



ИНФОРМАТИКА

10
класс

КОДИРОВАНИЕ ЗВУКОВОЙ ИНФОРМАЦИИ

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ В КОМПЬЮТЕРЕ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

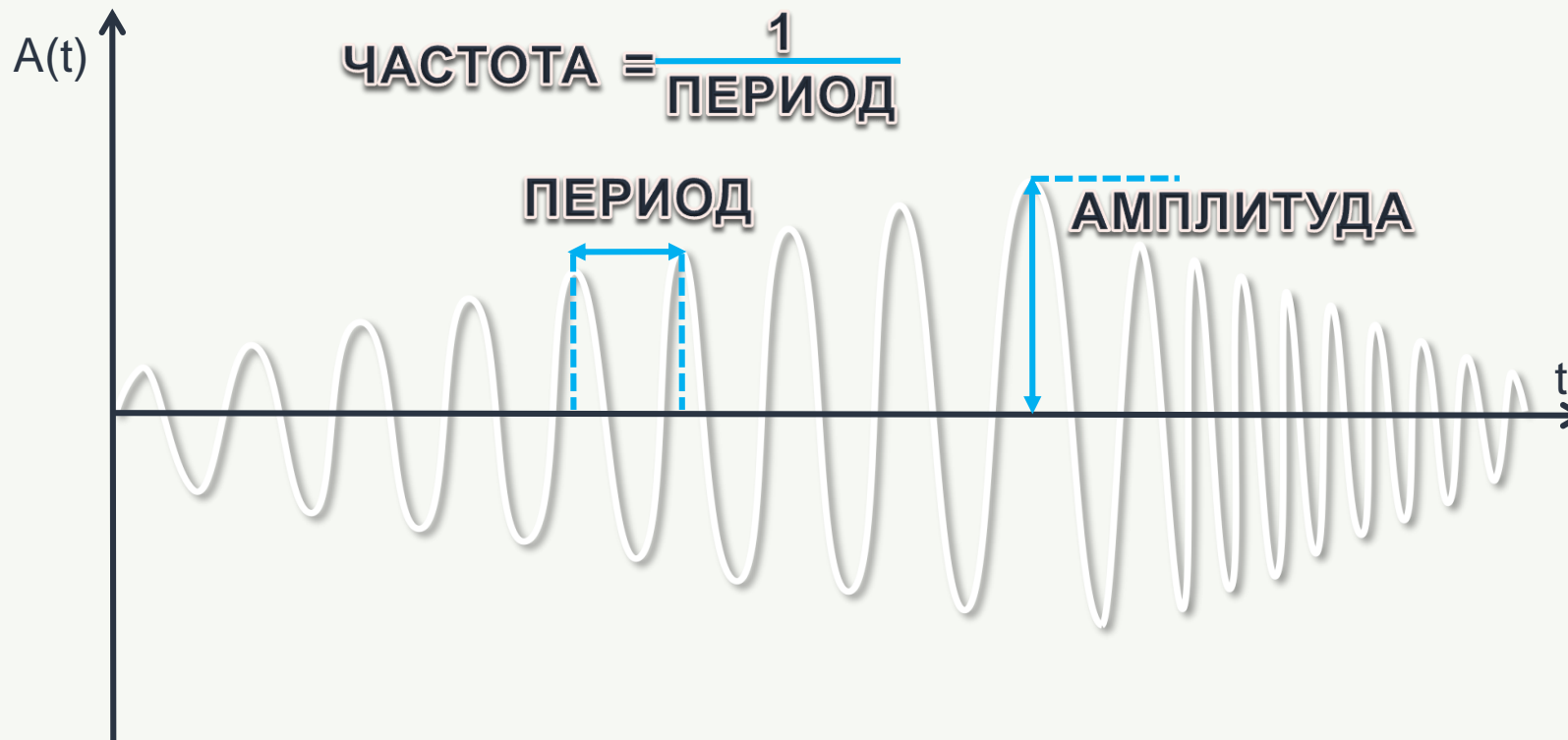
- ◆ звук
- ◆ звукозапись
- ◆ частота дискретизация
- ◆ глубина кодирования звука (разрешение)
- ◆ звуковая информация
- ◆ кодирование

ЗВУК И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

Звук – это распространяющиеся в воздухе, воде или другой среде волны с непрерывно меняющейся амплитудой и частотой.

