

Loudness

— don't forget the distribution chain!

Внимание!

Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность и может содержать отдельные неточности. Оригинал документа на сайте <https://tech.ebu.ch>

Громкость

— не забудьте о цепи распространения!

Richard van Everdingen
Delta Sigma Consultancy

Рекомендация EBU 128 – веха в истории аудио вещания. Она начала революцию громкости, определив нормализованные уровни громкости в производстве, в системах воспроизведения и, потенциально, во многих других приложениях. Но не все вещатели могут следовать рекомендации, а это угрожает позиции тех, кто ее соблюдает.

В статье объясняется, как распространители могут поддерживать хороших вещателей, в то же время повышая удовлетворенность публики. Но даже если все вещательные станции будут передавать правильные уровни громкости, нет гарантии, что домашнее оборудование корректно воспроизведет сигналы. Многое может идти не так, прежде чем вещательный сигнал достигнет конечного адресата. Проблемы могут обнаружиться не только в головных узлах распространения, но и в бытовом оборудовании. Результирующие скачки уровня вызывают раздражение и портят качество потребления. Так что же с этим можно сделать?

Чтобы завершить революцию громкости, группа EBU PLOUD включила в сферу своей работы этап распространения и воспроизведения. В результате был создан документ, который никогда еще не видели инженеры и разработчики: [EBU Tech 3344 distribution guidelines](#). Этот отчет включает все этапы обработки и работает со всеми известными проблемами в канале передачи между вещательным центром и потребителем. В данной статье предлагается введение в то, что подробно описано в этом почти 90-страничном документе.

Вторая линия обороны

На первый взгляд можно сказать, что вещателям нужно просто переключиться на [EBU R128](#) и все. Затем распространители могут передавать сигналы прозрачно и согласованность громкости гарантирована. Однако все не так просто. Во многих странах нет закона об уровнях громкости, что означает, что вещательные станции, не соблюдающие R128, могут транслировать на любом желаемом уровне. Но даже закон не идеален, т.к. кто-то должен следить за тем, что происходит, в роли полиции громкости – строго и жестко, если стороны не следуют правилам. Принудительная равная громкость по закону также может вести к тяжелой обработке звука, делая его невыносимо скучным, а динамический диапазон плоским как блин, т.к. цель сосредоточена только на уклонении от наказания властей.

К сожалению, война громкости стала частью конкуренции между станциями. Статистика просмотра и рейтинги, вместе с вечно повторяющимся сообщением оставаться «на связи», правят в мире вещания. Нормализация громкости по рекомендованному целевому уровню EBU обычно означает, что станции снижают среднюю громкость по сравнению с прежним уровнем. Хотя они могут выиграть в качестве звука, решение снизить уровень громкости фактически ставит их в слабое положение против конкурентов, остающихся на старом – иногда чрезвычайно громком – уровне. Вместо того, чтобы искать спасения в законодательстве, PLOUD нашла гораздо более эффективный подход в обеспечении защиты и комфорта: нормализацию громкости в распространении.

Сделав этап распространения частью парадигмы R128, можно достичь нескольких целей одновременно. Проблема заключается в прохождении сигналов нетронутыми от вещателей, передающих по книге R128, при коррекции тех, кто отклоняется и таким образом угрожает хорошим вещателям. Так же, как нельзя достичь нормализации громкости всего контента без негативных побочных эффектов применения конечного процессора в студии вещательной станции, подобные быстродействующие обрабатывающие устройства в головных узлах распространения приведут к тем же недостаткам и даже испортят качество станций, передающих должным образом. Поэтому был принят совершенно другой подход.

«Вместо затраты усилий на законодательство, PLOUD нашла гораздо более эффективный подход в обеспечении защиты и комфорта: нормализацию громкости и распространении.»

Единственно приемлемое решение – особенно для самих членов EBU – выровнять уровни громкости, интегрированные за долгий период. Это начинается с проведения измерений. Вместо оценки громкости отдельных программ, что может требовать индивидуальных данных начала, остановки и паузы, фокус состоит в мониторинге службы в течение всего дня и наблюдении самых громких измерений за 24 блока по 1 часу. Результат этого анализа называется 'Service Loudness' и представляет усредненную максимальную громкость вещательной станции. Процесс, в котором выбираются блоки громкости, предназначен для отбрасывания нехарактерных блоков, например, при воспроизведении фоновой музыки ночью с показом текстовых страниц.

Целевой уровень громкости согласно EBU R128, которому должны соответствовать все вещательные станции, определен как -23 LUFS, где LUFS означает единицу громкости относительно полной шкалы. Вместо этого абсолютного измерения уровень громкости также можно выразить по относительной шкале в сравнении с данным опорным уровнем, в LU (Loudness Unit). Поскольку сама R128 определяет строгий и узкий максимальный диапазон ± 1 LU для громкости отдельных (прямых) программ, вполне показательно брать за эталон самые громкие 1-часовые блоки за весь день.

Чтобы повысить стабильность и избежать негативных побочных эффектов этой оценки, результат измерения за целый день интегрируется еще раз, за несколько дней. В конце концов, интересна не производительность за определенный день, а долговременная тенденция станции. Результат измерения затем используется в адаптирующем устройстве, которое применяет коррекцию громкости. Это делается посредством корректирующей величины, которая остается статичной до обновления, при необходимости, в три часа утра. Причина данного времени – минимальное воздействие на ежедневные программы.

Изменение усиления очень эффективно производится в цифровом сегменте, избегая потери качества, и описано в Tech 3344 для кодеков MPEG-1 Layer II, Dolby Digital и HE-AAC. Сохраняется полная поддержка динамически переключаемых метаданных. Эта задача легко реализуется в мультиплекоре DVB или аналогичном обрабатывающем устройстве. Путем отделения измерения и адаптации последнее сводится простой обработке без риска для надежности. Измерительную систему, например, можно отключить для обслуживания, не затрагивая непрерывность распространения.

Вещатели остаются ответственными за согласованность громкости собственных сигналов в течение дня, как и должно быть. Несогласованность на часовой основе – другими словами, когда уровни громкости в

AAC	Advanced Audio Coding Продвинутое аудио кодирование	HDMI	High-Definition Multimedia Interface Мультимедийный интерфейс высокой четкости
AV	Audio-Visual Аудиовизуальный	HE-AAC	High Efficiency AAC Высокоэффективное AAC
AVR	Audio-Video Receiver Аудио-видео приемник	IDTV	Integrated Digital (or Decoder) TeleVision Интегрированное цифровое (или декодер) телевидение
DAB	Digital Audio Broadcasting (Eureka-147) Цифровое аудиовещание (Eureka-147)	LU	Loudness Unit Единица громкости
DRC	Dynamic Range Control/ Контроль динамического диапазона	LUFS	K-weighted Loudness Unit with reference to digital Full Scale K-взвешенная единица громкости относительно цифровой полной шкалы
DVB	Digital Video Broadcasting Цифровое видео вещание	PCM	Pulse Code Modulation Импульсно-кодовая модуляция
FM	Frequency Modulation Частотная модуляция	S/PDIF	Sony/Philips Digital InterFace Цифровой интерфейс Sony/Philips

одних блоках значительно выше уровней в других блоках – приведет к менее громкому среднему уровню передачи вообще, а не наоборот. Это стимулирует вещателей делать свой уровень громкости более согласованным, не давая им шанса преднамеренно завышать ее в конкурентный прайм-тайм. Однако вещатели, соблюдающие требования громкости, но поддерживающие относительно широкий диапазон громкости, не будут наказаны, а будут выравниваться по другим станциям, у которых есть причины для сильной компрессии.

