



Основы представления звука в цифровых системах

Выполнил: Мельников Семён ГФ25-02Б

Что такое звук и его аналоговое представление



- Звук — это механические колебания давления воздуха, которые распространяются в виде волн.
- Микрофон преобразует эти волны в непрерывный электрический (аналоговый) сигнал.
- Аналоговый сигнал непрерывен по времени и амплитуде: сохраняет все нюансы формы волны.

Переход от аналогового к цифровому: зачем и как?

Почему цифровой звук: удобство хранения и передачи, устойчивость к деградации, простота обработки. Для перехода применяется Аналогово-Цифровое Преобразование (АЦП): дискретизация во времени и квантование по уровню.

Преимущества

- Независимость от копий — нет накопления шума
- Сжатие и передача по сетям
- Цифровая обработка (эффекты, фильтры)

Ключевой процесс

- Сбор сигнала — микрофон
- АЦП — дискретизация + квантование
- Кодирование (PCM, сжатие)



Дискретизация

Дискретизация измеряет амплитуду через равные интервалы времени. Частота дискретизации (Hz) — число замеров в секунду. Теорема Найквиста: $fs > 2 \cdot f_{\max}$, чтобы избежать наложения спектров (aliasing).

- Практические значения
 - Телефон: 8 кГц (узкий диапазон)
 - CD: 44,1 кГц — покрывает до 20 кГц
 - Студийные записи: 48–192 кГц для Hi-Res
- Советы
 - Антиалиасинг-фильтр перед АЦП
 - Выбирать fs вдвое выше верхней частоты интереса с запасом

Квантование

Квантование преобразует непрерывную амплитуду в дискретные уровни: 2^N уровней при N битах. Округление порождает шум квантования; чем выше разрядность — тем ниже шум и шире динамический диапазон.

- 16 бит → 65 536 уровней — стандарт CD
- 24 бита → значительно выше точность и динамика

Форматы цифрового звука и их характеристики



WAV

Без сжатия, точное представление;
стандарт CD: 44,1 кГц / 16 бит / стерео.



