

Международный союз электросвязи

**МСЭ-R**  
Сектор радиосвязи МСЭ

**Рекомендация МСЭ-R BS.1771**  
(07/2006)

**Требования к приборам, измеряющим  
громкость и истинный пиковый уровень**

**Серия BS**  
**Радиовещательная служба (звуковая)**



Международный  
союз  
электросвязи

## Предисловие

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

## Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции 1 МСЭ-R. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

### Серии Рекомендаций МСЭ-R

(Представлены также в онлайн-форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
<b>BS</b>	<b>Радиовещательная служба (звуковая)</b>
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы
P	Распространение радиоволн
RA	Радиоастрономия
RS	Системы дистанционного зондирования
S	Фиксированная спутниковая служба
SA	Космические применения и метеорология
SF	Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы
SM	Управление использованием спектра
SNG	Спутниковый сбор новостей
TF	Передача сигналов времени и эталонных частот
V	Словарь и связанные с ним вопросы

*Примечание.* – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 МСЭ-R.

Электронная публикация  
Женева, 2011 г.

© ITU 2011

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

## РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R BS.1771\*

**Требования к приборам, измеряющим громкость  
и истинный пиковый уровень**

(Вопрос МСЭ-R 2/6)

(2006)

**Сфера применения**

Настоящая Рекомендация устанавливает некоторые требования к звукоизмерительным устройствам, в которых использованы алгоритмы громкости и пиковых уровней, указанные в других Рекомендациях МСЭ-R.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

*учитывая,*

- a) что ни среднеквадратический измеритель уровня, ни обычный квазипиковый измеритель уровня не обеспечивают точной индикации субъективной громкости;
- b) что ни среднеквадратический измеритель уровня, ни обычный квазипиковый измеритель уровня не обеспечивают точной индикации истинного пикового уровня цифрового сигнала;
- c) что слушатели, возможно, желают, чтобы субъективная громкость аудиопрограмм была аналогичной для различных источников и типов программ;
- d) что истинный пиковый уровень цифрового сигнала может превышать максимальное выборочное значение;
- e) что Рекомендация МСЭ-R BS.1770 "Алгоритмы для измерения громкости и истинного пикового уровня звука аудиопрограмм" устанавливает порядок измерения громкости и истинных пиковых уровней программ;
- f) что режим обработки цифрового сигнала позволяет применить эти алгоритмы в недорогих измерительных устройствах;
- g) что перед радиовещательными организациями стоят определенные требования, которые должны быть удовлетворены с помощью приборов, используемых для индикации громкости программ и истинного пикового уровня,

*рекомендует,*

1 чтобы измерители звука, используемые для измерения громкости программ и/или индикации истинного пикового уровня, для того чтобы помочь избежать перегрузки цифровых звуковых сигналов, удовлетворяли требованиям, указанным в Приложении 1.

---

\* В октябре 2010 года 6-я Исследовательская комиссия по радиосвязи внесла редакционные поправки в настоящую Рекомендацию в соответствии с Резолюцией МСЭ-R 1.

## Приложение 1

### Требования к приборам, измеряющим громкость и истинный пиковый уровень

#### Введение

Цель данного Приложения состоит в том, чтобы установить требования к приборам, измеряющим громкость и пиковый уровень программы.

#### Сфера применения

В настоящем Приложении в кратком виде изложены требования к измерителю, предназначенному для достижения трех основных целей:

- прогнозирования на основе показаний измерительного прибора, полученных за короткий промежуток времени, субъективной громкости звуковой программы;
- прогнозирования на основе показаний измерительного прибора, полученных за более продолжительный промежуток времени, субъективной громкости звуковой программы;
- факультативно, для индикации пиковых уровней сигнала программ.

Это измерительное устройство может быть использовано для поддержки традиционного измерительного устройства или вместо него.

Существует два вида электронных устройств отображения, именуемых устройствами типа I и типа II. Эти устройства отличаются только своей разрешающей способностью. Устройство типа I предназначено для студийного использования. Устройство типа II предназначено для использования в переносном оборудовании, размеры, вес и потребляемая мощность которого должны быть сведены к минимуму.

