

Современные средства обработки звука в вещании

Александр Акимов

Телевидение настолько прочно вошло в нашу жизнь, что мы не только смотрим телепередачи, но очень часто слушаем их как некий информационный фон во время домашних дел. Одной из главных задач каждого телеканала является создание таких условий, когда качество обеспечивается не только для изображения, но и для звукового сопровождения. Не секрет, что вещательная сетка любого канала состоит из передач самой разной направленности – новостей, ток-шоу, авторских программ, прямых трансляций, документальных и художественных фильмов и, разумеется, рекламы. В итоге, сразу после блокбастера с объемным звуком, сделанного мега-профессионалами, в эфир может выйти репортаж корреспондента, записанный на единственный микрофон.

В целом, можно выделить несколько проблем в звучании, связанных с неоднородностью вещательной сетки. Основная из них – это разница в громкости передач или блоков, следующих друг за другом. На перепады громкости реагируют абсолютно все телезрители, и именно это заставляет лишний раз браться за пульт, чтобы скорректировать ее или просто переключиться на другой канал. Существует также проблема в уровне звучания при переходе с канала на канал, когда после переключения приходится сразу увеличивать или уменьшать громкость. Разумеется, на телевидении существуют четкие требования к уровню сигнала в производимых программах. Любой звукорежиссер

отслеживает уровень по индикаторам, а превышение уровня приравнивается к техническому браку. Однако и слишком низкий уровень недопустим, так как не будет использоваться полностью динамический диапазон канала передачи, звук получится тихим и некачественным.

Регулировка уровня звука – достаточно рутинный процесс, требующий постоянного внимания. Не удивительно, что для этого сразу стали применять различные технические устройства: компрессоры, лимитеры, левелеры. Вначале эти приборы были аналоговыми, а в последние годы появились и цифровые лимитеры, способные эффективно ограничивать сигнал, не внося заметных искажений. Благодаря мгновенной реакции они полностью исключали превышение заданного порога, за что получили название Brickwall Limiter – такая «каменная стена» на пути увеличения амплитуды сигнала. Казалось бы, проблема превышения уровня полностью решена, но, как это часто бывает, решение одной задачи породило новую. Дело в том, что стало возможно подавать на вход лимитера сигнал со все более высоким уровнем, но получалось, что после ограничения значительно росла усредненная мощность звука, а стало быть, и громкость. И тут обычный пиковый индикатор становился

бесполезным: формально превышения допустимого уровня выходного сигнала не было, но звук становился давящим, резким, лишенным динамических оттенков. Этот эффект стали активно эксплуатировать при создании рекламных роликов для получения всепробивающего громкогодикторского текста (рис. 1).

Осознание этой проблемы привело к формированию в 2006 году нового стандарта измерения звукового сигнала, ключевым параметром которого стало измерение не уровня (level), а громкости (loudness). Был введен новый параметр измерения громкости LK (громкость с K-взвешиванием), а затем LU (единицы громкости) и соответствующие им новые единицы показаний полной шкалы индикатора LKFS и LUFS, эквивалентные децибелам.

Измерение громкости по новому стандарту – процедура достаточно сложная с точки зрения вычислений. Не углубляясь в математику, можно сказать, что вначале

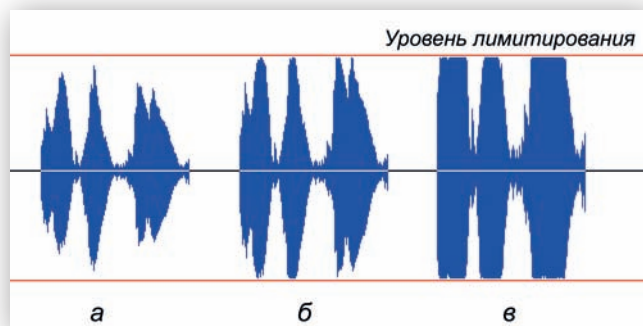


Рис. 1. Пример осциллограммы фрагмента речи:
а – до лимитирования,
б – с повышенным входным уровнем и небольшим лимитированием,
в – с высоким входным уровнем и жестким лимитированием



datavideo
www.datavideo.ru

DAC-70

Up/Down/Cross-конвертор
Входы VGA, HDMI, SDI & RCA
Выходы 3G-SDI & HDMI
Преобразование стандартов
Эмбеддирование звука

