

Семь этапов, от захвата до рендеринга

1 Захват	Mic+ADC на 48 кГц, камера 30/60 fps. Здесь рождаются часы дискретизации.
2 Кодер	Сжимает в пакеты, пишет PTS (и DTS для В-кадров видео).
3 Мультиплекс	MPEG-TS вставляет PCR от часов 27 МГц; WebRTC оборачивает RTP-пакеты.
4 Сеть	Задержка, джиттер, перестановка, потери. Часов нет — но метки не трогает.
5 Буфер джиттера	КОРРЕКЦИЯ 1: восстановить часы (PLL или RTCP SR), погасить джиттер.
6 Декодер	Переупорядочивает выход по PTS, проносит тайминг нетронутым.
7 Рендерер	КОРРЕКЦИЯ 2: крошечный непрерывный ресэмплинг держит часы воспроизведения.

Два способа делить одну шкалу

Вещание	Одни системные часы 27 МГц. PCR вставляется в поток; PLL пересобирает их. PTS от одних часов сравнимы напрямую.
WebRTC	Двое независимых RTP-часов (48 кГц аудио, 90 кГц видео). RTCP Sender Report привязывает каждые к стенному времени NTP; сравнение на этой общей шкале.

Частоты часов, которые стоит запомнить

Opus аудио	RTP-часы 48 000 Гц (RFC 7587).
G.711 аудио	8000 Гц (ITU-T G.711 / RFC 3551).
Видео RTP	90 000 Гц — нацело делит 24/25/30/60 fps.
MPEG-TS STC	27 МГц = база 90 кГц × 300 (PCR-ext).

Как накапливается дрейф

50 ppm	= 0,00005 долевая разница часов.
в секунду	× 1 с = 0,05 мс набегают или теряется.
в час	× 3600 с = 180 мс — за допуском ITU-R BT.1359-1 (+90 / −185 мс).

Запомнить

- ☐ Метка времени — это счётчик тактов на часах с фиксированной частотой, а не время суток.
- ☐ Аудио и видео — отдельные часы с отдельными случайными стартами.
- ☐ Кодер пишет PTS для аудио; PTS и DTS для видео (В-кадры переупорядочены).
- ☐ Вещание делит одни часы 27 МГц; WebRTC привязывает каждые RTP-часы к стенному времени NTP.
- ☐ Сеть добавляет джиттер и потери, но никогда не меняет метку времени.
- ☐ Буфер джиттера восстанавливает часы и гасит неравномерный приход.
- ☐ Рендерер ресэмплирует на крошечные величины, отменяя медленный дрейф часов.
- ☐ Синхронизация в норме вначале, но неверна через 20 минут — это всегда дрейф.