Амплитуду звуковых колебаний называют звуковым давлением или силой звука. Абсолютную величину звукового давления измеряют в единицах давления — паскалях (Па).

Частота звуковых колебаний определяется как количество колебаний в секунду и выражается в герцах (Гц).



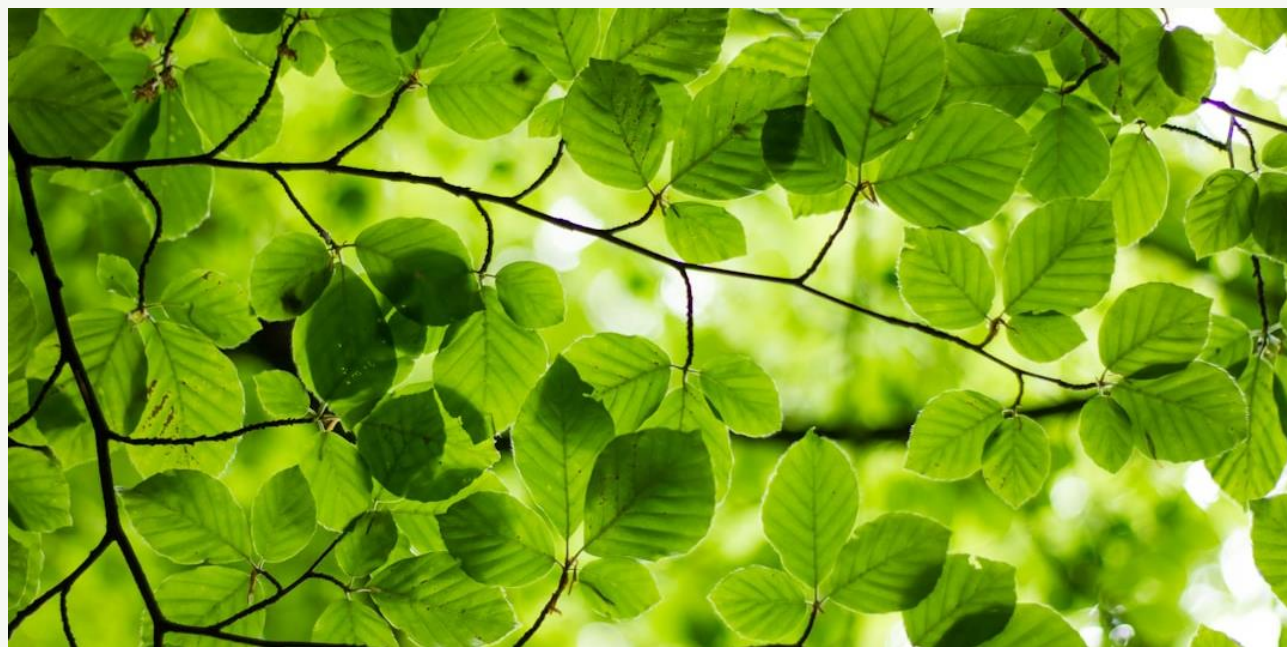
На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