OKNO TV
www.okno-tv.ru



DAC-8P



DAC-9P



DAC-70



DAC-50



DAC-80



DAC-90



ОКНО-ТВ
info@okno-tv.ru
+7 (495) 617-5757

ОКНО-ТВ
Санкт-Петербург
piter@okno-tv.ru
+7 (812) 640-0221

ОКНО-ТВ Сибирь
sibir@okno-tv.ru
+7 (383) 314-3747

выполняются специальная двойная фильтрация и взвешивание сигнала, чтобы приблизить измерения к психоакустической модели восприятия человека. Так как ощущение громкости невозможно описать только моментальным состоянием сигнала, он анализируется блоками по 400 мс с перекрытием соседних блоков на 75%.

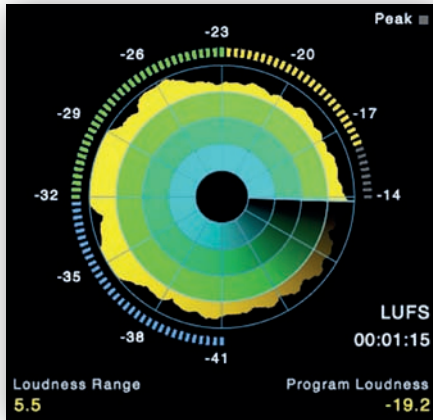


Рис. 2. Индикатор громкости Radar

Громкость – понятие общее как для сигнала моно, так и для многоканального звука, поэтому все процедуры, описанные выше, производятся для каждого канала отдельно, а затем значения суммируются с разными коэффициентами для получения канала со звуком формата 5.1. В конце производится логическое исключение каналов с низким уровнем, чтобы это не повлияло на общий результат показаний громкости. Подробно данный алгоритм описан в стандарте ITU-R BS.1770. Измеритель такой сложности изготавливают либо в виде отдельного прибора, либо интегрируют его функционал в звуковой процессор. Разработаны также подключаемые модули индикаторов уровня громкости для звуковых редакторов. Так, например, компания TC Electronic выпускает все три вида измерителей. Прибор LM2 представляет собой измеритель уровня громкости, совмещенный с пиковым лимитером. Индикация может выводиться через специальное ПО на экран компьютера или на отдельный пульт управления TC Icon. Прибор TM9 представляет собой сенсорный дисплей со встроенным процессором-измерителем параметров звука, в том числе и громкости. Также алгоритм измерения громкости входит в процессорные блоки приборов TC Electronic DB4, DB6, Broadcast 6000. Программные модули TC Electronic для звуковых редакторов существуют в трех форматах – AAX, VST и Audio Unit – для наиболее распространенных платформ.

Способ отображения громкости также важен для успешной работы. TC Electronic предложила собственный оригинальный вид индикатора – Radar (рис. 2). Ключевая особенность его в том, что он показывает не только текущий уровень громкости, но и его историю за несколько минут, что позволяет более полно судить об общей громкости программы.

Но и на этом проблемы, связанные с цифровым лимитированием, не заканчиваются. В простых алгоритмах нормализации или лимитирования отдельные цифровые отсчеты звукового сигнала элементарно приводятся к максимальному заданному уровню. Из-за этого в процессе последующего восстановления сигнала относительно этих максимальных отсчетов возникают фрагменты пиков сигнала, которые оказываются выше максимального уровня, что может привести к искажениям в работе звуковых конверторов или к перемодуляции передатчика. Это касается и измерителей уровня сигнала, и лимитеров. Решение заключается в передискретизации сигнала с более высокой частотой, на которой имитируется последующее восстановление (рис. 3). В этом случае измерение пиков или лимитирование делается с учетом промежуточных отсчетов передискретизации. Соответственно, такие измерители и лимитеры называют истинно пиковыми (true-peak).