Dynamic Range Control (DRC), реализованный в Dolby Digital и HE-AAC, может влиять на воспринимаемую громкость. Ожидается, что следующее обновление Tech 3344 будет включать информацию о том, как управлять ситуациями, когда громкость значительно отличается при использовании нескольких установок DRC. Это включает ТВ станции, применяющие нормализацию громкости на основе уровня речи.

Нормализация громкости в распространении – не только ответ на отличия телевизионных услуг, но может использоваться и для цифрового радиовещания и FM радио. В случае применения ко всем услугам она создает «вторую линию обороны» в совместной борьбе против войны громкости.

Другие источники

Сегодня разделение между созданием и передачей не такое четкое, как раньше. Многие распространители генерируют и передают собственный контент через видео по заказу, локальные вставки рекламы, шоу-каналы и интерактивные приложения в приставках. Цель – чтобы все эти источники имели один целевой уровень. Для всего материала на базе файлов подход может быть точно таким же, как и для вещательной станции. Приложение, например, вставка рекламы, по традиции подвержено созданию скачков громкости. Однако, если средняя громкость самой станции согласованна с течением времени, то переключение с этой услуги на общий источник становится простой задачей, если нормализация громкости применяется в распространении. Поскольку контент для вставки тоже основан на файлах, он может быть нормализован заранее до -23 LUFS, чтобы его можно было вставлять в любой желаемый канал, в т.ч. поддерживающий Dolby Digital или HE-AAC. При комбинации нормализации услуг и файлов весь контент выходит из головного узла с равной долгосрочной громкостью, что является идеальной отправной точкой для дальнейшей домашней обработки.

«При комбинации нормализации услуг и файлов весь контент выходит из головного узла с равной долгосрочной громкостью, что является идеальной отправной точкой для дальнейшей домашней обработки.»

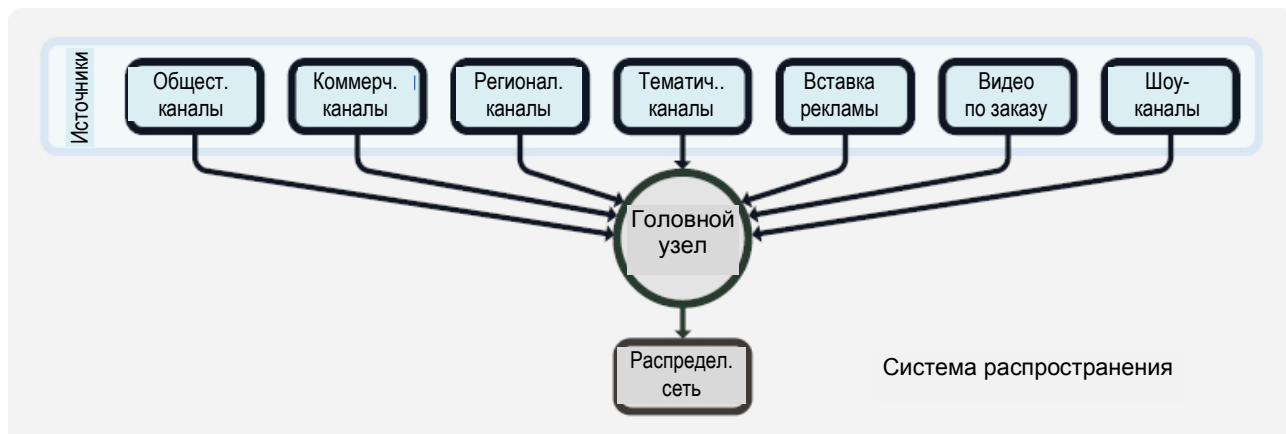


Рис. 1

Несколько источников комбинируются в головном узле распространения. Цель – собрать их вместе с одинаковым уровнем громкости. Согласно Tech 3344, в результате получается долгосрочный средний уровень воспроизведения для всех.

Бытовое оборудование

Можно предположить, что проблемы громкости решены, когда уровни всех услуг выравнены в головном узле, как мы только что говорили. К сожалению, это не так. В цепочке есть еще одно звено. Для воспроизведения телевизионных и радио сигналов используется бытовое оборудование – например, приставка, телевизор и домашний кинотеатр. Эти устройства имеют ряд соединений и могут обрабатывать несколько видов сигнала. Именно здесь и возникают проблемы.

Когда сигналы, кодеки и интерфейсы собраны в аудио устройстве, есть риск появления различий в уровнях громкости. Если, например, приставка используется как источник, то воспроизведение в подключенном приемнике домашнего кинотеатра может испортиться скачками громкости в 11 LU или более при переключении с одной телевизионной услуги на другую. Это звучит для наших ушей примерно вдвое громче и обычно заставляет людей срочно хвататься за пульт. Результат может отличаться между брендами и моделями приставок и iDTV¹. Большинство приставок также имеют регулятор громкости, который часто влияет на уровни сигнала в одном кодеке, не влияя на все остальные, если звук воспроизводится устройством домашнего кинотеатра. Такое поведение проявляется как еще одна неопределенность уровня при переключении между ТВ каналами.

«Для противодействия проблемам бытового оборудования Tech 3344 содержит обширное руководство при интеграции максимальной обратной совместимости с установленной базой оборудования.»

Совокупность всех недостатков весьма затрудняет достижение согласованности, и кажется, что в такой суровой реальности уровни громкости просто никогда не бывают корректными. Однако для группы PLOUD это было неприемлемо. Поэтому они включили эти вопросы в рамки проекта в последней попытке их решить. Не только часть, а все, и в максимально короткие сроки. Для противодействия проблемам бытового оборудования Tech 3344 содержит обширное руководство при интеграции максимальной обратной совместимости с установленной базой оборудования.

Причина неполадок

Хаос уровней имеет примерно две причины. Во-первых, часто отсутствует ясность в выравнивании кодеков, систем и интерфейсов. Это включает и аналоговые, и цифровые системы. Хотя некоторые настройки записаны в технических стандартах и рекомендациях, не хватает нечего важного: общего уровня громкости.

«Корректные отношения уровней можно читать графически, что дает инженерам наглядный ответ, «что выходит, если начинается определенный уровень».»

Изменение на -23 LUFS в качестве опорного уровня дало группе PLOUD возможность создать совершенно новое представление от физического выхода вещательной студии до физических выходных соединений бытового воспроизводящего устройства. Ряд этих представлений включен в Tech 3344 в форме таблиц и графиков для каждой европейской системы телевизионной и радиопередачи.

Он включает приставки, телевизоры, радиоприемники (FM и DAB) и профессиональное оборудование. Для лучшего понимания корректные отношения уровней можно читать графически, что дает инженерам наглядный ответ, «что выходит, если начинается определенный уровень» (детали см. на Рис. E-1 в Приложении E).

Вторая причина – отсутствие взаимодействия, выходящее за территорию одного кодека, одной системы или одного интерфейса. В какой-то момент в приставки были добавлены соединения типа HDMI, но явно без знаний о том, что конструкции различных систем, подключаемых к этому интерфейсу – приемников или домашних кинотеатров – требуют других уровней, т.к. предназначены для обработки звука другим способом.

