

Quality of experience (QoE) — это то, что почувствовал зритель, измеренное на плеере, а не то, что отдал сервер. Лист даёт квартету QoE простое определение, ориентир-цель, наиболее вероятные причины деградации и ловушки честного измерения, которые прячут проблему, пока зритель ещё не ушёл. Цели — операционные конвенции 2026, не стандарты; терминология метрик — по СТА-2066. Математика медленного старта внизу превращает две секунды в строку бюджета.

1 · КВАРТЕТ QoE — ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ЦЕЛЬ

- ☐ **Video startup time** — от play до первого кадра. Начнётся ли сессия вообще. Цель: $< \sim 2$ с; лучшие ≤ 1 с.
- ☐ **Rebuffering ratio** — время заморозки ÷ время просмотра. Выживет ли сессия. Цель: $< \sim 1\%$; лучшие $\leq 0,5\%$.
- ☐ **Отданный битрейт** — средний полученный поток; прокси чёткости. Цель: максимум, что тянет сеть без заморозки.
- ☐ **Доля сбоев** — попытки с ошибкой (VSF до первого кадра + VPF после). Цель: к 0%; $> \sim 0,5\%$ — это пожар.

2 · КОГДА ДЕГРАДИРУЕТ — ВЕРОЯТНЫЕ ПРИЧИНЫ

- ☐ **Медленный старт** — далёкий origin без кэша, слишком большой 1-й сегмент, последовательный запрос лицензии или client-side реклама до кадра.
- ☐ **Высокий rebuffering** — буфер пустеет быстрее, чем наполняется: слабый охват CDN, грубая encoding ladder без нижней ступени.
- ☐ **Низкий битрейт** — ABR прижат слабым соединением или у лестницы нет верхних ступеней; проверьте, не слишком ли он осторожен.
- ☐ **Сбои** — ошибки license-сервера, 404 манифеста/сегмента, несовпадение DRM, исчерпан ресурс плеера; делите VSF и VPF для поиска.

МАТЕМАТИКА МЕДЛЕННОГО СТАРТА — ВО ЧТО ОБОХОДЯТСЯ ДВЕ СЕКУНДЫ

Startup time — не инженерная сноска, а одно из самых рычажных чисел платформы, поэтому пройдем арифметику вслух. Исследование на 23 млн просмотров (Krishnan & Sitaraman, Akamai, IMC 2012) показало: зрители начинают уходить примерно после двух секунд задержки старта, и каждая лишняя секунда добавляет около 5,8% к доле отказов. Пусть платформа видит 1 000 000 попыток показа в день, а изменение конфигурации — медленнее origin, тяжелее плеер, лишний вызов рекламы до первого кадра — добавляет две секунды к старту. Дополнительный отказ = $2 \text{ с} \times 5,8\%/с = 11,6\%$. Потеряно показов в день = $1\,000\,000 \times 11,6\% = 116\,000$. Потеряно за год = $116\,000 \times 365 \approx 42\,340\,000$. При консервативных \$0,02 рекламной выручки за показ: $42\,340\,000 \times \$0,02 \approx \$847\,000$ в год — из-за двух секунд, и это до долгосрочного ущерба: те, кто не дождался старта, заметно реже возвращаются. Чтобы пересчитать под себя, замените два входа: попытки показа в день и выручку за показ. Рычаг тот же, что в руках инженерии: ближе кэш, меньше первый сегмент, параллельный запрос лицензии и реклама, убранная из пути первого кадра.

3 · ЛОВУШКИ ЧЕСТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ

- ☐ **Одно среднее прячет собой** — здоровые 1,8 с в среднем скрывают 8 с на smart TV в одном регионе. Читайте 95-й перцентиль и по сегментам.
- ☐ **QoS — не QoE** — дашборд доступности CDN 99,99% ничего не говорит о спиннере на загруженном домашнем Wi-Fi. Измеряйте на плеере.
- ☐ **Реклама раздувает старт** — client-side реклама до первого кадра добавляет всю свою загрузку к воспринимаемому старту; меряйте с рекламой в пути.
- ☐ **Битрейт в ущерб rebuffering** — гонка за чёткостью, опустошающая буфер, меняет терпимую мягкость на заморозку, из-за которой уходят.

4 · СТАНДАРТИЗИРУЙТЕ, ЧТОБЫ ЧИСЛА ЖИЛИ

- ☐ **Термины СТА-2066** — одно определение startup time и rebuffering во всех плеерах, чтобы две команды считали одинаково.
- ☐ **Слать CMCD (СТА-5004)** — пусть плеер сообщает CDN уровень буфера и риск столла, закрывая слепое пятно сессии из RFC 9317.
- ☐ **Перцептивный скор** — ITU-T P.1203 MOS (1-5) или индекс вендора, но всегда раскладывайте обратно на квартет.
- ☐ **Сегментируйте всё** — по устройству, региону, контенту и CDN; именно в среднем прячется серьёзная проблема.