#### Определения

Единица громкости (LU)	Единицей громкости является деление шкалы прибора, измеряющего громкость. Значение величины программы в единицах громкости означает ослабление или усиление (дБ), необходимое для приведения программы к 0 LU, например программа, воспроизводимая с уровнем -10 LU потребует усиления в 10 дБ, для того чтобы привести ее к воспроизведению с уровнем 0 LU.
Электронное устройство отображения типа I	Электронное устройство отображения с разрешающей способностью в один или более сегментов на единицу громкости.
Электронное устройство отображения типа II	Электронное устройство отображения с разрешающей способностью в один сегмент на 3 единицы громкости.

#### Требования к приборам, измеряющим громкость и пиковый уровень

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В приведенных ниже таблицах сокращение "Факульт." означает "факультативно", а "Треб." означает "требуется".

#### Общие требования

№ требования	Требование	Дополнительное описание	Треб./ Факульт.
PLG-1	Прибор, измеряющий громкость, может включать индикатор пикового уровня		Факульт.
PLG-2	Прибор, измеряющий громкость, может иметь не менее двух рабочих режимов, которые могут быть выбраны пользователем: режим F (ускоренный) и режим I (интегрирующий)		Факульт.
PLG-3	При смене полярности сигнала показание индикатора громкости не должно изменяться более чем на 0,5 единицы громкости		Треб.

№ требования	Требование	Дополнительное описание	Треб./ Факульт.
PLG-4	Режим усреднения на временном интервале может обеспечить усредненный по времени отсчет показаний за фиксированный временной интервал. Временной интервал следует выбирать вручную с помощью кнопки или переключателя пуск/остановка. Измерительное устройство с интервальным режимом должно иметь цифровой индикатор, а также полосный дисплей или индикатор с движущимся строчным указателем		Факульт.

#### Общие требования к индикаторам громкости программ

№ требования	Требование	Дополнительное описание	Треб./ Факульт.
PLD-1	Индикатором громкости может быть движущийся индикатор механического типа или многосегментный индикатор электронного типа		Факульт.
PLD-2	Индикатор громкости должен быть откалиброван в единицах громкости		Треб.
PLD-3	Шкала индикатора громкости может менять цвет или яркость при значении 0 LU		Факульт.
PLD-4	Шкала индикатора громкости может иметь минимальный диапазон громкости от -21 до +9 единиц громкости и должна быть линейной в этом диапазоне	Предмет дополнительного исследования	Факульт.
PLD-5	Громкость стерео- или многоканальной звуковой программы должна указываться с помощью одного индикатора. (Однако это не препятствует индикации громкости также и на отдельно взятом канале)		Треб.

#### Требования к индикатору громкости программ механического типа

№ требования	Требование	Дополнительное описание	Треб./ Факульт.
MCD-1	Нелинейность индикатора механического измерителя громкости должна быть не более 1% отклонения стрелки на полную шкалу в его рабочем диапазоне		Треб.

#### Требования к устройству отображения – Факультативный индикатор пикового уровня в измерителе громкости

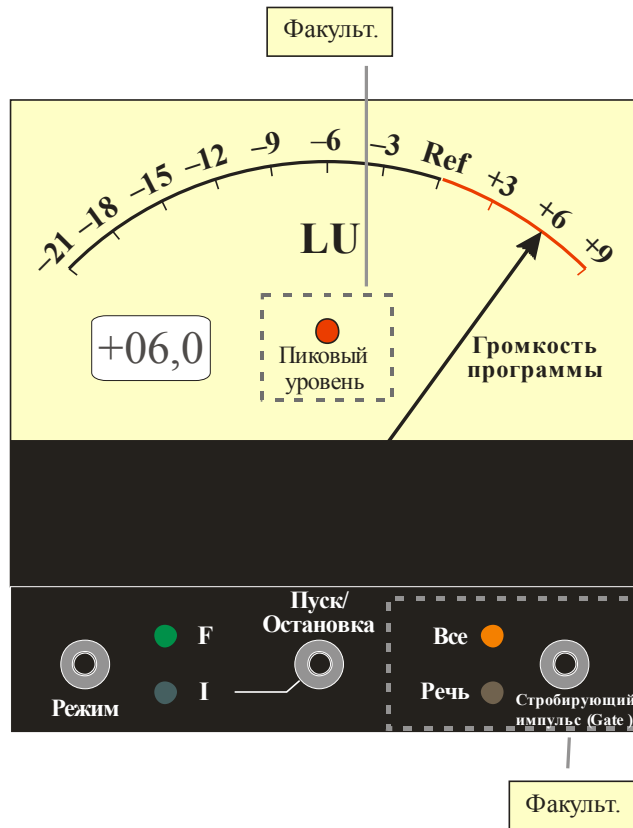
№ требования	Требование	Дополнительное описание	Треб./ Факульт.
PLI-1	Цифровая индикация перегрузки должна осуществляться одним красным индикатором		Факульт.
PLI-2	Порог для индикации перегрузки должен составлять -2 дБ относительно максимального значения входного цифрового сигнала		Треб.
PLI-3	Индикатор перегрузки приходит в действие, если истинный пиковый уровень цифрового звукового сигнала превышает пороговое значение		Треб.
PLI-4	Загоревшаяся индикаторная лампа будет гореть не менее 150 мс после падения сигнала ниже порогового значения		Треб.