порог слышимости

0 дБ

На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

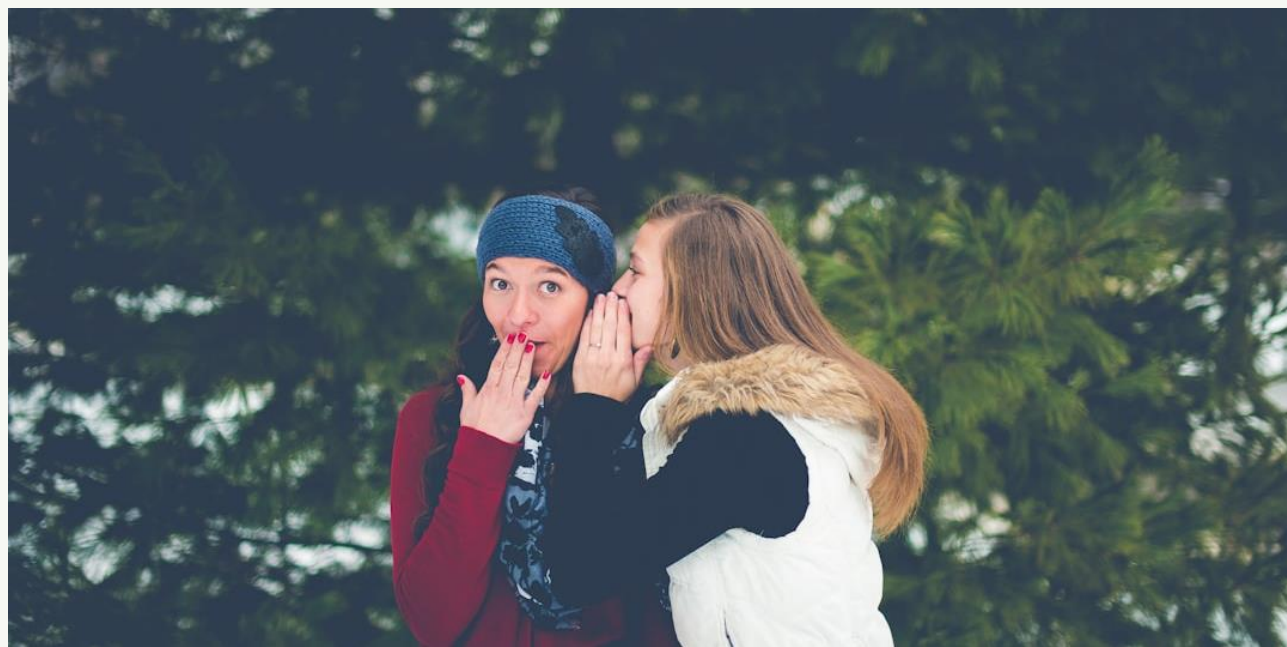
шелест листвы,
дыхание
10 – 20 дБ



На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

шёпот

20 – 30 дБ



На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

разговор
громкости
50 – 60 дБ

средней



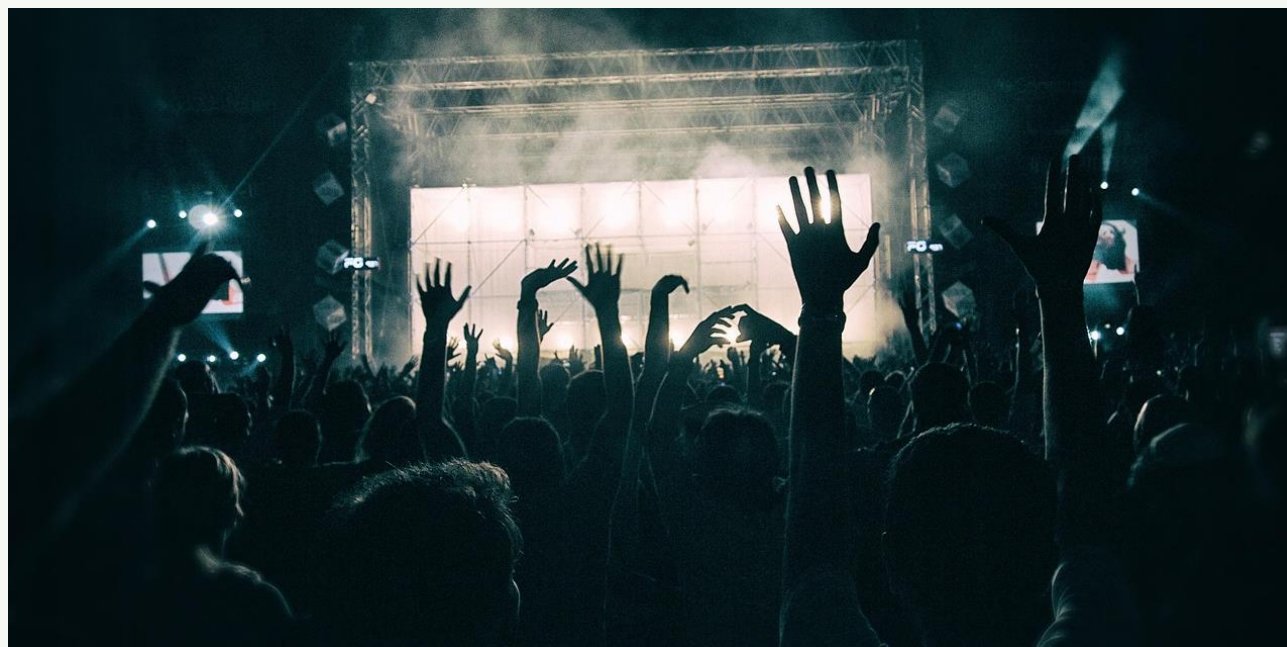
На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

шумная улица
70 – 80 дБ



На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

громкая музыка
100 – 120 дБ



На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

самолет на взлёте
120 – 130 дБ



На практике вместо абсолютный используют относительную силу (уровень) звука, измеряемую в децибелах (дБ).

