

Международный союз электросвязи

МСЭ-R
Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R BS.775-4
(12/2022)

**Многоканальные стереофонические
звуковые системы с сопровождающим
изображением и без него**

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-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Резолюции МСЭ-R 1. 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/ru>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-Т/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/ru>.)

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
BS	Радиовещательная служба (звуковая)
BT	Радиовещательная служба (телевизионная)
F	Фиксированная служба
M	Подвижные службы, служба радиоопределения, любительская 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 МСЭ-R 1.

Электронная публикация
Женева, 2023 г.

© ITU 2023

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.775-4*

**Многоканальные стереофонические звуковые системы
с сопровождающим изображением и без него**

(Вопрос МСЭ-R 130-3/6)

(1992-1994-2006-2012-2022)

Сфера применения

Цифровое телевидение быстро распространяется по всему миру. Несколько видов услуг цифрового телевизионного радиовещания уже были внедрены в полосах частот наземной и спутниковой связи. Являясь частью таких услуг цифрового радиовещания, услуги многоканального звука используются для улучшения направленной стабильности фронтального звукового изображения и ощущения пространственной реальности (атмосферы) либо были определены для такой цели.

В Рекомендации МСЭ-R BS.775 предлагается одна универсальная многоканальная стереофоническая звуковая система с тремя фронтальными каналами, двумя задними/боковыми каналами и дополнительным каналом низкочастотных эффектов (LFE).

Ключевые слова

Многоканальный звук, моно, стерео, 5.1, формат канала 2/0, формат канала 3/2, каналы объемного звучания, низкочастотные эффекты (LFE), ВЧ-громкоговоритель, НЧ-громкоговоритель, СНЧ-громкоговоритель, фильтр нижних частот (LPF)

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

- a)* что широко признано, что двухканальная звуковая система имеет серьезные ограничения и необходимо улучшенное воспроизведение звука;
- b)* что требования к представлению звука в кинотеатрах отличаются от требований, применимых к домашним условиям, особенно что касается размеров комнаты и экрана и распределения слушателей, но одни и те же программы могут воспроизводиться как в кинотеатре, так и в домашних условиях;
- c)* что передаваемые сигналы ТВЧ и те, которые передаются при помощи других средств переноса информации, должны быть способны представлять качество звука, соответствующее широкому диапазону конфигураций домашних громкоговорителей, включая совместимость с двухканальным стереофоническим и монофоническим прослушиванием;
- d)* что для многоканального звука желательно разделять требования для производства, доставки и воспроизведения в домашних условиях, хотя они и являются взаимосвязанными;
- e)* что проводятся исследования относительно передачи и воспроизведения многоканального звука, связанного с сопровождающим изображением и не связанного с ним, с учетом основных требований;
- f)* что одна универсальная многоканальная звуковая система, применимая как к звуковому, так и к телевизионному радиовещанию, была бы полезной слушателю;
- g)* что могут потребоваться компромиссные решения для обеспечения универсальности и, по возможности, практической осуществимости такой системы;
- h)* что иерархия совместимых звуковых систем для радиовещания, кинематографии и записи полезна для обмена программами и повышающего и понижающего микширования в зависимости от программного материала;

* Настоящая Рекомендация должна быть доведена до сведения Международной электротехнической комиссии (МЭК) и Общества инженеров кинематографии и телевидения (SMPTE).

i) что желательно наличие вспомогательных услуг, таких как услуги, необходимые для лиц с ослабленным зрением и слухом;

j) что прогресс в цифровом звуковом кодировании позволяет в настоящее время эффективно передавать множество звуковых каналов,

рекомендует

1 универсальную многоканальную стереофоническую звуковую систему с сопровождающим изображением или без него, соответствующую иерархии, описанной в Приложении 1;

2 следующее эталонное расположение громкоговорителей (см. рисунок 1):

– три фронтальных громкоговорителя, объединенные с двумя задними/боковыми громкоговорителями (Примечание 1);

– левый и правый фронтальные громкоговорители расположены по краям охватывающей их дуги 60° в эталонных точках прослушивания (Примечания 2 и 3).

Если по причинам, связанным с имеющимся пространством, предпочтительно разместить фронтальные громкоговорители по прямой базовой линии, то может оказаться необходимым ввести компенсационную задержку по времени в линию подачи сигнала центрального громкоговорителя;

– боковые/задние громкоговорители должны быть установлены в пределах секторов от 100° до 120° от центральной фронтальной эталонной точки. Нет необходимости в точном определении их расположения. Боковые/задние громкоговорители не должны располагаться ближе к слушателю, чем фронтальные громкоговорители, если только не введена компенсационная задержка по времени (Примечания 4 и 5);

– акустический центр фронтальных громкоговорителей должен в идеальном случае находиться примерно на высоте уха слушателя. Это предполагает акустически прозрачный экран. При использовании акустического непрозрачного экрана центральный громкоговоритель должен располагаться непосредственно над или под изображением. Высота боковых/задних громкоговорителей является менее критичной;

3 использование пяти эталонных сигналов записи/передачи для левого (L), правого (R), центрального (C) каналов для фронтального прослушивания, а также левого (LS) и правого (RS) каналов для создания эффекта окружающего звука для боковых/задних громкоговорителей. Кроме того, система может содержать сигнал низкочастотных эффектов для канала низкочастотных эффектов (LFE), при любом использовании которого следует учитывать информацию, содержащуюся в Приложении 7 и Прилагаемом документе 1 к Приложению 7.

В условиях, если используются ограничения пропускной способности передачи или другие ограничения, сигналы LS и RS могут объединяться с одним (моносигнал с эффектом окружающего звука, MS) сигналом или нулевыми боковыми/задними сигналами. В случае использования моносигнала с эффектом окружающего звука сигнал MS подводится к громкоговорителям LS и RS (см. рисунок 1);

4 при международном обмене звуковыми или телевизионными программами, использующими звуковой формат, содержащий канал низкочастотных эффектов (LFE), канал LFE должен быть ограничен полосой до номинальной полосы частот (до 120 Гц);

5 при вещании любой телевизионной программы, содержащей канал LFE, не допускается передача любой информации по этому каналу на частоте, превышающей номинальную частоту среза в 120 Гц;

6 обеспечивать совместимость, при необходимости, с существующими и недорогими приемниками посредством использования одного из методов, приведенных в Приложении 3;

7 возможность нисходящего микширования, при необходимости, для снижения количества каналов либо перед передачей, либо в приемнике путем использования уравнений нисходящего микширования, приведенных в таблице 2;

8 повышающее преобразование, в котором желательно увеличение числа каналов либо до передачи, либо в приемнике путем использования методов повышающего преобразования, описанных в Приложении 5;

9 общее качество, относящееся к требованиям Приложения 2;

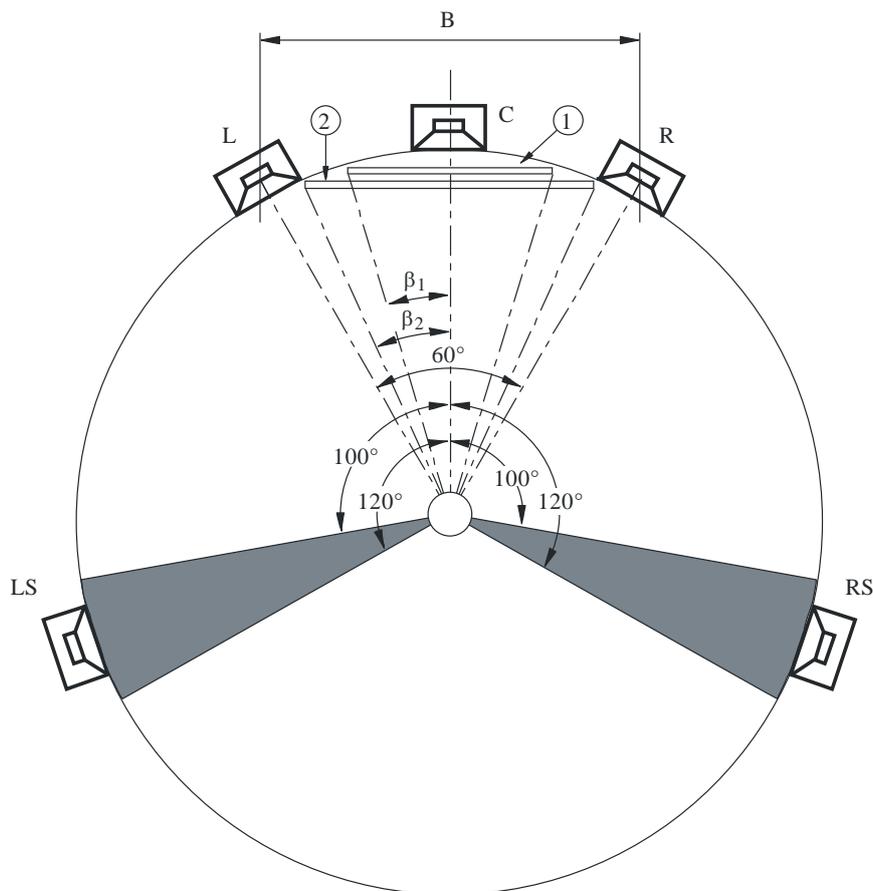
10 обеспечение (см. также п. 11, ниже), при необходимости, следующих возможностей:

- основных альтернативных услуг на нескольких языках;
- одного или нескольких независимых каналов для передачи описательной информации для лиц с ослабленным зрением;
- одного или нескольких независимых каналов для целей улучшения разборчивости звуковых сигналов для лиц с ослабленным слухом;

11 дополнительную информацию, передаваемую вместе со звуком для обеспечения гибкого использования объема данных, которые можно распределить звуковым сигналам (см. Приложение б).