Телевизоры должны быть сконструированы для работы с уровнями громкости, совместимыми со встроенным аналоговым тюнером и аналоговыми интерфейсами разъема типа SCART. Домашние кинотеатры, с другой стороны, созданы для функционирования в среде декодеров, предназначенных для работы с наибольшим динамическим диапазоном звука, какой только есть в цифровых медиа. Поэтому их внутренний эталон громкости значительно ниже, чем в телевизоре, что надо учитывать при установке соединений.

Для того, чтобы все ухудшить, AV приемники изготавливаются одним из двух способов, в зависимости от модели и бренда, что вызывает расхождение в 4 dB, которое добавляется или вычитается из вариации уровня приставок. Эти 4 dB происходят из принципов THX и вызывают отличия уровня громкости между телевизионными услугами с кодировкой MPEG и Dolby Digital, выровненными до -31 LUFS.

Сертифицированные системы домашних кинотеатров можно узнать по логотипу THX. Однако некоторые производители решили так же пометить несертифицированные AV приемники, что мешает увидеть со стороны, к какому из двух семейств принадлежит данное устройство. Однако многие из этих приемников

¹ iDTV = телевизор с интегрированным цифровым декодером

проявляют свой истинный характер, отображая 'Dialnorm -4 dB' или 'D-norm -4 dB', если подключен источник, передающий эталонный поток Dolby -23 LUFS, где число означает противоположный сдвиг до уровня -27 LUFS. Это еще один спрятанный кусок пазла в воспроизводимом уровне громкости.

Сами телевизоры тоже делятся на два семейства, одни принимают потоки в кодировке Dolby на входе HDMI, а другие нет. Что касается громкости, то из-за вариаций в конструкции бытового оборудования ожидаемое поведение ряда домашних устройств выглядит как потеря. Лишь глубокое знание того, что происходит, дает возможность понять, почему уровни выглядят по-разному в зависимости от поведения кодеков, систем, установок, соединений, контроля динамического диапазона и регулятора громкости.

«Что касается громкости, то вариации в дизайне бытового оборудования делают ожидаемое поведение ряда домашних устройств похожим на лотерею.»

Одно решение для всех

Поскольку в текущей спецификации HDMI, видимо, не хватает механизма для безошибочного различия всех вариантов применения, что ведет к разным уровням громкости в зависимости от подключенного устройства, подход к решению этого вопроса сводится к одному базовому принципу. Tech 3344 работает с проблемами в бытовом оборудовании простым методом: дает пользователю возможность сказать приставке или iDTV, какое устройство подключено. Далее это устройство применяет корректные уровни. Это самый быстрый и простой способ решить проблемы телевидения, который включает золотое правило реализации изменения: обратную совместимость. В конце концов, мы не можем просто сказать потребителям заменить сейчас все телевизоры и домашние кинотеатры на те, где применяется EBU R128.

«В конце концов, мы не можем сказать потребителям заменить сейчас все телевизоры и домашние кинотеатры на те, где применяется EBU R128.»

Принцип для выхода S/PDIF точно такой же. При реализации адаптации в приставке все установленные сейчас телевизоры и домашние кинотеатры можно использовать согласованным и наилучшим способом. Приставки и iDTV – самые «досягаемые» устройства извне, и если дизайн позволяет реализацию адаптаций с помощью обновления прошивки, появляется возможность дистанционного решения или, по крайней мере, уменьшения проблем. Приставки также имеют относительно короткое «время замены», что позволяет как можно быстрее избавиться от несовершенного дизайна.

Что в меню?

Вместо иногда довольно зашифрованных установок в пользовательском меню современных приставок и iDTV, описание, какое устройство подключено, можно делать удобными и интуитивными способами. Хотя производитель абсолютно свободен в дизайне расположения и содержания своих меню, можно дать некоторые советы. На Рис. 2 показан возможный вариант, как это может выглядеть. Меню также может иметь «мастер» или графику для руководства пользователя по установкам во время инсталляции, но как уже говорилось, выбор остается за производителем. На Рис. 3 показан простой пример графической раскладки.

Если пользователь подключает устройство домашнего кинотеатра к выходу HDMI, у нас начинаются сложности с тем, что это устройство принадлежит к одному из двух семейств, производящих нежелательную разницу громкости в 4 dB при переключении между кодеками и устройствами. Хотя тут могут помочь установки типа 'LOW и

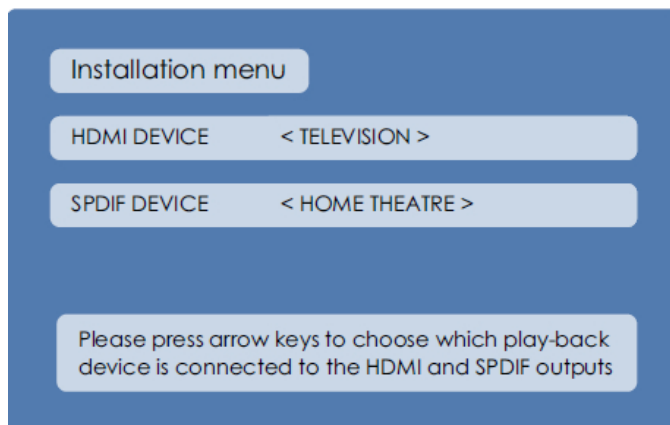


Рис. 2
Логические и простые пользовательские установки в меню инсталляции, которые можно использовать для применения в приставке правильных уровней громкости

HIGH', 'LESS и MORE' или 'STANDARD и THX-STYLE', можно сделать для пользователя более интуитивный метод правильного выбора меню, если приставка или iDTV может воспроизводить сигнал со слышимым розовым шумом, последовательно и многократно закодированным как PCM и Dolby Digital. Если пользователь не слышит разницу в громкости, когда появляется этот пункт меню, то установка для подключенного устройства корректна. Если приставка или iDTV содержит внутренний медиа плеер, то уже есть все необходимые компоненты для выполнения этой задачи. Пример показан на *Рис. 4*.

Еще один способ идентифицировать приемник в стиле THX – периодически прерывать тестовый поток Dolby, передающий метаданные с опорой –23 LUFS. Когда приставка или iDTV просит пользователя сделать правильный выбор, большинство AV приемников в стиле THX (сертифицированных или нет) покажут на дисплее 'Dialnorm –4 dB' или D-norm –4 dB' согласно требованиям THX.

Вышеописанные сценарии обратно совместимы с установленными сейчас телевизорами и домашними кинотеатрами. Как уже было сказано, существует также два семейства дизайна телевизоров, но возможные сложности, которые могут возникнуть при таких обстоятельствах, учитываются специальной установкой, включенной в принцип Tech 3344: если пользователь выбирает для подключенного телевизора установку по умолчанию 'HDMI DEVICE = TELEVISION' в текстовом варианте меню, то выход приставки ограничится только PCM аудио. Эта опция гарантирует, что уровень громкости телеведущих будет корректным во ВСЕХ телевизорах со входом HDMI, независимо от бренда и модели, нового или старого.

Альтернативный сценарий создается, если устройство домашнего кинотеатра подключено к телевизору, как показано на *Рис. 5*. Этот сценарий также включен как опция в установки меню, описанные в Tech 3344, но в данном случае телевизор также должен соответствовать этому документу для правильной обработки уровней. Для более старых телевизоров рекомендуется выбирать по умолчанию установку 'HDMI DEVICE = TELEVISION'.

