

Математика аудиофреймов (при 48 кГц)

КОДЕК	ФРЕЙМ	ДЛИТ.	ПОДСКАЗКА ПО СЕГМЕНТУ
AAC-LC	1024 сэмпла	21,33 мс	8 с = 375 фреймов (точно)
HE-AAC	2048 сэмплов	42,67 мс	8 с = 187,5 — сетка 4 с
Opus	20 мс по умолч.	20,00 мс	любое кратное 20 мс — точно
Opus (low delay)	2,5–10 мс	2,5–10 мс	ниже порог, больше оверхед

Порог аудио, который не убрать настройкой

ЧЛЕН	ТИПИЧНО	ПРИМЕЧАНИЕ
Priming кодера AAC	~44 мс	2112 сэмплов ÷ 48000; отбрасывается, но в тракте
Округление по фреймам	до ~21 мс	один целый фрейм AAC зазора на границе части
Буфер воспроизведения	~150–400 мс	главный регулятор «стабильность против задержки»

Чек-лист упаковки — отметьте перед релизом

- ☐ Выберите длительность сегмента с целым числом аудиофреймов (8 с = 375 фреймов AAC при 48 кГц).
- ☐ Задайте EXT-X-PART-INF PART-TARGET так, чтобы часть держала целое число фреймов, или примите вариацию DURATION.
- ☐ В LL-DASH дайте аудио AdaptationSet более консервативный availabilityTimeOffset, чем видео.
- ☐ Выравнивайте презентационные метки времени аудио и видео; не гонитесь за порогом уменьшением частей.
- ☐ Упакуйте чанки CMAF один раз, чтобы они служили и частям LL-HLS, и сегментам LL-DASH.
- ☐ Предпочитайте Opus вместо AAC, когда контролируете плеер и нужен меньший порог задержки.

Одно правило

Фрейм AAC 21,33 мс не делится. Выравнивайте метки времени и пускайте аудио по более грубой сетке; меньшие видеочасти не уменьшают аудиопорог — лишь делают его заметнее.