РИСУНОК 1

Эталонное расположение громкоговорителей для L/C/R и LS/RS громкоговорителей

Экран 1 ТВЧ – эталонное расстояние = $3H$ ($2\beta_1 = 33^\circ$)Экран 2 = $2H$ ($2\beta_2 = 48^\circ$)

H: высота экрана

B: ширина базы громкоговорителя

Громко-говоритель	Горизонтальный угол относительно центра (градусы)	Высота (м)	Угол наклона (градусы)
C	0	1,2	0
L, R	30	1,2	0
LS, RS	100 ... 120	$\geq 1,2$	0 ... 15 вниз

BS.0775-01

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Необязательно, но возможно наличие четного количества из более чем двух задних/боковых громкоговорителей, которые могут обеспечить большую оптимальную зону прослушивания и больший охват.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Оптимальное воспроизведение звука требует использования широкого углового разнеса между левым и правым громкоговорителями двух- или трехканальных стереофонических систем фронтальных громкоговорителей (см. рисунок 1). Признано, что телевизионные изображения, сопровождающие стереофонический звук и имеющие такой угловой разнос, не могут при существующих методах быть отображены при таких же углах; они часто ограничены горизонтальным противолежащим углом 33 градуса на эталонном расстоянии, хотя киноизображения могут воспроизводиться при таких углах (см. рисунок 1). Полученное в результате рассогласование между шириной картины изображения и звука приведет к отличиям методов микширования для кинематографии и телевидения. Ожидается, что телевизионные экраны большего размера приведут к лучшей совместимости микширования для кино- и телевизионного устройства демонстрации.

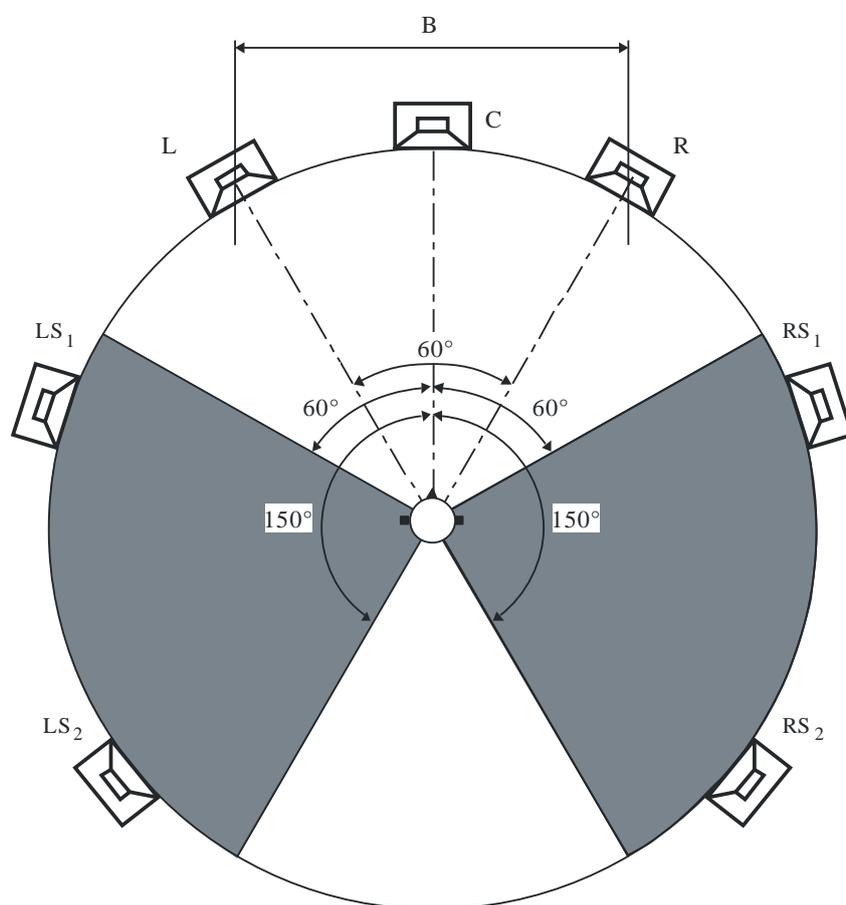
ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Ширина базы громкоговорителей, В (см. рисунок 1), определяется для эталонных условий испытаний по прослушиванию в Рекомендации МСЭ-R BS.1116 "Методы субъективной оценки небольшого ухудшения качества в звуковых системах, включая многоканальные звуковые системы".

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – При использовании более двух задних/боковых громкоговорителей громкоговорители должны располагаться симметрично и через равные интервалы на дуге, составляющей от 60° до 150° от центральной фронтальной точки (см. рисунок 2).

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – При использовании более чем двух задних/боковых громкоговорителей сигнал LS должен подводиться к каждому боковому/заднему громкоговорителю в левой стороне комнаты, а сигнал RS должен подводиться к каждому боковому/заднему громкоговорителю в правой стороне комнаты. При этом необходимо снизить коэффициент усиления сигнала так, чтобы общая мощность, излучаемая громкоговорителями, воспроизводящими LS (или RS) сигнал, была такой же, как если бы этот сигнал воспроизводился из одного громкоговорителя. Для воспроизведения в большой комнате может оказаться необходимым ввести задержку или другим способом декоррелировать питание некоторых или всех боковых/задних громкоговорителей. Необходимо дальнейшее изучение такой декорреляции.

РИСУНОК 2

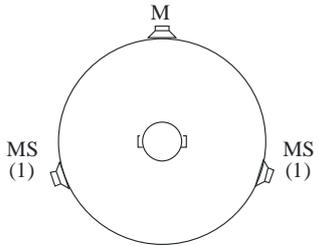
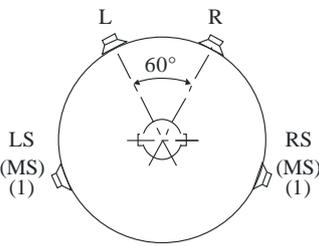
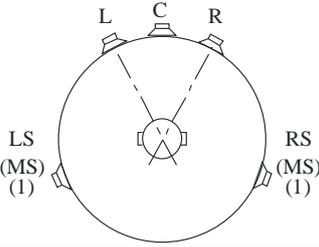
Оптимальное расположение 3/4 громкоговорителей
(3 фронтальных и 4 для создания эффекта окружающего звука)



BS.0775-02

Приложение 1

Иерархия совместимых многоканальных звуковых систем для радиовещания и записи

Система	Каналы	Код	Расположение громкоговорителей
Система с монофоническим каналом	M	1/0	
Моно плюс моно с эффектом окружающего звука	M/MS	1/1	
Двухканальное стерео	L/R	2/0	
Двухканальное стерео плюс 1 канал с эффектом окружающего звука	L/R/MS	2/1	
Двухканальное стерео плюс 2 канала с эффектом окружающего звука	L/R/LS/RS	2/2	
Трехканальное стерео	L/C/R	3/0	
Трехканальное стерео плюс 1 канал с эффектом окружающего звука	L/C/R/MS	3/1	
Трехканальное стерео плюс 2 канала с эффектом окружающего звука	L/C/R/LS/RS	3/2	

⁽¹⁾ Для случая монофонии с эффектом окружающего звука подачу сигналов LS и RS предпочтительно следует декоррелировать.

BS.0775-A1

Приложение 2

Основные требования

Следующие требования относятся к указанной многоканальной звуковой системе с сопровождающим изображением и без него.

1) Направленная стабильность фронтального звукового изображения должна поддерживаться в разумных пределах в большей зоне прослушивания, чем можно получить при обычной двухканальной стереофонии.

2) Ощущение пространственной реальности (окружения) должно быть существенно улучшено по сравнению с ощущением, полученным при обычной двухканальной стереофонии. Это должно достигаться путем использования боковых и/или задних громкоговорителей.