## Дополнение 1 к Приложению 1

### Пример индикатора громкости программы

РИСУНОК 1

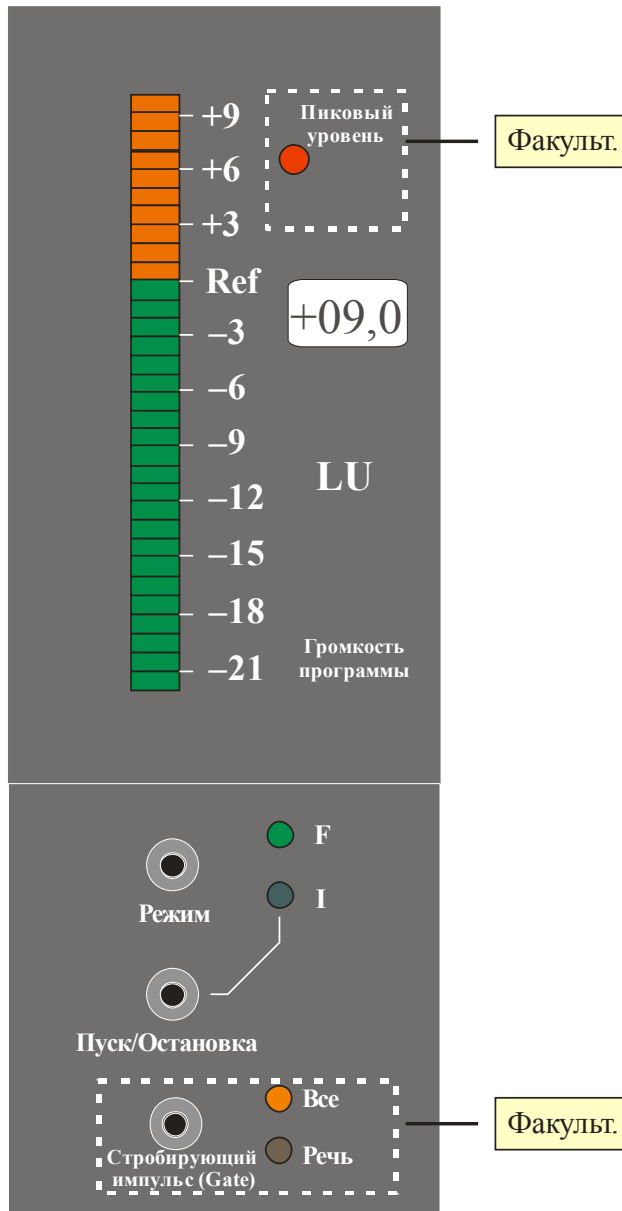
Пример индикатора громкости программы, механический тип



