

EBU – TECH 3343



Practical guidelines
for Production and Implementation
in accordance with EBU R 128



Supplementary information for EBU R 128

Status: Version 2.0

Geneva
August 2011



EBU – TECH 3343

Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128

Supplementary information for EBU R 128

Status: Version 2.0

Внимание!

- Данный перевод **НЕ** претендует на аутентичность и может содержать отдельные неточности.
- Оригинал этого документа находится по адресу: <http://www.ebu.ch>

Практическое руководство по производству и реализации в соответствии с EBU R 128



Дополнительная информация к EBU R 128

Статус: Версия 2.0

**Женева
Август 2011**

Система обозначений

Настоящий документ содержит как **нормативный**, так и **информативный** текст.

Весь текст является нормативным, кроме Введения, разделов, отмеченных как «информативные», или отдельных параграфов, начинающихся с «Примечания».

Нормативный текст описывает обязательные или непреложные элементы. Он содержит ключевые слова «должен», «следует» или «можно», определяемые следующим образом:

«Должен» или «не должен»: Указывает требования, которые нужно строго соблюдать и от которых не допускается отклонений для соответствия документу.

«Следует» или «не следует»: Указывает, что один из нескольких вариантов рекомендуется как особенно подходящий, не упоминая и не исключая других.

ИЛИ что определенный ход действий предпочтителен, но не обязателен.

ИЛИ что (в отрицательной форме) определенный вариант или ход действий не рекомендуется, но не запрещается.

«Можно» или «можно не»: Указывает ход действий, допустимый в рамках документа.

По умолчанию означает обязательные (в фразах, содержащих «должен») или рекомендуемые (в фразах, содержащих «следует») предустановки, которые могут быть опционально изменены пользователем или иметь другие опции в продвинутых приложениях. Обязательные установки по умолчанию должны поддерживаться. Поддержка рекомендуемых установок предпочтительна, но не обязательна.

Информативный текст потенциально полезен для пользователя, но не обязателен и может быть исключен, изменен или дополнен, не влияя на нормативный текст. Информативный текст не содержит ключевых слов соответствия.

Совместимая реализация включает все обязательные условия («должен») и все рекомендуемые условия («следует») в случае их реализации. Совместимая реализация не требует реализации опциональных условий («можно»).

Содержание

1. Введение	5
2. EBU R 128, ITU-R BS.1770	6
2.1 Громкость Программы	7
2.2 Диапазон Громкости	8
2.3 Уровень реальных пиков (TPL), Максимально допустимый TPL ..	9
2.4 Логотип R 128	10
3. Общее понятие нормализации громкости	11
3.1 Пик vs. Громкость	11
3.2 Нормализация аудио сигнала vs. Метаданные	11
3.3 Использование параметра Диапазон Громкости	13
3.4 Поднимаясь на реальный пик	14
4. Стратегии нормализации громкости	14
4.1 Производство, постпроизводство	14
4.2 Измерение громкости для производства и постпроизводства ...	15
4.3 «На старт, установить (уровни), МАРШ!»	16
4.4 Диапазон Громкости для производства и постпроизводства	17
5. Что измерять в производстве и постпроизводстве	18
5.1 Нормализация независимо от сигнала vs на базе анкера	18
5.2 Канал низкочастотных эффектов (LFE)	20
6. Производство и вещание на базе файлов	20
6.1 Компоновочные блоки	20
6.2 Общие стратегии установки уровня громкости – обработка	21
7. Метаданные	23
7.1 Метаданные громкости программы	23
7.2 Метаданные контроля динамического диапазона	24
7.3 Коэффициенты сведения с уменьшением числа каналов	25
8. Установка сигналов в свете нормализации громкости	26
8.1 Установочный сигнал и уровень	26
8.2 Уровень прослушивания	26
9. Реализация и переход	27
9.1 Общие советы по переходу и реализации	27
9.2 10 пунктов действия для перехода и реализации	28
10. Вопросы, определяемые жанром	28
10.1 Рекламные вставки (клипы) и анонсы	28
10.2 Музыка.....	29
11. Ссылки	30

Официальное уведомление

Хотя настоящий документ является результатом большой совместной работы в группе EBU PLOUD, именно долготерпеливый председатель этой группы Florian Camerer создавал, сопоставлял, обогащал и дорабатывал текст в форму публикации в течение многих, многих недель и месяцев работы.

Посвящение

Документ посвящается двум великим инженерам звукозаписи; Gerhard Stoll и Gerhard Steinke.

Практическое руководство по производству и реализации в соответствии с EBU R 128

Комитет EBU	Первый выпуск	Переработка	Переиздание
Технический комитет	2011	Август 2011	

Ключевые слова: Аудио, Громкость, нормализация, производство, реализация

1. Введение

Настоящий документ детально описывает одно из самых фундаментальных изменений в истории звука в вещании: изменение парадигмы установки уровней с нормализации пиков на **нормализацию громкости**. Недостаточно подчеркнуть, что **измерение громкости** и **нормализация громкости** означают **настоящую революцию в установке уровня звука**. Это изменение жизненно необходимо из-за проблемы, ставшей главным источником раздражения телевизионной и радио аудитории во всем мире – перепада уровней звука во вставках внутри программ, между программами и между каналами (*определение «программы» см. в сноске 2*).

Парадигма регулировки громкости влияет на все стадии сигнала аудиовещания, от производства до распределения и передачи. Таким образом, конечная цель – гармонизация уровней громкости звука для достижения **одинакового универсального уровня громкости** в интересах слушателей.



**Нормализация громкости –
настоящая революция
в установке уровней звука!**

Необходимо подчеркнуть, что это **не** означает, что уровень громкости должен быть постоянно константным и однородным **внутри** программы, наоборот! Нормализация громкости должна гарантировать, что **средняя** громкость всей программы одинакова между программами; внутри программы уровень громкости, конечно, может меняться в соответствии с художественными и техническими потребностями. С новым уровнем (реальных) пиковых значений и (в большинстве случаев) меньшим средним уровнем громкости возможный динамический диапазон (или скорее «Диапазон Громкости»; см. §2.2) фактически выше, чем при нынешней нормализации пиков и практике сведения в вещании.

Основа концепции нормализации громкости – комбинация **Технической рекомендации EBU R 128** 'Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals' [1] и **Рекомендации ITU-R BS.1770** 'Algorithms to measure audio programme loudness and true peak audio level' [2].



**EBU R128 и ITU-R BS.1770 – основа.
Еще 4 технических документа EBU
содержат детали.**

Кроме R 128, группа EBU PLOUD опубликовала еще 4 документа:

- EBU Technical Document **3341** 'Loudness Metering: 'EBU Mode' metering to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128' [3]
- EBU Technical Document **3342** 'Loudness Range: A descriptor to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128' [4]
- EBU Technical Document **3343** 'Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128' [настоящий документ] и
- EBU Technical Document **3344** 'Practical Guidelines for Distribution Systems in accordance with EBU R 128' [5]

Технические документы по 'Loudness Metering' и параметру 'Loudness Range' также играют важную роль в практической реализации нормализации громкости. Они будут введены по мере обращения к ним в соответствующих разделах.

Документ 'Distribution Guidelines' замыкает круг, включая все аспекты нормализации громкости для распределения аудио сигналов и учитывая критические каналы связи между производством и конечным получателем, потребителем. Поскольку этот документ очень детальный, он не будет здесь представлен, за исключением дополнительной ссылки.

В начале данного «Практического руководства» представлены основные части **EBU R 128** и **ITU-R BS.1770**, а также **общее понятие и философия нормализации громкости**. Затем в документе будут рассмотрены вопросы **производства и постпроизводства** (сбор, измерение, микширование, метаданные, регулировка, мониторинг и т.д.) **на базе файлов**, т.е. загрузка, воспроизведение и архивирование (измерение, автоматическая нормализация, метаданные и т.д.).

В отдельной главе более подробно рассматриваются **метаданные**. Обсуждается **выравнивание** аудио сигналов и студийных **уровней прослушивания** и дается **практическая рекомендация по переходу** на производство с нормализацией громкости (реализация и переход). **Вопросы, определяемые жанром**, касающиеся рекламы и анонсов, а также музыкальных программ, будут затронуты в последней главе.

Данное практическое руководство задумано как **‘живой документ’**, куда со временем войдет опыт вещателей, обеспечивая дополнительную информацию и руководство по фундаментальному изменению метода обработки и балансирования между аудио сигналами.

Обратите внимание, что многие документы стандартов, в т.ч. и этот, время от времени подвергаются ревизии. Настоятельно рекомендуется проверять последние версии.

2. EBU R 128, ITU-R BS.1770

EBU R 128 определяет предсказуемый и четко определенный метод измерения уровня громкости для новостей, спорта, рекламы, драмы, музыки, анонсов, кино и т.д. во всей вещательной цепи и тем самым помогает профессионалам в создании робастных спецификаций для загрузки, производства, воспроизведения и распределения на множество платформ. R 128 полностью основан на открытых стандартах и нацелен на гармонизацию международного метода производства и измерения.

Основой R 128 является **ITU-R BS.1770**, результат экстенсивной работы Международного союза электросвязи. Целью этого стандарта было создание открытого согласованного алгоритма для измерения громкости и уровней реальных пиковых значений программ. Это робастный стандарт, отличающийся простой реализацией. Вкратце, он определяет кривую **“К-взвешивания”** (модифицированный фильтр верхних частот второго порядка, см. Рис. 1), которая образует основу для согласования субъективного впечатления с объективным измерением.

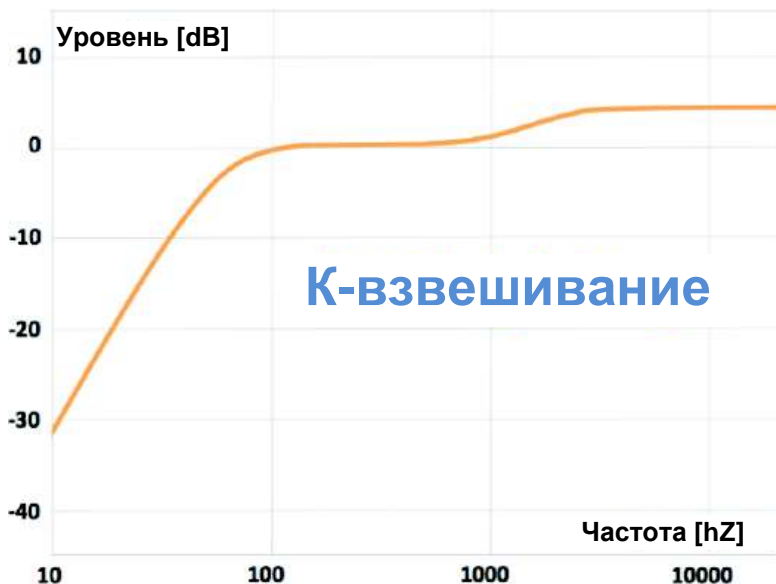


Рис. 1: Кривая “К-взвешивания” для измерения громкости

Эта кривая взвешивания применяется ко всем каналам (кроме канала низкочастотных эффектов (LFE), который в настоящее время отбрасывается из измерения), вычисляется общий среднеквадратический уровень (с различными коэффициентами усиления для передних и объемных каналов; см. Рис. 2), и результат отображается как “LKFS” (громкость, К-взвешенная, относительно цифровой полной шкалы), или “LUFS”¹ (единицы громкости, относительно цифровой полной шкалы). Для относительных измерений используются единицы громкости (LU), где 1 LU эквивалентна 1 dB.

¹ EBU рекомендует употреблять ‘LUFS’ (согласно EBU Tech Doc 3341). ‘LUFS’ эквивалентно ‘LKFS’ и устраняет несоответствие между ITU-R BS.1770 и ITU-R BS.1771. ‘LUFS’ также сочетается с международным стандартом наименований ISO 80000-8 [6].

Канал низкочастотных эффектов (LFE)

Канал низкочастотных эффектов (канал “.1” в “5.1”) многоканального аудио сигнала сейчас не учитывается в измерении громкости согласно ITU-R BS.1770. Это может привести к неправильному использованию LFE с излишне высокими уровнями сигнала. Текущие исследования пытаются оценить субъективное влияние LFE на восприятие громкости, а также метод включения его в объективное измерение громкости.