- 3) Не требуется, чтобы боковые/задние громкоговорители совпадали с предписываемым эталонным расположением за пределами диапазона фронтальных громкоговорителей.
- 4) Должна поддерживаться нисходящая совместимость со звуковыми системами, имеющими меньшее количество каналов (до стереофонических и монофонических звуковых систем) (см. Приложения 1, 3, 4 и 8).
- 5) Должно применяться микширование в реальном времени для эфирного радиовещания.
- 6) В случаях, если количество передаваемых сигналов меньше, чем количество каналов воспроизведения, необходимо вводить повышающее в приемлемой степени преобразование (см. Приложение 5).
- 7) Основное качество звука, воспроизводимого после декодирования, будет субъективно неотлично по сравнению с эталонным сигналом для большинства типов материала звуковых программ. Тест со скрытым эталонным сигналом при использовании тройного стимула предполагает более высокую оценку, чем четыре по 5-балльной шкале ухудшений МСЭ-R. Большинство критического материала не будет оцениваться ниже, чем на четыре. Субъективные оценки и условия проведения испытаний с прослушиванием представлены в Рекомендации МСЭ-R BS.1116.
- 8) Основой для параметров объективной оценки качества должны служить Рекомендации МСЭ-R BS.644 и МСЭ-R BS.645 для цифровых технологий. Объективный метод измерений воспринимаемого качества звука для монофонического или двухканального стереофонического звука представлен в Рекомендации МСЭ-R BS.1387. (Объективный метод измерений для многоканального стереофонического звука изучается в МСЭ-R.)
- 9) Относительная временная синхронизация звуковых сигналов и сигналов изображения рассматривается в Рекомендации МСЭ-R BT.1359.
- 10) Следует стремиться к достижению оптимальной экономии во всех отношениях, включая расходы и ширину полосы передачи.
- 11) Требования пользователя к системам кодирования звуковых сигналов для цифрового радиовещания представлены в Рекомендации МСЭ-R BS.1548.

Приложение 3

Совместимость

1 Обратная совместимость с существующими приемниками

Для случая, когда существующий формат канала 2/0 расширен до формата канала 3/2, определены два метода обеспечения обратной совместимости с существующими приемниками.

Первый метод заключается в том, чтобы продолжить существующее обслуживание канала формата 2/0 и добавить обслуживание нового канала формата 3/2. Этот подход называется одновременной работой. Преимущество такого подхода заключается в том, что существующее обслуживание формата 2/0 может быть прекращено в какой-то момент в будущем.

Вторым методом является использование матриц совместимости. Уравнения матриц, приведенные в таблице 1, могут использоваться для обеспечения совместимости с существующими приемниками. В этом случае имеющиеся левый и правый каналы излучений используются для передачи сигналов совместимых матриц А и В. Дополнительные каналы излучений используются для передачи сигналов матриц Т, Q₁ и Q₂. Преимущество этого подхода заключается в том, что меньший дополнительный объем данных требуется для добавления новых услуг.

ТАБЛИЦА 1

**Пять каналов для создания эффекта окружающего звука:
уравнения кодирования и декодирования**

Уравнения кодирования										
	L	R	C	LS	RS					
A =	1,0000	0,0000	0,7071	0,7071	0,0000					
B =	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,7071					
T =	0,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000					
Q ₁ =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071					
Q ₂ =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	-0,7071					
Уравнения декодирования										
	A	B	T	Q ₁	Q ₂	L	R	C	LS	RS
L' =	1,0000	0,0000	-1,0000	-0,5000	-0,5000	= 1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
R' =	0,0000	1,0000	-1,0000	-0,5000	0,5000	= 0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
C' =	0,0000	0,0000	1,4142	0,0000	0,0000	= 0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
LS' =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071	= 0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
RS' =	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	-0,7071	= 0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

2 Нисходящая совместимость с недорогими приемниками

Были определены два метода, обеспечивающие нисходящую совместимость с простыми приемниками. В первом требуется использовать процесс с матрицами, описанный в п. 1. Затем недорогому приемнику требуются только каналы А и В, как для случая системы формата 2/0, т. е. системы, в которой не используется матрица обратной совместимости.

Второй метод применим к дискретной системе передачи формата 3/2. Передаваемые сигналы цифровым методом объединяются с уравнениями, приведенными в Приложении 4, которые обеспечивают предоставление требуемого количества сигналов. Для сигналов, кодированных источником с низкой скоростью передачи информации, может осуществляться нисходящее микширование сигналов формата 3/2 до части синтеза процесса декодирования (в этом заключается основная сложность).

Приложение 4

Нисходящее микширование многоканальных звуковых сигналов

1 Сигналы источника формата 3/2

В таблице 2 представлен ряд уравнений, которые могут быть использованы для микширования пяти сигналов системы формата 3/2 по нисходящей до форматов: 1/0; 2/0; 3/0; 2/1; 3/1; 2/2.

ТАБЛИЦА 2

Уравнения для нисходящего микширования для материала источника формата 3/2

Моно – формат 1/0		L	R	C	LS	RS
	$C' =$	0,7071	0,7071	1,0000	0,5000	0,5000
Сtereo – формат 2/0		L	R	C	LS	RS
	$L' =$	1,0000	0,0000	0,7071	0,7071	0,0000
	$R' =$	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,7071
Три канала – формат 3/0		L	R	C	LS	RS
	$L' =$	1,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,0000
	$R' =$	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,7071
	$C' =$	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Три канала – формат 2/1		L	R	C	LS	RS
	$L' =$	1,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	$R' =$	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	$S' =$	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071
Четыре канала – формат 3/1		L	R	C	LS	RS
	$L' =$	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	$R' =$	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	$C' =$	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
	$S' =$	0,0000	0,0000	0,0000	0,7071	0,7071
Четыре канала – формат 2/2		L	R	C	LS	RS
	$L' =$	1,0000	0,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	$R' =$	0,0000	1,0000	0,7071	0,0000	0,0000
	$LS' =$	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000
	$RS' =$	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000

Необходимо отметить, что общий эффект от таких уравнений для нисходящего микширования (и сведения совместимости в матрицы, см. Приложение 3) будет зависеть от других факторов, таких как уравнения планирования и характеристики микрофона. Рекомендуется проведение дальнейших исследований по такому взаимодействию (см. Приложение 8).

Приложение 5

Повышающее преобразование

Повышающее преобразование необходимо в случаях, когда число каналов производства меньше числа каналов, имеющих для воспроизведения. Типичным примером является 2-канальная стереопрограмма (2/0), которая должна быть представлена через систему воспроизведения формата 3/2.

Повышающее преобразование включает образование "потерянных" каналов где-нибудь в цепи радиовещания. При проведении повышающего преобразования в обычном случае необходимо следовать приведенным ниже правилам, для того чтобы создатели программы получили эталонное расположение. Эти правила не исключают возможности введения более совершенных методов для производителей приемников.

1 Фронтальные каналы

1.1 Если через систему воспроизведения с тремя фронтальными громкоговорителями должна быть представлена монофоническая программа, моносигнал должен быть представлен только через центральный громкоговоритель. Если имеется только два фронтальных громкоговорителя, моносигнал должен быть представлен как через левый, так и через правый громкоговоритель с затуханием, равным 3 дБ.

1.2 Если через систему воспроизведения с тремя фронтальными громкоговорителями должна быть представлена стереофоническая программа, левый и правый сигналы стереопрограммы должны быть, соответственно, представлены только через левый и правый громкоговорители.

2 Каналы для создания эффекта окружающего звука

2.1 Если в программе нет сигнала объемного звучания, громкоговорители для создания эффекта окружающего звука не должны активизироваться.

2.2 Если данный сигнал объемного звучания должен быть представлен через более чем один громкоговоритель, необходимо создать декорреляцию между каждым сигналом громкоговорителя. Кроме того, необходимо применять соответствующее затухание к каждому сигналу громкоговорителя так, чтобы уровень объединенного звукового давления, вырабатываемый этими громкоговорителями, соответствовал такому уровню одиночного фронтального громкоговорителя, как если бы к нему подводился такой же сигнал в данной эталонной позиции прослушивания.

3 Канал передачи данных

Вспомогательная информация, описывающая режим передачи (количество и тип передаваемых каналов) должна передаваться периодически в специальном канале передачи данных параллельно с программой. Эта информация понадобится для проведения повышающего преобразования в приемниках.

Приложение 6

Передача дополнительной информации*

Необходимо, чтобы передавалась некоторая дополнительная информация многоканальному звуковому приемнику для определения используемой конфигурации многоканального звука и для обеспечения громкоговорителей требуемыми сигналами. Скрытой способностью изменения конфигурации многоканальной звуковой системы является возможность использования гибкости имеющихся звуковых каналов, для того чтобы охватить широкий диапазон применений.

Детали передачи дополнительной информации (скорость передачи, формат данных и т. д.) еще предстоит определить. Однако были определены следующие применения, о которых необходимо будет сигнализировать в канале передачи данных:

- сигнализация и контроль разных многоканальных звуковых конфигураций основной программы и преобразования (например, конфигурации: 5-канальная, 3-канальная, 2-канальная, моно) в другие конфигурации;
- указание специального звукового сигнала для слушателей с ослабленным слухом;
- указание специального звукового сигнала для зрителей с ослабленным зрением;
- указание отдельной звуковой программы (SAP);
- передача информации и по управлению динамическим диапазоном с целью сжатия или расширения динамического диапазона;
- передача знаков для услуг по передаче текста;
- гибкое использование объема данных, выделенных для звуковых сигналов.

