, кратное 5.



так как частота дискретизации 64 кГц, за одну секунду запоминается 64000 значений сигнала  
так как глубина кодирования - 24 бита = 3 байта,  
для хранения 1 секунды записи требуется

$$2 \times 64000 \times 3 \text{ байта}$$

(коэффициент 2 - для стерео записи)

на 1 минуту = 60 секунд записи потребуется

$$60 \times 2 \times 64000 \times 3 \text{ байта}$$

переходим к степеням двойки,

заменяя  $60 \leftarrow 64 = 2^6$ ;  $1000 \leftarrow 1024 = 2^{10}$ :

$$\begin{aligned} 2^6 \times 2^1 \times 2^6 \times 2^{10} \times 3 \text{ байта} &= 2^6 \times 2^1 \times 2^6 \times 3 \text{ Кбайта} \\ &= 2^2 \times 2^1 \times 3 \text{ Мбайта} = 24 \text{ Мбайта} \end{aligned}$$

тогда время записи файла объёмом 120 Мбайт

$$\text{равно } 120 / 24 = 5 \text{ минут}$$

таким образом, правильный ответ - 5.