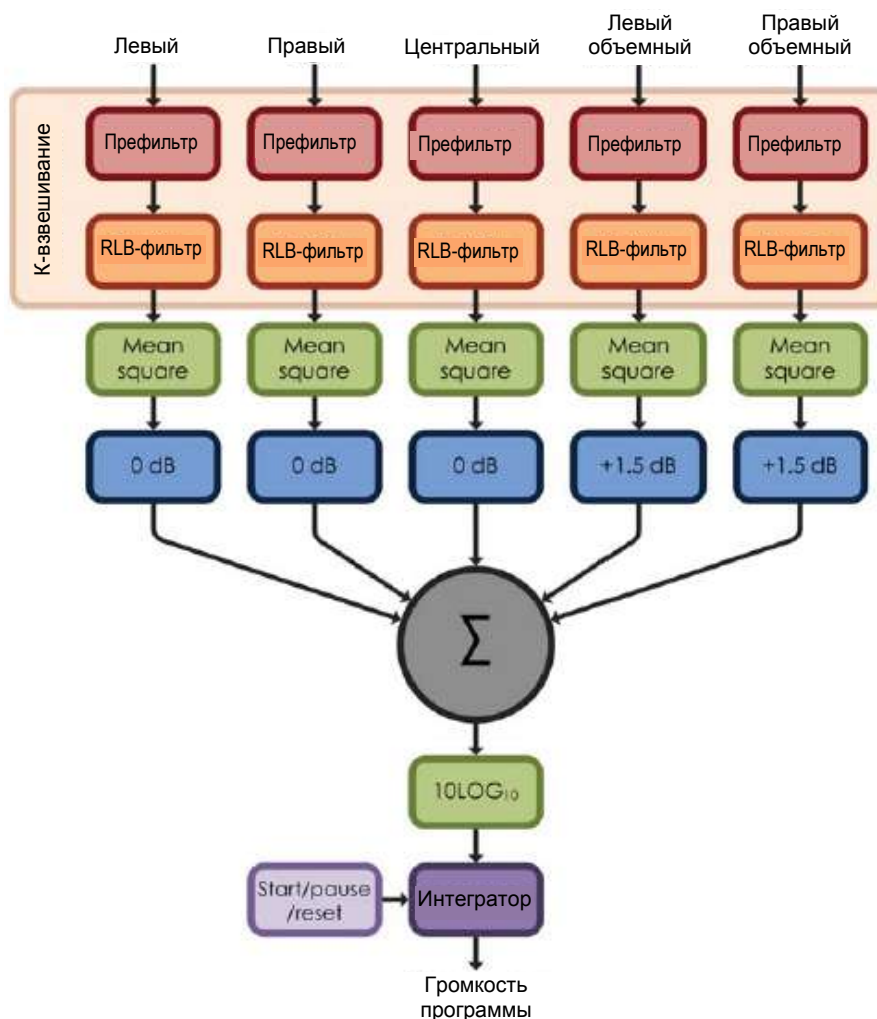


Рис. 2: Обработка и суммирование каналов в ITU-R BS.1770

В то время как BS.1770 определяет метод измерений, **R 128** дополняет его определением **«целевого уровня»** для нормализации громкости, а также метода **стробирования** для согласования громкости программ с длинными периодами тишины или изолированными фрагментами речи. Работа EBU была необходима для учета требований производителей программами, с особым вниманием к наличию средств для измерения полных сведений (а не одного компонента, например, речи или музыки) и диапазона громкости программы.

Для этого EBU определил три новых параметра:

- **Громкость программы (Programme Loudness)**
- **Диапазон Громкости (Loudness Range)**
- **Уровень реальных пиков (True Peak Level)**

2.1 Громкость Программы

Громкость Программы описывает долговременную **интегрированную** громкость за весь хронометраж программы². Параметр состоит из одного числа (в LUFS, с одной цифрой после десятичной точки),

² Термин **«программа»** также используется для обозначения рекламы, анонса и т.д. Для ясности рекламные вставки и т.п., размещаемые вокруг и внутри хронометража того, что обычно считается «программой», сами по себе считаются программами (отдельные рекламные клипы внутри блока – также отдельные программы); таким образом упрощается их интеграция с более длинными программами. Понятно, что произво-

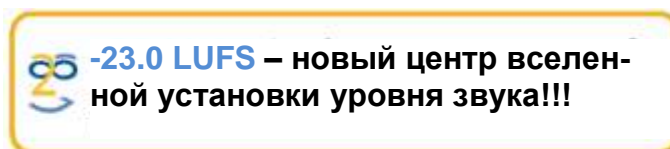
которое показывает «насколько громка программа в среднем». Это измеряется прибором, соответствующим ITU-R BS.1770 с добавлением функции **стробирования**. Стробирование служит для паузы измерения громкости, когда сигнал падает ниже определенного порога. Без функции стробирования программы с длинными периодами тишины, фоновыми звуками или шумом низкого уровня получат слишком низкое значение уровня интегрированной громкости. Такие программы после нормализации будут слишком громкими.

После серии тестов EBU было согласовано стробирование - 8 dB (единицы громкости; 1 LU \equiv 1 dB) относительно измерения LUFs без стробирования (подробнее см. [7]). Затем предложение включить метод относительного стробирования в BS.1770 было передано в ITU. В ITU-R BS.1770-2 стробирование с относительным порогом сейчас является частью алгоритма измерения интегрированной громкости, хотя чуть с меньшим порогом **-10 LU**. EBU R 128 и все вспомогательные документы учитывают этот новый порог.

(Детали функции стробирования должны касаться только производителей. С точки зрения пользователей разница будет небольшой, но пользователям рекомендуется обновлять все свое оборудование для гарантии согласованности измерений.)

Тестовые прослушивания также подтвердили, наряду с другими результатами, выбор **целевого уровня** для нормализации каждого аудио сигнала; это:

-23.0 LUFs (-10 rel gate)



Почему **-23 LUFs**?

Исследования и измерения уровня громкости вещательных станций показали средний уровень громкости около **-20 LUFs** (со множеством выбросов...). Еще один вклад в эту дискуссию внес ITU, в форме документа ITU-R BS.1864 'Operational practices for loudness in the international exchange of digital television programmes' []. В BS.1864 рекомендован целевой уровень **-24 LUFs**, хотя и без определенной функции стробирования. Неофициальные тесты, проведенные членами группы EBU PLOUD, показали, что разница между измерением громкости программ с диапазоном громкости от малого до среднего с относительным стробированием -8 LU и без него составляет 0 - 1 LU. Следовательно, **-23 LUFs** со стробированием во многих случаях почти эквивалентно **-24 LUFs** без стробирования. Поэтому **-23 LUFs** (со стробированием) был признан *минимально возможным уровнем громкости программ* без особых проблем перехода со среднего уровня -20 LUFs. Поскольку -20 LUFs была задумана без достаточного запаса по уровню для динамического контента, было принято решение установить уровень **-23.0 LUFs**.


Отклонение ± 1.0 LU допустимо для программ, где точная нормализация до целевого уровня **-23.0 LUFs** практически недостижима (например, прямые передачи или передачи со слишком коротким циклом). Если уровни отдельных сигналов программы в большой степени *непредсказуемы* или программа состоит из одних фоновых элементов (например, музыкальная подложка в прогнозе погоды), уровень громкости программы может выходить за допустимые пределы. Такое, однако, должно случаться все реже и реже.

2.2 Диапазон Громкости

Другой важной темой стал диапазон громкости, необходимый для вмещения всех программ (при условии, что они не превышают допустимый диапазон громкости для домашнего прослушивания). Параметр **Диапазон Громкости (LRA)** определяет (в LU) вариацию измерения громкости программы. Он основан на статистическом распределении громкости внутри программы, таким образом исключая крайности. Поэтому, например, одиночный выстрел не может сместить результат вычисления LRA. Рекомендация EBU R 128 не определяет максимально допустимый LRA, т.к. он зависит от таких факторов как окно допуска среднего слушателя станции, распределения жанров станции и т.д. R 128, однако, настоятельно **рекомендует использовать LRA** для определения необходимости динамической

дители любого типа программ могут не знать о том, что будет рядом с ними, поэтому каждый тип следует рассматривать отдельно. В данном документе термин «программа» означает программу, законченную в производстве, а не комбинацию программ, вставок и рекламы, которая присутствует в приемнике зрителя или слушателя в течение общего хронометража программы.

обработки аудио сигнала и согласования сигнала с требованиями данного вещательного канала или платформы. Подробности о LRA можно найти в EBU Tech Doc 3342.

 **Диапазон Громкости – общий параметр, помогающий в решении о необходимости динамической компрессии.**

Первые испытания на вещательных станциях предполагают максимальное значение LRA около **20 LU** для очень динамичного материала, например, художественных фильмов или классической музыки. В большинстве программ никогда не потребуется полное использование такого высокого значения LRA или они просто не смогут его достичь!

Для очень коротких программ (< 30 сек) типа рекламных клипов или анонсов **максимальные** значения **мгновенного** или **кратковременного** уровня громкости³ могут дать лучший способ контроля динамических характеристик наподобие «второй линии обороны» (см. §7, 10).

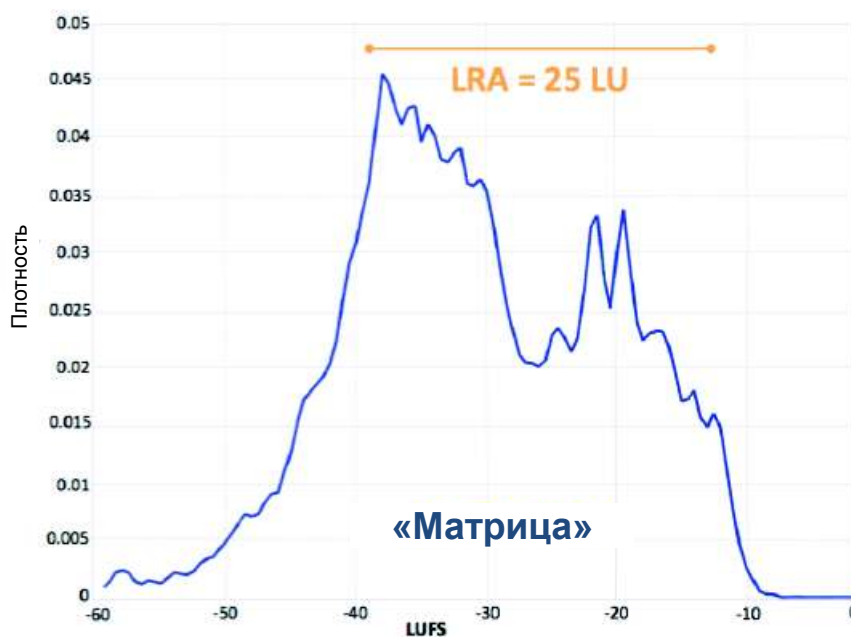


Рис. 3: Диапазон Громкости (LRA) в результате статистического распределения уровней громкости

На *Рис. 3* показано распределение громкости и LRA фильма «Матрица»; 25 LU, возможно, проблематично для большинства гостиных...

2.3 Уровень реальных пиков (TPL), Максимально допустимый TPL


В Европе самым распространенным измерительным прибором был (и в большой степени остается) **Quasi Peak Programme Meter (QPPM)**; время интеграции = 10 мс). С переходом на цифровую обработку сигнала появились **измерители пиков с точностью до сэмпла**. В то время как QPPM намеренно не может показывать короткие пики (<<10 мс), измерение пиков до сэмпла также может не показывать фактический пиковый уровень, представленный цифровым сигналом.

Цифровая обработка или кодирование с потерями может вызвать **меэсэмповые пики**, превышающие показанный уровень сэмплов. В вещании важно иметь надежное показание уровня на всех платформах и частотах дискретизации. Этот прибор должен показывать срезание, даже когда пик находится между сэмплами, чтобы можно было **предсказать** и **избежать искажения**, которое может возникнуть в последующих ЦАП, конвертерах частоты дискретизации или обычных кодеках. Измеритель пиков с точностью до сэмпла не может этого сделать и потому не годится для применения в современном вещании (см. *Lund, Th.: 'Stop counting samples' [9]*).

True peak level показывает максимальное (положительное или отрицательное) значение формы сигнала в непрерывном временном интервале; это значение может быть выше максимального значения

³ **Maximum Momentary Loudness Level (Max ML)** – наивысшее значение (в LUFS) мгновенного уровня громкости аудио сигнала (время интеграции 400 мс). **Maximum Short-term Loudness Level (Max SL)** – наивысшее значение (в LUFS) кратковременного уровня громкости (время интеграции 3 сек).

выборки в области временной дискретизации. С измерителем реальных пиковых значений с передискретизацией, совместимым с ITU-R BS.1770, теперь можно обнаружить эти реальные пики (символ единицы согласно ITU-R BS.1770: **dBTP** – **deciBel** относительно цифровой полной шкалы, измеренный измерителем реальных пиковых значений. Точность зависит от частоты передискретизации. Необходимо только оставить запас в 1 dB ниже 0 dBFS для вмещения потенциальных заниженных показаний около 0.5 dB (для измерителя реальных пиков с 4x передискретизацией; базовая частота дискретизации: 48 kHz).