болевой порог

140 дБ

ПОНЯТИЕ ЗВУКОЗАПИСИ

Звукозапись – это процесс сохранения информации о параметрах звуковых волн.

АНАЛОГОВАЯ

На носителе размещается непрерывный «слепок» звуковой волны

На грампластинке пропечатывается непрерывная канавка, изгибы которой повторяют амплитуду и частоту звука



ЦИФРОВАЯ

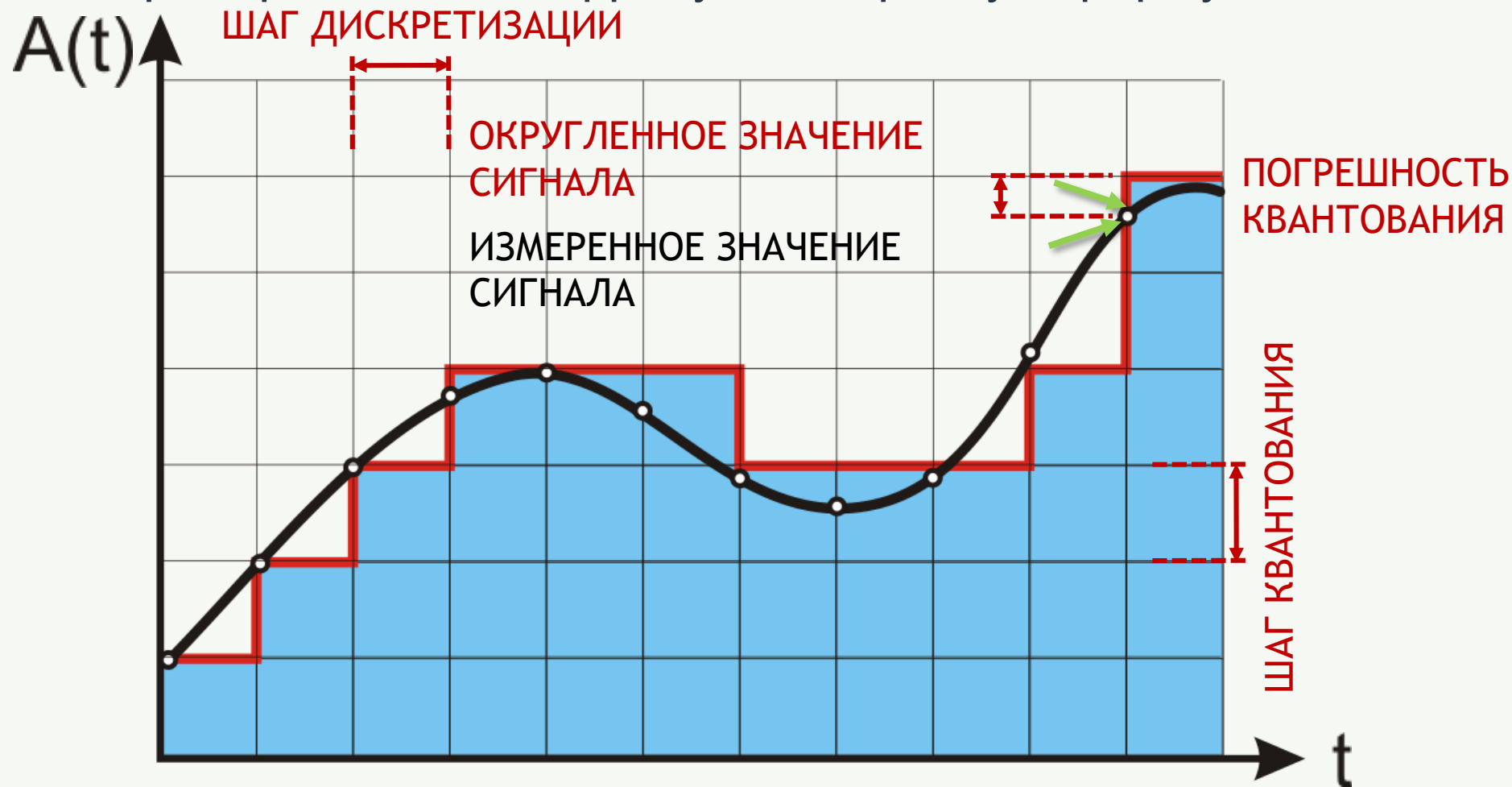
Непрерывный звуковой сигнал преобразовывается в цифровую дискретную форму (в последовательность электрических импульсов – двоичных нулей и единиц)