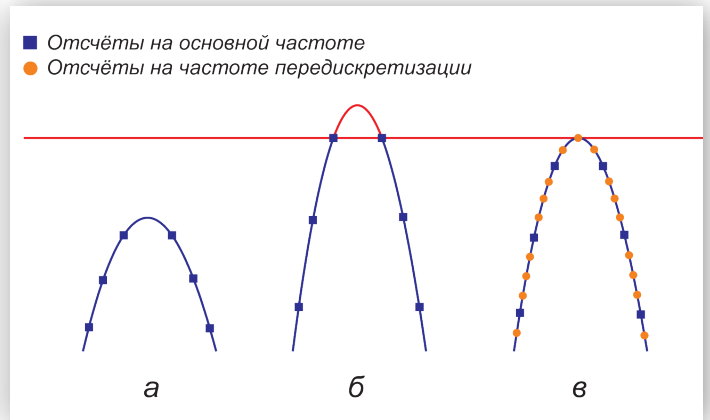


Рис. 3. Пики сигнала: а – до лимитирования, б – при обычном лимитировании, в – при лимитировании true-peak

выполняющие окончательную обработку звука, должны содержать такие лимитеры в соответствии с требованиями стандарта ITU-R BS.1770.

Таким образом, при современном производстве программ звукорежиссеру необходимо ориентироваться на измерители, соответствующие современному стандарту ITU-R BS.1770 – пиковый индикатор по технологии true-peak и индикатор уровня громкости LUFS. Рекомендованным номинальным значением громкости принято считать $-23 \text{ LUFS} \pm 1 \text{ LU}$. Следование этим параметрам позволит выдержать общую громкость всех передач канала на одном уровне, без резких перепадов, а также обеспечит соответствие международному стандарту, что немаловажно при трансляции программ в другие страны.

tc electronic Полный контроль над звуком



Многополосная обработка сигнала
Лимитирование истинных значений уровня true peak
Конвертирование форматов стерео-5.1 и 5.1-стерео
Нормализация громкости по международному стандарту ITU-R BS.1770
Индикация уровня громкости в стиле Radar



OKNO AUDIO +7(495)617-55-60
Беспл. 8(800)200-00-93
www.okno-audio.ru info@okno-audio.ru

Но что делать, если в сетку вещания попадают готовые программы с отклонениями от рекомендаций? Здесь за работу берутся эфирные звуковые процессоры, нормализующие общий уровень громкости передач в автоматическом режиме и приводящие его к единому знаменателю. Их основным элементом является компрессор/экспандер с несколькими пороговыми уровнями, которые можно настроить таким образом, что звуковой сигнал ниже определенного порога будет усиливаться, сигнал среднего уровня – не изменяться, а громкий сигнал – компрессироваться (рис. 4).