 **Измерители пиков с передискретизацией дают хорошую оценку реального пика аудио сигнала. Измерители пиковых значений с точностью до сэмпла этого не делают.**

Следовательно, **Maximum Permitted True Peak Level**, рекомендованный в R 128, будет:

-1 dBTP

Это применяется к производственной среде для обычных линейных аудио сигналов. Обратите внимание, что некоторые части цепи, например, аналоговые ретрансляторы и пользователи обычных кодеков, требуют более низкий уровень реальных пиковых значений. Эта тема полностью рассматривается в *'Distribution Guidelines'* (EBU Tech Doc 3344).

Резюме EBU R 128

- Параметры **'Programme Loudness'**, **'Loudness Range'** и **'Maximum True Peak Level'** характеризуют аудио сигнал;
- **Programme Loudness Level** должен быть нормализован до **-23.0 LUFS**;
- Допуск **±1.0 LU** для программ, где точная нормализация практически недостижима;
- Измерение должно проводиться прибором, соответствующим **ITU-R BS.1770** и **EBU Tech Doc 3341** ('EBU mode' – также определяющий метод стробирования);
- Параметр **Loudness Range** следует использовать в решении о необходимости динамической компрессии (в зависимости от жанра, целевой аудитории и платформы передачи);
- **Maximum Permitted True Peak Level** в производстве **-1 dBTP**;
- **Метаданные** громкости должны быть установлены на **-23 LUFS** (для программ, нормализованных до этого уровня, как рекомендовано); метаданные громкости всегда должны показывать **корректное** значение громкости программы, даже если по какой-то причине программа не нормализована до -23 LUFS.

2.4 Логотип R 128

EBU ввел официальный логотип для R 128, состоящий из цифр 1, 2 и 8 – образующих счастливую улыбающуюся рожицу:



Логотип может использоваться (с определенными условиями) производителями для индикации соответствия 'EBU Mode'.

3. Общее понятие нормализации громкости

3.1 Пик vs. Громкость

Распространенная до сих пор концепция установки уровней звука с *нормализацией пиков* относительно максимально допустимого уровня (PML; например, -9 dBFS) привела к однородным пиковым уровням программ, но весьма различным уровням громкости. Фактическое колебание зависит от степени динамической компрессии сигнала. В отличие от этого, **нормализация громкости** достигает **одинаковой средней громкости программ** с изменением пиков в зависимости от контента, а также художественных и технических требований (см. Рис. 4). Если диапазон громкости программы находится в пределах допуска, **слушатель может наслаждаться однородным средним уровнем громкости во всех программах, не пользуясь больше пультом для частой регулировки громкости.**

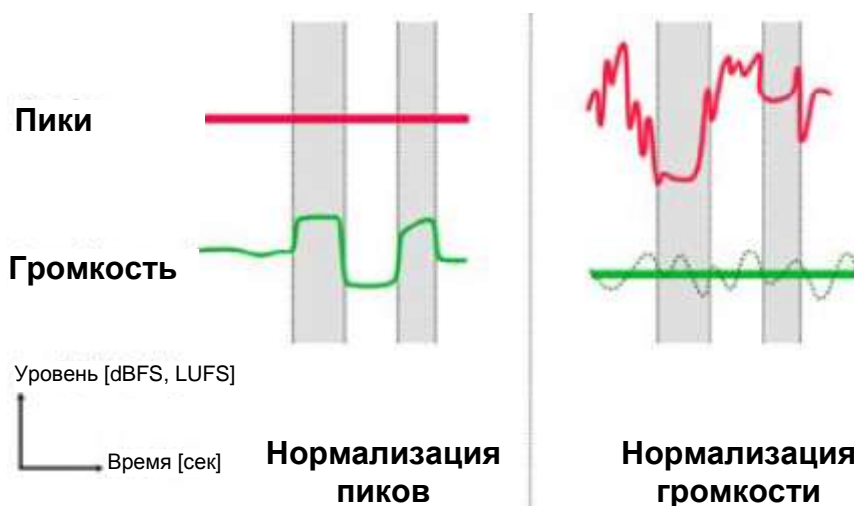


Рис. 4: Нормализация пикового уровня vs. нормализация уровня громкости в серии программ

Это опять-таки **НЕ** означает, что *внутри* программы уровень громкости должен быть постоянным, наоборот! Это также **НЕ** значит, что все *отдельные компоненты* программы (например, пре-миксы или стем-миксы, версия с музыкой и эффектами или изолированная речевая дорожка) должны быть на одном уровне громкости! Вариация громкости – художественный инструмент, а концепция нормализации громкости по R 128 на самом деле **стимулирует более динамическое сведение!** Это **средняя, интегрированная громкость** *целой* программы, которая нормализована.

3.2 Нормализация сигнала vs. Метаданные

В сущности, есть *два способа* достижения нормализации громкости для потребителя: первый – сама **нормализация аудио сигнала**, чтобы программы были одинаково громкими, а другой метод – **использование метаданных громкости**, описывающих, насколько громка программа. В последнем фактические средние уровни громкости программы могут не меняться на нормализованное значение и по-прежнему быть очень разными между программами. При наличии современного оборудования нормализация может производиться у потребителя с помощью индивидуальных значений метаданных громкости для установки диапазона усиления программ на одинаковый уровень воспроизведения.

Равная громкость может быть получена путем нормализации аудио сигнала или с помощью метаданных громкости.

В парадигме установки уровней громкости EBU R 128 первое решение приветствуется из-за следующих преимуществ:

- простота и
- потенциальное повышение качества аудио сигнала.

Второе решение не запрещается (см. также документ 'Distribution Guidelines', EBU Tech Doc 3344), но единая величина (**-23 LUFS**) имеет большую силу в распространении концепции установки уровня громкости, т.к. ее легко понять и соблюдать. А активная нормализация источника в некотором смысле «наказывает» сверхжатые сигналы и таким образом автоматически заставляет производственный персонал подумать о других, более динамичных и креативных методах создания впечатления от своей программы. Другими словами, фактическое *техническое* изменение уровня аудио сигнала путем **активной нормализации до -23 LUFS** оказывает прямое влияние на *художественный* процесс –

причем положительное! Производственная часть избавляется от участия в «войне громкости» – неудачный и широко распространенный результат парадигмы нормализации пиков.

Тем не менее, следует сказать, что оба метода могут дополнять друг друга, не следует считать их оппонентами или черно-белым представлением одного и того же вопроса. Оба подхода являются частью R 128 – но из-за вышеупомянутых преимуществ рекомендуется **нормализация аудио сигнала**.

Нормализация громкости аудио сигнала рекомендуется в производстве из-за простоты и потенциально-го повышения качества.

Работа над общим уровнем громкости означает **совершенно новую концепцию** сведения, установки уровней, всей работы со звуком. Если ограничитель пиков установлен на максимально допустимый уровень (обычно -9 dBFS, измеренный QPPM), при наличии «*защитного потолка*», где независимо от того, с какой силой ты в него упираешься, он всегда гарантирует «корректный» максимальный уровень, парадигма установки уровня громкости больше напоминает «полет под открытым небом» (см. Рис. 5):

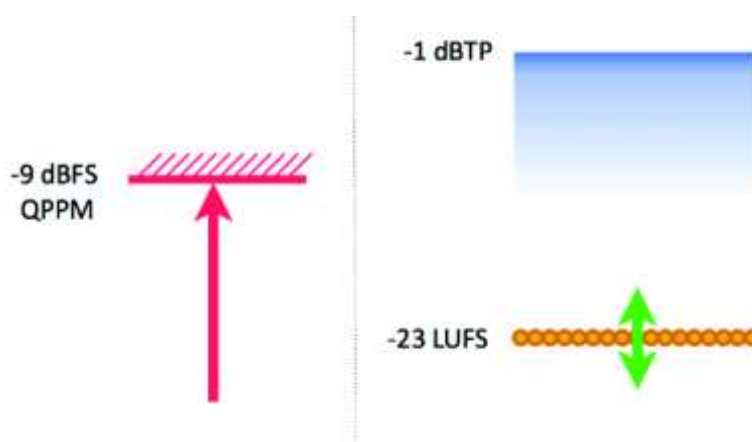


Рис. 5: Квазипиковая нормализация уровня («потолок безопасности») vs. нормализация уровня громкости

При нормализации и измерении громкости потолок безопасности исчезает. Некоторых это может пугать, т.к. в некотором смысле было «удобно», что не надо так тщательно следить за уровнями – лимитер в конце цепи гарантировал всегда «послушный» выход. Но побочный эффект был в том, что уровни громкости росли, т.к. более сложные процессоры проявляли меньше динамической компрессии и артефактов ограничения.

Регулирование уровней громкости, с другой стороны, стимулирует использование лучшего на данный момент измерительного прибора: **уха**. Это означает более бдительное микширование и способствует качеству звука. Как показал опыт нескольких членов EBU, работа с парадигмой громкости **освобождает** и удовлетворяет. Борьба «кто громче» прекратилась, общие уровни снизились, и в сочетании с повышением максимально допустимого уровня реальных пиковых значений (-1 dBTP) это ведет к потенциально **более динамичному сведению с большей согласованностью громкости** внутри программы. Динамическая компрессия – тоже художественный инструмент, а не оружие громкости, **качество звука повышается!**

Возвращение к «**сведению на слух**» - давно назревшее долгожданное облегчение. Оператору теперь рекомендуется микшировать только на слух (еще один эффект измерения громкости) – после установки уровней на постоянную громкость мониторинга см. §8).

Установка уровня громкости стимулирует сведение «только на слух» - после установки уровней и постоянной громкости мониторинга.

Далее в производстве вещатель сталкивается с необходимостью нормализации различного контента из различных источников. В переходный период будет много программ без нормализации громкости. Необходимо разработать стратегии для этих программ, например, **автоматическую нормализацию** сразу после загрузки в эфирный сервер или установку защитного устройства для регулирования

громкости на выходе центральной аппаратной для обработки, например, прямых потоков, не установленных в производстве на целевой уровень **-23 LUFS**.

Подобные вопросы с дополнительными деталями будут рассмотрены ниже (§4.3, §6).

3.3 Использование параметра «Диапазон Громкости»

С **Диапазоном Громкости (LRA)** теперь возможно *измерить* динамику программу. В прошлом требовались «квалифицированные умозаключения» опытного персонала, чтобы решить, попадает ли программа в окно допуска громкости для целевой аудитории. С Диапазоном Громкости умозаключения кончились – в конце измерений (обычно всей программы) одна цифра позволяет оператору решить, нужна ли дальнейшая динамическая обработка.

Важно понимать, что невозможно определить одно максимальное значение LRA для всех вещателей и всех программ. **Индивидуальный максимальный LRA** зависит от жанра(ов) (тематические каналы с очень однородным контентом типа новостей, конечно, не будут иметь столь высокий максимальный LRA, как общественные вещатели с большим разнообразием жанров программ, как, например, концерт классической музыки). Максимальное значение LRA также может быть разным для платформ распространения, например, мобильного вещания, а также разной среды воспроизведения (см. Рис. 6; расстояние между желтыми линиями показывает примеры разных значений Loudness Range). Средние условия прослушивания, возраст целевой аудитории, «зона комфорта прослушивания» для потребителя и другие параметры влияют на выбор максимальных значений LRA станции для определенных программ. **Парадигма контроля диапазона громкости** начинается с общепринятого максимального значения Диапазона Громкости по вышеупомянутым принципам и адаптирует далее это значение для соответствия техническим нуждам платформ распространения и среды воспроизведения.

