

EBU – TECH 3342



Loudness Range:
A measure to supplement
loudness normalisation
in accordance with EBU R 128



Supplementary information for R 128

Geneva
August 2011

EBU – TECH 3342



**Loudness Range:
A measure to supplement
loudness normalisation
in accordance with EBU R 128**

Внимание!

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

**Диапазон громкости:
Измерения в дополнение
к нормализации громкости
в соответствии с EBU R 128**

Дополнительная информация к R 128

**Женева
Август 2011**

Содержание

1. Введение	3
2. <i>Loudness Range</i>	3
3. Описание алгоритма	3
3.1 Определение алгоритма	3
4. Минимальные требования, тест на соответствие.....	5
5. Реализация MATLAB	5
6. Ссылки	6
7. Для дальнейшего чтения	6

Диапазон громкости: Измерения в дополнение к нормализации громкости в соответствии с EBU R 128

Комитет EBU	Первый выпуск	Переработка	Переиздание
Технический комитет	2010	2011	

Ключевые слова: Громкость, нормализация, динамический диапазон, статистика

1. Введение

EBU изучил потребности уровней аудио сигнала в производстве, распределении и трансляции вещательных программ. Он придерживается мнения, что необходима парадигма регулирования уровня на основе измерения **громкости**. Это описано в Технической рекомендации EBU R 128 [1]. Помимо средней громкости программы ('*Programme Loudness*'), EBU рекомендует использовать дескрипторы '*Loudness Range*' и '*Maximum True Peak Level*' для нормализации аудио сигналов и соответствия техническим лимитам полной цепи сигнала, а также эстетическим потребностям каждой программы/станции в зависимости от жанра(ов) и целевой аудитории.

В этом документе будет введен и подробно объяснен дескриптор '*Loudness Range*' и алгоритм для его вычисления.

Алгоритм был любезно предоставлен компанией TC Electronic.

2. Loudness Range

Loudness Range (сокращенно 'LRA') определяет степень отклонения в динамическом измерении громкости. *Loudness Range* дополняет основной аудио дескриптор, *Programme Loudness*, из EBU R 128. *Loudness Range* измеряет отклонение громкости по макроскопической временной шкале, в единицах LU (*Loudness Units*). Вычисление *Loudness Range* основано на измерении уровня громкости согласно ITU-R BS.1770 [2], хотя с другим порогом стробирования (см. §3.1). *Loudness Range* не следует путать с другими измерениями динамического диапазона или коэффициентом амплитуды и т.д.

3. Описание алгоритма

Вычисление *Loudness Range* основано на статистическом распределении измеренной громкости. Таким образом, короткое, но очень громкое событие не повлияет на *Loudness Range* длинного сегмента. Аналогично, затухание в конце музыкальной дорожки, например, не увеличит заметно *Loudness Range*. В частности, диапазон разброса уровней громкости определяется оценкой **разности между низким и высоким процентилем** разброса. Этот метод аналогичен *Interquartile Range (IQR)*, используемому в области описательной статистики для получения устойчивой оценки разброса выборки данных.

Кроме того, *Loudness Range* использует метод каскадного стробирования. Определенные типы программ могут быть в общем весьма согласованны по громкости, но содержать места с очень малой громкостью, например, только фоновый шум (например, типа атмосферы). Если *Loudness Range* не использовал стробирование, такие программы (ошибочно) получают высокий показатель *Loudness Range* из-за относительно большой разницы громкости между участками фонового шума и нормальной громкости (переднего плана).

Алгоритм *Loudness Range* не зависит от частоты дискретизации и формата входного сигнала.

3.1 Определение алгоритма

В алгоритм вводится вектор уровней громкости, вычисленный согласно ITU-R BS.1770 [2] с другим стробированием относительного порога, с использованием *скользящего окна анализа* длиной **3 секунды** для интеграции. Необходимо использовать перехлест между соседними окнами для предотвращения потери точности в измерении коротких программ. Минимальный перехлест блоков – **66%** (т.е. минимум 2 сек) между соседними окнами анализа; точная величина перехлеста зависит от репликации.