Будущее решение

Хотя Tech 3344 предлагает решения для работы над проблемами уровня громкости в бытовом оборудовании, было бы весьма привлекательно, если бы этим можно было управлять автоматически, не напрягая пользователя. Это открытая возможность, которая может войти в обновление

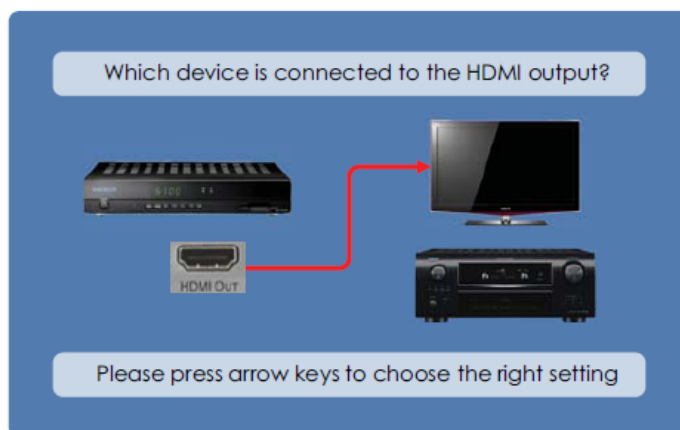


Рис. 3
Та же пользовательская установка, что и на рисунке выше, но теперь в графическом отображении

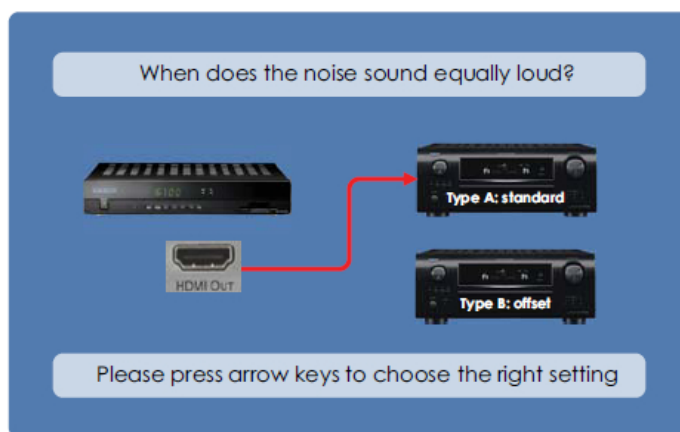


Рис. 4
Поддержка пользователя в идентификации вида AV приемника по воспроизведению шумового сигнала



Рис. 5
Корректная обработка громкости в телевизоре, совместимая с Tech 3344 и позволяющая прохождение через телевизор посредством HDMI Audio Return Channel (ARC)

спецификации HDMI. Тогда приставки, iDTV и домашние кинотеатры следующего поколения смогут распознавать друг друга и применять корректные уровни громкости после установки соединения, без вмешательства и независимо от бренда и модели. Следуя золотому правилу, это должно делаться с обратной совместимостью: модель будущего поколения все равно должна предлагать решения Tech 3344 для подключения оборудования, основанного на старом дизайне. В конце концов, проблемы полностью исчезнут.

Аналоговые системы

Несмотря на продолжающуюся тенденцию передавать вещательные сигналы в цифре, аналоговые ТВ системы и FM радио останутся во многих странах еще несколько лет. В кабельных головных узлах цифровые сигналы нужно конвертировать с помощью цифровых декодеров и аналоговых модуляторов. Этот шаг затрудняется несколькими вещами. Если уровни громкости на цифровых платформах отличаются, то выравнивание для аналоговой модуляции также может отличаться в каналах, несмотря на попытку оператора кабельной сети уменьшить эти вариации вручную. Это также сильно затрудняет стандартизацию этих настроек. Отсутствие калибровки ведет к ситуации, когда громкость, например, BBC1 может быть выше, чем ZDF в одном месте, а в другой кабельной сети – наоборот. Также трудно избежать изменений уровня громкости после замены оборудования вследствие дефекта. Если на следующий день вы слышите внезапное изменение уровня громкости, возможно, ваш кабельный оператор заменил какое-то оборудование.

В свете R128 полезно, если бы инженеры знали, как согласованно настраивать свои системы. Поэтому

«Можно избежать трудоемкого определения настроек. Внимание, директора и руководители кабельных ТВ сетей! Это инвестиция, которая вернется!»

EBU Tech 3344 включает обзоры и таблицы уровней для всех европейских телевизионных и радио систем. Пока этот путь стандартизации по-прежнему зависит от числа вещательных станций, совместимых с R128 без чрезмерного отклонения.

На данный момент решение заключается в нормализации громкости в головном узле распространения. Поскольку весь контент нормализуется до целевого уровня EBU, остается всего одна настройка для декодеров и аналоговых модуляторов. Это значит, что если нормализация применяется к цифровой сети, а системы для аналоговой модуляции получают сигнал с той же платформы, то все радио и ТВ оборудование – включая аналоговые рекламные вставки – можно оставить с установками по умолчанию. Можно избежать трудоемкого определения настроек. *Внимание, директора и руководители кабельных ТВ сетей! Нормализация громкости в головном узле – инвестиция, которая вернется.*

А как же радио?

Радио по FM и DAB полностью включено в Tech 3344. Кабельные сети могут использовать тот же процесс нормализации, что и для телевидения, и получать те же преимущества: равную громкость и установки оборудования по умолчанию. Установочная схема может использоваться для достижения стандартизации комбинированных (автомобильных) приемников DAB и FM. Для FM радио Tech 3344 вводит однозначный эталон громкости, независимо от стерео или моно модуляции и от объема частотной полосы, используемой для дополнительных сигналов в мультиплексе FM. Он предлагает альтернативу стандарту наземного планирования ITU-R BS.412 – со сдвигом или без – для оптимального использования наземной FM полосы. MPX лимитеры можно убрать из схемы для более стабильного и согласованного уровня громкости.

Другое бытовое оборудование

Вместо работы над сложностями путем модернизации приставок и iDTV, Tech 3344 также напрямую адресован слабым местам другой бытовой техники. Производители могут найти рекомендации по домашним кинотеатрам, телевизорам, медиа плеерам, в т.ч. DVD и Bluray, радиоприемникам DAB и FM.

В заключение

Много сложностей, неопределенностей и проблем было обнаружено по всему маршруту от вещательных студий до зрителей и слушателей. Результат – раздражение из-за скачков уровня и потери качества. Путем расширения сферы проекты нормализации громкости EBU до распространения и бытового оборудования эти проблемы были исследованы и идентифицированы. Затем были выработаны их решения. Вместе с готовыми инструкциями, обзорами, рекомендациями и предложениями по модернизации это привело к созданию документа, которого еще не видели инженеры и разработчики: EBU Tech 3344 - правила для распространения программ и бытового оборудования.

Хотя некоторые проблемы связаны с недостатками дизайна миллиардов уже используемых домашних бытовых устройств, Tech 3344 дает возможность их решения путем адаптации самых доступных устройств: приставки и iDTV. Инженерам и техническим руководителям распределительных компаний, вещателям, законодателям и производителям серверного оборудования и бытовой техники настоятельно рекомендуется окунуться в эту работу и следовать рекомендациям и инструкциям при первой возможности. Индустрии также рекомендуется расширить спецификацию HDMI с идентификацией, которая может использоваться для автоматического решения проблем громкости на более позднем этапе. В конце концов, вот что мы требуем в этом десятилетии: подключить и воспроизводить, не занимаясь вопросами уровня громкости.