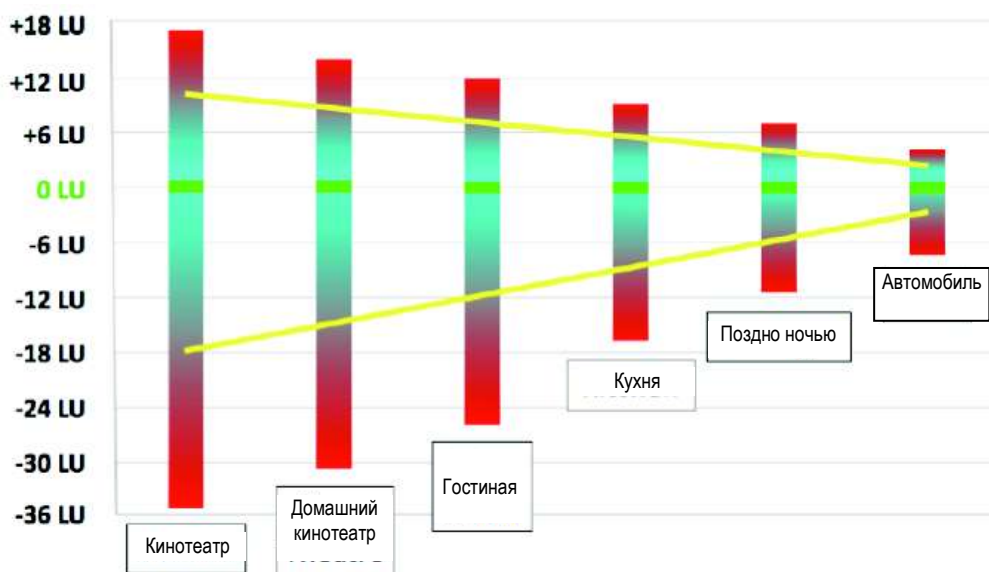


Рис. 6: Различные примеры Диапазона Громкости в зависимости от среды воспроизведения

Ответственность за определение LRA программы лежит на звукооператоре на этапе производства; ему рекомендуется следовать этой парадигме. В среде, где человеческий контроль и вмешательство невозможны или отсутствуют, измерение LRA может вести к использованию предварительных установок динамического процессора, сконфигурированного для отдельного жанра аудио сигнала. Тем не менее, рекомендуется стремиться к ситуации, где звукооператор может влиять на LRA согласно спецификациям вещателя, т.к. это потенциально повышает качество звука.

В результате необходимости разных значений Диапазона Громкости **EBU R 128** не включает максимально допустимое значение LRA, но вместо этого настоятельно рекомендует **использование** параметра **Диапазон Громкости** для оценки потенциальной необходимости обработки динамического диапазона в соответствии с различными вышеупомянутыми критериями.

Диапазон Громкости – также полезный **индикатор** потенциальных *процессов снижения динамики* в цепи сигнала, преднамеренных или случайных. Если значение LRA программы после прохождения через цепи обработки, например, ниже оригинала, то может произойти такой процесс снижения.

3.4 Поднимаясь на реальный пик

Третий параметр, рекомендованный R128, касается **максимального уровня реальных пиковых значений** аудио сигнала. После отказа от парадигмы нормализации пиков, конечно, **все равно остается необходимость измерения и контроля пиковых значений программы**, особенно максимальных пиков, во избежание перегрузки и искажений.

Измеритель громкости, соответствующий **'EBU mode'** (см. *EBU Tech Doc 3341*), также позволяет измерение и отображение уровней реальных пиковых значений программы. Защитные лимитеры во избежание перемодуляции должны будут работать в *true-peak mode* и настраиваться на соответствующий максимально допустимый уровень реальных пиковых значений в производстве, а также на выходе центральной аппаратной, в головном узле распределения и в передающем пункте. После максимального уровня реальных пиков для обычных сигналов PCM в производстве (-1 dBTP) в EBU Tech Doc 3344 (*'Distribution Guidelines'*) даны дальнейшие предложения для разных приложений.

4. Стратегии нормализации громкости

4.1 Производство, постпроизводство

Принцип нормализации громкости в этих областях дает две возможности: первая – сохранить текущую практику установки уровней и сдвигать уровень позже, а вторая – изменить эту практику на **контроль и нормализацию громкости** с небольшим сдвигом или без него (Рис. 7).

Первый подход более уместен на первых этапах перехода и, возможно, особенно полезен для тех, кто работает в **прямом эфире**. Существующие измерители, лимитеры и практика сведения сохраняются, а сдвиг происходит на выходе микшерного пульта (после основных измерителей) для получения **целевого уровня** громкости **-23 LUFS**.




Рис. 7: Два базовых метода работы для достижения однородной громкости в производстве и постпроизводстве

После сдвига уровня используется измеритель громкости, позволяющий инженерам понять точную величину сдвига (что первоначально все еще требует умозаключений). Использование **измерителя громкости параллельно** с традиционным измерителем в любом случае полезно. Таким образом можно получить опыт, прежде чем полностью погрузиться в мир регулирования уровней громкости. Кроме того, использование измерителя громкости в прошлых программах одного жанра дает хорошее руководство, куда устанавливать уровни.

Для программ, законченных в **постпроизводстве**, сдвиг уровня по варианту 1 легко осуществим. Измеряя всю программу за один присест, можно точно определить необходимый сдвиг усиления, а в современном файловом мире вычисление усиления – очень быстрая и легкая операция.

Конечно, в **прямом эфире** сложно (если только не повезет) точно достичь целевого уровня. Поэтому отклонение ± 1.0 LU допустимо для программ, где точная нормализация до целевого уровня -23 LUFS практически недостижима (кроме прямых передач, это, например, программы с очень коротким циклом). Первый опыт NDR (северогерманское вещание), ORF (австрийское вещание) и RTBF (бельгийское вещание – французский филиал) показал, что в прямом сведении вполне возможно попадание в пределы окна ± 1 LU, разрешенного EBU R 128.

 **Принят допуск ± 1.0 LU от целевого уровня (-23 LUFS). Исключения ожидаются в особых случаях.**

Если уровни отдельных сигналов программы в большой степени *непредсказуемы*, когда программа умышленно состоит только из фоновых элементов (например, музыкальная подложка в прогнозе погоды) или по драматургическому замыслу уровень громкости программы ниже целевого уровня, этот допуск может быть слишком строгим. Поэтому в таких случаях ожидается, что интегрированный уровень громкости может выходить за пределы допуска, определенные в R 128.

В **1-м решении установки уровней** (сохранение текущей практики) вероятно, что почти во всех случаях необходимый сдвиг усиления будет *отрицательным* (затухание). Поэтому дополнительный этап уменьшения динамического диапазона и/или ограничения максимального уровня реальных пиковых значений обычно не нужен. Потенциальное затухание в подавляющем большинстве случаев – также причина тому, что решение с метаданными, описанное в §3.2, не рекомендуется для 1-го решения.

2-е решение установки уровней (прямой переход на нормализацию громкости) **рекомендуется** в настоящем практическом руководстве. Опять-таки, после начального периода измерений и испытаний прошлых программ и установки измерителя громкости параллельно с текущим измерителем (обычно QPPM) преимущества парадигмы установки уровня громкости говорят сами за себя. Увеличение возможного динамического диапазона будет вознаграждено бонусом для шума толпы, например, в спортивных передачах, усиливая впечатление игры для зрителей и слушателей. Студийные наложения речи, часто динамически сжатые по художественным соображениям (и в которых отношение громкости к пикам будет ниже), будут лучше сбалансированы с более динамичными внестудийными записями и т.д.

Ниже рассмотрен результат работы с измерителем громкости в производстве и постпроизводстве.

4.2 Измерение громкости для производства и постпроизводства

Измеритель громкости 'EBU Mode' согласно EBU Technical Document 3341 имеет 3 шкалы времени:

- **Мгновенная** громкость (сокращенно "M") – временное окно: **400 мс**
- **Кратковременная** громкость (сокращенно "S") – временное окно: **3 сек**
- **Интегрированная** громкость (сокращенно "I") – от 'start' до 'stop'


Временные окна **M** и **S**⁴ предназначены для оперативной регулировки уровня и сведения аудио сигналов. Первичную установку уровня лучше всего производить измерителем мгновенной громкости, настраивая уровень ключевых или анкерных элементов (например, голоса, музыки или звуковых эффектов) около целевого уровня **-23 LUFS**. Конечно, оператор должен в любой момент знать, насколько громкий сигнал, и это главная задача мгновенного и кратковременного измерения (оба – без стробирования).

Вследствие противоречий между ITU-R BS.1770 и ITU-R BS.1771, EBU Tech Doc 3341 предлагает другое соглашение имен, соответствующее ISO 80000-8:

- Символ «уровня громкости» должен быть '**L_K**'.
- Символ единицы '**LUFS**' показывает значение L_K относительно цифровой полной шкалы.
- Символ единицы '**LU**' показывает L_K без прямой абсолютной опоры и также описывает разность уровней громкости.

Детали графического или пользовательского интерфейса измерителя громкости, соответствующего 'EBU Mode', умышленно не специфицированы; однако определены две шкалы: "**EBU +9 Scale**", которая должна подходить для большинства программ, и "**EBU +18 Scale**", которая может использоваться для программ с широким LRA. Обе шкалы могут показывать либо относительный уровень громкости в **LU**, либо абсолютный в **LUFS**. **'0 LU' в 'EBU mode' равняется целевому уровню -23 LUFS**. Производители измерителей в группе PLOUD согласились реализовать набор параметров 'EBU Mode', чтобы гарантировать согласованность показаний своих приборов.

⁴ '**M**' и '**S**' широко используются в стереофонии для обозначения 'Mid' и 'Side'. Для отличия времени интеграции 'Momentary' и 'Short-term' можно использовать версии '**ML_K**' и '**SL_K**' (а также '**IL_K**'). '**L_K**' означает 'Level, K-weighted' и соответствует международному стандарту наименований ISO 80000-8.

 В измерителе громкости “EBU Mode” 0 LU = -23 LUFS.

Многие производители также приняли или находятся в процессе принятия ‘EBU Mode’. На Рис. 8 дано схематическое представление столбикового измерителя с двумя шкалами EBU-mode; на Рис. 9 показано, как может выглядеть программный измеритель на основе “стрелки”.

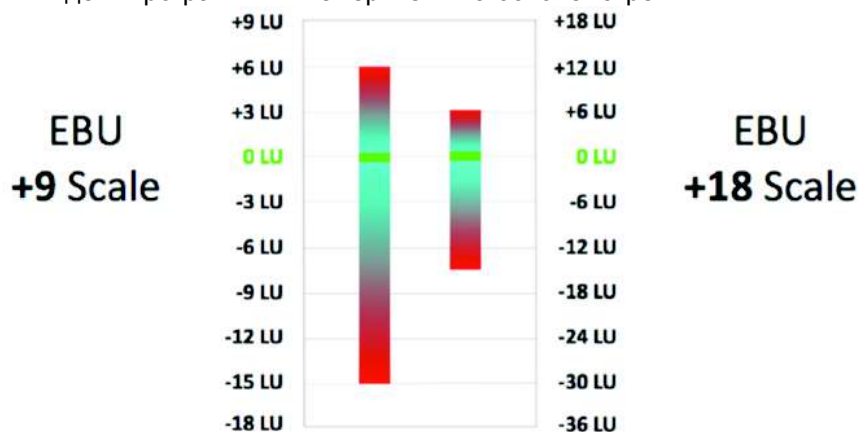


Рис. 8: Схематическое представление двух шкал громкости (здесь в LU) согласно EBU Tech Doc 3341

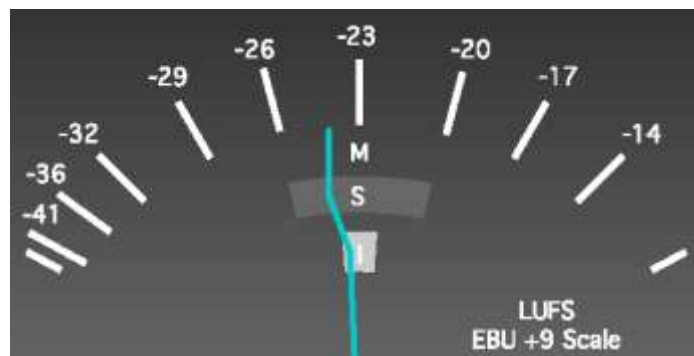


Рис. 9: Схематическое представление эмулированного измерителя громкости с “гибкой стрелкой”

4.3 «На старт, установить (уровни), МАРШ!»

Рекомендуется вначале **устанавливать уровни с некоторой предосторожностью**, т.к. психологически легче постепенно добавлять уровень интегрированной громкости во время сведения, чем убавлять. Влияет и функция стробирования: для уменьшения среднего уровня требуется больше менять уровень, чем для его повышения. Обычно небольшое повышение в ходе программы драматургически более естественно – а изначально «оборонная» стратегия оставляет оператору место для маневров в случае неожиданных или непредсказуемых сигналов и событий.

После установки уровней отдельных сигналов и постоянного усиления мониторинга (см. §8) звукооператор может переключиться на **сведение на слух**. Наблюдение за мгновенным или кратковременным уровнем громкости и взгляд время от времени на значение интегрированного уровня громкости должны подтверждать, что сведение приближается к целевому уровню. С числовым показанием значения ‘I’ с точностью до одного десятичного знака или с графическим дисплеем того же разрешения можно предвидеть **тенденции** и принимать соответствующие контрмеры. Это должно происходить плавно, т.к. слишком резкие перемены в большинстве случаев неудовлетворительны с художественной точки зрения.