BS.1771-01

РИСУНОК 2

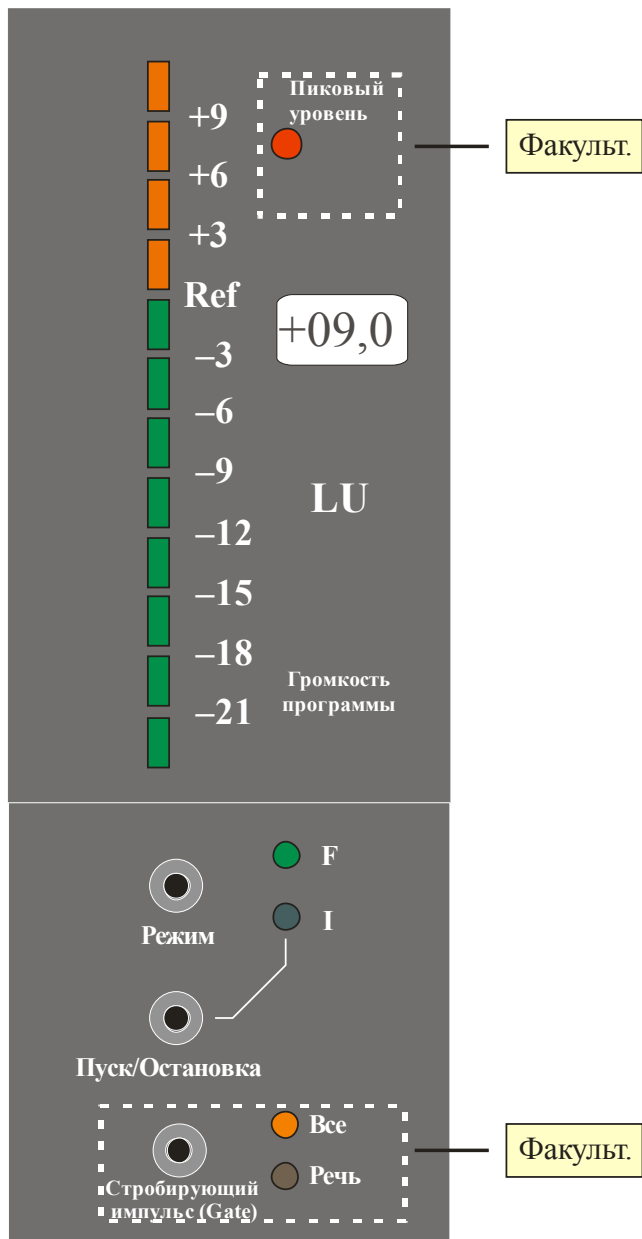
Пример индикатора уровня громкости программ, оптоэлектронный тип I



BS.1771-02

РИСУНОК 3

Пример индикатора уровня громкости программ, оптоэлектронный тип II





## Дополнение 2

### Пояснительные замечания

#### 1 Базовая информация и терминология

Громкость – это свойство восприятия звукового сигнала, воспроизводимого с помощью средств акустики. Это сложная нелинейная функция амплитуды, частоты и ширины полосы.

Уровень – это амплитуда сигнала либо среднеквадратичное значение напряжения электрического сигнала, либо звуковое давление акустического сигнала. Уровень является объективной характеристикой, которая не зависит от частоты и ширины полосы и которую можно измерить линейно в вольтах, если уровень электрический, или паскалях, если речь идет об акустике, или логарифмически в децибелах (дБ) по отношению к установленному эталонному уровню.

В радиовещании громкость может быть измерена как электрическая характеристика, приняв какое-либо фиксированное значение электроакустического усиления для воспроизведения. Такое допущение положено в основу работы прибора, измеряющего громкость радиопередачи. Уровень воспроизведения, принятый для домашних условий, составляет 60 дБА. Этот уровень был установлен Бенджамином в качестве типичного уровня звучания при просмотре телевизионных программ в современных домашних условиях [Benjamin, 2004].

Эталонным уровнем громкости является акустический и электрический сигнал калибровки. Он является аналогом уровня регулировки, указанного в Рекомендации МСЭ-R BS.645. Однако ввиду того что прибор для измерения громкости считывает сигнал не так, как это делает среднеквадратический измеритель уровня, то точка калибровки для эталонной громкости не находится на уровне регулировки. Тем не менее в процессе эксплуатации обычный уровень программы, установленный при помощи среднеквадратического измерителя уровня, откалиброванного по уровню регулировки, должен полностью соответствовать уровню, установленному с использованием прибора для измерения громкости, который откалиброван по эталонному уровню громкости.