Richard van Everdingen начал свою карьеру инженера вычислительной техники в Getronics. Затем перешел к оператору кабельной сети Casema, где специализировался на серверных системах. Он руководил развитием патентованной измерительной системы для вещания с FM модуляцией, системы регулирования уровней на основе громкости для ретрансляции, и ввел идею системы регулирования уровней для распространения DVB, работающую непосредственно в сегменте MPEG.

Сейчас Mr van Everdingen работает консультантом вещательных компаний Delta Sigma Consultancy в Нидерландах. Он также член Голландского вещательного комитета по громкости и возглавляет подгруппу распространения в группе EBU PLOUD.

Приложение А: Уровни громкости от головного узла распространения до зрителя

Гипотетический пример уровней громкости 70 ТВ каналов на выходе головного узла распространения после применения нормализации показан на *Рис. А-1*; все вещательные сигналы имеют приблизительно одинаковый долгосрочный уровень громкости.

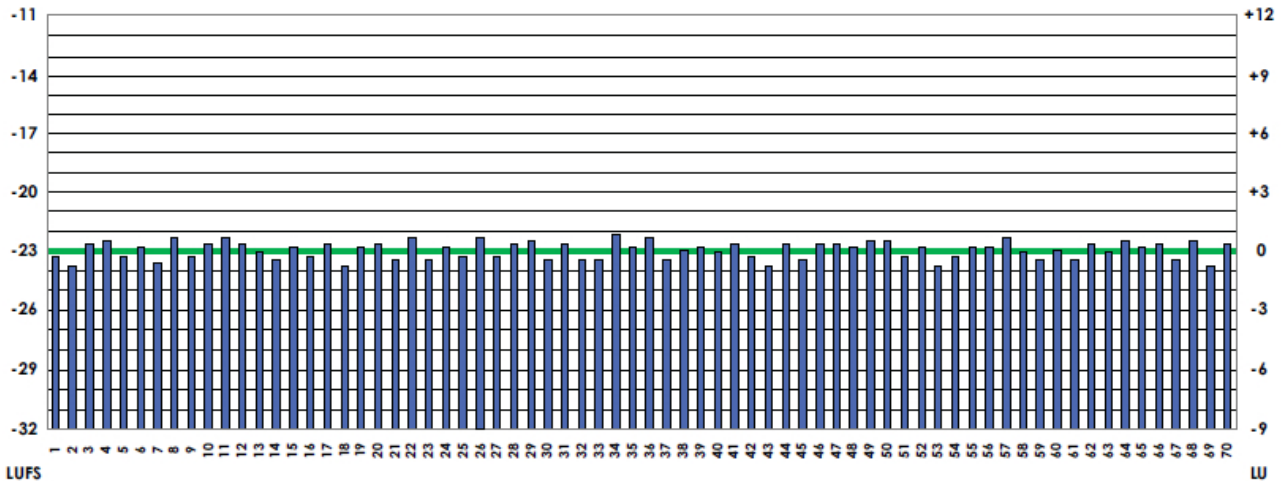


Рис. А-1
Уровни громкости на выходе головного узла. Службы перечислены на оси х. Левая ось у показывает абсолютный уровень громкости (в LUFs), а правая ось у – громкость по относительной шкале (в LU).

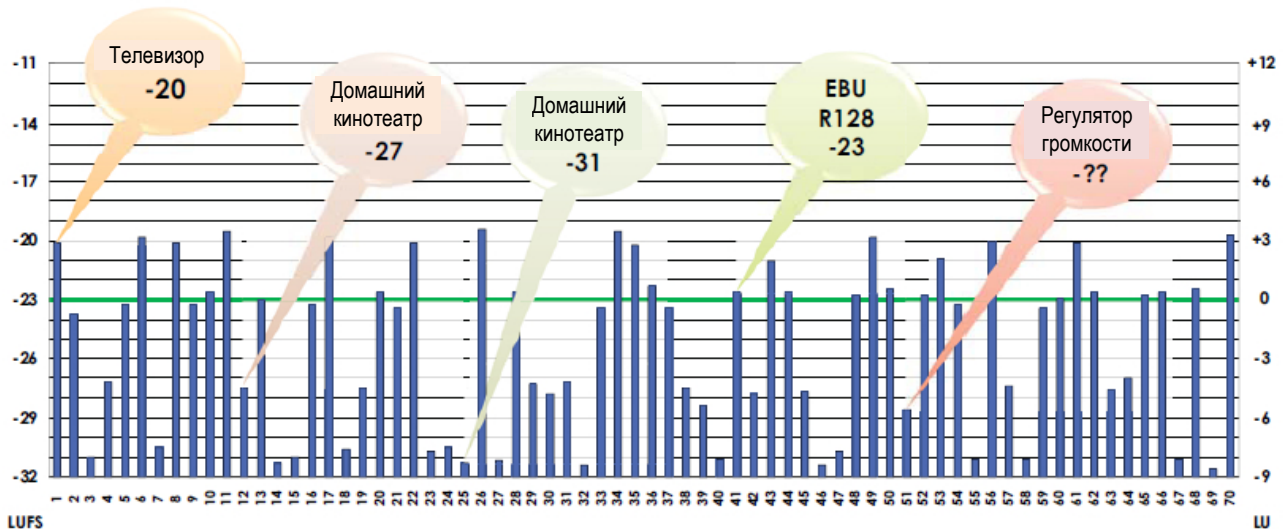


Рис. А-2
Воспроизводимый уровень громкости отличается в зависимости от оборудования и позиции регулятора громкости в приставке

На основе текущей ситуации воспроизводимая громкость в домашних условиях может быть очень разной, несмотря на то, что уровни в головном узле равны. Воспроизводимый уровень громкости зависит от бытового оборудования и условий прослушивания. Например, на *Рис. А-2*:

-20 LUFs =>	Приставка или iDTV, использующие свой внутренний декодер Dolby Digital RF Mode.
-23 LUFs =>	Приставка или iDTV, декодирующие ТВ канал со звуком MPEG-1 Layer II.
-27 LUFs =>	Приставка или iDTV, передающие поток битов Dolby Digital в систему домашнего кинотеатра THX.
-31 LUFs =>	Приставка или iDTV, передающие поток битов Dolby Digital в обычную систему домашнего кинотеатра.
?? LUFs =>	Приставка или iDTV, декодирующие ТВ канал со звуком MPEG-1 Layer II или использующие свой внутренний декодер Dolby Digital RF Mode, в то время как регулятор громкости влияет на выходной уровень.

Проблема в том, что переключение с одного ТВ канала на другой может вызвать скачок между любыми двумя уровнями, показанными в этом списке, т.е. до 11 dB, если пользователю не повезет. Если Tech 3344 применяется в приставке или iDTV, уровни регулируются для всех систем кодеков до опорного уровня всех установленных сейчас телевизоров и систем домашних кинотеатров.