С **максимально допустимым уровнем реальных пиковых значений -1 dBTP** вероятность феномена «упора в стенку» (что означает, что защитный лимитер работает на -9 dBFS) снизилась. При разумном использовании и четком намерении это «*открывание крышки*» вместе с нормализацией громкости до -23 LUFS дает **более динамичное сведение**, меньше артефактов динамической компрессии типа пульсации и, следовательно, **общее повышение качества звука!** Создатели программ, любившие в прошлом динамичное сведение, теперь избавлены от потенциальных компромиссов, т.к. их программы будут звучать тише, чем более сжатые. С нормализацией громкости этот компромисс пропал. Наконец-то!

Элементы сведения, наиболее важные для однородного субъективного впечатления громкости – это так называемые звуки «переднего плана» – например, речь, музыка или ключевые звуковые эффекты. Отдельные звуковые элементы широко отличаются по уровню громкости и уровню пиков. Например, звон двух бокалов во время тоста имеет высокий пиковый уровень, но очень низкий уровень громкости. С другой стороны, динамически сжатый хард-роковый гитарный рифф имеет уровень громкости, почти одинаковый с пиковым уровнем! Если выравнивать эти два сигнала по их пику, гитарный рифф будет гораздо громче звона бокалов. Этот пример иллюстрирует концепцию, он НЕ означает, что эти два сигнала обязательно микшировать с равной громкостью! Уровень сведения – художественное решение, но измерение громкости может помочь оператору визуальной реакцией, показывающей то, что он слышит!

Возвращаясь к измерению, в конце программы есть два сценария:

- точное достижение целевого уровня (-23.0 LUFS) или
- обход целевого уровня в любом направлении

Для **прямого эфира** более вероятен второй сценарий. Если фактический уровень громкости находится в пределах допуска ± 1.0 LU, то дальнейших действий не требуется. Если он выходит за эти пределы из-за непредсказуемого характера программы или отсутствия элементов переднего плана, то все равно допустим с точки зрения производства (как говорилось выше). Меры по «приручению» таких случаев могут приниматься далее, в форме **процессоров громкости**, которые постепенно регулируют интегрированный уровень громкости таких программ в ненавязчивой манере и могут служить «предохранительной сеткой громкости». Это должно производиться с медленным временем реагирования, чтобы не повредить внутреннюю динамику программы. Должна быть возможна **дифференциация** между прямыми и записанными передачами, насколько это касается индивидуальной предустановки такого процессора громкости. Процессор может понадобиться только для прямого эфира, если рабочий процесс для файловых программ уже полностью совместим с EBU R 128. Если дальнейший процессор динамики и громкости находится на выходе **центральной аппаратной**, должна быть возможность **обхода** для программ, совместимых с R 128. Такой обход станет нормальным методом работы, когда больше программ будет на целевом уровне, т.к. конечная рекомендуемая цель – взять и **нормализовать сам аудио сигнал**.

В зоне **постпроизводства** больше вероятности упереться в целевой уровень из-за самого характера рабочего процесса с возможностями переделки и изменения сведения и уровней громкости. Кроме того, здесь обычно бывает достаточно времени на полное интегрированное измерение всей программы по ее завершении, а также на **коррекцию усиления**. В производстве на базе файлов эта коррекция может выполняться быстрее реального времени. Часто могут возникать ситуации, когда сведение в постпроизводстве выполняется «как в прямом эфире», т.е., например, прямо на ленту с небольшими ошибками дикторов (в случае сведения с наложением речи). В эту категорию также попадает, например, процесс **копирования ленты 1:1** с настройкой громкости «на лету». Такие ситуации аналогичны прямому эфиру и требуют соответствующего подхода.

В **переходный период** к нормализации громкости вышеупомянутые процессоры громкости будут определенно полезны для вещателей в адаптации к системе регулирования уровней громкости и фиксации возможных выбросов. Вещатель (а также звукооператоры) должны поставить себе цель, чтобы эти процессоры работали как можно меньше, т.к. интегрированный уровень громкости программ все чаще попадает в пределы допуска. Конечно, точный сценарий перехода, график и план реализации различны для каждого вещателя (см. §9). Хотя это и ожидается, в интересах потребителя переключение на нормализации громкости должно производиться в надлежащее время, т.к. польза для слушателей весьма существенна.

4.4 Диапазон Громкости для производства и постпроизводства

Работа с нормализацией громкости прямо сейчас также означает контроль **Loudness Range (LRA)**, т.к. динамические возможности расширяются. Это важно для обеспечения соответствующего сигнала для целевой аудитории и канала распространения. Хотя в производстве и постпроизводстве может быть создано «общее» сведение (с относительно высоким значением LRA и максимально допустимым уровнем реальных пиковых значений -1 dBTP), другие платформы могут требовать меньшее значение LRA и меньший Maximum Permitted True Peak Level (при сохранении Programme Loudness Level -23 LUFS). **Система R 128 ценит этот подход с дальнейшей обработкой для приспособления сигнала к индивидуальным условиям и платформам.**

С параметром Loudness Range теперь можно систематически определять необходимые меры для **потенциальной динамической компрессии** программы, чтобы вместить ее в окно допуска аудитории или платформы распространения. На практике **общая низкоуровневая компрессия** может дать

удовлетворительные результаты (см. для примера Рис. 10): низкий порог (< -40 dBFS) и умеренный коэффициент сжатия (1:1.2 – 1:1.5) гарантируют однородную компрессию всего диапазона сигнала.

Компрессия LRA (пример):

- Низкий порог (< -40 dBFS)
- Низкий коэффициент (1:1.2 – 1:1.5)
- Соответствующая настройка компенсирующего усиления

В зависимости от исходного уровня громкости сдвиг до целевого уровня -23 LUFS может производиться параллельно путем регулировки компенсирующего усиления компрессора.

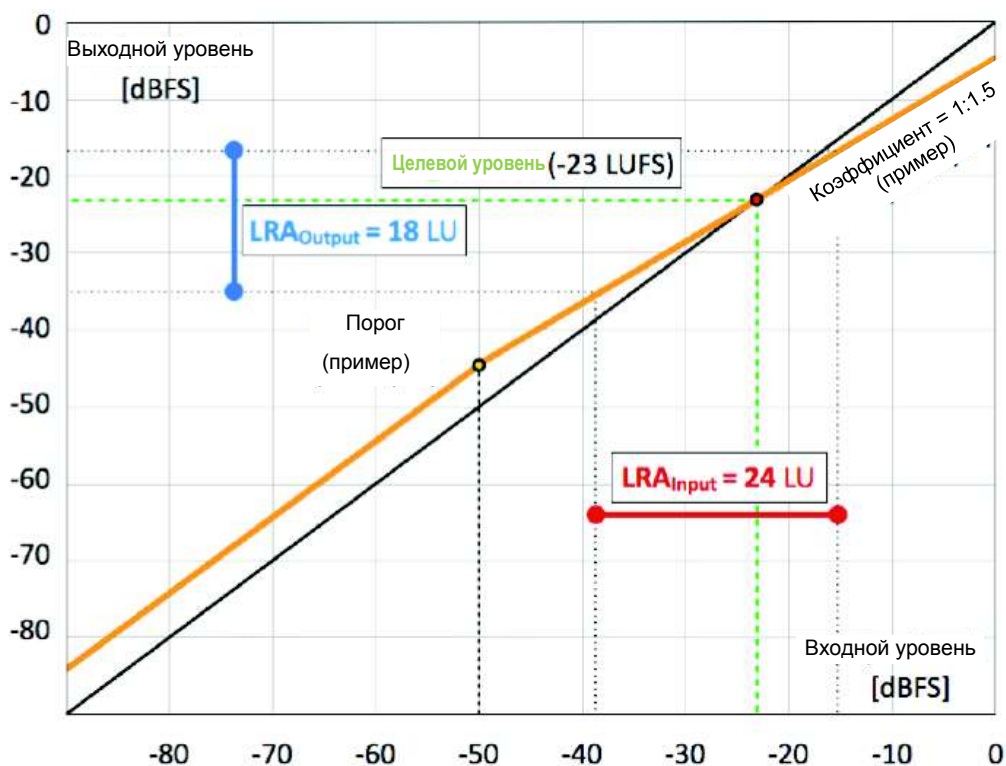


Рис. 10: Пример для обработки Диапазона Громкости (LRA) с компрессией с низким порогом (-50 dBFS) и умеренным коэффициентом сжатия (1:1.5)

5. Что измерять в производстве и постпроизводстве

5.1 Нормализация независимо от сигнала vs. на базе анкера

EBU R 128 рекомендует измерение **всей программы**, независимо от отдельных типов сигнала, например, речи, музыки или звуковых эффектов (см. Рис. 11). Это считается самой применимой практикой для подавляющего большинства программ:



Рис. 11: Элементы программы

Для программ с широким диапазоном громкости (приблизительно >12 LU) можно опционально использовать так называемый **анкерный сигнал** для нормализации громкости, таким образом выполняя, так сказать, *индивидуальный метод стробирования*. Это должен быть сигнал, который продюсер или инженер считает характерным для средней громкости программы, например, речь или пение, определенный фрагмент музыкальной программы в *меццо-форте*, систематически применяемый и драматургически важный звуковой эффект и т.д.

Однако следует подчеркнуть, что выбор анкерного сигнала – **активный процесс**, требующий работы опытного оператора. Этот подход должен рассматриваться только после того, как операторы и звукоинженеры привыкнут к концепции нормализации громкости. При правильном выполнении она может помочь точно отрегулировать громкость программ с широким диапазоном громкости по выбранному анкерному сигналу.

Существует также автоматическое измерение одного анкерного сигнала в форме *'Dialogue Intelligence'*, патентованного алгоритма Dolby Laboratories, предполагающего, что речь – общий и важный сигнал в вещании. Алгоритм обнаруживает, есть ли речь в программе, и после активации измеряет только громкость в течение речевых интервалов. Для программ с узким диапазоном громкости разница между измерением, ограниченным речью, и измерением всей программы небольшая, обычно <1 LU. Для программ с широким диапазоном громкости, например, художественных фильмов, эта разница потенциально увеличивается, иногда превышая 4 LU. Автоматическое обнаружение анкерного сигнала призвано помочь идентифицировать, каким должен быть целевой уровень. Как и в любом другом алгоритме для обнаружения сигналов вне завершенного и сложного сведения, распознавание речи может быть запутано – либо сигналами, похожими на спектральный образец речи (например, определенными деревянными духовыми инструментами или соло на скрипке), либо речевыми сигналами, далекими от порога распознавания (например, определенными языковыми диалектами). Для программ, где эти анкерные сигналы двигаются вокруг порога распознавания, измерение громкости также может существенно меняться при повторе.

Для **коротких** программ типа рекламных клипов и анонсов (автоматическая) нормализация речи, вероятно, даст неудовлетворительные результаты в свете будущего увеличения диапазона громкости и потенциального расширения драматургических концепций. В таких случаях в большинстве международных рекомендаций (в т.ч. и в этой) согласовано измерение **«всего»** всеми средствами.

В любом случае вещатели должны знать, что в файловой среде, где для большинства контента будет автоматически измеряться вся программа, независимо от типа сигнала (речь, музыка, звуковые эффекты), может потребоваться другая стратегия для обработки программ на основе анкерной нормализации.

Подведем итоги:

Вследствие неопределенностей и того факта, что речь представляет лишь одну часть программы (хотя очень важную и общую), R 128 рекомендует измерять **«все»** – т.е. всю программу, независимо от типа сигнала (например, речь, музыка или звуковые эффекты).

Это поддерживается следующими наблюдениями:

- Разница между измерением «всего» и измерением анкерного сигнала (например, речи, музыки или звуковых эффектов) невелика для программ с узким диапазоном громкости;
- Разница между измерением «всего» и измерением анкерного сигнала сильно зависит от контента программы, но может быть больше, если больше Диапазон Громкости;
- Автоматическое распознавание анкерного сигнала может хорошо работать в большинстве программ, но запутываться похожими сигналами или вообще не запускаться, не давая 100% согласованных результатов;
- В файловой среде нужна парадигма измерения, применимая к 100% контента и дающая результаты, «достаточно хорошие» для всех программ;
- Идентификация анкерного сигнала требует вклада опытного оператора или алгоритма распознавания; например, алгоритм может иметь потенциальные неточности, перечисленные выше.

