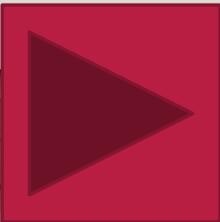


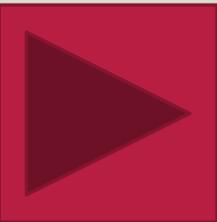
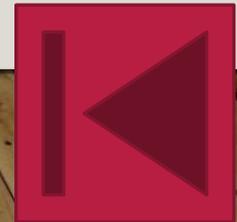
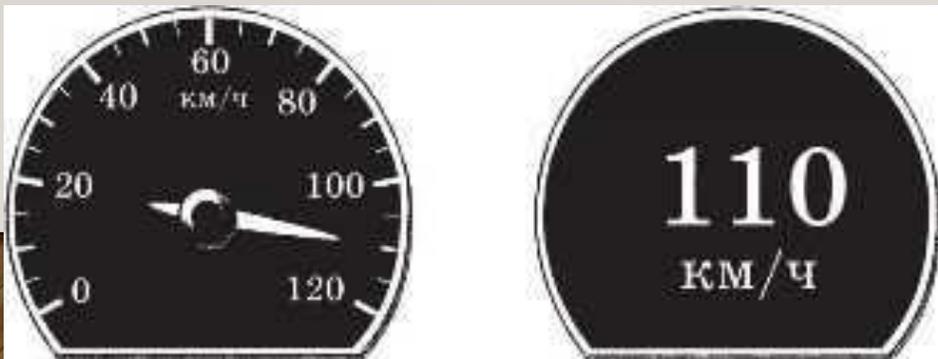
ГЛАВА 2.2 ДИСКРЕТИЗАЦИЯ

ТЕМА 2.2.1 ИЗМЕРЕНИЯ И ДИСКРЕТИЗАЦИЯ



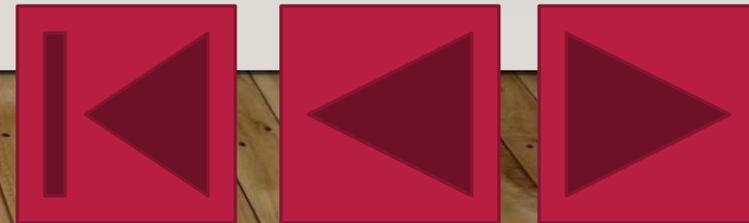
Дискретизация — переход от непрерывного сигнала к близкому (в определенном смысле) дискретному сигналу, описываемому разрывной функцией времени (перевод аналогового сигнала в цифровой).

Все приборы, которые показывают результаты измерений в цифровом виде, выполняют дискретизацию. Например, стрелка в обычном спидометре автомобиля может принимать любое положение, это непрерывный (или, как говорят физики, аналоговый) прибор. А цифровой спидометр показывает дискретные данные — скорость с округлением до 1 км/ч