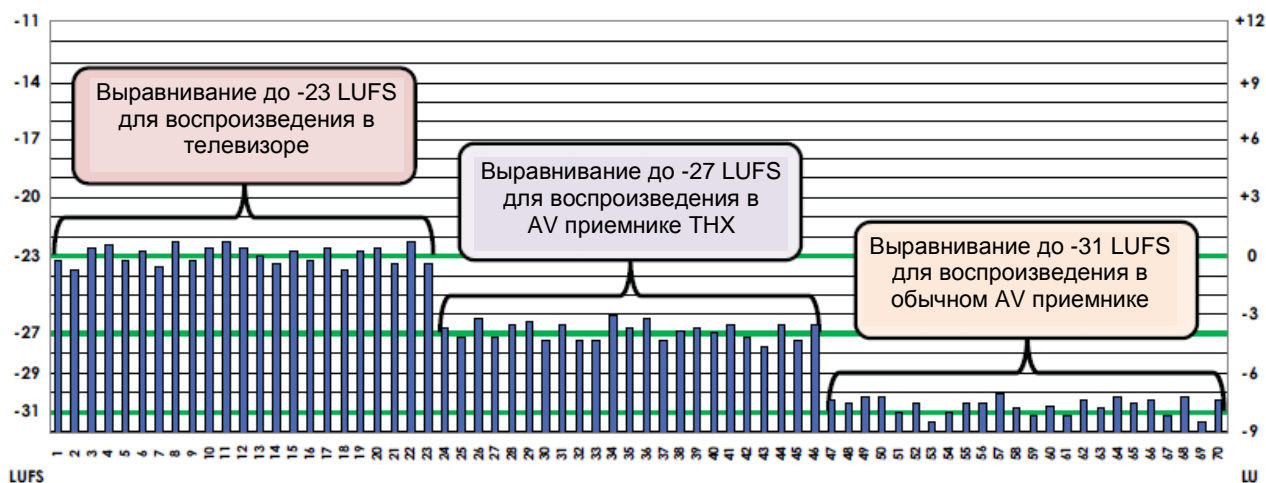


Рис. А-3

Приставка или iDTV корректно выравнивает уровень громкости для определенного воспроизводящего устройства, которое слушает потребитель. В результате все системы кодеков всех служб имеют в этой приставке одинаковый уровень громкости. Кстати: уровни громкости на графике относительно и показывают скачок, вызванный некорректной обработкой. В конце концов, уровень громкости воспроизведения определяется потребителем, который пользуется регулятором громкости оборудования, выбранного для воспроизведения звука.

Приложение В:

Различные варианты применения бытового оборудования



Рис. В-1

ТВ подключен к HDMI, а AVR подключен к S/PDIF приставки

В этом разделе дан обзор уровней приставки, телевизора и домашнего кинотеатра. Указанное затухание уровня относится только к сигналам PCM. Поток битов типа Dolby Digital (Plus) или HE-AAC проходят через интерфейс без изменений.

На Рис. В-1 дан обзор уровней, где для подачи в ТВ используется разъем HDMI, а AV приемник подключен к выходу S/PDIF. Это значит, что приставка посылает PCM аудио в телевизор на уровне -23 LUFS, но ослабляет сигнал до -27 или -31 LUFS в S/PDIF, если подключен домашний кинотеатр, в зависимости от типа AV приемника. Адаптация уровня внутри приставки не работает как автоматический контроль усиления; в только устанавливает уровень для соответствующего устройства с помощью должного и постоянного затухания.

На Рис. В-2 показана ситуация, где AV приемник получает сигнал с приставки прямо через вход HDMI, а телевизор подключен к выходу HDMI данного устройства домашнего кинотеатра. Это значит, что приставка ослабляет звук PCM до -27 или -31 LUFS в зависимости от типа AV приемника. Если слушатель желает включить динамики самого телевизора, AV приемник поднимает звук до уровня -23 LUFS.



Рис. В-2
AVR подключен к HDMI приставки,
ТВ подключен к HDMI AVR

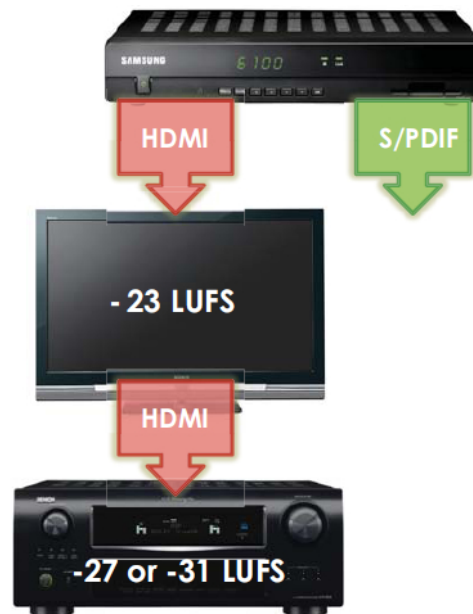


Рис. В-3
ТВ подключен к HDMI приставки, а AVR – к HDMI
телевизора, используя его обратный аудио канал

На Рис. В-3 показан вариант, где телевизор подключен к приставке, а звук передается в AV приемник. Приставка посылает сигналы PCM в телевизор на уровне -23 LUFS. Телевизор ослабляет уровни PCM до -27 или -31 LUFS, в зависимости от типа AV приемника.

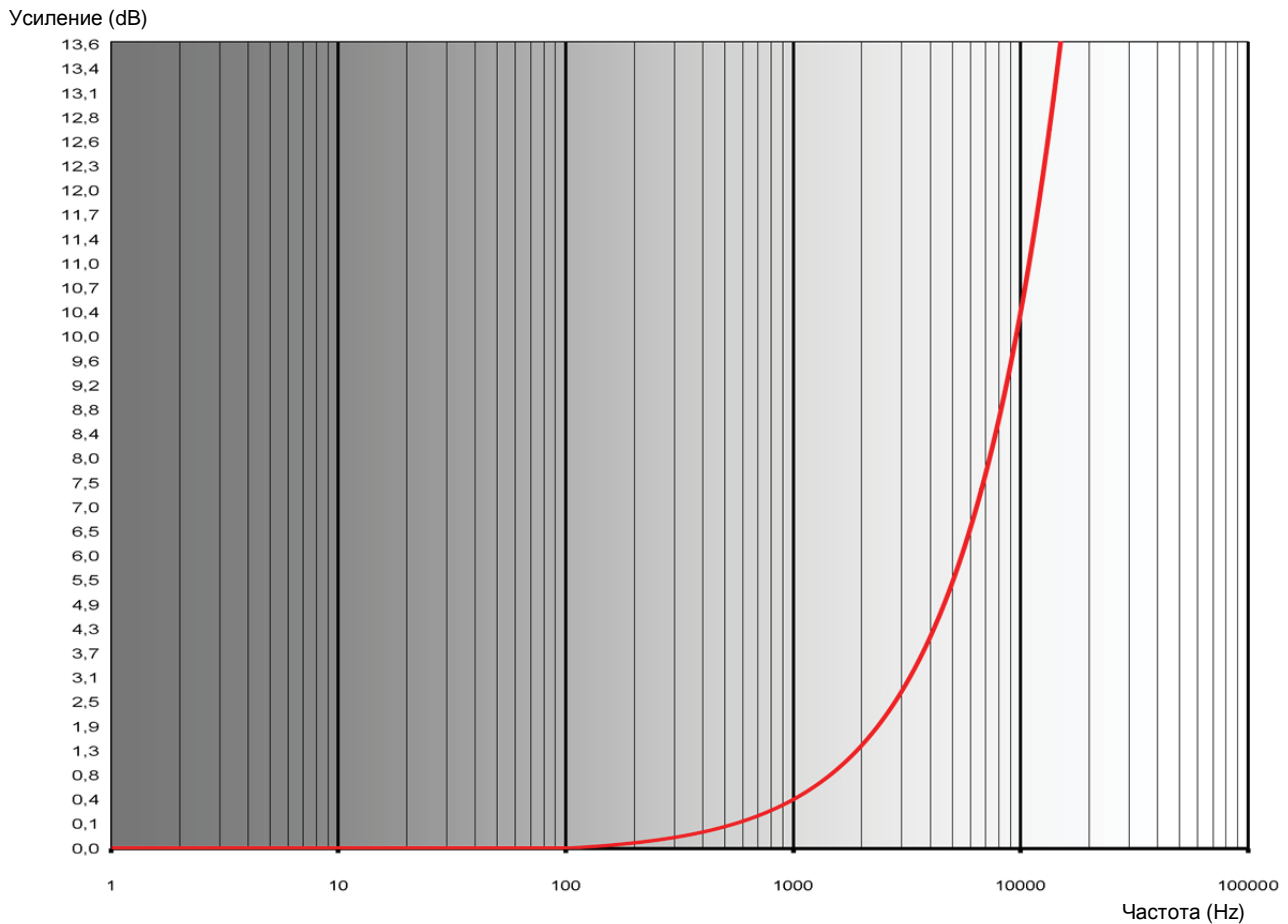
Приложение С: Обработка в аналоговых системах с предискажением