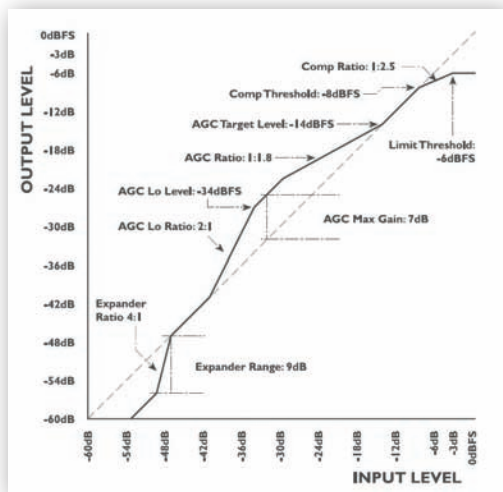


Рис. 4 Пример передаточной характеристики с несколькими пороговыми уровнями

Для повышения плотности звука сигнал может разделяться на несколько частотных полос – от трех до пяти – с нормализацией громкости независимо в каждой из них. Это позволяет значительно увеличить разборчивость речевых фрагментов, а также является серьезным инструментом для корректировки звучания музыкальных передач. Так как подобные регулировки приборов могут сильно отличаться для новостных или музыкальных программ, их сохраняют в виде отдельных настроек. Далее настройки можно связать с определенными метаданными для автоматического вызова нужного набора настроек при воспроизведении контента с соответствующими метаданными. Такими возможностями обладают модели TC Electronic DB2, DB4, DB6. Примером простого прибора выполняющего многополосную коррекцию громкости, является TC Electronic DBMax (рис. 5), широко применяемый в радио- и интернет-вещании, а также при производстве телепрограмм в составе передвижных или стационарных комплексов.

С развитием цифрового вещания с многоканальным звуком распространение стал получать звук формата 5.1, так



Рис. 5. Эфирный процессор TC Electronic DBMax

как пространственное звучание во всех эфирных блоках является одним из конкурентных преимуществ, увеличивающих привлекательность и зрелищность. С другой стороны, есть практика, когда для моно- или стереовещания используется многоканальный источник звука. В этом случае прямая коммутация только двух фронтальных каналов дает негативный результат, ведь средний канал, содержащий диалоги, оказывается исключенным из общей картины. Таким образом, в современном вещании встает еще одна техническая проблема конвертирования звуковых форматов. Сейчас есть приборы, позволяющие автоматически определять тип поступающего многоканального сигнала и преобразовывать его в любой требуемый формат. К примеру, стереосигнал может быть эффективно разложен на псевдо-многоканальный. В этом случае центральный канал выделяется из левого и правого, а сигналы окружения формируются путем добавления различных реверберационных составляющих. Стереосигнал формируется из многоканального путем матричного микширования в оптимальной пропорции. Так, прибор TC Electronic UpCon (рис. 6) способен извлекать звуковой сигнал из потока SDI и вводить его в этот поток, анализировать формат аудиосигнала и выполнять его преобразование в реальном масштабе времени, формируя на выходе звук одновременно в двух форматах – 5.1 и стерео. При этом все выходные каналы дополнительно ограничены по уровню лимитерами true-peak.

В заключение хотелось бы коснуться еще одной чисто технической пробле-

мы – нарушения синхронизации видео и звука. Как правило, она возникает при трансляциях со сложным трактом прохождения сигналов. Большинство звуковых процессоров для вещания содержит блоки задержки, и если время запаздывания видео известно заранее и постоянно, то несложно скомпенсировать это соответствующей задержкой звука. Однако порой время задержки видеосигнала может изменяться при коммутации различных источников. В этом случае на помощь придут специализированные линии задержки, способные корректировать задержку звука в режиме реального времени. К примеру, модель TC Electronic D22 (рис. 7) позволяет прямо в эфире изменять время задержки сигнала, не внося искажений, связанных с понижением или повышением тембра (эффект Буратино). Время задержки можно задавать как плавно – регулятором на передней панели, так и ступенчато, последовательным нажатием на кнопку TAP или подключенную педаль. Так как задача автоматического определения времени расхождения синхронизации до конца не решена, тут все будет зависеть от звукорежиссера, работающего в студии.

И, наконец, хотелось бы еще раз отметить, что не стоит недооценивать важность качественного звукового сопровождения в телеэфире. Правильное понимание процессов и подбор соответствующего оборудования позволят сделать звучание телеканала целостным и комфортным, а также привести его в соответствие современным международным стандартам.



Рис. 6. Прибор TC Electronic UpCon



Рис. 7. Линия задержки TC Electronic D22