Применяется схема каскадного стробирования, использующая абсолютный порог очень низкого уровня, в сочетании с относительным порогом более высокого, в зависимости от сигнала, уровня.

Цель стробирования с относительным порогом – вывести любые периоды тишины или фонового шума с помощью метода, независимого от нормализации уровня входного сигнала. Нижний край *Loudness Range* должен не определяться порогом шума (который может быть неслышимым), а соответствовать самому слабому «реальному» сигналу. Относительный порог устанавливается на уровень

-20 LU относительно уровня громкости с абсолютным стробированием. Цель стробирования с абсолютным порогом - сделать преобразование из относительного порога в абсолютный уровень устойчивым к долгим периодам тишины или низкоуровневого фоновому шуму. Абсолютный порог устанавливается на уровень **-70 LUFS**, т.к. ниже этого уровня громкости обычно не бывает релевантных сигналов.

Заметим, что измерение очень коротких программ с тишиной в начале или в конце или программ, состоящих, например, из изолированных фрагментов речи, может дать обманчиво высокие значения LRA.

Применение каскадного стробирования оставляет только уровни громкости блоков скользящего окна, содержащих звуки переднего плана и фоновые (среднего уровня), исключая низкоуровневые сигналы, фоновый шум и тишину. Затем определяется ширина разброса этих уровней громкости с помощью *процентильного диапазона*. Процентили относятся к *непараметрической статистике* и используются в вычислении *Loudness Range*, т.к. уровни громкости не могут по предположению принадлежать определенному статистическому распределению.

LRA определяется как разность между оценками 10-го и 95-го процентилей разброса. Нижний процентиль **10%**, может, например, предотвращать доминирование в *Loudness Range* затухания музыкальной дорожки. Верхний процентиль **95%** гарантирует, что один необычно громкий звук, например, выстрел в фильме, сам по себе не может отвечать за большой *Loudness Range*.