Приложение 7

Канал низкочастотных эффектов (LFE)

Цель этого дополнительного канала – предоставить возможность доставки более высоких уровней низкочастотной энергии, которая может быть воспроизведена пользователями, располагающими достаточными возможностями для воспроизведения низких частот с целью воспроизведения низкочастотных эффектов с высоким уровнем. Первоначально он был разработан киноиндустрией для цифровых звуковых систем.

В киноиндустрии канал LFE производит звуковые эффекты низкой частоты с высоким уровнем, которые предназначены для подведения звука к специальным низкочастотным громкоговорителям (громкоговорителям для воспроизведения сверхнизких частот). При этом громкость низкочастотного содержания других каналов ограничена таким образом, что не требуется, чтобы основные громкоговорители оперировали этими сигналами со специальными эффектами. Основные звуковые каналы на киноплёнке переносят нормальные низкочастотные звуки, но не на таких высоких уровнях. Следовательно, они являются самодостаточными, если такие специальные эффекты не требуются пользователю. Такая комбинация имеет другое преимущество, заключающееся в том, что кодирование сигналов высокого уровня в канале LFE может быть оптимизировано, не затрагивая кодирования основных каналов. Использование громкоговорителей для воспроизведения сверхнизких частот в кино отличается от их использования в домашних установках, где управление низкочастотными сигналами применяется для комбинирования или разделения сигналов, посылаемых на громкоговорители, в состав которых могут входить или не входить громкоговорители для воспроизведения низких частот.

* Необходимы дальнейшие исследования и вклады от администраций.

Хотя признано, что количество потребителей, которые выберут использование канала LFE в домашних условиях, скорее всего будет ограничено, также признано, что существуют другие приложения звуковых систем ТВЧ, которые позволяют более широко использовать эту возможность.

Канал LFE не должен, однако, использоваться для представления полного низкочастотного содержания многоканального звука. Канал LFE является факультативной функцией приемника и, следовательно, должен переносить только дополнительную информацию по улучшению качества. Канал LFE часто отсутствует в двухканальном устройстве для понижающего микширования. Главные каналы **должны** содержать все основные программные элементы, необходимые для слушателей.

(Подобным образом, каналы объемного звучания должны переносить свою собственную низкочастотную информацию, а не микшироваться во фронтальных каналах. Такое прямое микширование низкочастотных звуков является факультативной функцией приемника для снижения требований к громкоговорителям объемного звучания.)

Канал LFE должен быть способен обрабатывать сигналы в диапазоне 20–120 Гц. Следует обращать внимание на возможное увеличение групповой задержки при использовании фильтров нижних частот (LPF), особенно при каскадном использовании LPF, что может ухудшить качество звука (см. п. 8 в Прилагаемом документе 1).

Канал LFE записывается со смещением уровня на –10 дБ для записи и обмена многоканальным звуковым программным материалом. Это смещение компенсируется в системе воспроизведения, в которой громкоговоритель LFE имеет акустическую мощность (с полосой пропускания в нижних частотах) +10 дБ по отношению к другим каналам, при подаче на него сигнала, уровень которого равен уровню сигналов, подаваемых на каждый из каналов L, C, R, LS и RS. В случае LFE канала предполагается воспроизводить испытательный сигнал розового шума при уровне акустического звукового давления (в пределах полосы пропускания LFE канала, не превышающей 120 Гц) +10 дБ относительно любых других отдельных каналов. Отметим, что ввиду ограниченности полосы пропускания LFE канала при измерении акустического уровня, производимого розовым шумом LFE, широкополосным измерителем уровня звукового давления показания не будут достигать +10 дБ по отношению к другим каналам. Акустический уровень LFE канала должен показывать +10 дБ в пределах полосы пропускания, не превышающей 120 Гц, при измерении с помощью частотно-избирательного измерителя. Для радиовещательных приложений, когда уровни сигнала соответствуют этим спецификациям, уровень канала LFE должен передаваться при воспроизведении с положительным усилением смещения, равным 10 дБ, относительно основных каналов воспроизведения.

ПРИМЕЧАНИЕ. – В кинопроизводстве канал LFE кодируется таким образом, чтобы при воспроизведении требовалось положительное усиление 10 дБ, а уровень воспроизведения для DVD-видео установлен на положительное усиление 10 дБ относительно основных каналов. Однако в музыкальном производстве, например DVD-Audio либо Super Audio CD, в настоящее время канал LFE кодируется таким образом, чтобы при воспроизведении требовалось нулевое усиление смещения.

Кодирование основных каналов не должно основываться на маскировании, обеспечиваемом каналом LFE. При кодировании канала LFE может, однако, допускаться маскирование из-за звуков, воспроизводимых от главных каналов.

Поскольку для большинства телевизионных программ не требуется передача очень высоких уровней низкочастотной энергии, то, как правило, в этих случаях необходимость использования канала LFE отсутствует. Если какая-либо программа не использует канал LFE, то эта программа будет воспроизводиться правильно даже в том случае, если система воспроизведения правильно не воспроизводит канал LFE.

И хотя в настоящей Рекомендации LFE означает "низкочастотные эффекты", в других стандартах он может описываться как "расширение возможностей в области низких частот". Ввиду конструктивных особенностей многоканальных звуковых систем и в силу того факта, что канал LFE очень часто не используется системами воспроизведения, целесообразнее его рассматривать только в качестве расширения возможностей – и, разумеется, не в качестве основного компонента звуковой программы. Амплитудно-частотные характеристики громкоговорителей слушателей (и громкоговорителей для воспроизведения низких частот, если таковые используются) могут сильно варьировать, особенно на очень низких частотах, и иногда системы пользователей могут быть неправильно сконфигурированы.

Не следует пытаться компенсировать предполагаемые характеристики неверно сконфигурированных домашних установок посредством использования канала LFE.

Поэтому канал LFE следует в большинстве случаев считать расширением возможностей и ни в коем случае основным элементом микширования. Если при определенных условиях использование канала LFE является целесообразным, то его следует применять только при наличии полного понимания в отношении того, как должны функционировать вся система LFE, понижающее стереомикширование, система управления низкими частотами и громкоговорители для воспроизведения очень низких частот (см. Прилагаемый документ 1).

Необходимость использования канала LFE для национального радиовещания является ограниченной. Наличие канала LFE в системе "5.1" оправдано в том случае, если основные каналы не способны воспроизводить желаемый объем низкочастотной энергии.

Поскольку многие теле- и радиoprogramмы не нуждаются в использовании канала LFE, во многих программах канал LFE не будет задействован.

Прилагаемый документ 1 к Приложению 7 (информационный)

Использование канала для низкочастотных эффектов (LFE)

1 Введение

Системы цифрового сжатия, которые в настоящее время используются для телевизионной трансляции объемного звука, имеют дополнительный звуковой канал, специально предназначенный для передачи звуковых низкочастотных эффектов с высоким уровнем. Этот канал, обозначаемый как ".1" в "5.1", также называется каналом LFE (канал для передачи низкочастотных эффектов или канал расширения возможностей).

Часто существует существенно неправильное представление об использовании ".1" при передаче объемного звука и его отношении к громкоговорителям для воспроизведения сверхнизких частот (СНЧ). В настоящем Приложении уточняются различия между этими двумя элементами, описываются некоторые ошибки, которые могут появляться в звуковых системах в результате недостаточно полного понимания их функций.

Поскольку большинство телевизионных программ не требуют передачи очень высоких уровней низкочастотной энергии, то, как правило, необходимость использования канала LFE отсутствует. Если какая-либо программа не использует канал LFE, то эта программа будет правильно воспроизводиться даже в том случае, если система воспроизведения правильно не воспроизводит канал LFE.

В настоящем Приложении содержится ссылка на некоторые конкретные системы кодирования звука, которые обычно используются для радиовещания ("Dolby AC-3" и "Dolby E"). Они приводятся только в качестве примера и их упоминание не говорит о том, что их использование рекомендуются или одобряется.

Что представляет собой СНЧ-громкоговоритель?