Звуковая дорожка аудио компакт-диска содержит участки с различной отражающей способностью



ОЦИФРОВКА ЗВУКА

Чтобы компьютер мог обрабатывать звук, непрерывный звуковой сигнал должен быть преобразован в цифровую дискретную форму.



ОЦИФРОВКА ЗВУКА

Временная дискретизация

аналоговый звуковой сигнал разбивается на отдельные маленькие временные участки и для каждого участка устанавливается определенная величина интенсивности звука

Квантование

результаты измерений записываются в цифровом виде с ограниченной точностью



ПАРАМЕТРЫ ОЦИФРОВКИ ЗВУКА

Качество звукозаписи зависит от частоты дискретизации и от глубины кодирования звука.

Частота дискретизации – количество измерений громкости за одну секунду.

Частота дискретизации измеряется в герцах (Гц) и килогерцах (кГц).
 $1 \text{ кГц} = 1000 \text{ Гц}$. Частота дискретизации, равная 100 Гц означает, что за одну секунду проводилось 100 измерений громкости звука.

Будем обозначать частоту греческой буквой ν (ню).

Глубина кодирования звука или **разрешение** – это количество информации, которое необходимо для кодирования дискретных уровней громкости цифрового звука.

Если под запись одного результата измерения громкости в памяти компьютера отведено i бит, то можно закодировать ровно 2^i разных результатов измерений.



ПРИМЕРЫ ПАРАМЕТРОВ ОЦИФРОВКИ ЗВУКА

Название	Глубина кодирования, бит	Частота дискретизации, кГц	Число каналов
Телефонная связь	8 НИЗКОЕ КАЧЕСТВО	8	1 (моно)
АудиоCD	16 ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО	44,1	2 (стерео)





ПРИМЕР 1

В Новый год Петя Иванов записал бой курантов. Перезвон длился *20 секунд*, а бой курантов – еще *40 секунд*.

Определите объём полученного моноаудио-файла (в *килобайтах*), записанного с глубиной кодирования *8 бит* и частотой дискретизации *8 кГц*.

Дано:

$$t = 20 \text{ с} + 40 \text{ с} = 60 \text{ с}$$

$$i = 8 \text{ бит} = 1 \text{ байт}$$

$$v = 8 \text{ кГц} = 8000 \text{ Гц}$$

I - ?

$$I = \frac{60 \cdot 1 \cdot 8000}{1024} \text{ Кб} = 468,75 \text{ Кб}$$

Ответ: 468,75 Кбайта





ПРИМЕР 2

Производится четырёхканальная (квадро) звуко-запись с частотой дискретизации 32 кГц и 32-битным разрешением. Запись длится 2 минуты 8 секунд, её результаты заносятся в файл, сжатие данных не производится. Определите приблизительно размер полученного файла (в мегабайтах). В качестве ответа укажите ближайшее к размеру файла целое число, кратное 10.

Дано:

$$\nu = 32 \text{ кГц} = 32000 \text{ Гц}$$

$$i = 32 \text{ бит}$$

$$t = 2 \text{ мин } 8 \text{ с} = 128 \text{ с}$$

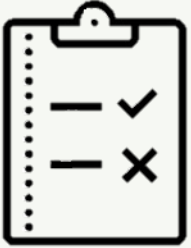
$$k = 4 \text{ (квадро)}$$

I - ?

$$\begin{aligned} I &= \frac{4 \cdot 32000 \cdot 32 \cdot 128}{1024 \cdot 1024 \cdot 8} \text{ Мб} = \\ &= \frac{2^2 \cdot 2^5 \cdot 2^3 \cdot 125 \cdot 2^5 \cdot 2^7}{2^{23}} \text{ Мб} = 62,5 \text{ Мб} \approx 60 \text{ Мб} \end{aligned}$$

