

1 — Где находится подавление эха (и единственное правило)

Порядок Audio Processing Module

Опорный / render сигнал

Причина №1 эха в WebRTC

1) Подавление эха (AEC3) 2) Шумоподавление 3) AGC
звук дальнего конца ДО подмешивания — подайте его верно
сломанный или закольцованный опорный, а не слабая модель

2 — Переключатели браузера (getUserMedia)

`echoCancellation: true` -> ВКЛ по умолчанию (Chrome, Firefox, Safari) = AEC3.

`echoCancellationType` -> 'browser' (AEC3, софт) | 'system' (ОС/железо).

По умолчанию: аппаратный AEC, если он хорош, иначе откат к AEC3 (софт).

3 — Мобильные: работу обычно делает телефон

iOS / iPadOS

Android

Приём для согласованности

Voice-Processing I/O через режим AVAudioSession .voiceChat
AcousticEchoCanceller — качество дико разнится по моделям
запускайте AEC3 софтом на Android для единого поведения

4 — Число для отладки: ERLE

$ERLE = 10 \times \log_{10}(\text{мощность эха до} / \text{после})$. Больше = больше убрано.

Норма: 20-40 дБ за 1-2 с. Ниже 10 дБ = фильтр не сходится.

5 — Ловушка наложения (самый частый самонанесённый баг)

Два модуля сразу -> полудуплекс 'рация', ваш голос обрезан.

Лекарство: РОВНО ОДИН. Внедряете SDK? `echoCancellation=false` в браузере.

6 — Чек-лист решения

- ☐ Сначала выпустите браузерный AEC3 (`echoCancellation: true`); проверьте логом ERLE, а не одним звонком.
- ☐ Упорное эхо? Проверьте опорный провод и оценку задержки, ПРЕЖДЕ чем винить модель.
- ☐ Только нелинейное эхо (громкий/дешёвый динамик, double-talk, реверберация)? -> добавьте нейромодуль.
- ☐ Устройства под вашим контролем -> on-device SDK (Krisp) через AudioWorklet; звонки с линий -> сервер (Maxine / SFU).
- ☐ Всегда один модуль в цепочке — остальные выключите.