

## Почему HLS непригодно для передачи на модуляторы и мультиплексоры в кабельном телевидении

Очень часто, при использовании модуляторов и мультиплексоров возникает проблема: Есть прекрасный HLS стрим от провайдера, он прекрасно проигрывается на компьютере – в VLC, с помощью некой программы переводится в UDP – и опять-же, в VLC он работает. А вот при подаче его на головную станцию – все «ломается»: начинает мигать лампочка перегрузки транспортного потока, на телевизорах или STB изображение «рассыпается» и дергается, звук плывет (все помнят кассетные плееры с севшими батареями питания?) а иной раз «цокает» и «квакает».

Чаще всего инженеры начинают обвинять производителя головной станции: ведь, в VLC то все работает! но давайте разберемся в структуре транспортного потока чуть-чуть подробнее:

Запомним главное: для передачи данных на DVB модуляторы (T/C/S и.т.д) нужен поток с «предсказуемым битрейтом»: CBR и корректным PCR.

### Небольшая справка и введение в термины:

#### Типы битрейтов в mpeg-ts:

В большинстве случаев используются 2 типа работы mpeg-ts стрима для использования в стандартах [ATSC](#) и [DVB](#):

#### [CBR](#) (*Constant bitrate*) — с постоянным битрейтом;

Вариант передачи потоковых данных, при котором пользователь изначально задаёт необходимый битрейт, который не изменяется. Данный режим позволяет точно определить точность получения [PCR](#)-меток. Его главное достоинство — возможность довольно точно предсказать битрейт потока данных. Протоколы передачи, такие как ATSC и DVB, жестко ограничены требованиями к битрейту транспортного потока. Таким образом, чтобы поток данных поддерживал постоянную жестко заданную скорость передачи, [мультиплексор](#) должен иметь возможность добавлять в поток дополнительные пакеты. Пакеты с PID 0x1FFF как раз служат для этих целей. Поле полезной нагрузки этих пакетов не содержит какой-либо полезной информации, таким образом мультиплексор или STB, получая такой пакет, игнорирует его содержимое. При указанном CBR на имеющемся потоке данных, мультиплексор жестко ограничивает битрейт. То есть, если взять программу с битрейтом в 4Mbit и указать мультиплексору CBR в 3Mbit – то он «срежет» все данные, которые выходят за этот предел, и напротив: указав CBR в 5Mbit – мультиплексор заполнит null-padding пакетами оставшийся мегабит и «пересчитает» PCR.

#### [VBR](#) (*Variable bitrate*) — с переменным битрейтом;

Тут кодек выбирает значение битрейта исходя из параметров (уровня желаемого качества), причём в течение кодируемого фрагмента битрейт может изменяться. Данный метод даёт наилучшее соотношение качество/битрейта выходного потока, однако точный его битрейт оказывается очень плохо предсказуем. В зависимости от характера звука/изображения, битрейт может отличаться в несколько раз. Из-за неравномерности битрейта – невозможно точно установить время получения клиентом PCR-метки. Это не критично для STB которые разбирают поток, и могут корректироваться на информацию из кодека и, например PTS.

**PCR** – (program clock reference):

Чтобы декодер мог воспроизводить программы в правильное время, на правильной скорости и с синхронизацией, стримы периодически передают метки PCR, в одном из потоков программы. Это также называется 'основной источник опорной частоты' (Master Clock). Временные интервалы в MPEG2 рассчитываются по этой частоте. Для примера, временная метка, представления ([PTS](#)), соответствует PCR. Первые 33 бита соответствуют опорной частоте в 90 кГц. Расширение последовательности на 9 бит соответствует частоте в 27 МГц. Так как мы уже узнали, что в случае VBR стрима мы не можем точно предсказать появление метки PCR -