Сигнал эталонного уровня громкости представляет собой непрерывную синусоиду на уровне звукового давления (SPL) 60 дБ и –24 дБ FS (только пример) на частоте 1 кГц. Эталонный уровень громкости соответствует значению 0 LU на измерителе громкости.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Отношение 0 LU к 0 дБ FS (полномасштабная синусоида) на частоте 1 кГц по-прежнему находится в стадии изучения, и значение –24 дБ FS выбрано лишь в качестве примерного значения, которое не было подтверждено.

Этот сигнал предназначен главным образом для электротехнической калибровки и не является идеальным сигналом для акустических измерений, ввиду влияния стоячей волны. Вторичным сигналом калибровки уровня громкости, который можно использовать для акустической настройки, является гладкий шум в октавных полосах частот, сконцентрированный на частоте 1 кГц на среднем SPL 60 дБ и –24 дБ FS (только пример). Это должно соответствовать среднему значению 0 LU на измерителе громкости<sup>1</sup>.

Измерение электрического усиления с использованием измерителя громкости или взаимная калибровка с помощью среднеквадратического измерителя уровня или измерителя пикового уровня программы должны осуществляться только с первичным эталонным сигналом уровня громкости (синусоиды).

Прибор для измерения громкости радиопередачи имеет два рабочих режима: ускоренный (F) и интегрирующий (I). Эти режимы используются для различных целей.

- Ускоренный режим используется в производстве, при окончательном монтаже и представлении. Уровень программы должен быть установлен таким образом, чтобы среднее значение показаний измерительного прибора при стандартном диалоге было на уровне 0 LU.
- Интегрирующий режим используется для контроля качества, главным образом при приеме и передаче программ, а также при послеаварийном анализе. Полученное в этом режиме показание, состоящее из одного числа, содержит четкую и недвусмысленную информацию для выравнивания громкости и установки усиления.

---

<sup>1</sup> При использовании шума в качестве сигнала калибровки, соответствующий сигнал должен считываться с использованием по возможности только измерителя громкости. Показания среднеквадратического измерителя уровня будут приблизительно на 2,2 дБ ниже фактического среднеквадратического уровня, исходя из гауссова распределения амплитуды. На измерителе пикового уровня программы эти показания будут высокими.

## 2 Вид индикатора измерительного прибора

Основной вопрос состоит в том, чтобы решить, использовать ли в измерительном приборе механический или электронный индикатор, и должно ли использование индикатора того или иного типа специально оговариваться.

Хотя многие операторы предпочитают электронные индикаторы, которые все чаще используются в аудио- и видеооборудовании, некоторые операторы, особенно с плохим зрением, предпочитают работать с механическими измерительными приборами. Поэтому требование сформулировано таким образом, чтобы охватить оба типа исполнения.

## 3 Распознавание типа сигнала

Еще один важный вопрос заключается в том, чтобы решить, должен ли измерительный прибор включать выбираемый режим, при котором он может распознавать речь и производить измерения только в такие периоды времени, когда сигнал представлен главным образом в виде речи/диалога.

Хотя хорошо было бы знать громкость речевого контента, эту возможность обеспечить достаточно трудно, и зачастую желательно знать лишь суммарную громкость. Поэтому основной режим измерительного прибора, который описан достаточно подробно, не обеспечивает распознавание речи. Факультативный вспомогательный режим может позволить распознать речь; этот режим можно успешно использовать для измерения уровня сигнала при диалоге.

## 4 Измерение в многоканальных системах

Поскольку наше восприятие громкости не зависит от количества задействованных источников звука, то логично определить единый индикатор уровня громкости для многоканальных звуковоспроизводящих систем, вместо отдельного индикатора для каждого канала. Индикатор пикового уровня прибора, измеряющего громкость многоканальных программ, в случае его наличия, должен реагировать на максимальное значение, возникающее в любом индивидуальном канале.

Это не мешает осуществлению обычной практики измерения уровня по каждому каналу в отдельности, поскольку для каждого канала могут быть предусмотрены индивидуальные приборы для измерения уровня/пикового уровня.

## 5 Индикатор пикового уровня (факультативный)

### а) Требования эргономики

Могут возникнуть проблемы с точки зрения эргономики в отношении представления информации двух видов (относительной громкости и пикового уровня) на одном индикаторе измерительного прибора.