Анкерная нормализация может дать лучшие результаты в материале с широким LRA. Однако эта задача требует экспертизы, т.е. времени и денег, и этот алгоритм не может быть надежным на 100%. Также необходимы специальные меры, когда настроенный по анкеру контент попадает в системы нормализации в файловых серверах и должен обходить имеющиеся там автоматические процессы. **В качестве наибольшего общего знаменателя R 128 рекомендует измерять весь контент вместо анкерных, даже в материале с широким LRA.**

5.2 Канал низкочастотных эффектов (LFE)

Как отмечено в описании ITU-R BS.1770 (см. §2), канал LFE сейчас **исключен** из измерений. Одна из причин – неопределенность потребителей и звукоинженеров, а также различия в реализации оборудования в отношении установки этого канала (внутриполосное усиление +10 dB). Исключение канала LFE в измерении громкости может привести к его неправильному использованию. Необходимы дальнейшие исследования этого вопроса и практический опыт, чтобы решить, можно ли и как включить сигнал LFE. Одно из решений полного устранения всех потенциальных проблем с сигналом LFE – не использовать его вообще, если не нужен дополнительный запас по уровню в области низких басов.

6. Производство и вещание на базе файлов

Поскольку вещательный мир переходит на файловые рабочие процессы, здесь также необходимо полностью охватить концепцию реализации громкости. Базовый принцип остается тот же: рекомендуется **нормализация громкости** и **динамический контроль источника**, особенно для нового контента. Тем не менее, поскольку **метаданные** являются неотъемлемой частью файловых систем, описаны и решения, больше опирающиеся на метаданные (§7).

Источником вещательного файла, содержащего аудио сигналы, может быть процесс загрузки, передача из внешнего сервера и из файлового архива.

Для существующих программ (архивного контента) есть 4 варианта нормализации громкости:

- Фактическое **изменение** уровня громкости **всех** аудио **файлов** на «целевой»
- **Изменение** уровня громкости только **«по требованию»**
- Использование результата измерения уровня громкости для **регулировки уровня воспроизведения** без изменения исходного уровня громкости
- **Транспортировка корректных метаданных** громкости потребителю, где производится нормализация

Выбор решения зависит от таких факторов как инфраструктура, рабочие процессы, управление медиа фондами, наличие подходящего оборудования, финансовые ресурсы, время и т.д.

В самом начале жизни файла на предприятии необходимо провести измерения, обеспечивающие значения **Уровня Громкости Программы**, **Диапазона Громкости** и **Максимальных Уровней Реальных пиков (Maximum True Peak Level** – трех характерных параметров звука, определенных в EBU R 128 (можно также измерить и сохранить Максимальный уровень Мгновенной громкости и Максимальный уровень Кратковременной громкости (Maximum Momentary и Maximum Short-term Loudness Level) для очень короткого контента (<30 сек, см. §7)). В зависимости от результатов этого измерения и последующего метода нормализации громкости и соответствия допустимому диапазону громкости вырабатывается схема обработки, состоящая из «компоновочных блоков» или «основных задач». Теперь рассмотрим подробно рабочий процесс с помощью общих блок-схем.

6.1 Компоновочные блоки

Обработка Уровня Громкости Программы (Рис.12)

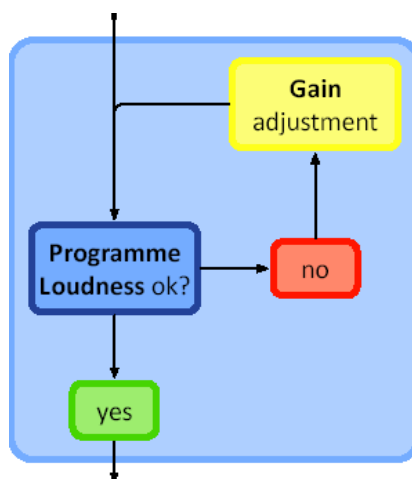


Рис. 12: Блок обработки Громкость Программы

Обработка Диапазона Громкости (Рис.13)

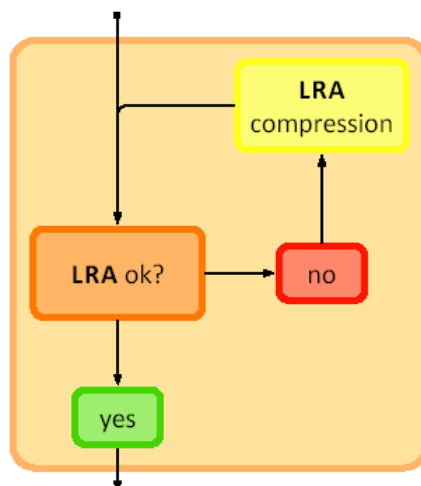


Рис. 13: Блок обработки Диапазон Громкости

Обработка Максимальных уровней реальных пиков (Рис.14)

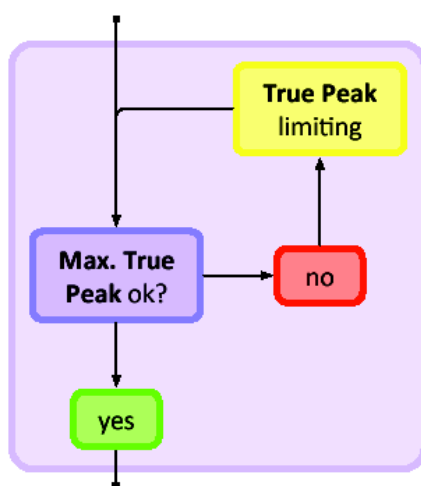


Рис. 14: Блок обработки Maximum True Peak Level

6.2 Общие стратегии установки уровня громкости – обработка

Три базовых компоновочных блока, перечисленные выше, лежат в центре любого процесса контроля качества файлов в отношении технических параметров его аудио контента. **В начале любой потенциальной обработки измеряются три параметра Уровень Громкости (Loudness Level – L_K), Диапазон Громкости (Loudness Range – LRA) и Максимальный Уровень Реальных Пиков (Maximum True Peak Level – Max TP)**. Результат этого первичного измерения определяет дальнейшую обработку.

Возможно несколько разных сценариев:

а) **Все три параметра нормальные.**



Это идеальный результат измерения: **Уровень Громкости Программы -23.0 LUFS, Диапазон Громкости** в пределах, определенных вещателем (в зависимости от жанра и/или платформы распространения), а **Максимальный Уровень Реальных Пиков** равен или ниже максимального значения для намеченной системы распространения.

b) **Уровень Громкости Программы выше -23.0 LUFS.**

Это решает простая операция регулировки усиления (понижения уровня):

$$\text{Усиление (dB)} = - (L_K \text{измеренный} - L_K \text{целевой})$$

(Пример: измеренный L_K -19.4 LUFS; целевой уровень -23.0 LUFS; необходимое усиление будет $[-23/0 - (-19.4)] = -3.6$ dB. Max TP уменьшается на ту же величину, что и L_K .)

c) **Уровень Громкости Программы ниже -23.0 LUFS.**

После повышения усиления нужно пересчитать Максимальный Уровень Реальных Пиков (исходный Max TP + сдвиг усиления = результирующий Max TP), т.к. он потенциально находится выше допустимого предела. Если новый Max TP превышает допустимый предел, необходимо выполнить **ограничение реальных пиковых значений**, которое должно быть выполнено согласно унифицированному блоку обработки реальных пиков. Другое решение, применяемое, если такое ограничение невозможно или нежелательно (или потенциально слишком серьезно), - это оставить L_K на исходном низком уровне и применить **соответствующую установку метаданных громкости** (ниже -23, отражая исходный уровень громкости). Это требует полнофункциональной системы, поддерживающей метаданные (например, Dolby Digital или MPEG 4).

В сценариях b) и c) простая **величина усиления**, хранящаяся как метаданные, может использоваться с потенциальным последующим ограничением, если после положительного сдвига усиления превышен Max TP (сценарий c). Эта величина усиления может контролировать уровень воспроизведения файла для получения -23 LUFS.

d) **Громкость Программы ниже -23.0 LUFS, а Диапазон Громкости шире внутреннего допуска для жанра или канала распространения.**

Уровень Громкости Программы можно обрабатывать согласно c). Диапазон Громкости подлежит обработке (компоновочный блок LRA) и таким образом потенциально снижает Max TP. Хотя Max TP может превышать допустимый лимит при применении положительного сдвига усиления к L_K , обработка Max TP может не требоваться из-за снижения LRA. Поэтому необходимо вычисление Max TP во время процесса снижения LRA.

e) **Диапазон Громкости шире допуска для жанра или канала распространения.**

Как говорилось в §4.4, компрессор с низким порогом и очень умеренным коэффициентом может использоваться для уменьшения LRA (унифицированный блок Диапазона Громкости). Для файлов имеют преимущество автоматические процессы с «целевым LRA» ('Target-LRA'). Альтернативно, результат измерения LRA может активировать предустановку динамического компрессора с параметрами, аналогичными перечисленным в §4.4. Max TP может лишь уменьшиться, поэтому потенциала для обработки реальных пиковых значений нет.

f) **Максимальный Уровень Реальных Пиков превышен.**



Превышение уровня -1 dBTP влечет за собой риск дальнейших **искажений** (например, в ЦАП, конвертере частоты дискретизации или кодеке с уменьшением скорости потока). Согласно унифицированному блоку Max TP, ограничение реальных пиковых значений применяется путем понижения Max TP. Существенно ли изменится в результате этого громкость программы, зависит от числа и размера затронутых пиков.

Любая другая комбинация результатов первичного измерения L_k , LRA и Max TP входит в процессы, уже описанные в вышеупомянутых сценариях.

7. Метаданные

Как сказано в §3.2, нормализация громкости может достигаться либо через **нормализацию аудио сигнала** (рекомендуемый метод), либо **с использованием метаданных** для хранения фактического уровня громкости. В последнем сдвиг на целевой уровень может производиться либо во время передачи аудио файла в эфирный сервер, в эфирном аудио микшере, путем выбора соответствующей предустановки динамического процессора, либо прямо у потребителя путем регулировки уровня воспроизведения.

Метаданные бывают *активными* (потенциально меняющими аудио сигнал) или *описательными* (содержащими информацию о сигнале, например, формат, авторское право и т.д.). В результате работы в PLOUD и публикации EBU R 128 и сопроводительных документов три основных параметра **Уровень Громкости Программы, Диапазон Громкости и Максимальный Уровень Реальных Пиков** должны формировать ядро метаданных громкости в аудио файлах. Ведется работа по включению этих параметров в заголовок (порция Broadcast Extension (BEXT)) формата Broadcast Wave File (**BWF**) (см. *EBU Tech Doc 3285 [10]; подробное описание BWF см. [11], [12] и [13]*). Кроме того, должны сохраняться значения **Maximum Momentary Loudness Level**, а также **Maximum Short-term Loudness Level**, т.к. эти параметры полезны для контроля динамики очень короткого контента (<30 сек; см. *также главу 10*). Метаданные громкости также предназначены для включения в словарь SMPTE с потенциальными уточнениями типа «профили громкости», адресация, например, различные предустановки обработки процессоров громкости.

Параметры метаданных в существующих системах, представляющие главный интерес для громкости, следующие:

- громкость программы
- контрольные слова динамического диапазона
- коэффициенты сведения с уменьшением числа каналов

Например, в системе метаданных Dolby AC-3 эти параметры называются *dialnorm* (нормализация диалога), *dynrng* (динамический диапазон) и *Centre/Surround Downmix Level*. Параметр *dialnorm* описывает *громкость всей программы* со всеми ее элементами, такими как речь, музыка или звуковые эффекты (чисто музыкальная программа также имеет значение 'dialnorm'). Это может казаться запутанным; причина в фокусе системы Dolby на нормализации с анкерным сигналом по диалогу.

7.1 Метаданные громкости программы

Следуя акценту на **нормализации аудио сигнала** в производстве до **-23 LUFS**, соответствующий параметр метаданных должен также быть установлен на показание **-23 LUFS**, при условии, что программа нормализована до целевого уровня. Следовательно, после обширной нормализации исходных аудио сигналов параметр метаданных Громкость Программы будет **статичным**.

Исключения, когда может использоваться другое значение, чем -23, следующие:

- Программа не вмещается в окно, обеспечиваемое -23 LUFS и -1 dBTP. Это в основном бывает с очень динамичными художественными фильмами и у вещателей, желающих транслировать эти программы с таким большим диапазоном громкости;
- Старые программы из архива могут быть вовремя не отрегулированы в соответствии с системой целевого уровня R 128;
- Внешние прямые передачи могут иметь разные уровни громкости и метаданные.

- Уже есть полнофункциональная система для обеспечения и использования метаданных во всей цепи сигнала. Это подразумевает адекватную транспортировку метаданных громкости в домашнее оборудование потребителя.

Во всех этих обстоятельствах следует любыми средствами устанавливать **корректное** значение метаданных для Programme Loudness, измеренное прибором 'EBU Mode'. Системы распространения, а также домашних кинотеатров будут далее учитывать эту ситуацию (см. EBU Tech Doc 3344).