Сложность в том, что большинство аналоговых систем телевидения используют предискажение. Из-за ограниченных характеристик сигнал-шум в этих системах применяется некоторая хитрость. Поскольку объем шума в FM модуляции увеличивается с ростом аудио частоты, разработчики изобрели метод усиления в передатчике верхних частот больше, чем нижних. Компенсация производится на другой стороне: путем уменьшения верхних частот в приемнике системный уровень шума снижается, а звуковой контент остается неизменным. Это блестящее решение, но его нужно учитывать при рассмотрении модуляции в передатчике.

Как видно на Рис. С-1, предискажение возрастает почти до 14 dB на частоте 15 kHz. Аудио сигнал нужно обрабатывать так, чтобы применяемое усиление на верхних частотах звуковой полосы не вело к перегрузкам, вызывающим искажение и побочные эффекты. Типичный результат заметен а звуках “с” и “т” в речи из-за их относительно высокого уровня сигнала в верхнем частотном диапазоне. Эти звуки имеют склонность к шепелявости и треску. При сильной перегрузке некоторые приемники даже смещают сигнал из фазы в этот момент. Если потребитель слушает с декодером Dolby Surround, эти эффекты проявляются в объемных динамиках, вызывая еще больше раздражения.

«Сложность в том, что большинство аналоговых систем телевидения используют предискажение.»

Полоса частот аналогового модулированного звука также должна быть ограничена до 15 kHz. Традиционно предискажение и фильтрация нижних частот производятся на вещательной станции. Хотя это не идеально из-за влияния фазовых сдвигов и кодеков в линии электропитания, вещатель может сохранять такую установку, если операторы кабельных сетей не применяют предискажение. Но если это единственный подаваемый аудио сигнал, то это негативно повлияет на передачу цифровых звуковых систем, не имеющих таких ограничений. Предискажение также ведет к отклонению от уровня громкости, в зависимости от контента и вида процессора. Поэтому в Tech 3344 рекомендуется разделять подачу звука для цифровой и аналоговой передачи. В системах DVB это можно сделать путем генерирования дополнительного аудио потока.

**Рис. С-1****Пример предискажения в аналоговом телевидении или системе FM радио**

Поскольку растет число услуг, обрабатываемых операторами кабельных сетей и не имеющих предварительной обработки на вещательных станциях, в Tech 3344 вещателям, распространителям и производителям серверного оборудования настоятельно рекомендуется применять ограничение предискажения в наилучшем месте, где это можно сделать: прямо перед или внутри модулятора. Современное модуляционное оборудование на базе цифрового генерирования аналогового сигнала дает возможность очень экономичной интеграции ограничения цифрового предискажения и фильтрации нижних частот 15 kHz. Таким образом, в вещательной студии больше не нужно применять аналоговую обработку, и качество аналогового и цифрового звука улучшится.

Приложение D: Диаграммы из EBU Tech 3344

Для прояснения изложенного в подробном тексте Tech 3344 содержит массу цветных блок-схем. Ниже (Рис. D-1) приведена обработка аудио сигнала внутри приставки с одной из двух основных комбинаций кодеков: MPEG-1 Layer II и Dolby Digital (Plus). Следуя стрелкам и блокам, инженеры, работающие с дистрибьюторами и производителями, могут указать и реализовать то, что нужно сделать для получения корректных уровней звука. Для HDMI и S/PDIF выходной уровень зависит от подключенного оборудования, просто на основании того, что установлено в меню во время инсталляции.