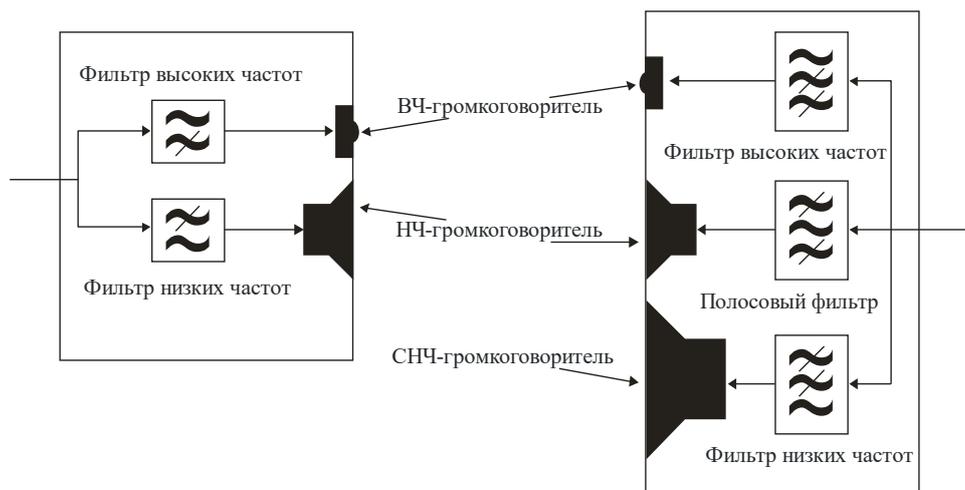
Громкоговоритель часто состоит из двух элементов:

- высокочастотного громкоговорителя для воспроизведения высоких частот;
- низкочастотного громкоговорителя.

Функции СНЧ-громкоговорителя заключаются в расширении амплитудно-частотных характеристик громкоговорителя в области более низких частот. Для воспроизведения частот, которые выходят за пределы возможностей низкочастотного громкоговорителя, может быть добавлен СНЧ-громкоговоритель.

РИСУНОК 3

Двухполосные и трехполосные громкоговорители с внутренними переходными фильтрами



BS.0775-03

Ввиду того что низкие частоты являются менее направленными, чем высокие частоты, для установок с большим количеством громкоговорителей практически возможно использование одного отдельного СНЧ-громкоговорителя. В настоящее время на рынке существует большой выбор звуковых систем, в которых основные громкоговорители имеют небольшие размеры, с ограниченным низкочастотным выходом, и, таким образом, общая эффективность системы зависит от включения в нее отдельного блока с СНЧ-громкоговорителем.

Что такое LFE?

Канал низкочастотных эффектов наиболее часто встречается в Dolby AC-3 и в качестве ".1" – в "5.1", хотя он также присутствует в некоторых других звуковых системах. Задача канала низкочастотных эффектов Dolby AC-3 (LFE или "0.1") заключается в создании канала для эффектов громкости, которые в противном случае привели бы к перегрузке какого-либо нормального канала. Существуют две характеристики LFE, которые подходят для этого случая: он имеет ограниченную ширину полосы всего лишь в 120 Гц и при воспроизведении требует усиления в 10 дБ. Пять нормальных каналов в Dolby AC-3 имеют полную ширину полосы (от DC до половинной частоты дискретизации); LFE представляет собой канал с дробной шириной полосы, который кодирует лишь ограниченный диапазон частот.

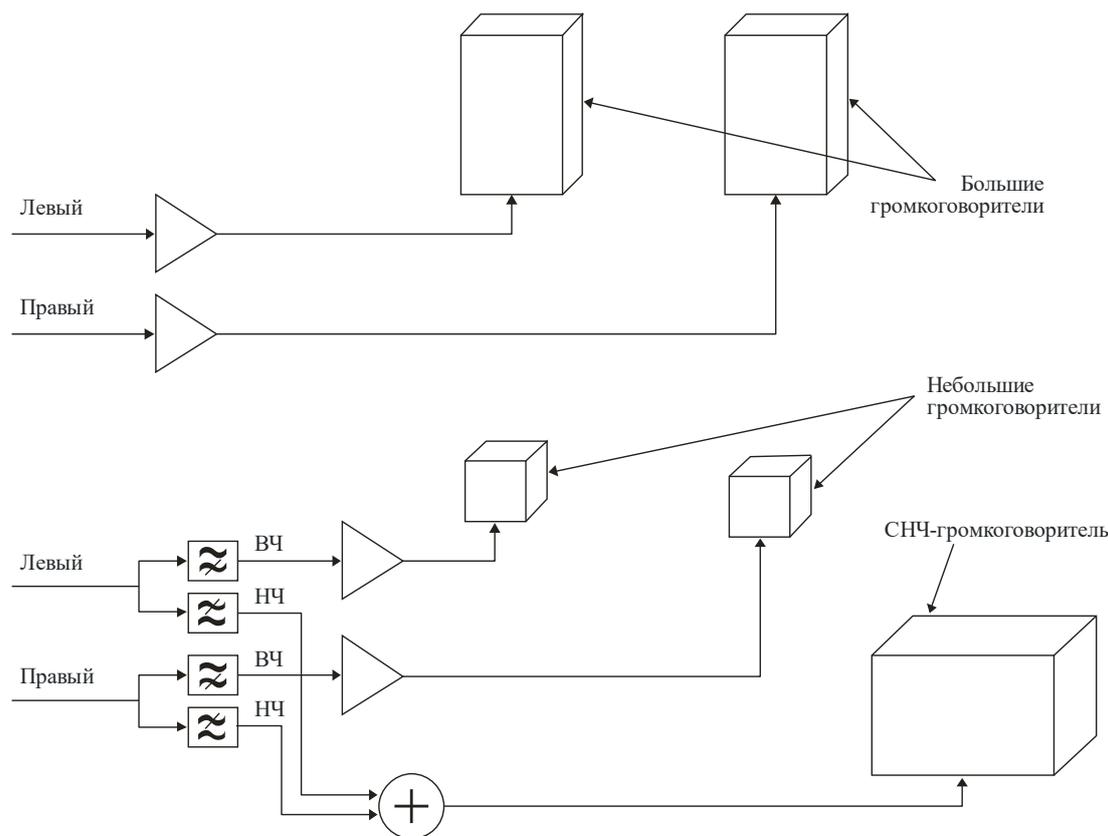
И хотя в настоящей Рекомендации LFE означает "низкочастотные эффекты", в других стандартах он может описываться как "канал расширения возможностей в области низких частот". Ввиду конструктивных особенностей многоканальных звуковых систем и в силу того факта, что канал LFE очень часто не используется системами воспроизведения, целесообразнее его рассматривать только в качестве расширения возможностей – и, разумеется, не в качестве основного компонента звуковой программы.

2 Использование СНЧ-громкоговорителя для расширения диапазона частот

Ввиду того что эффективность работы громкоговорителей на низких частотах ограничивается их основными физическими характеристиками – чем больше их размер, тем лучше, – то целесообразно иметь возможность использовать один большой громкоговоритель для воспроизведения низких частот в сочетании с несколькими громкоговорителями меньшего размера, предназначенными для воспроизведения более высоких частот (при наличии пространственной информации). На рисунке 4 показаны шаги, которые следует предпринять для добавления СНЧ-громкоговорителя. В целях упрощения рисунка показаны два канала, однако в случае их большего количества действует тот же принцип.

РИСУНОК 4

Добавление СНЧ-громкоговорителя для воспроизведения низких частот
с использованием небольших громкоговорителей



BS.0775-04

В верхней части рисунка два больших громкоговорителя просто подсоединены к левому и правому сигналам. В нижней части рисунка показано, каким образом можно уменьшить размер основных громкоговорителей и, несмотря на это, по-прежнему получать хорошие амплитудно-частотные характеристики путем фильтрации высоко- и низкочастотных составляющих левого и правого сигналов. Высокие частоты (ВЧ) левого и правого каналов поступают на их соответствующие громкоговорители. Низкие частоты (НЧ) левого и правого каналов объединяются и направляются в СНЧ-громкоговоритель.

Для обеспечения оптимального функционирования такого сочетания необходимо обеспечить тщательное соответствие фильтров амплитудно-частотным характеристикам громкоговорителей и СНЧ-громкоговорителя, а также тщательное соответствие уровня основных громкоговорителей уровню СНЧ-громкоговорителя.

Этот процесс фильтрации и маршрутизации сигналов обычно называется "управлением низкими частотами" или "перенаправлением низких частот". Выполнение этой функции может обеспечиваться отдельным функциональным блоком (процессором обработки сигналов) или эта функция может быть физически встроена в блок СНЧ-громкоговорителя. В некоторых национальных продуктах контролируется конфигурация встроенной системы управления низкими частотами в соответствии с простыми системными установками, выполненными пользователем, с тем чтобы показать подключение "небольших" или "больших" громкоговорителей. Усилители могут определить, подключен ли СНЧ-громкоговоритель в дополнение к главным громкоговорителям. Наиболее совершенные системы способны автоматически корректировать свою работу путем подключения микрофона и последующей автоматической корректировки (создание и измерение испытательного сигнала).

Следует отметить, что СНЧ-громкоговоритель используется только по усмотрению слушателя и под его контролем.