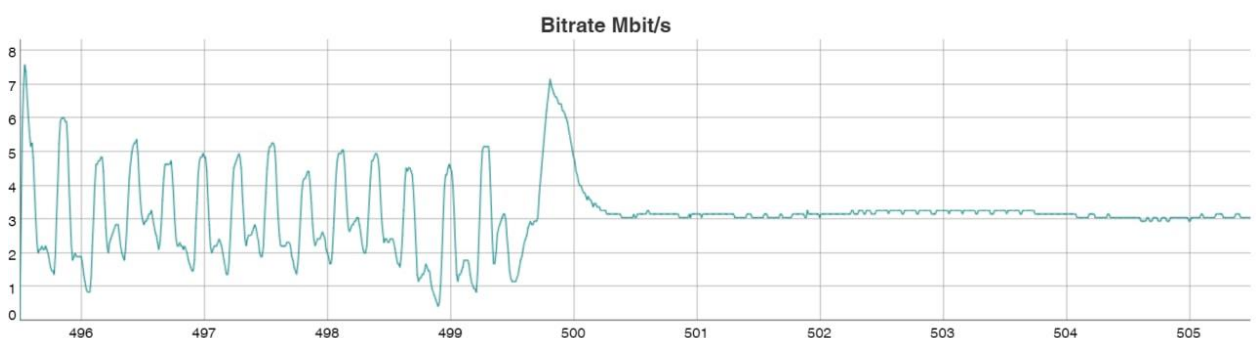
**GOP** (Group of pictures)

Предоставляет случайный доступ к картинке. Отдельное изображение (кадр). Время его отправки по стандарту - 200мс.

## Различия кодирования

**В HLS** - где подразумевается случайный доступ к контенту, GOP содержит большое количество данных – для быстрой «отрисовки» изображения на STB или Web-браузере. Сначала идет ключевой кадр - вся картинка целиком, тут происходит повышение битрейта, ведь за 200мс на один кадр надо отправить большой объем данных. Потом идут дополнительные кадры, там обычно содержатся только изменения, и объем этих данных мал.

**DVB-стримы** принимаемые со спутника, или от правообладателей выглядят по другому: используется маленький GOP и как правило чересстрочность- ключевой кадр делится на два, а это уже 400ms. битрейт получается более равномерным. Ниже пример, слева большой GOP, справа маленький



Если мы взяли данный стрим из HLS – подадим его на модулятор – то ничего хорошего не получится: битрейт неравномерный (как его упаковать в мультимплекс? Сколько полос оно зарезервирует?) Так же PCR – необходимый для DVB стандарте и не нужный в HLS (Там используется менее точная метка – PTS) будет совершенно не точным, что приведет к разным странным ситуациям: «срыву» изображения, «кваканью» звука, а –Wisi Tangram– теряя синхронизацию по pcr – переводит изображение в аналоговых модуляторах в черно-белый режим)

Как же узнать максимальный битрейт?

1) Сохраним дампы в файл `astra --analyze -o dump.ts -n 60 'http://....'`

- 2) Используя `ffprobe` разбираем все на кадры и запишем в файл: `ffprobe -show_frames -select_streams v dump.ts >pict.txt`
- 3) Посмотрим содержимое: `grep pict_type pict.txt | less -N`
- 4) Из этого же файла получим размер кадра - `pkt_size` и длительность кадра - `pkt_duration_time`  
необходимый битрейт для отправки кадра мы можем посчитать калькулятором windows:  
$$\text{pkt\_size} * 8 / \text{pkt\_duration\_time}$$

Для примера, я проанализировал 2 HLS стрима от популярного вещателя

#### **Стрим первый:**

общий битрейт канала в 2мбита

GOP 90 кадров

Ключевой кадр - в среднем 50Кбайт, есть кадры по 120Кбайт - частота кадров 25, получается 40мс на кадр. для кадра в 120Кб это скачек до 24Мбит. остальные кадры в среднем 10кб - это как раз общий битрейт канала в 2мбита.

#### **Стрим второй:**

GOP 83 кадра

Есть ключевые кадры объемом 200Кбайт.

Использував калькулятор – понимаем: пиковый битрейт: 40Мбит, что займет целый QAM/транспондер.

### [Другие встречающиеся проблемы](#)

Если HLS просто перевести в UDP/RTP поток, без транскодирования – то пики данных никуда не исчезнут, и например при передаче в udr на абонентские STB (приставки) возможны проблемы: у многих из них сетевой буфер мал, и часть UDP пакетов просто будет потеряна.

### [Решение проблемы](#)

Проблема может быть решена только одним способом: Чтобы уменьшить GOP (8-16 кадров) и включить [чересстрочность](#) (желательно, она делит ключевой кадр на два и битрейт выходит без пиков), нужно [транскодирование](#).

Можно использовать популярные бесплатные программы – например [FFmpeg](#) или аппаратные решения.