

Что это даёт (и чего не даёт)

- Плюс** Каждый голос - у своего тайла на экране. Угловое разнесение помогает мозгу разделять голоса - меньше усталости на долгих звонках с перебиваниями.
- Нет** «Погружение» - не главный аргумент. Нет пользы в звонках 1:1, на встречах с одним докладчиком и для слушателей на одном моно-динамике.
- Правило** Сильнее всего, когда конкурирующие голоса близки по громкости - сначала нормализуйте микрофоны.

Шаг 1 - а услышат ли пользователи? (проверка устройства)

Нужно два канала на два уха: проводные стерео-наушники, проводные стерео-колонки или встроенные стерео-динамики. Классический Bluetooth переходит в моно при активном микрофоне - эффекта нет. Teams отключает его на Bluetooth. LE Audio Bluetooth умеет стерео во время звонка - поддержка по мере выхода устройств. Определяйте устройство вывода. Если стерео нет - тихо откатывайтесь к моно-миксу.

Шаг 2 - как это делают платформы (2026)

Teams: позиция тайла -> стерео-пан. Только проводное стерео; нет 1:1, нет встреч > 100.
Zoom: место в галерее -> стерео-поле. Zoom Rooms / Workplace desktop; без беспроводных.
Google Meet: стерео для презентаций; Beam привязывает голос к 3D-человеку в полный рост.
FaceTime: HRTF + трекинг головы через AirPods; опционально персональный HRTF по скану.

Шаг 3 - реализация на WebRTC (Web Audio API)

Один PannerNode на удалённый голос. panningModel = HRTF (бинаурал) или equalpower (дёшево).
Позиция = тайл минус моя позиция. Плавно через setTargetAtTime (~20 мс), без скачков.
Столбцы галереи -> азимут: $x = \sin(\text{угол})$, $z = -\cos(\text{угол})$.
Используйте SFU (каждый голос = отдельный трек); рендер на клиенте, не на сервере (MCU).
Следите за 3GPP IVAS (Release 18): 3-4 объекта при 24,4 / 32 кбит/с в самом кодеке.

Чек-лист перед запуском

- ☐ Устройство вывода определено; чистый откат к моно, если стерео недоступно.
- ☐ Пространственный звук выключен для звонков 1:1 и встреч с одним докладчиком.
- ☐ Позиции меняются плавно, без скачков при переразметке тайлов.
- ☐ Микрофоны нормализованы - конкурирующие голоса близки по громкости.
- ☐ Рендер на клиенте поверх SFU; не серверный микс под каждого слушателя.