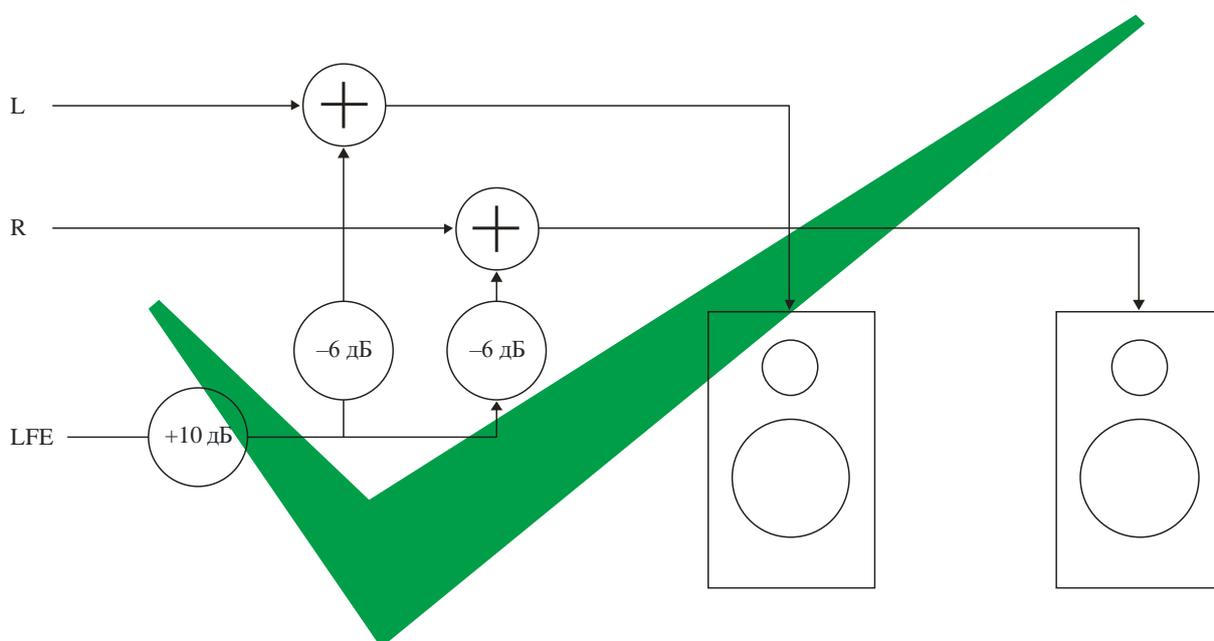
3 Использование канала LFE для обеспечения воздействия

Исключительно громкий низкочастотный звук является типичным для таких явлений, как взрывы мощных бомб, извержения вулканов или столкновения тектонических пород. Желание оказать воздействие на аудиторию за счет описания этих явлений может потребовать использования сигналов очень высокого уровня на низких частотах.

Хотя ширина полосы основных каналов Dolby AC-3 может достигать 0 Гц, уровень сигнала, требуемого для обеспечения исключительного воздействия, мог бы иметь большее значение, чем может быть представлено без цифрового ограничения. В соответствии со спецификацией при воспроизведении канала LFE необходимо обеспечивать усиление, равное 10 дБ. На рисунке 5 показано, каким образом сигнал LFE может сочетаться с основными каналами и направляться в громкоговорители. Применение усиления, равного 10 дБ, в сочетании с основными каналами должно обеспечиваться таким образом, чтобы не причинять перегрузки. Например, это можно было бы осуществлять в аналоговой форме.

РИСУНОК 5

Правильное использование канала LFE с "большими" громкоговорителями



BS.0775-05

На рисунке изображены два основных канала и канал LFE, но применяются одни и те же принципы как для режима "моно" (где не потребовалось бы ослабление в 6 дБ), так и для систем с несколькими громкоговорителями (где потребовалось бы ослабление в 6 дБ, если бы ко всем сигналам громкоговорителей были добавлены сигналы LFE).

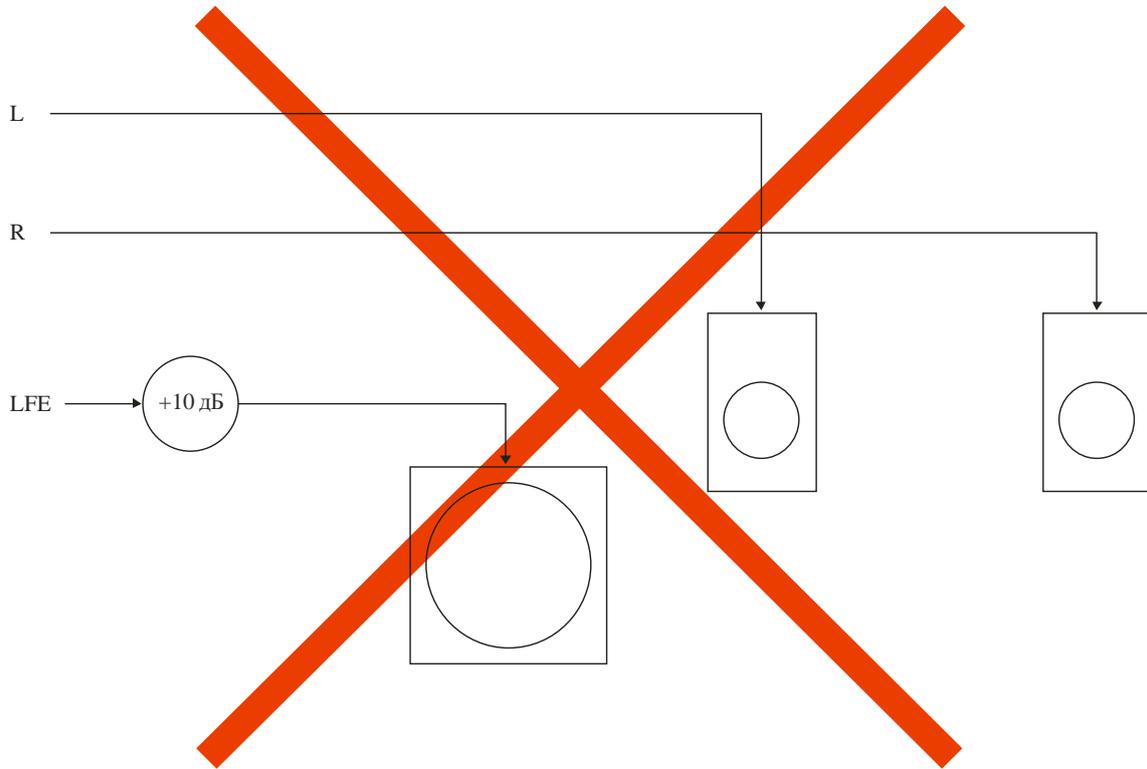
4 Подключение канала LFE к СНЧ-громкоговорителю

На рисунке 6 изображена система, при которой канал LFE подключается к СНЧ-громкоговорителю в системе с небольшими громкоговорителями. Это неправильно.

Низкие частоты в основных каналах не могут воспроизводиться небольшими громкоговорителями, а на СНЧ-громкоговоритель поступают только сигналы со специальными эффектами (считающиеся сигналами расширения возможностей), которые в иной схеме перегружали бы основные каналы. Даже несмотря на то, что система воспроизведения имеет отличные характеристики воспроизведения низких частот, контент очень низких частот в контенте основной программы теряется.

РИСУНОК 6

**Неправильное использование канала LFE с "небольшими" громкоговорителями.
Низкие звуковые частоты основных каналов не воспроизводятся**

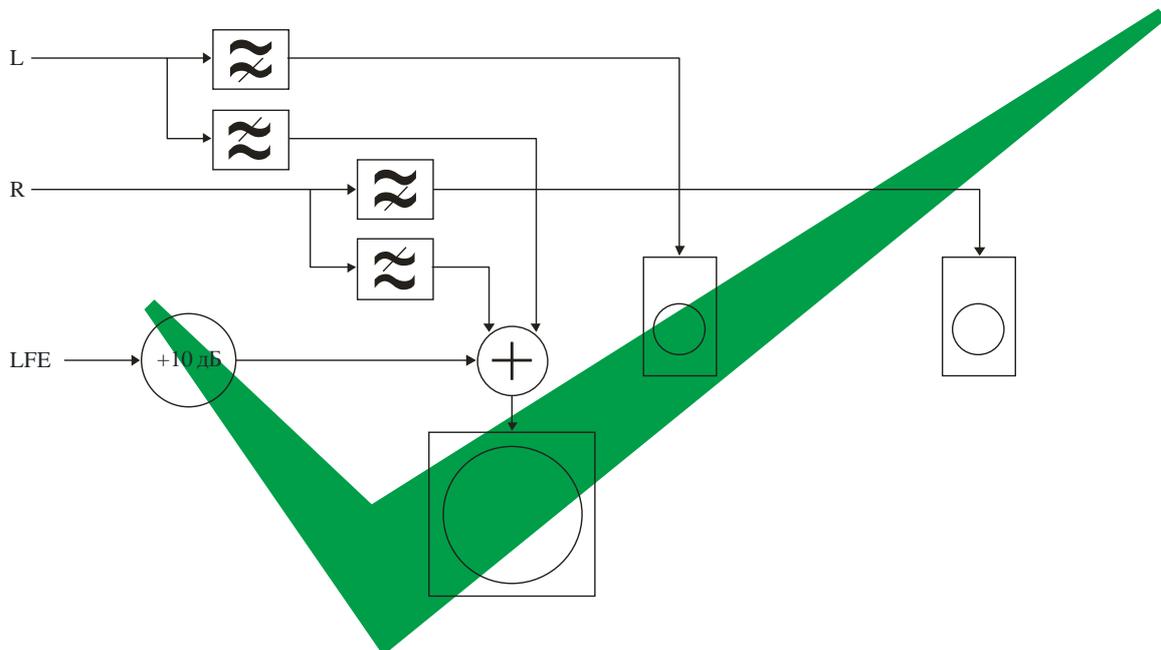


BS.0775-06

На рисунке 7 показана схема "2.1" с правильной конфигурацией, обеспечивающей использование системы управления низкими звуковыми частотами. Сигналы низких частот основных каналов, а также сигналы специальных эффектов канала LFE направляются в СНЧ-громкоговоритель.