7.2 Метаданные контроля динамического диапазона

Точно так же, как нормализация громкости может производиться в источнике или через метаданные, то же применяется и к обработке динамического диапазона. В среде метаданных информация компрессии динамического диапазона передается в составе потока данных в форме слов усиления. В домашнем кинотеатре потребителя эта информация применяется для уменьшения динамического диапазона сигнала, либо по умолчанию, либо после активации пользователем. Контроль динамического диапазона с помощью метаданных несравним со сложным динамическим процессором, но обеспечивает «лейкопластырь» для ситуаций, когда потребителю нужен значительно меньший динамический диапазон.

Вернемся к системе Dolby Digital: там есть 6 *предустановок компрессии*, заставляющих кодек генерировать различные контрольные слова усиления, которые передаются в потоке битов в декодер потребителя: Film Standard, Film Light, Music Standard, Music Light, Speech и None. Эти предустановки дают больше или меньше компрессии вокруг значения dialnorm, и это еще одна причина для корректной установки этого параметра метаданных (*кривые компрессии около -23 LUFS см. на Рис. 15*).

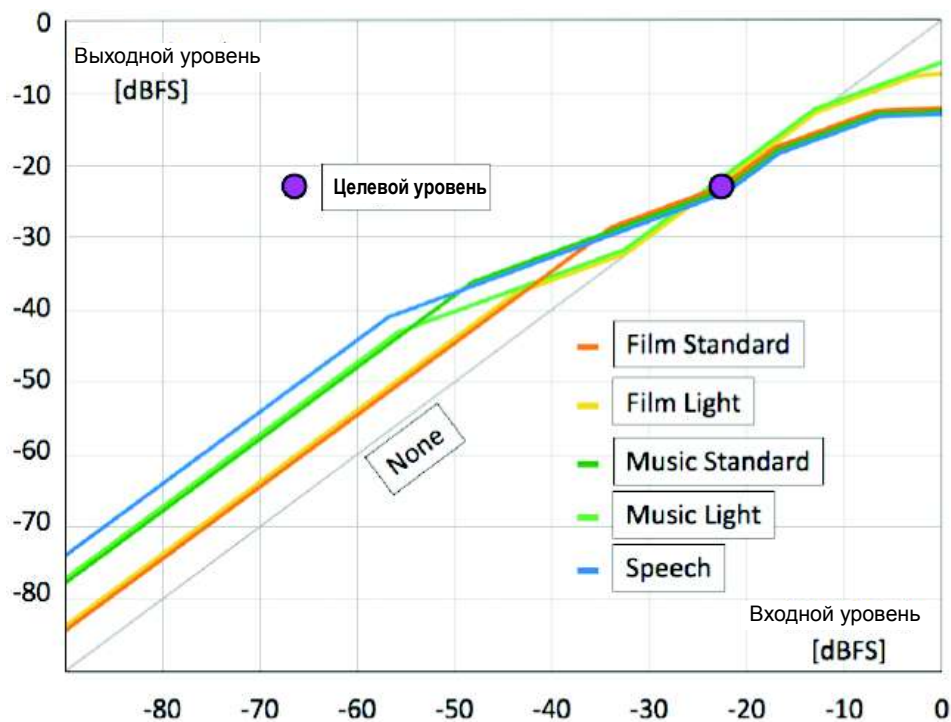


Рис. 15: Общие кривые компрессии динамического диапазона системы AC-3

В Dolby Digital есть два профиля компрессии: 'Line mode' и 'RF mode'. Для каждого можно выбрать отдельную предустановку компрессии.

В системе R 128 и ее концепции нормализации аудио сигнала до **-23 LUFS**, а также использования параметра Диапазон Громкости для определения любой потенциальной обработки, можно использовать предустановку 'None'. Это может применяться, в частности, для 'Line mode', а также по умолчанию в 'RF mode'.

Контроль Диапазона Громкости путем фактической обработки источника в передаче обычно сдвигает проблему вверх цепи. Однако для определенных программ вещатель может выбрать профиль *gentle* для систем RF-mode (во избежание слишком активной защиты от перегрузки), оставив 'None' для систем Line-mode. Вещатели, которым нужны другие профили, кроме 'None', для поддержки внутреннего рабочего процесса, должны знать, что эта функция не всегда может быть надежно реализована в их оборудовании. **Производителям и сетевым компаниям рекомендуется гарантировать, что это оборудование сделано в соответствии с EBU Tech Doc 3344 ('Distribution Guidelines').**

7.3 Коэффициенты сведения с уменьшением числа каналов

Эти параметры метаданных (здесь, для примера, опять для Dolby Digital) применяются только к объемным звуковым сигналам, контролируя усиление (в dB) центрального канала и объемных каналов при сведении в левый передний и правый передний для получения 2-канального стереосигнала. Громкость 2-канального стереосигнала, являющаяся результатом автоматического сведения с использованием метаданных, зависит от:

- самих коэффициентов сведения (+3/+1.5/0/-1.5/-3/-4.5/-6/-∞)
- контента программы в центральном и объемных каналах и
- потенциального защитного ограничения во избежание перегрузки

Необходима осторожность **во избежание перегрузки** сведенного сигнала. Это можно достичь с помощью предшествующего динамического процессора. Следует избегать статичного масштабирования (общего понижения уровня), т.к. это систематически вводит разницу громкости между двухканальным стерео сведением и исходным объемным сигналом. Решение может дать динамическое масштабирование.

Возможные коэффициенты сведения включены в два профиля. Сначала, когда был только один профиль, параметры были более приблизительными, -3/-4.5/-6 dB для центрального и -3/-6/-∞ dB для объемных каналов. Теперь Extended Bitstream Information (Extended BSI) предусматривает более точные промежуточные шаги, перечисленные выше (в первом пункте списка). Вещатели должны знать, что не все воспроизводящее оборудование может передавать заданное сведение с уменьшением числа каналов, если используется Extended BSI, т.к. старые декодеры могут не уметь извлекать эту информацию и будут возвращаться к более грубым коэффициентам 1-го профиля.

В случае недостающих или ненадежных метаданных сведения полезно начать с коэффициентов, описанных в ITU-R BS.775-2 [14]:

L, R передний:	0 dB
C, LS, RS:	-3 dB

Также заметим, что объемные каналы взвешиваются с +1.5 dB⁵ во время измерения громкости согласно ITU-R BS.1770. После автоматического сведения это взвешивание не применяется, т.к. результат – только фронтальное 2-канальное стерео (левый и правый передний). Следовательно, программы с большим объемным контентом будут иметь потенциально большие вариации громкости объемного сведения по сравнению с 2-канальным стерео, чем программы с более «консервативным» использованием объемных каналов.

В любом случае нельзя гарантировать, что метаданные, поставляемые с *внешним* файлом (или другими медиа), корректны. Метаданные Programme Loudness, показывающие -27 (заводская установка для *dialnorm* в системе Dolby-Digital) или -31 (минимально возможное значение в этой системе), могут потребовать специального знания, т.к. есть шансы, что метаданные не увидятся или будут неправильно использованы, и программа будет (гораздо) громче при воспроизведении у потребителя.

Поэтому рекомендуется **отбрасывать метаданные контроля громкости и динамического диапазона** для внешних источников (за исключением полностью проверенного источника). Коэффициенты сведения могут передаваться через полнофункциональную систему метаданных. Необходимо еще раз выполнить весь процесс измерения трех основных параметров звука. Лишь это гарантирует корректную дальнейшую обработку. Для внутренних задач метаданные могут контролироваться лучше.

⁵ Коэффициент взвешивания +1.5 dB для объемных сигналов в измерении громкости согласно ITU-R BS.1770 не следует путать с фактическим усилением +3 dB для объемных сигналов в кинотеатре! В кино два отдельных объемных канала установлены на 3 dB ниже по уровню, чем передние каналы, чтобы их совокупный уровень равнялся одному переднему каналу. Причина тому – лучшая совместимость с моно-объемными фильмами ('Dolby Stereo' с матричным кодированием имеет только моно-объемный сигнал (с ограниченной полосой), где оба объемных канала получают идентичный сигнал. Поэтому для дискретных многоканальных сведений ('5.1' и т.д.) объемные сигналы на 3 dB 'hotter', т.к. звукооператор компенсирует установку объемных каналов, которая на 3 dB ниже. При вещании сведения для кинотеатров эта разница в 3 dB должна быть скомпенсирована (рядом с другими параметрами, например, динамическим диапазоном).


Усиление +3dB для объемных каналов имеет чисто технические основания, а усиление +1.5 dB в измерении громкости - психоакустические. Люди воспринимают звуки, идущие сзади, громче, чем идущие спереди, при одинаковом уровне звукового давления. Измерительный прибор не имеет мозгов и потому требует коэффициент усиления.

8. Установка сигналов в свете нормализации громкости

8.1 Установочный сигнал и уровень


Установочный сигнал в вещании состоит из синусоидального сигнала на частоте 1 kHz, который используется для установки международного соединения звуковых программ. В цифровых системах **уровень** такого установочного сигнала на **18 dB** ниже максимально возможного уровня кодирования, независимо от общего числа битов (**-18 dBFS**). Переход на нормализацию громкости **НЕ** меняет этот подход, т.к. выравнивание не означает обязательного соединения с измерителем громкости.

Следовательно, **установка международного соединения звуковых программ может производиться как обычно, с синусоидальным сигналом 1 kHz на уровне -18 dBFS.**

 **Установочный уровень для обмена звуковых программ не требует изменений. Используйте как обычно синусоидальный сигнал 1 kHz, -18 dBFS.**

Это указано в Рекомендации EBU R 68 [15]. В том же документе по-прежнему упоминается “Permitted Maximum Level” согласно Рекомендации ITU-R BS.645-2 [16]; с изменением на “Maximum Permitted True Peak Level” (-1 dBTP для обычных программ PCM), отличающийся от рекомендованного -9 dBFS в ITU-R BS.645 (из-за устаревания сценарий QPPM), потенциально потребуются пересмотр соответствующих разделов EBU R 68 – 2000 и ITU-R BS.645 (а также документов, ссылающихся на определение “Permitted Maximum Level” в этих рекомендациях).

Установочный уровень **-18 dBFS** (тон 1 kHz) будет считываться как **-18 LUFS** в измерителе громкости с абсолютной шкалой (или +5 LU на относительной шкале для Режиме EBU), при условии, что тон 1 kHz присутствует (в фазе) в левом и правом каналах стерео или объемного звукового сигнала. Если тон 1 kHz используется только в одном переднем канале, измеритель громкости покажет -21 LUFS (или +2 LU на относительной шкале).

 **Синусоидальный стереосигнал 1 kHz, -18 dBFS читается как абсолютное -18 LUFS (относительное +5 LU) в измерителе громкости в Режиме EBU.**

8.2 Уровень прослушивания

Другая тема – **уровень прослушивания** в воспроизводящей аудиосистеме. В соответствующем документе EBU Tech Doc 3276-E ‘Listening conditions for the assessment of sound programme material’ (и в Дополнении 1, расширяющем документ до многоканального звука) для регулировки уровня одного громкоговорителя используются следующие формулы [17]:

- (1) $L_{LISTref} = 85 - 10 \log_2 dB_A$ (для 2-канального стерео)
- (2) $L_{LISTref} = 96 dB_C$, относительно уровня сигнала цифровой полной шкалы (для многоканального звука до 5.1)

Для этого нужно использовать сигнал, состоящий из шума равной энергии на октаву и занимающий либо **весь частотный диапазон** (уравнение (1)), либо частотный диапазон от **500 Hz** до **2kHz** (уравнение (2)). Измерения должны проводиться при среднем уровне сигнала, равном **установочному уровню**, который определяется здесь на 18 dB ниже цифровой полной шкалы. В таких условиях следует отрегулировать усиления громкоговорителей для получения опорного уровня прослушивания ($L_{LISTref}$) $85 - 3 = 82 dB_A$ Sound Pressure Level (SPL) на каждый громкоговоритель в 2-канальных стерео системах и $96 - 18 = 78 dB_C$ SPL в многоканальных системах. Измерения должны проводиться в опорной позиции прослушивания с помощью А-взвешенного измерителя уровня звука с медленной реакцией для 2-канального стерео и С-взвешенного для многоканального.

Здесь возникает небольшая путаница: разные числа с разными шумовыми сигналами и разное частотное взвешивание измерителя уровня звука... Но эти расхождения на самом деле компенсируются и дают похожий уровень прослушивания для 2-канальных стерео и многоканальных систем.