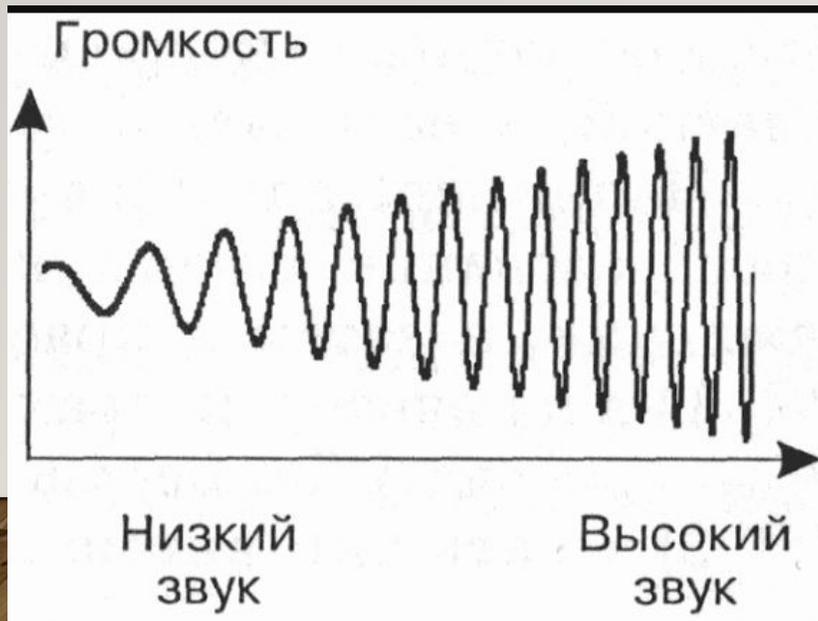
Преимущества дискретных сигналов

- В меньшей степени подвержены **искажениям** в процессе передачи и хранения
- Легко преобразуются в **двоичный цифровой код**
- Обрабатываются с помощью **цифровых вычислительных устройств.**

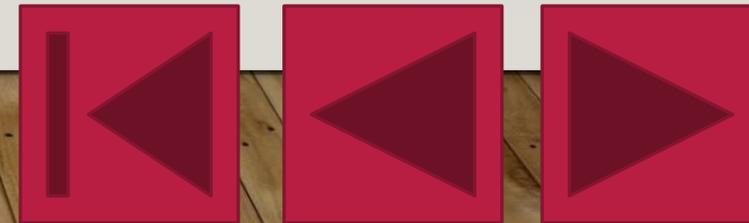


Звуковая информация

- **Звук** представляет собой распространяющуюся в воздухе, воде или другой среде волну с непрерывно меняющейся **интенсивностью** и **частотой**.
- Человек воспринимает звуковые волны (колебания воздуха) с помощью слуха в форме звука различных **громкости** и **тона**. Чем больше интенсивность звуковой волны, тем громче звук, чем больше частота волны, тем выше тон звука.



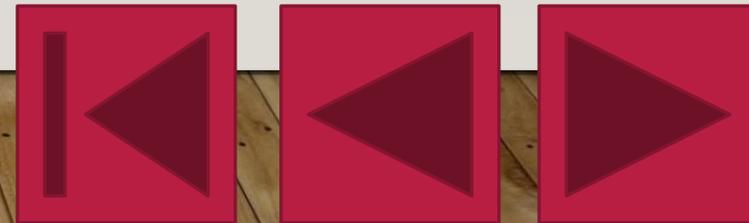
Человеческое ухо воспринимает звук с частотой от 20 колебаний в секунду (**низкий звук**) до 20 000 колебаний в секунду (**высокий звук**).