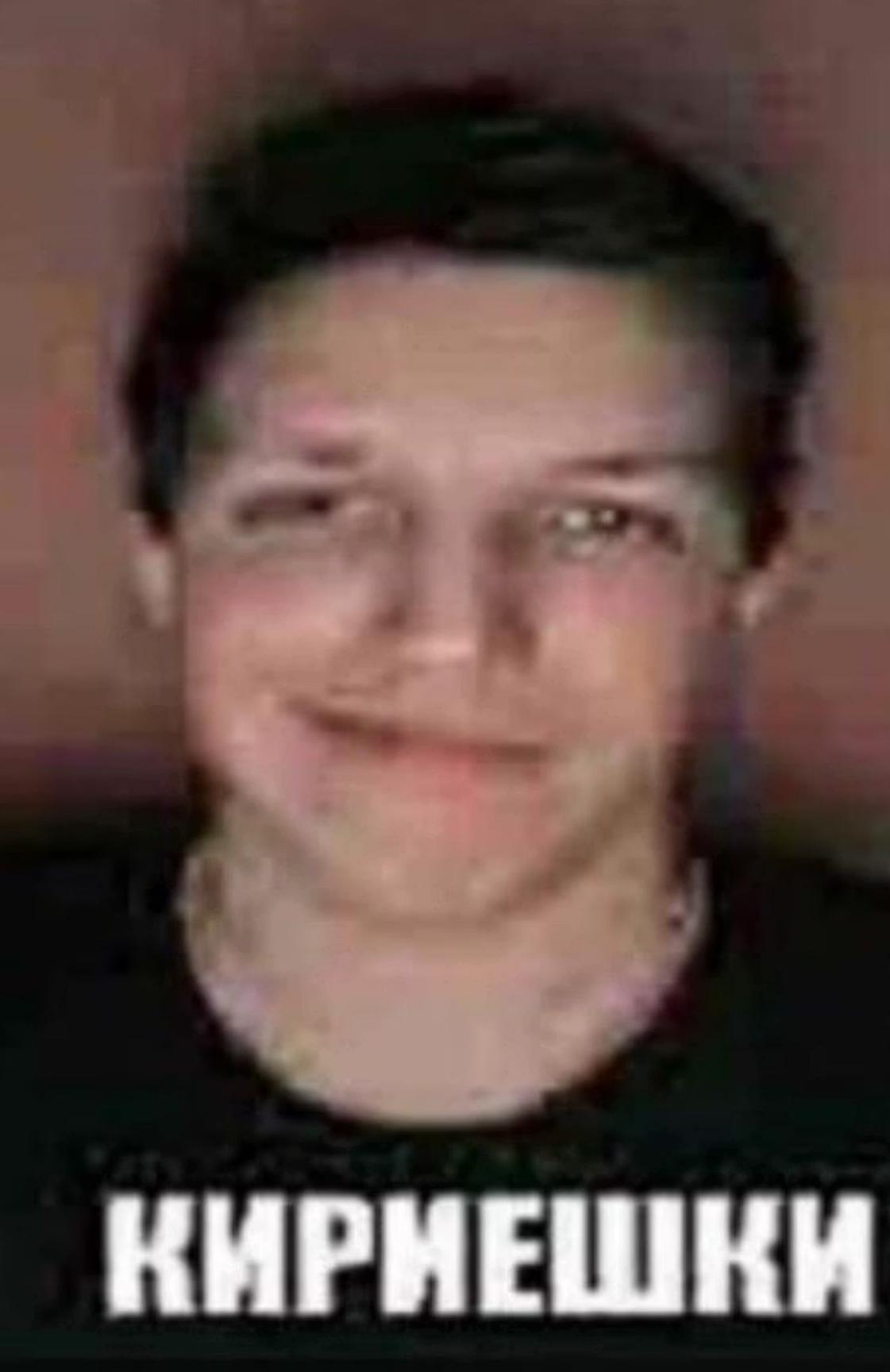
FLAC

Сжатие без потерь — меньший размер,
полное восстановление звука.



MP3

Сжатие с потерями — экономия места
за счёт удаления малозаметных
деталей.



Практические примеры и профессиональные стандарты

44 kHz

CD Audio

16 бит, стерео —
динамический
диапазон ≈ 96 дБ.

48 kHz

Профессиональн
ая запись

Стандарт для видео и
студийной работы —
больше разрешения и
динамики.

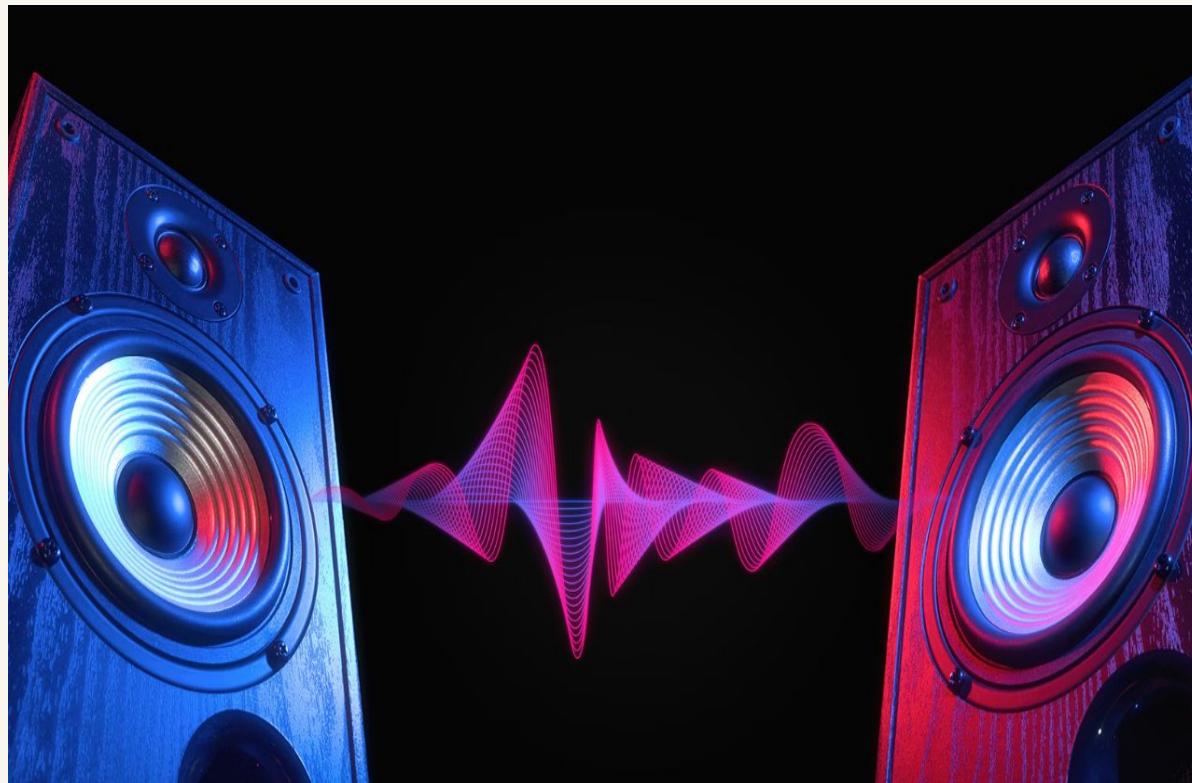
96–192 kHz

Hi-Res

Высокая частота
дискретизации для
архивации и
мастеринга.

КИРНЕШКИ

Ограничения и вызовы цифрового звука



Главные проблемы и компромиссы:

- Квантование даёт шум — требуется баланс битности и размера файла
- Сжатие с потерями может вводить артефакты (пластичность, "петля")
- Задержки (latency) в цифровой обработке важны для живых выступлений
- Субъективные различия: некоторые предпочитают "теплоту" аналоговых систем

Заключение

Цифровое представление звука основано на трёх процессах:

1. **Дискретизация** - временные срезы
2. **Квантование** - измерение амплитуды
3. **Кодирование** - упаковка в биты

Благодаря этим принципам мы можем хранить огромные аудиобиблиотеки на компактных носителях и передавать звук по всему миру за доли секунды.

С развитием технологий качество цифрового звука продолжает улучшаться, делая его все более доступным и реалистичным.