Подведем итоги:

Для 2-канального стерео: $L_{LISTref} = 82 dB_A$ SPL на громкоговоритель (шум 20Hz – 20kHz равной энергии на октаву, -18 dBFS rms)

Для 5.1 MCA: $L_{LISTref} = 78 dB_C$ SPL на громкоговоритель (шум 500Hz – 2kHz равной энергии на октаву, -18 dBFS rms)

Некорректное применение нормализации пиков привело к значительному снижению уровней прослушивания, так что с нормализацией громкости сейчас можно использовать рекомендуемые уровни. Также ожидается, что средний уровень звуковых программ будет *ниже* после внедрения EBU R 128. Снижение уровня может быть порядка до 3 LU (в крайних случаях даже больше). Это создает вероятность соответствующего **повышения** уровня мониторинга системы воспроизведения. Как говорилось выше, *установочный уровень* не должен меняться соответственно, т.к. процедура установки по-прежнему гарантирует целесообразную структуру усиления, а также высокий коэффициент сигнал-шум в цепи воспроизведения. Если в будущем будет общее соглашение по повышению уровня в мониторах из-за понижения среднего уровня, соответствующие документы будут пересмотрены.

 Поскольку **-23 LUFS** примерно на 3 LU ниже среднего современного уровня программ, можно рассмотреть его соответствующее увеличение на мониторах.

9. Реализация и переход

Ясно, что такое фундаментальное изменение в измерении и обработке аудио сигналов, влияющее на все этапы производства, распространения, архивирования и передачи звука, не делается за одну ночь нажатием кнопки. Каждый вещатель и аудио компания должны найти индивидуальный способ для этого изменения, установить соответствующее оборудование, обучить персонал и выйти на дорожку в рай громкости! Тем не менее, можно обозначить несколько постоянных, которые применимы для всех. Они представлены в следующих разделах.

9.1 Общие советы по переходу и реализации

- Создайте **внутреннюю группу по громкости** для обсуждения базовых выводов и стратегии убеждения руководства, производителей программ и своих коллег.
- **Начните сейчас** – не ждать, пока все будет на месте и это сделают все остальные и не пытаться достичь идеала в самом начале.
- Прежде чем вы сможете что-то сделать, нужно согласовать с руководством эти перемены и все их последствия. Получите **письменное соглашение** или «призыв к действию» от генерального директора.
- Предоставьте **измерители громкости** персоналу основного производства. Дайте с ними поиграть, соберите первый опыт и узнайте плюсы парадигмы громкости, чтобы эти сотрудники могли стать авторитетами для своих коллег.
- **Изучайте рынок** измерения громкости и управления громкостью для определения, что лучше всего подходит для вашей среды.
- Определите **ключевые зоны** для начала работы с громкостью. Потенциальные кандидаты: производственные студии, аппаратные постпроизводства, ПТС, ОТК.
- Знайте, что вы столкнетесь с препятствиями («так было всегда», «так никогда не будет», «кто ты такой, чтобы говорить нам, что мы должны так делать»). **Терпение** и практические примеры окупятся. Станьте на своем предприятии дзен-мастером нормализации громкости («самообладание – простота – естественность»).
- **Дайте каждому время на адаптацию.** Хотя аудитория ждет решения десятилетиями, не создавайте лишних проблем, пытайтесь сделать слишком много слишком быстро.
- Решения **рабочих процессов на базе файлов** пока редки (на февраль 2011). Следите за рынком и требуйте решений от поставщиков.
- Используйте это фундаментальное изменение как возможность для общей **дискуссии** о **качестве звука** и разработке **«корпоративного звука»**, которая включает, например, разборчивость речи, баланс речи vs. музыки и, конечно, нормализацию громкости программ.
- **Доверяйте своим ушам!** Это лучшие измерители громкости. Улыбайтесь, когда вы увидите ваших коллег, работающих с парадигмой громкости так, будто ничего иное никогда не существовало.

9.2 10 пунктов действия для перехода и реализации



- Создайте внутреннюю группу по громкости.
- Не ждите, начните сейчас.
- Получите письменное соглашение от руководства.
- Снабдите ключевой персонал измерителями громкости.
- Изучите рынок в отношении оборудования громкости.
- Выберите первые ключевые зоны для изменений.
- Будут препятствия. Будьте терпеливы, дайте время.
- Пользуйтесь моментом для обсуждения качества звука.
- Доверяйте своим ушам.
- Станьте дзен-мастером громкости на своем предприятии.

10. Вопросы, определяемые жанром

Концепция **EBU R 128** сосредоточена вокруг нормализации громкости каждой программы до единого целевого уровня (**-23 LUFS**). Есть две причины тому, что это не может быть идеальным решением:

- Никакое объективное измерение громкости не может быть идеальным
- Всегда будут индивидуальные предпочтения

Таким образом, идеальное решение *обычно* невозможно, т.к. восприятие громкости отличается между людьми и зависит от таких факторов как возраст, пол, настроение и т.д. В свете EBU R 128 необходимо понять, что он не предназначен для достижения баланса громкости на основе реального уровня звукового давления определенного аудио сигнала, а обеспечивает удовлетворительное прослушивание для разнообразной смеси жанров для большинства слушателей.

В результате, например, струнный квартет Шуберта имеет такой же интегрированный уровень громкости, что и симфония Малера, а именно **-23 LUFS**. Хотя это не отражает реальность, но вписывает эти элементы в большой массив смежных программ, а это и есть цель **отстаивания единой величины**.

Поскольку этот документ должен служить фондом опыта, можно попытаться доработать эту парадигму, когда нормализация громкости станет общепринятой. Но слушатели согласны, чтобы уровень громкости программ был в так называемой **«зоне комфорта»** около **8-9 LU**, в то время как распространение асимметрично (например, **+3 LU/-5 LU**). В случаях, когда алгоритм объективной громкости не всегда дает идеальный результат, программа скорее всего все равно останется в зоне комфорта. Вещатели также должны учитывать, что аудитория может регулировать уровень громкости пультом в соответствии со своими пристрастиями.

EBU поощряет **нормализацию до единого целевого уровня** несмотря на потенциальное уточнение для отдельных жанров. Допуск множества (или даже всего нескольких) вариаций может с самого начала поставить под вопрос систему с равной средней громкостью. Естественно, есть опасность, что вариации будут смещаться в более громкую сторону.


Установка уровня Громкости Программы **ниже** целевого – немного другая тема. В качестве примера рассмотрим теперь два жанра, где в определенных обстоятельствах может быть определенная трактовка (также для Максимального уровня громкости): **реклама** и **анонсы**, и **музыкальные программы**.

10.1 Рекламные вставки (клипы) и анонсы

Этот тип программ чаще всего упоминается как **раздражитель слушателей** и потому несет главную ответственность за сегодняшние проблемы громкости. В Великобритании (правила BCAP – Broadcast Committee of Advertising Practice) и США (акт CALM – Commercial Advertisement Loudness Mitigation) для приручения этого жанра недавно даже был введен **закон**. Жизненно важно, чтобы система нор-

мализации громкости на базе **EBU R 128** обеспечивала эффективный инструментарий для этой задачи – во избежание злоупотреблений. Для контроля динамики рекламы в мире с нормализацией громкости, где существует опасность внезапных резких расхождений громкости (слишком громкая «расплата» после Диапазон Громкости (LRA) не подходит, т.к. вычисление основано на значениях кратковременной громкости (интервал 3 сек). Следовательно, для очень коротких элементов слишком мало точек отсчета для выведения значимой величины LRA. Параметр Диапазон Громкости не повинен в этом факте, т.к. никогда не предназначался для этой цели.

Альтернативу можно найти в использовании **Maximum Momentary Loudness Level** (Max ML – 400 мс) и/или **Maximum Short-term Loudness Level** (Max SL – 3 с). Эти параметры могут эффективно использоваться для ограничения пиков громкости, особенно для коротких элементов (<30 сек). Первый опыт членов PLOUD указал на значение около **+8 LU** (-15 LUFS) как возможный лимит для Max ML и **+3 LU** (-20 LUFS) для Max SL. В любом случае оба параметра (Max ML и Max SL) являются частью предлагаемого расширения метаданных Broadcast Wave File Format (BWF) (см. *EBU Tech Doc 3285, version 2.0, 2011 [10]*). Членам EBU рекомендуется использовать индивидуальные лимиты Max ML или Max SL для коротких элементов и сообщить свои результаты.

 **Лимит для Maximum Momentary и Maximum Short-term Loudness может использоваться для предотвращения неправильного использования очень коротких элементов (<30 сек)**

Для программ этого жанра, состоящих только из фоновых или творчески задуманных низкоуровневых звуков, можно использовать уровень громкости **ниже** целевого. Это согласуется с прошлой и нынешней практикой ограничения максимального уровня пиков (ныне: уровня громкости), но не заставляет весь контент оставаться на этом максимуме. Намеренно низкоуровневый звук дает **контраст**, а это один из самых фундаментальных творческих инструментов в любой форме искусства. Короткий хронометраж рекламных клипов и анонсов, где может эффективно использоваться этот драматургический инструмент, вряд ли может повлиять на повседневный долговременный средний уровень громкости станции.

Программы, предназначенные для воспроизведения ниже целевого уровня, требуют особого внимания для гарантии прохождения автоматических процессов нормализации без повреждений. Они должны быть исключением, а не правилом.

В конечном счете, ответственность за все эти варианты и решения лежит на продюсере, режиссере или другом творческом персонале соответственно.

10.2 Музыка

Опыт страстных любителей музыки предполагает, что определенные программы, содержащие в основном музыку, либо с широким диапазоном громкости, например, классическая музыка, либо с высокой степенью динамической компрессии как художественного качества, например, рок-концерт, имеют тенденцию к прослушиванию с более высоким уровнем громкости (в среднем до **+2-3 LU**), чем другие жанры. Причиной может быть высокий потенциальный уровень звукового давления в реальности (фортиссимо симфонического оркестра, рок-группа с мощной звукоусилительной аппаратурой) и факт, что для музыки не существует «передних» и «задних» звуков – все находится на переднем плане.

Но, как было сказано выше, потенциальная дифференциация целевого уровня для этих программ может принести больше вреда, открыв назад дверь к возможности стать громче других, вместо улучшения ситуации. По тем же причинам, что и для рекламы и анонсов, нормализация к разному (= более высокому) целевому уровню **не рекомендуется**. Аудитория может по-прежнему пользоваться пультом для регулировки (повышения) уровня громкости на свой вкус. Смежные программы, например, реклама и анонсы, тоже сдвинутся. Ожидается, что это не должно вывести эти программы из зоны комфорта.

11. ССЫЛКИ

- [1] EBU Technical Recommendation R 128 '*Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals*' (2010, ревизия 2011)
- [2] ITU-R BS.1770 '*Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level*' (2006-2007, ревизия 2011)
- [3] EBU Tech Doc 3341 '*Loudness Metering: 'EBU Mode' metering to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128*' (ревизия 2011)
- [4] EBU Tech Doc 3342 '*Loudness Range: A descriptor to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128*' (ревизия 2011)
- [5] EBU Tech Doc 3344 '*Practical Guidelines for Distribution of Programmes in accordance with EBU R 128*' (2011)
- [6] ISO 80000-8: '*Quantities and Units – Part 8: Acoustics*'
- [7] Grimm E., Skovenborg E. & Spikofski G. '*Determining an Optimal Gated Loudness Measurement for TV Sound Normalization*', AES Convention Paper N° 8154, 128th AES Convention, май 2010
- [8] ITU-R BS.1864 '*Operational practices for loudness in the international exchange of digital television programmes*' (2010)
- [9] Lund, Th. '*Stop counting samples*', AES preprint N° 6972, представлено на 121-й Конвенции AES, октябрь 2006
- [10] EBU Tech Doc 3285: '*Specification of the Broadcast Wave Format (BWF) – A format for audio data files in broadcasting*' (version 2.0, 2011)
- [11] EBU Technical Recommendation R 85: '*Use of the Broadcast Wave Format for the Exchange of Audio Data Files*' (2004)
- [12] EBU Technical Recommendation R 111: '*Multi-channel Use of the BWF Audio File Format (MBWF)*' (2007)
- [13] EBU Tech Doc 3306: '*MBWF/RF64: An extended File Format for Audio*' (2009)
- [14] ITU-R BS.775-2 '*Multichannel stereophonic sound system with and without accompanying picture*' (2006)
- [15] EBU Technical Recommendation R 68 - 2000: '*Alignment level in digital audio production equipment and in digital audio recorders*' (ревизия 2000)
- [16] ITU-R BS.645-2 '*Test signals and metering to be used on international sound programme connections*' (1992)
- [17] EBU Tech Doc 3276-E (+Supplement 1) '*Listening conditions for the assessment of sound programme material*' (1998, 2004 – supplement 1)