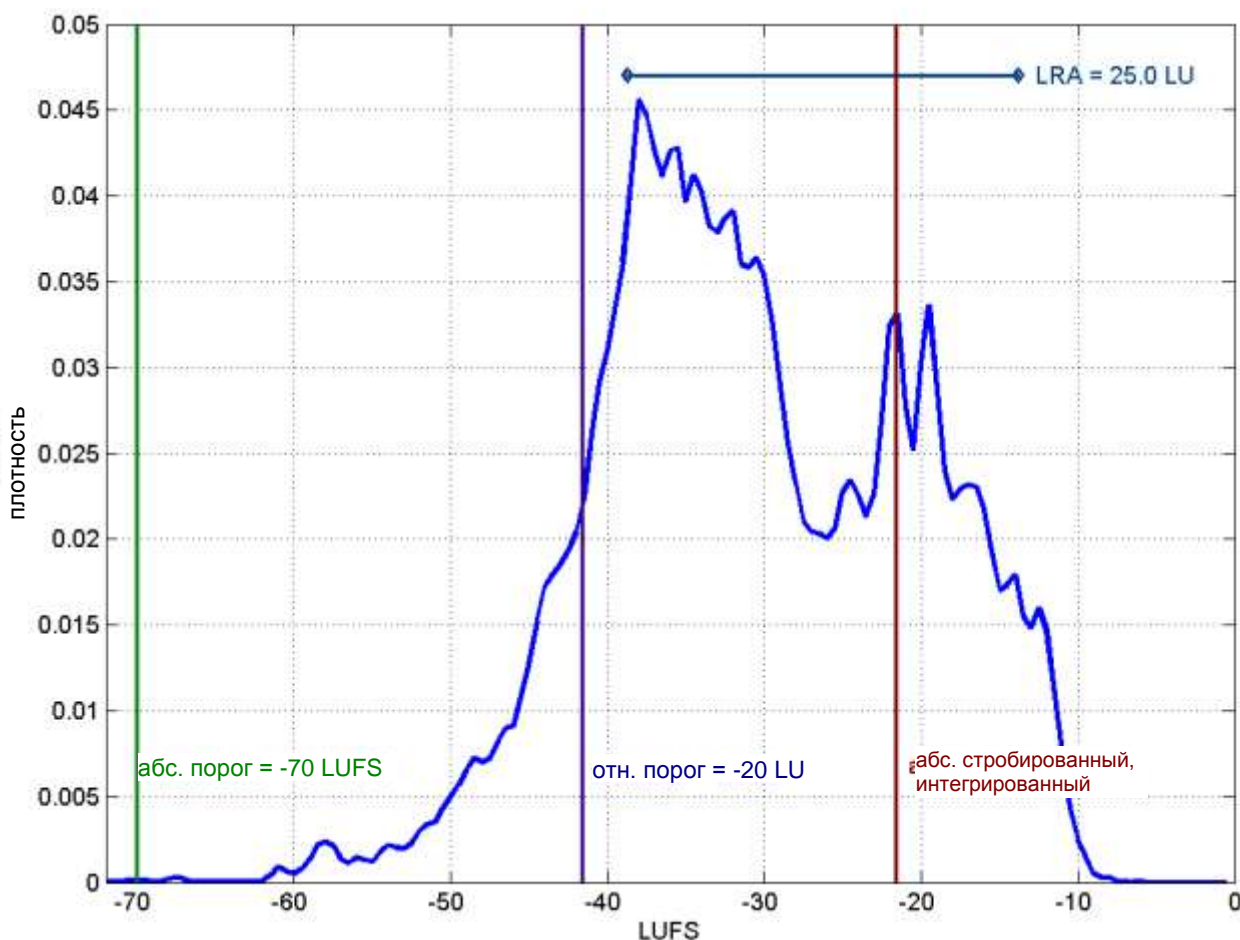


Рис. 1: Разброс громкости, с порогами стробирования и *Loudness Range* для фильма «Матрица» (DVD версия). Взято из Skovenborg & Lund (2009) 'Loudness Descriptors to Characterize Wide Loudness-Range Material', 127-я Конвенция AES.

На Рис. 1 абсолютный порог отмечен в -70 LUFS. Уровень громкости с абсолютным стробированием здесь будет -21.6 LUFS (обозначено как *абс. стробированный, интегрированный*). Относительный порог показан на 20 LU ниже, чем при -41.6 LUFS. Результирующий *Loudness Range* (LRA = 25.0 LU) – между 10-м и 95-м перцентилями разброса уровней громкости выше относительного порога.

4. Минимальные требования, тест на соответствие

Величина *Loudness Range* – часть измерителя громкости EBU Mode, согласно EBU Tech Doc 3341 [3]. Ниже представлен ряд минимальных требований для вычисления *Loudness Range* в форме «тест-сигналов минимальных требований» с соответствующими ожидаемыми ответами и допусками.

Если измеритель громкости, предлагающий 'EBU Mode', не проходит эти тесты «минимальных требований», есть значительный риск, что он не соответствует 'EBU Mode'. Если, с другой стороны, измеритель проходит тесты «минимальных требований», это не означает, что он достаточно точен во всех отношениях своей реализации.

Таблица 1: Тест-сигналы минимальных требований

№ теста	Тест-сигнал	Ожидаемый ответ и допуски
1	Сtereo синусоидальный, 1000 Hz, -20.0 dBFS (пиковый уровень на канал); подается в фазе в оба канала одновременно, длительность 20 с; за ним сразу идет тот же сигнал -30.0 dBFS (т.е. тоны разделены на 10 dB)	LRA = 10 ±1 LU
2	Как в #1, с 2 тонами -20.0 dBFS и -15.0 dBFS соответственно	LRA = 5 ±1 LU
3	Как в #1, с 2 тонами -40.0 dBFS и -20.0 dBFS соответственно	LRA = 20 ±1 LU
4	Как в #1, но с 5-тоновыми сегментами -50.0 dBFS, -35.0 dBFS, -20.0 dBFS, -35.0 dBFS и -50.0 dBFS соответственно; каждый тон длиной 20 с	LRA = 15 ±1 LU
5	Аутентичная программа 1, stereo, сегмент программы с узким диапазоном громкости (NLR); похожий по жанру на рекламу/анонс	LRA = 5 ±1 LU
6	Аутентичная программа 2, stereo, сегмент программы с широким диапазоном громкости (WLR); похожий по жанру на фильм/драму	LRA = 15 ±1 LU