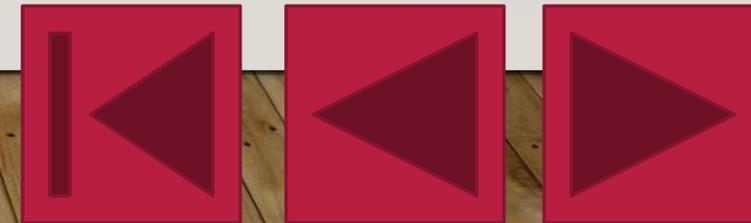
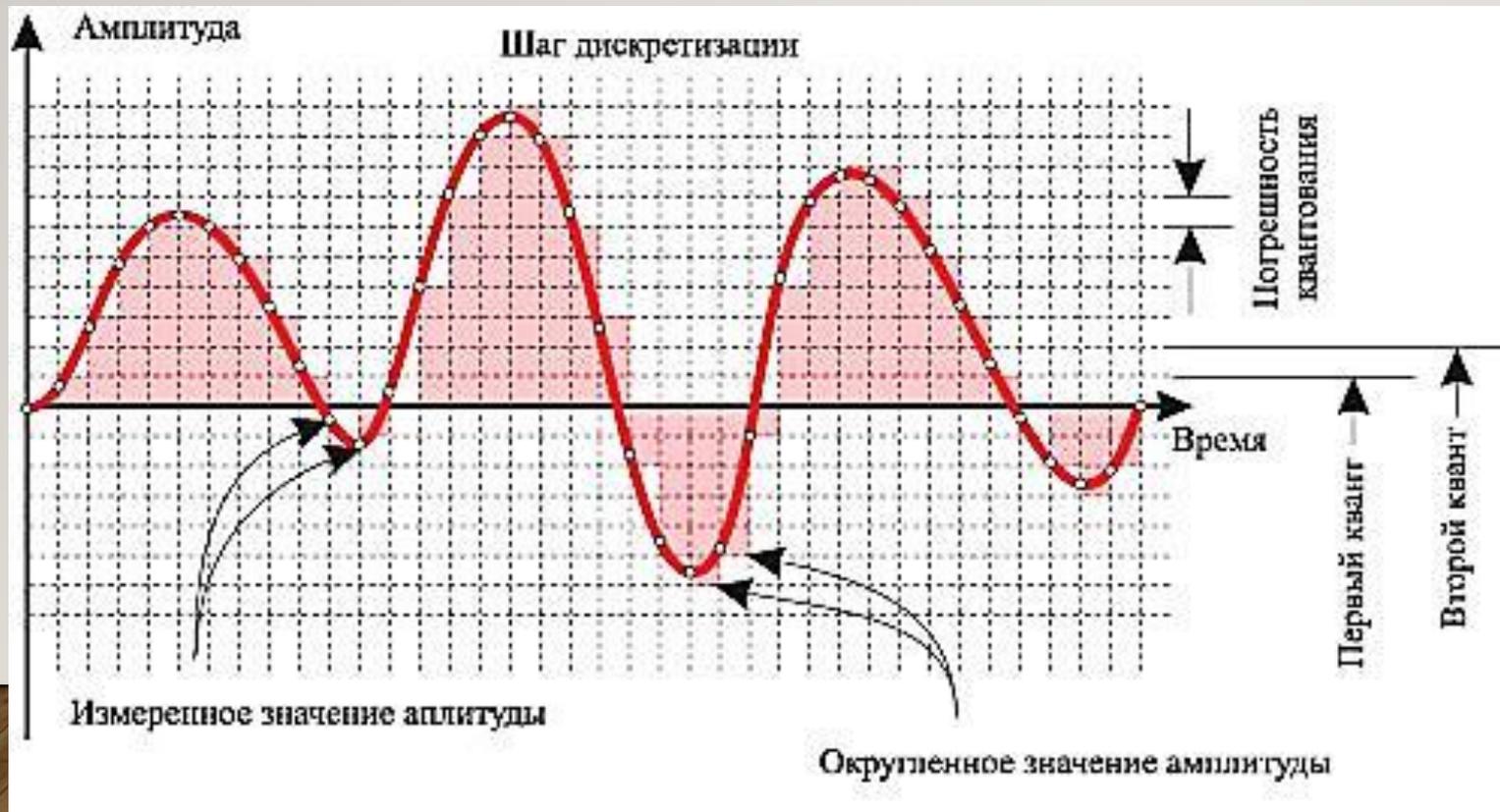
Человек может воспринимать звук в огромном диапазоне интенсивностей, в котором максимальная интенсивность больше минимальной в 10^{14} раз (в сто тысяч миллиардов раз). Для измерения громкости звука применяется специальная единица **«Децибел»** (Дбл).

Уменьшение или увеличение громкости звука на 10 Дбл соответствует уменьшению или увеличению интенсивности звука в 10 раз.

Звук	Громкость в децибелах
Нижний предел чувствительности человеческого уха	0
Шорох листьев	10
Разговор	60
Гудок автомобиля	90
Реактивный двигатель	120
Болевой порог	140