*Приоритетность:* Если мы предоставляем оператору подробную информацию двух видов, на какую из них мы хотели бы, чтобы он/она обратил/обратила основное внимание? Если обоим видам информации присвоен одинаковый статус, т. е. одинаковая площадь отображения с одинаковой степенью детализации, то оператору не понятно, какая из них важнее.

*Отвлечение внимания:* Если обоим видам информации будет придано одинаково важное значение, то соответствующая альтернативная информация отвлечет внимание оператора от выбранной информации.

Не всегда чем больше информации, тем лучше. Если измерительный прибор должен предоставить два вида информации, то желательно иметь основной индикатор, представляющий подробную информацию, и вспомогательный индикатор, представляющий менее подробную информацию, предназначенную скорее для предупреждения, чем для измерения. Поэтому в измерительном приборе, предназначенном в основном для отображения громкости программ, информация, представленная индикатором пикового уровня, является менее полной по сравнению с информацией, представленной обычным прибором для измерения пиковых уровней программ.

### б) Время занятости световой сигнализации индикатора пикового уровня

Минимальное время удержания в 150 мс было выбрано, как достаточное для того, чтобы человеческий глаз успел зафиксировать свет, поскольку очень короткие сигналы будут плохо различимы.

### с) **Вариант индивидуального измерения уровня**

В то время как режим индикации пикового уровня в измерителе громкости является обязательным, само по себе свойство индикации пикового уровня не является обязательным. Цель настоящей Рекомендации состоит не в том, чтобы изменить существующую практику измерения уровня, а в том, чтобы стать дополнением к ней. Предполагается, что в большинстве ситуаций практика индивидуального измерения уровня в каждом канале сохранится, в результате чего отпадет необходимость индикации пикового уровня в измерителе громкости.

### д) **Измерение при записи**

При применении уровней установки аналоговых сигналов, преобразуемых в цифровые сигналы, т. е. микрофонных уровней в цифровом записывающем устройстве, основная цель состоит в том, чтобы обеспечить запись с достаточно высоким уровнем, с тем чтобы избежать шума квантования, не подвергаясь опасности перегрузки. При таком применении целесообразно было бы использовать измерительный прибор, который в первую очередь указывает истинный пиковый уровень, а не уровень громкости или общий уровень сигнала.

## 6 **Единицы громкости**

Назначение измерителя громкости, используемого в радиовещании, заключается в том, чтобы предсказать субъективную громкость в контролируемых условиях воспроизведения, когда эталонный уровень громкости составляет SPL 60 дБА. Модель восприятия для громкости является нелинейной функцией амплитуды, частоты и ширины полосы. В целом, изменение уровня звука на  $x$  дБ не изменяет восприятие громкости в той же пропорции, ввиду нелинейного отклика слуховой системы человека.

Исходя из практических соображений, многие вещательные компании выразили желание использовать дБ в качестве единицы громкости. И это объяснимо, поскольку является давней традицией измерения уровня звука. Тем не менее дБ не является единицей восприятия и не должен использоваться для измерения громкости. В действительности, можно выбрать единицу, которая связана с дБ, с тем чтобы измерительный прибор мог показывать усиление/ослабление в децибелах, которое/которую необходимо применить к программе для того, чтобы скорректировать ее до эталонной громкости.

В качестве единицы измерения было предложено ввести *единицы громкости*. Они определяются, как показатель усиления/ослабления в децибелах, которое необходимо применить к сигналу для того, чтобы привести его к эталонной громкости, т. е. программа, измерение которой показывает  $-10$  LU, потребует увеличения на 10 дБ, для того чтобы привести ее к эталонной громкости в 0 LU.

Преимущество единиц громкости состоит в том, что они четко отличаются от дБ, и поэтому соответствующий измерительный прибор будет нелегко спутать с измерителем пикового уровня программ или среднеквадратическим измерителем уровня.

## **Справочные документы**

BENJAMIN, E. [October, 2004] Preferred listening levels and acceptance windows for dialog reproduction in the domestic environment. 117th Convention of the Audio Engineering Society, San Francisco, Preprint 6233.