

**В** двух предыдущих статьях цикла рассказывалось о синхронизации сигналов с применением протокола RTP и об использовании стандартного сетевого оборудования – COTS.

Ниже рассматривается точная (до кадра) коммутация сигналов в среде IP.

По мере того как отрасль переходит на вещательные IP-инфраструктуры с применением маршрутизаторов типа COTS, ряд вещей, которые ранее воспринимались как само собой разумеющиеся, требуют переосмысления. Одна из них – это возможность обеспечения покадрово точной коммутации видеосигнала. Есть разные варианты интерпретации этого термина в отрасли, и вместо утверждения, что только один из вариантов является безусловно верным, стоит сформулировать, что же конкретно подразумевают специалисты под этим термином применительно к специфике индустрии.

Давайте определим «покадрово точную коммутацию» как возможность менять на выходе сигнал от одного источника на сигнал от другого источника в точно определенный момент времени, коим является интервал кадрового гасящего импульса между кадрами. Именно в течение этого отрезка времени можно выполнять переключение без создания помех на выходе. Для видеосигналов данный процесс описан в стандарте SMPTE RP168 «Определение точки переключения в интервале кадрового гасящего импульса для синхронной коммутации видео» (Definition of vertical interval switching point for synchronous video switching), где задается точность примерно 10 мкс.

На практике все прежние коммутаторы видеосигналов выполняют переключение для всех сигналов, синхронизированных по тому же опорному сигналу, что и сам коммутатор. Поэтому при выполнении переключения всегда известно не только о самом переключении, но и о точном моменте времени, когда это произошло, то есть переключение четко определено функционально и по времени.

Маршрутизаторы COTS, даже те, что «принимают» RTP, детерминированы по функции, но не по времени. Что означает – как только команда маршрутизации была выполнена внутри маршрутизатора COTS, он направит пакеты в соответствии с этим новым правилом, но нет никакой возможности сообщить маршрутизатору, когда именно это должно быть выполнено, чтобы соответствовать точности, определенной в RP168. Потому что

обновление правил распределения потоков в маршрутизаторе COTS происходит в течение миллисекунд, что довольно быстро в общем случае, но в 100 раз медленнее, чем требуется для коммутации видеосигнала. К тому же обновление правил распределения потоков в большинстве коммутаторов является последовательным процессом, а значит, если нужно выполнить 100 переключений одновременно, время подготовки COTS-коммутатора составит сумму из 100 периодов, необходимых для выполнения одного переключения.

Так как же решить эту проблему? Первое, о чем нужно задуматься, – а действительно ли необходимо покадрово точное переключение? Для большинства вещательных приложений лишь небольшая часть выходов нуждается в возможности покадрово точной коммутации. Большинство нынешних эфирных переключений выполняется в видеоконмутаторе, специально созданном не только для переключения в интервале кадрового гасящего импульса, но и при смене конкретного кадра. Если же приложение не требует покадрово точной коммутации на выходах средствами IP-маршрутизатора COTS, то волноваться просто не о чем.

Ну а как все же добиться покадрово точной коммутации в IP-среде для приложений, где это действительно требуется? Например, при подключении выхода системы напрямую к вещательному кодеру, которому требуется, чтобы на входе всегда был корректный сигнал.

Сегодня есть два варианта решения проблемы: коммутация с синхронизацией либо по источнику, либо по потребителю. В случае синхронизации по потребителю оконечное устройство (выход) синхронизиру-

ется по опорному сигналу видео и для того, чтобы выполнить переключение, просто подписывается на новый источник, прежде чем «отпустить» прежний источник. А потому в течение некоторого времени потребитель получает сигналы от обоих источников одновременно. Как только у потребителя есть оба сигнала, он выполняет переключение в интервале ближайшего подходящего кадрового гасящего импульса, после чего получает возможность «отписаться» от прежнего источника и высвободить полосу канала, ранее использовавшуюся для него. Хотя это довольно просто, платой за простоту является удвоение используемой полосы пропускания канала во время переключения.

Альтернативой этому способу, как уже отмечалось, является коммутация с синхронизацией по источнику. В этом случае все источники синхронизированы по видеосигналу. Когда поступает команда на переключение, в таблицу коммутации COTS-маршрутизатора загружается модель широковещательных адресов, в которой пока нет отправителей. Затем в ближайшем подходящем интервале кадрового гасящего импульса источник меняет свои выходы в соответствии с этими новыми широковещательными адресами, и как только иницируется переключение, новое направление уже готово, а потому источники маршрутизируются уже в соответствии с новыми правилами. Достоинство такого синхронизированного по источнику переключения заключается в том, что каналы приемника никогда не перегружаются, но платой за это является сложность системы, так как большее число устройств требует администрирования со стороны системы управления вещанием. ▶

## Коммутация с помощью оборудования Lawo серии V\_\_

Спектр универсальных устройств Lawo серии V\_\_ поддерживает оба варианта коммутации – с синхронизацией как по источнику, так и по потребителю. Поэтому у пользователя есть выбор режима, наиболее соответствующего тому или иному приложению – с максимальной скоростью и эффективностью, характерной для режима синхронизации по источнику, либо в рамках решения общего назначения, способного функционировать в самых разных IT-инфраструктурах. Фактически, как было продемонстрировано на IBC 2016 в Амстердаме, оборудование Lawo серии V\_\_ допускает сочетание SDN-управляемых высокопроизводительных сетей с сетями IGMP общего назначения, то есть сосуществование оптимизированного по полосе пропускания дистанционного производства с инфраструктурой комплекса, полностью построенного по IP-технологии. Причем без преобразования медиаданных.