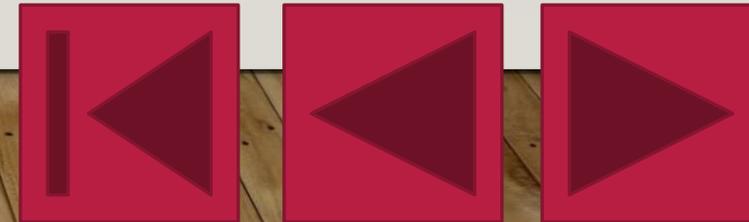
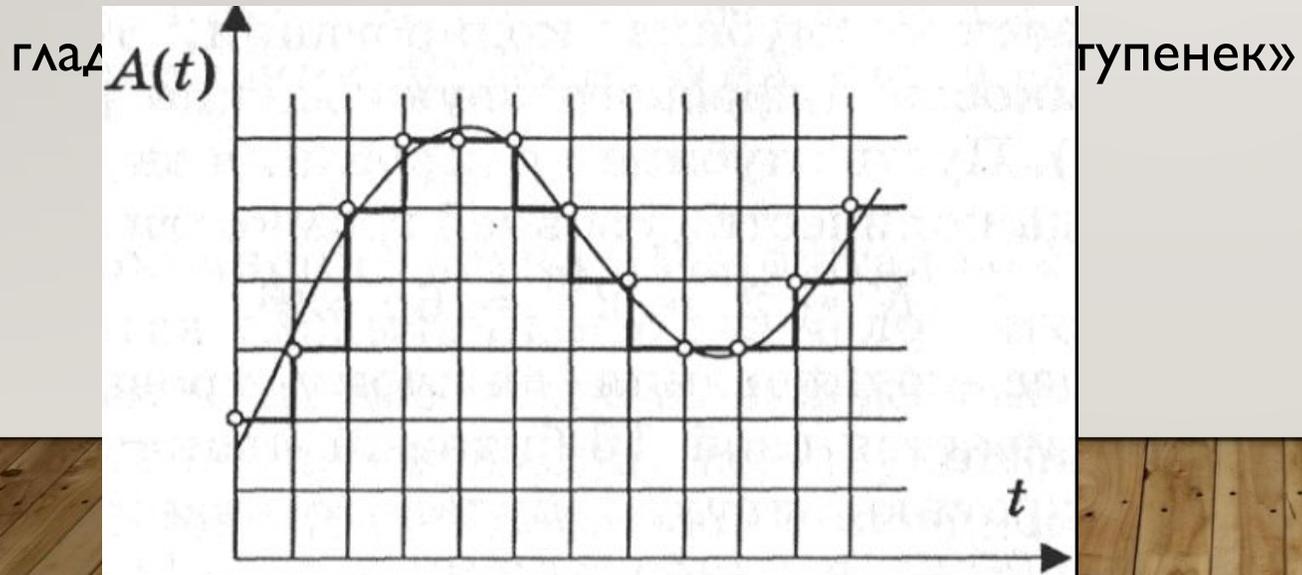
- **Цифровой звук** – это аналоговый звуковой сигнал, представленный посредством дискретных численных значений его амплитуды.
- **Оцифровка звука** — технология преобразования аналогового звукового сигнала в цифровой вид.



Временная дискретизация

звук

- 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

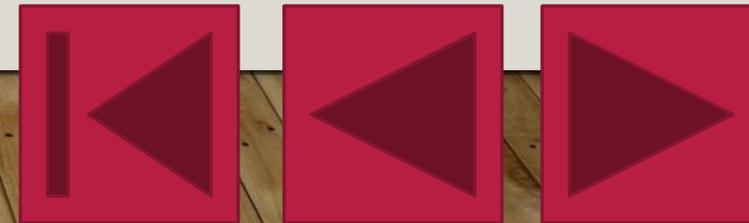


Частота

дискретизации

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

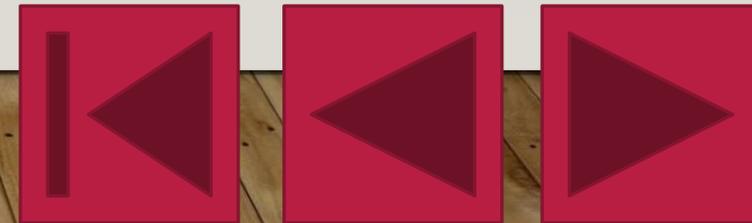
- Для записи аналогового звука и преобразования в цифровую форму используется микрофон, подключенный к звуковой плате.
- Качество полученного цифрового звука зависит от количества измерений уровня громкости звука в единицу времени, т. е. **частоты дискретизации**.
- Чем большее количество измерений производится за 1 секунду (чем больше частота дискретизации), тем точнее «лесенка» цифрового звукового сигнала повторяет кривую аналогового сигнала.
- **Частота дискретизации звука** может лежать в диапазоне от 8000 до 48 000 измерений громкости звука за одну секунду.



Глубина кодирования

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

- Каждой «ступеньке» присваивается определенное значение уровня громкости звука. Уровни громкости звука можно рассматривать как набор возможных состояний N , для кодирования которых необходимо определенное количество информации I , которое называется глубиной кодирования звука.
- Если известна глубина кодирования, то количество уровней громкости цифрового звука можно рассчитать по формуле $N = 2^I$. 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.