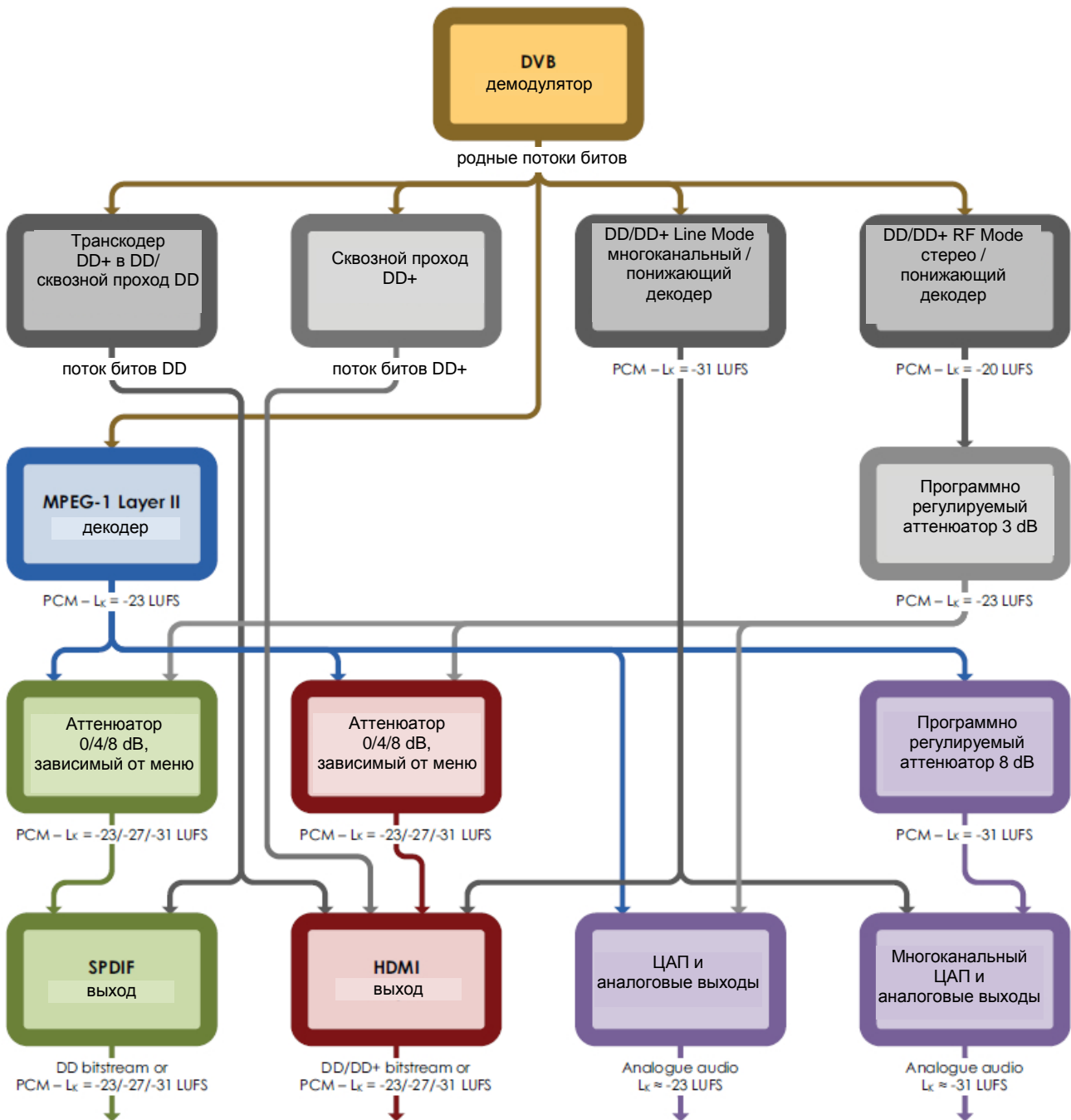


Рис. D-1
 Адаптация громкости внутри приставки; одна из множества диаграмм, включенных в Tech 3344 для объяснения методологии

Приложение E: Обзор уровней из EBU Tech 3344

На Рис. E-1 дан один из обзоров, включенных в Tech 3344, показывающий настройку уровня между кодеками, системами и физическими интерфейсами. Красная линия показывает, на каких уровнях требуется ограничение, в данном примере начиная с -1 dBTP (True Peak) для производства, -3 dBTP для кодеков, которые мы сегодня используем в телевидении, и -6.7 dBTP для аналоговой FM модуляции. Для проверки установки уровня можно использовать несколько известных тест-сигналов: синусоидальный тон 1 kHz -12 dBTP, -18 dBTP или -23 dBTP.

Если нет измерителя реальных пиков, можно использовать для опоры синусоидальную волну 997 Hz, кодированную на указанном уровне в dBFS (Full Scale). Тон -23 dBTP – идентично присутствующий в левом и правом каналах – эквивалентен уровню громкости -23 LUFS. Выходные уровни можно просто считать с графика или смотреть в таблицах. Также показаны уровни, где корректно применена адаптация в приставках. График показывает, например, что выходной уровень разъема SCART приставки точно такой же, как и выходной уровень интерфейса SCART телевизора после аналоговой передачи и демодуляции, что фактически означает, что можно достичь равной громкости на всех ТВ и радио платформах: конечная цель – EBU R128.

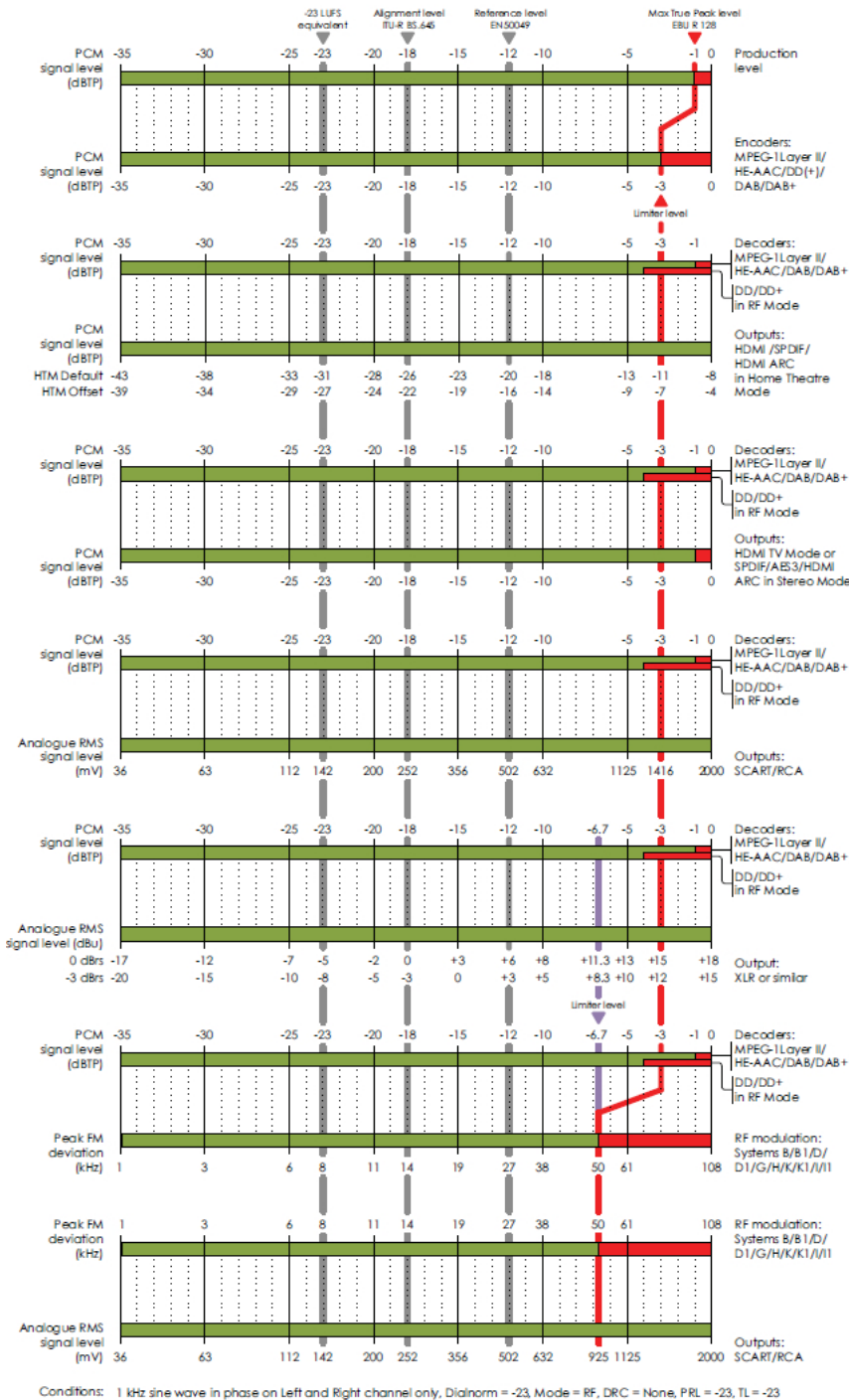


Рис. Е-1
 Один из обзоров установки уровня сигнала Tech 3344 между кодеками, системами и интерфейсами

Эта версия: 26 сентября 2012

Опубликовано European Broadcasting Union, Женева, Швейцария

ISSN: 1609-1469

Ответственный редактор: Lieven Vermaele

Редактор: Mike Meyer

E-mail: tech@ebu.ch



Ответственность за мнения, выраженные в данной статье, лежит исключительно на авторе