Ответ: 60 Мбайт





ПРИМЕР 3

Музыкальный фрагмент был записан в формате *моно*, оцифрован и сохранён в виде файла без сжатия данных. Размер полученного файла – *24 Мбайта*. Затем тот же музыкальный фрагмент был записан повторно в формате *стерео* (двухканальная запись) и оцифрован с разрешением в *4* раза выше и частотой дискретизации в *1,5* раза меньше, чем в первый раз. Сжатие данных не производилось. Укажите в мегабайтах размер файла, полученного при повторной записи.

Дано:

$$I_1 = 24 \text{ Мб}$$

$$k_1 = 1 \text{ (моно)}$$

$$k_2 = 2 \text{ (стерео)}$$

$$i_2 = 4 \cdot i_1$$

$$v_2 = v_1 / 1,5$$

$$I_1 = t_{\text{зв.}} \cdot k_1 \cdot i_1 \cdot v_1 = t_{\text{зв.}} \cdot i_1 \cdot v_1$$

$$I_2 = t_{\text{зв.}} \cdot k_2 \cdot i_2 \cdot v_2 = t_{\text{зв.}} \cdot 2 \cdot 4 \cdot i_1 \cdot v_1 / 1,5 = 8 \cdot I_1 / 1,5$$

$$I_2 = 8 \cdot 24 / 1,5 = 128 \text{ (Мбайт)}$$

I_2 - ?

Ответ: 128 Мбайт





ПРИМЕР 4

Музыкальный фрагмент был оцифрован и записан в виде файла без сжатия данных. Полученный файл был передан в город А по каналу связи за *64 секунды*. Затем тот же музыкальный фрагмент был оцифрован повторно с разрешением в *2 раза* выше и частотой дискретизации в *3 раза* выше, чем в первый раз. Сжатие данных не производилось. Полученный файл был передан в город Б. Пропускная способность канала связи с городом Б в *4 раза* выше, чем канала связи с городом А. Сколько секунд длилась передача файла в город Б?

Дано:

$$t_1 = 64 \text{ с}$$

$$i_2 = 2 \cdot i_1$$

$$v_2 = 3 \cdot v_1$$

$$V_2 = 4 \cdot V_1$$

$$t_2 - ?$$

$$I_1 = t_{\text{зв.}} \cdot i_1 \cdot v_1$$

$$I_2 = t_{\text{зв.}} \cdot i_2 \cdot v_2 = t_{\text{зв.}} \cdot 2 \cdot i_1 \cdot 3 \cdot v_1 = 6 \cdot I_1$$

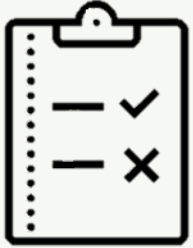
$$t_2 = I_2 / V_2 = 6 \cdot I_1 / (4 \cdot V_1) = 6/4 \cdot t_1$$

$$t_2 = 6 / 4 \cdot 64 = 96 \text{ (с)} \quad \text{Ответ: 96 секунд}$$

Звук — это распространяющиеся в воздухе, воде или другой среде волны с непрерывно меняющимися амплитудой и частотой. Чтобы компьютер мог обрабатывать звук, непрерывный звуковой сигнал должен быть преобразован в цифровую дискретную форму. Для этого его подвергают временной дискретизации и квантованию: параметры звукового сигнала измеряются не непрерывно, а через определённые промежутки времени (временная дискретизация); результаты измерений записываются в цифровом виде с ограниченной точностью (квантование).

Таким образом, при оцифровке звука искажение сохраняемого сигнала происходит дважды: во-первых, при дискретизации теряется информация об истинном изменении звука между измерениями, а во-вторых, при квантовании сохраняются не точные, а близкие к ним дискретные значения.

Объём оцифрованного звукового фрагмента в битах находится как произведение частоты дискретизации в Гц, глубины кодирования звука в битах, длительности звучания записи в секундах и количества каналов.



ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Каким образом происходит преобразование непрерывного звукового сигнала в дискретный цифровой код?