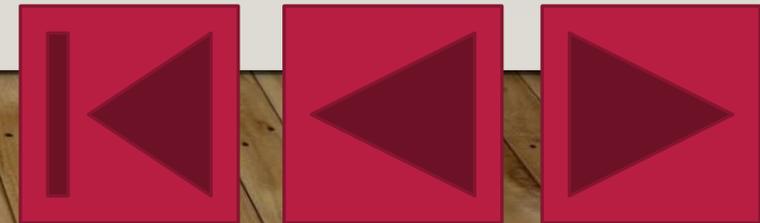
Качество оцифрованного звука

Звук

Чем больше частота и глубина дискретизации звука, тем более качественным будет звучание 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. Можно 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 (стереозвук):
- $16 \text{ бит} \times 24\,000 \times 2 = 768\,000 \text{ бит} = 96\,000 \text{ байт} = 93,75 \text{ Кбайт}$.

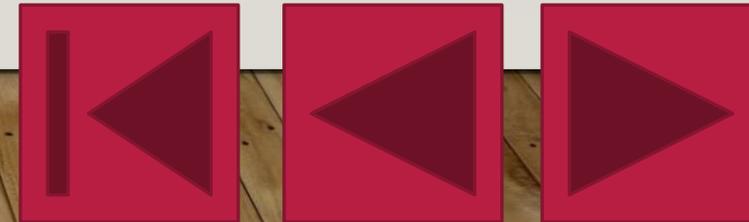
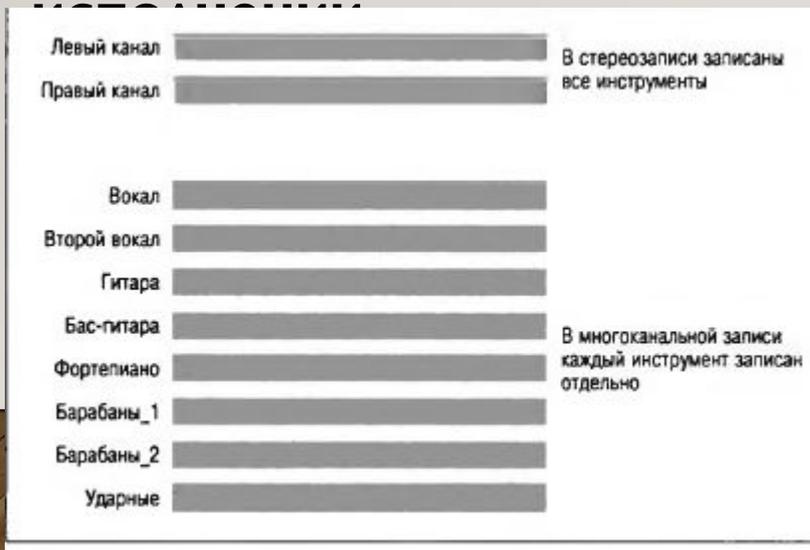


Многоканальная

Процесс записи всех инструментов (или групп инструментов) на отдельные дорожки и хранение их в таком раздельном виде.

Позволяет следующее:

- ✓ **Корректировать звучание отдельных инструментов на разных дорожках**
- ✓ **Корректировать уровень сигнала отдельных инструментов относительно друг друга**
- ✓ **Получить такое исполнение, какое вряд ли удастся получить при концертном**



Размер звукового файла

$$I = f \times R \times N \times t, \text{ где}$$

f - частота дискретизации (Гц)

R – глубина кодирования (разрядность)

N – количество каналов (1 – моно, 2 – стерео ...)

t – время звучания (с)

1 байт	8 бит
1 Кбайт	1024 байт
1 Мбайт	1024 Кбайт
1 Гбайт	1024 Мбайт

Можно оценить информационный объем стереоаудиофайла длительностью 1 секунда при высоком качестве звука 16 бит, 48 кГц.

$$48000 \text{ Гц} \times 16 \text{ бит} \times 2 \times 1 = 1536000 \text{ бит} = 192000 \text{ байт} = 187,5 \text{ кБайт}$$

