

Корень проблемы: двое часов, никогда не одинаковых

Двое часов	Захват и воспроизведение на разных кристаллах; частоты различаются на ppm.
Потреб. спец.	Кристаллы $\pm 20 \dots \pm 50$ ppm; двое устройств могут разойтись до 100 ppm.
Зажим	Быстрый производитель переполняет буфер; медленный опустошает его в тишину.

Как накапливается дрейф

50 ppm	$= 50 / 1\,000\,000 = 0,00005$ — доля рассогласования часов.
в секунду	$\times 1\text{ с} = 0,05\text{ мс}$ набор/потеря; при 48 кГц это 2,4 сэмпла/с.
в час	$\times 3600\text{ с} = 180\text{ мс}$ — на пределе ITU-R BT.1359-1 (+90 / −185 мс).

Мягкая vs жёсткая коррекция

Мягко / ресемплинг	Сдвиг доли каждого сэмпла. Неслышимо. Выше CPU. Дефолт для аудио.
Жёстко / drop+вставка	Убрать/повторить целый кадр 10–20 мс. Дёшево. Щелчок, провал, заикание.
WebRTC NetEQ	Accelerate укорачивает, PreemptiveExpand удлиняет — растяжение с сохр. тона.
Видео	Кадры дискретны: только drop или повтор. Глаз прощает; ухо — нет.

Правило audio master для видео

Audio master	Аудио — опорная шкала; видео делает drop/повтор кадров, чтобы следовать.
Почему	Провал 10 мс в аудио заметнее продублированного видеокadra.

Четыре частые ошибки

- ☐ Винить сеть: джиттер случаен; дрейф — устойчивое однонаправленное сползание.
- ☐ Только реактивный буфер: корректируйте непрерывно, не ждите пустого или полного.
- ☐ Ресемплер со сдвигом тона: используйте растяжение с сохранением тона, не сырое изменение частоты.
- ☐ Перевернутый мастер: делайте drop видео-кадров за аудио, никогда не наоборот.
- ☐ Примета: норм в начале, хуже со временем = дрейф часов, никогда не разовый баг.