РИСУНОК 7

**Правильное использование канала LFE и системы управления низкими звуковыми частотами
с "небольшими" громкоговорителями**



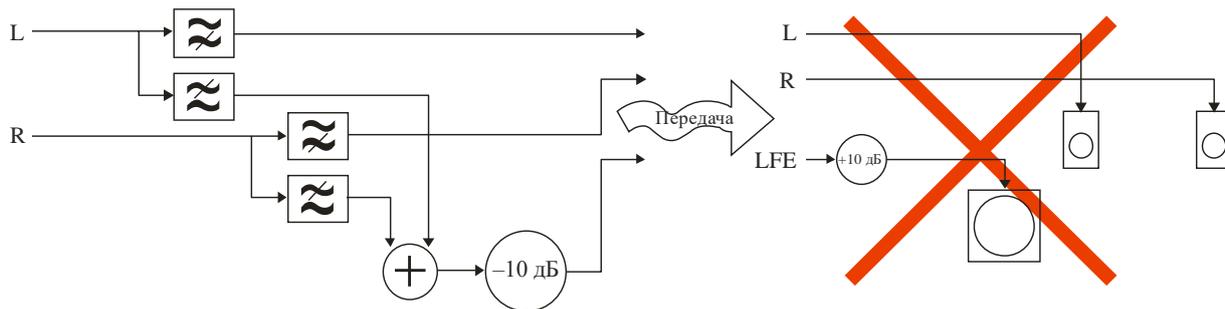
BS.0775-07

Это выглядит несколько сложнее, чем простой способ неправильного построения схемы (как на рис. б).

Радиовещательная организация может попытаться осуществить предварительную обработку своих передач, чтобы учесть неправильную конфигурацию домашних систем слушателей. Несмотря на то, что уже давно известно, что "из двух зол не получится добра", существует способ попытаться добиться этого с помощью канала LFE и СЧЧ-громкоговорителя. На рисунке 8 показана схема подачи сигналов основных каналов в канал LFE до осуществления передачи, исходя из предположения, что они будут воспроизводиться СЧЧ-громкоговорителем в домашней системе.

РИСУНОК 8

"Неправильное управление" низкими звуковыми частотами перед передачей, чтобы компенсировать неправильную конфигурацию в домашней системе (показаны только два канала)



BS.0775-08

Такое неправильное управление низкими звуковыми частотами каналом LFE и СЧЧ-громкоговорителем еще более усугубляется проблемой амплитудно-частотных характеристик. Показанная на рисунке 8 схема, хотя и является "неправильной", для некоторых могла бы оказаться эффективной, но это зависит от надлежащего соответствия амплитудно-частотных характеристик. Если переходная частота фильтров разделения входного звукового сигнала при передаче не соответствует частотным характеристикам СЧЧ-громкоговорителя, то может образоваться прерывание сигнала из-за того, что частота контента, которая оказалась слишком низкой, чтобы ее можно было воспроизвести на основных громкоговорителях, не была подана в канал LFE, либо потому, что частота контента, направляемого на канал LFE, была слишком высокой, чтобы он мог ее воспроизвести.

Каких-либо допущений в отношении амплитудно-частотных характеристик громкоговорителей основных каналов и СЧЧ-громкоговорителя сделать невозможно, так как это полностью зависит от конструктора и изготовителя.

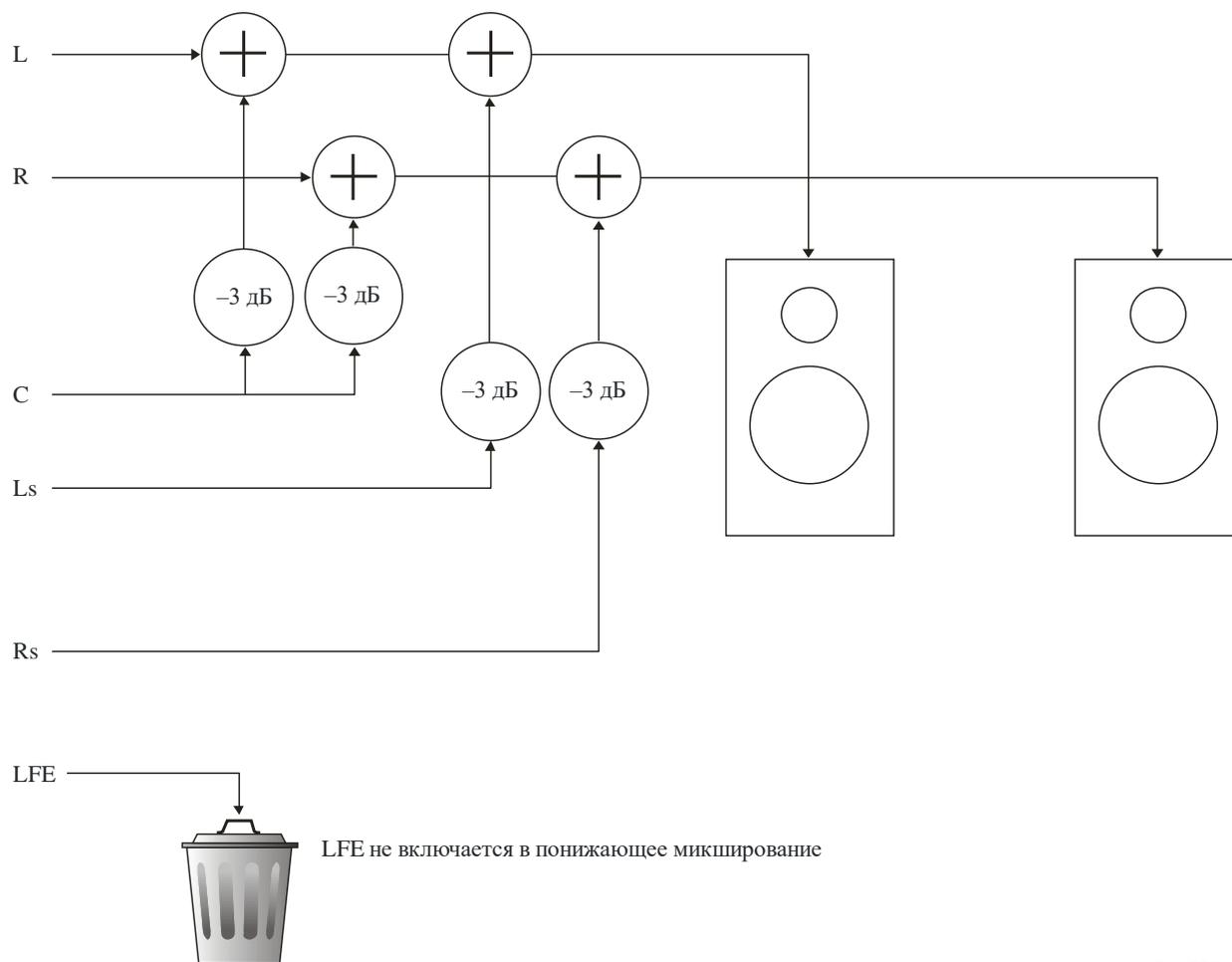
Как и при неправильном использовании канала LFE, в данном случае не учитывается один из фактов реальной действительности, связанной с радиовещанием объемного звучания: большая часть аудитории не слушает объемный звук и это подводит нас к предмету "понижающего микширования".

5 Понижающее микширование вещательного объемного звука

Даже при прослушивании радиопередач, транслируемых в режиме объемного звучания, значительная часть аудитории продолжает использовать только два громкоговорителя либо по соображениям стоимости, либо из-за практических трудностей, связанных с установкой. Эти слушатели воспринимают звук понижающего микширования, когда центральный канал и каналы объемного звучания микшируются во фронтальном левом и фронтальном правом каналах (в той степени, которая контролируется метаданными в потоке вещательных звуковых программ). На рисунке 9 показано, каким образом это осуществляется в приемнике. Показанные затухания, равные 3 дБ, служат лишь примером, а фактические значения регулируются радиовещательной организацией и передаются в виде метаданных в звуковом потоке. Канал LFE, как правило, не включается в понижающее микширование. (Если бы он включался, то, скорее всего, это перегружало бы небольшие стереофонические громкоговорители, которыми пользуется большинство телезрителей.)

