

Четыре семейства PLC (от худшего к лучшему)

Вставка нулей	Заполнить тишиной	Дёшево; щёлкает по краям — отказались
Замещение формой волны	Цикл + затухание тона	G.711 App I; хорошо для коротких потерь
Модельное	Продлить параметры речи	Opus/SILK; переживает чуть длиннее пробелы
Нейросетевой PLC	DNN создаёт новую речь	WaveNetEQ, deep PLC Opus 1.5; лучшее качество

Что делает WebRTC (внутри NetEQ)

Expand	Пакет пропал	Экстраполировать sync buffer ИЛИ спросить декодер
Merge	Реальный пакет вернулся	Кроссфейд маскировки в реальный звук

PLC, FEC и ретрансляция — три разные задачи

Ретрансляция (RTX)	Задержка: 1 round trip Полоса: только при потере Точно: ДА
FEC / RED	Задержка: нет Полоса: каждый пакет Точно: ДА (в пределах избыточности)
PLC	Задержка: нет Полоса: нет Точно: НЕТ — это догадка

Нейросетевая маскировка в Opus 1.5 (март 2024)

Deep PLC: --enable-deep-plc, сложность декодера >= 5, ~1% ядра CPU, ~1 МБ бинарника.
Обновление только декодера: полностью совместимо с RFC 6716; любой кодер Opus говорит с deep-PLC декодером.
Вокодер FARGAN: ~600 MFLOPS (1/5 LPCNet) — то, что делает нейросетевой PLC достаточно дешёвым.
Избыточность DRED: до 1 с звука в 12-32 кб/с; каждый кадр 20 мс фактически отправлен ~50х; разборчиво при 90% потерь.

Правила диагностики

Высокая маскировка обычно = реальные потери ВЫШЕ по тракту — чините сеть или добавьте избыточность, а не PLC.
Процент потерь скрывает серийность: 5% изолированно = неслышно; 5% серией = роботизированный булёж.
Сравнивайте PLC на реалистичных серийных трассах с метрикой маскировки (PLCMOS), а не равномерно + PESQ.
Ждёте нейросетевой PLC? Убедитесь, что сборка его содержит И сложность декодера достаточно высока для включения.

Запомнить

- ☐ PLC заполняет потерянный пакет синтезированным звуком — он маскирует потерю, а не восстанавливает оригинал.
- ☐ Четыре семейства: вставка нулей (щелчки), замещение формой волны, модельное, нейросетевое.
- ☐ WebRTC маскирует операцией Expand в NetEQ; Merge кроссфейдит реальный пакет обратно.
- ☐ PLC продолжает прошлое; вернуть потерянные слова может только избыточность (FEC, DRED).
- ☐ Серийность, а не процент потерь, решает, насколько роботизированным будет звук.