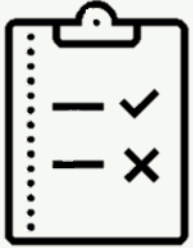




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Как частота дискретизации и глубина кодирования влияют на качество цифрового звука?

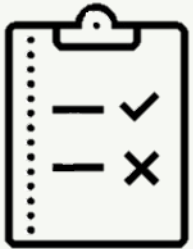




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Производится четырёхканальная (квадро) звукозапись с частотой дискретизации 32 кГц и 32-битным разрешением. Запись длится 4 минуты, её результаты заносятся в файл, сжатие данных не производится. Определите приблизительно размер полученного файла (в мегабайтах). В качестве ответа укажите ближайшее к размеру файла целое число, кратное 10.

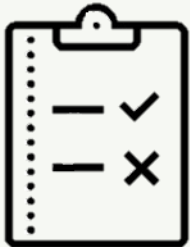




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Музыкальный фрагмент был записан в формате моно, оцифрован и сохранён в виде файла без использования сжатия данных. Размер полученного файла — 49 Мбайт. Затем тот же музыкальный фрагмент был записан повторно в формате стерео (двухканальная запись) и оцифрован с разрешением в 4 раза выше и частотой дискретизации в 3,5 раза меньше, чем в первый раз. Сжатие данных не производилось. Укажите в мегабайтах размер файла, полученного при повторной записи.

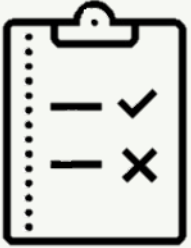




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Музыкальный фрагмент был оцифрован и записан в виде файла без использования сжатия данных. Получившийся файл был передан в город А по каналу связи за 32 секунды. Затем тот же музыкальный фрагмент был оцифрован повторно с разрешением в 3 раза выше и частотой дискретизации в 3 раза выше, чем в первый раз. Сжатие данных не производилось. Полученный файл был передан в город Б. Пропускная способность канала связи с городом Б в 2 раза выше, чем канала связи с городом А. Сколько секунд длилась передача файла в город Б?

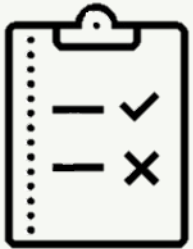




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Музыкальный фрагмент был оцифрован и записан в виде файла без использования сжатия данных. Получившийся файл был передан в город А по каналу связи за 96 секунд. Затем тот же музыкальный фрагмент был оцифрован повторно с разрешением в 4 раза выше и частотой дискретизации в 3 раза ниже, чем в первый раз. Сжатие данных не производилось. Полученный файл был передан в город Б за 16 секунд. Во сколько раз пропускная способность канала связи с городом Б больше пропускной способности канала связи с городом А?

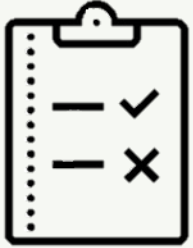




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Звуковые редакторы, или аудиоредакторы — компьютерные программы, позволяющие записывать, обрабатывать и воспроизводить звук на компьютере. Звуковые редакторы позволяют изменять качество цифрового звука и объём конечного звукового файла путём изменения частоты дискретизации и глубины кодирования. Audacity — один из наиболее популярных свободных многоплатформенных аудиоредакторов. С помощью Audacity или любого другого имеющегося в вашем распоряжении аудиоредактора осуществите запись своего голоса с различным качеством звучания. Сравните размеры полученных аудиофайлов. При наличии времени рассчитайте размеры файлов при заданных значениях параметров звукозаписи по формуле и сравните результаты.

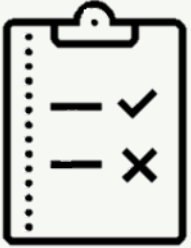




ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Редактирование аудио можно производить и без загрузки программного обеспечения, используя онлайн-аудиоредакторы. Имеете ли вы опыт использования таких инструментов? В сети Интернет найдите информацию о нескольких онлайн-аудиоредакторах и попробуйте выполнить в одном из них простые операции редактирования: обрезку, копирование, вставку и удаление фрагментов. Сравните возможности приложения Audacity для стационарных ПК и онлайн-аудиоредактора Audacity.





ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

В сети Интернет найдите информацию о записи музыкальных произведений в формате MIDI. Почему запись звука в этом формате считают аналогичной векторному методу кодирования графических изображений?