Во всех вышеуказанных тестах ожидаемый ответ не меняется, если тест-сигнал повторяется один или более раз по всей длине. Измеритель громкости нужно сбрасывать перед каждым измерением.

«Тест-сигналы минимальных требований» [4] можно скачать на сайте EBU Technical.

5. Реализация MATLAB

Ниже приведен алгоритм для вычисления *Loudness Range* на языке MATLAB® (инструментальные функции MATLAB не использованы). Эта реализация MATLAB предназначена в дополнение к текстовому определению алгоритма LRA. Однако действительны и другие реализации, при условии, что измерения остаются в пределах допуска, даже хотя они могут давать чуть другие измерения LRA для некоторых входных сигналов.

% ФУНКЦИЯ MATLAB ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДИАПАЗОНА ГРОМКОСТИ

```
% -----
function LRA = LoudnessRange( ShortTermLoudness )
```

```
% Input: ShortTermLoudness – вектор уровня громкости, вычисленный
% согласно ITU-R BS.1770, с использованием скользящего окна анализа
% длины 3 с, перехлест >= 2 с
```

```
% Constants
ABS_THRES = -70;      % LUFS (= абсолютное измерение)
REL_THRES = -20;     % LU (= относительное измерение)
PRC_LOW = 10;        % нижний процентиль
PRC_HIGH = 95;       % верхний процентиль
```

```
% Применить стробирование с абсолютным порогом
abs_gate_vec = (ShortTermLoudness >= ABS_THRES);
% abs_gate_vec – индексы уровней громкости выше абсолютного порога
stl_absgated_vec = ShortTermLoudness(abs_gate_vec);
% включает только уровни громкости выше порога стробирования
```

```
% Применить стробирование с относительным порогом (нерекурсивное определение)
n = length(stl_absgated_vec);
stl_power = sum(10.^(stl_absgated_vec./10))/n;      % undo 10log10, и вычислить среднее
stl_integrated = 10*log10(stl_power);              % LUFS
rel_gate_vec = (stl_absgated_vec >= stl_integrated + REL_THRES);
% rel_gate_vec – индексы уровней громкости выше относительного порога
stl_relgated_vec = stl_absgated_vec(rel_gate_vec);
% включает только уровни громкости выше порога стробирования
```

```
% Вычислить верхний и нижний процентиля разброса
% значений в stl_relgated_vec
n = length(stl_relgated_vec);
stl_sorted_vec = sort(stl_relgated_vec);
% сортировать элементы в восходящем порядке
stl_perc_low = stl_sorted_vec(round((n-1)*PRC_LOW/100 + 1));
stl_perc_high = stl_sorted_vec(round((n-1)*PRC_HIGH/100 + 1));

% Вычислить дескриптор Loudness Range
LRA = stl_perc_high - stl_perc_low;           % в LU
```

6. Ссылки

- [1] **EBU Technical Recommendation R 128** 'Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signals'
- [2] **Recommendation ITU-R BS.1770** 'Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level'
- [3] **EBU Tech Doc 3341** 'Loudness Metering: 'EBU Mode' metering to supplement Loudness normalisation in accordance with EBU R 128'
- [4] Тест-сигнал минимальных требований для измерителей громкости 'EBU Mode' будет на сайте EBU <http://tech.ebu.ch/loudness>

7. Для дальнейшего чтения

EBU Tech Doc 3343 'Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU R 128'

EBU Tech Doc 3344 'Practical Guidelines for Distribution of Programmes in accordance with EBU R 128'