РИСУНОК 9

Понижающее микширование системы объемного звучания "5.1" до двухканального стереосигнала, как правило, исключает канал LFE

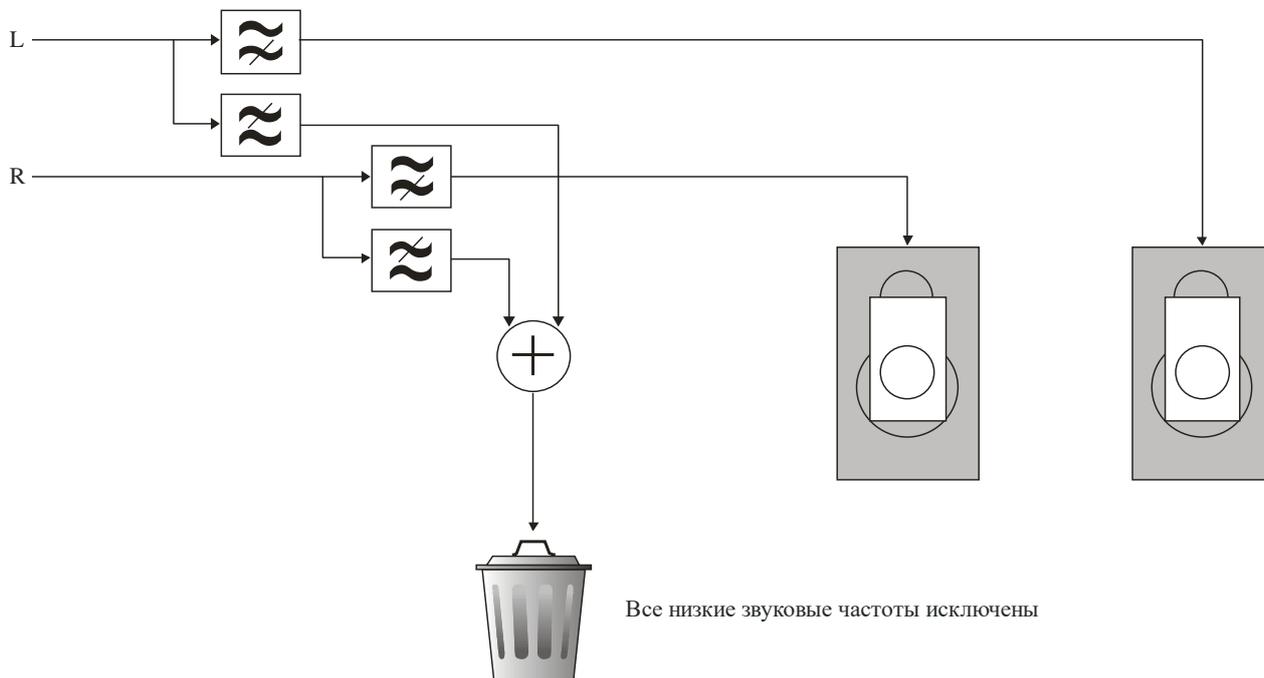


BS.0775-09

Принимая это во внимание, можно отметить, что чистый результат "двух зол", показанных на рисунке 8, будет таким, как показано на рисунке 10. При наличии двух громкоговорителей аудитория будет слышать звук небольшого громкоговорителя независимо от того, какие громкоговорители установлены – небольшие или большие.

РИСУНОК 10

Чистым результатом "неправильного управления" низкими звуковыми частотами перед передачей для слушателей сигналов понижающего микширования на "больших" громкоговорителях является звук "небольших" громкоговорителей



BS.0775-10

Радиовещательная организация могла бы попытаться исправить эту ситуацию, добавив третье "зло" и вместо того, чтобы исключить низкие частоты из основных каналов и направить их в канал LFE, их можно было бы продублировать и оставить также и в основных каналах. За счет этого слушатели, вложившие средства в правильно сконфигурированную систему объемного звучания с управлением низкими звуковыми частотами и СНЧ-громкоговорителем, получали бы в два раза больше того, что они должны были бы получать.

Поэтому канал LFE следует рассматривать как не более чем один из элементов "расширения возможностей" и, конечно же, не как существенную часть микширования. Отмечалось, что канал LFE можно было бы рассматривать в качестве элемента "расширения возможностей" конкретно для аудитории, вложившей средства в систему объемного звучания, при том понимании, что остальная часть аудитории, скорее всего, будет слушать стереозвук из громкоговорителей более низкого качества, которые испытывали бы перегрузку при подаче на основные каналы низкочастотных сигналов высокого уровня. Пока не установлено, в какой степени это является проблемой, по сравнению с уровнем, на котором ограничивается сигнал, и необходимо иметь в виду, что слушатели стереосигнала не должны ощущать, что до них доходит программа не в полном объеме.

6 Системы Dolby E LFE и Dolby AC-3 LFE

Более ощутимая опасность возникает при производстве программы. Радиовещательные сети, использующие систему Dolby AC-3, часто во время производства программ пользуются системой Dolby E, поскольку она позволяет хранить и передавать сигналы объемного звучания, используя существующие стереофонические оборудование и инфраструктуру. Частотные характеристики канала LFE в системе Dolby E не являются такими же, как и в системе Dolby AC-3. Через канал Dolby E LFE можно передавать контент с намного более высокими частотами, чем через кодек Dolby AC-3, что еще более снижает уверенность в том, что слушатели домашних систем получают именно то, что планировалось в студии. Даже при тщательной конфигурации и управлении низкочастотными звуковыми сигналами в студии, широкополосный сигнал, подаваемый в канал Dolby E LFE, к моменту, когда он дойдет до аудитории, будет обработан фильтром низких частот.

Переход от использования Dolby E к использованию линейной ИКМ (где канал, используемый для LFE, будет иметь полную ширину полосы) говорит о том, что существует намного больше возможностей для производства сигналов, несовместимых с каналом LFE.

7 Технические требования

Канал LFE должен быть способен обрабатывать сигналы в диапазоне 20–120 Гц.

В Приложении 7 к настоящей Рекомендации указано, что канал LFE записывается со смещением уровня на –10 дБ для записи и обмена многоканальным звуковым программным материалом, и такое смещение компенсируется в системе воспроизведения. Уровень канала LFE должен передаваться при воспроизведении с положительным усилением смещения, равным 10 дБ, относительно основных каналов воспроизведения.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – В кинопроизводстве канал LFE кодируется таким образом, чтобы при воспроизведении требовалось положительное усиление 10 дБ, а уровень воспроизведения для DVD-видео установлен на положительное усиление 10 дБ относительно основных каналов. Однако в музыкальном производстве, например DVD-Audio либо Super Audio CD, в настоящее время канал LFE кодируется таким образом, чтобы при воспроизведении требовалось нулевое усиление смещения; такое использование канала LFE не соответствует положениям настоящей Рекомендации.

Кодирование основных каналов не должно опираться на маскировку, обеспечиваемую каналом LFE. Однако кодирование канала LFE может пользоваться маскировкой, получаемой за счет звука, воспроизводимого основными каналами.

В радиовещании цель этого дополнительного канала заключается в том, чтобы дать возможность слушателям, по их усмотрению, расширять низкочастотный контент воспроизводимой программы с точки зрения как частоты, так и уровня. Первоначально это было разработано в киноиндустрии для своих цифровых звуковых систем. Как правило, он не опускается ниже частотных характеристик основных каналов. Поэтому потребность в канале LFE для домашнего радиовещания представляется ограниченной. Канал LFE в системе "5.1" должен быть задействован лишь в том случае, если все пять основных каналов достигают ограничения.

В киноиндустрии канал LFE переносит низкочастотные эффекты высокого уровня, которые должны поступать в специальные низкочастотные громкоговорители (СНЧ-громкоговорители). В этом заключается существенное отличие от домашних установок, в которых управление низкими звуковыми частотами используется для сочетания или разделения сигналов, подаваемых в громкоговорители, которые могут включать, а могут и не включать СНЧ-громкоговорители.

СНЧ-громкоговоритель представляет собой ценное дополнительное устройство в системе громкоговорителей с ограниченными низкочастотными характеристиками, если обеспечивается надлежащая конфигурация управления низкими звуковыми частотами. Следует понимать, что это никоим образом не связано с каналом LFE. СНЧ-громкоговоритель подключен к системе управления низкими звуковыми частотами, а не к каналу LFE. Низкие звуковые частоты основных каналов могут быть добавлены к сигналу LFE и этот объединенный сигнал направляется в СНЧ-громкоговоритель, либо сигнал LFE может быть добавлен в основные каналы и этот объединенный сигнал подается на основные громкоговорители. Прямое подключение канала LFE к СНЧ-громкоговорителю определяется допущением того, что частотные характеристики (и общий коэффициент усиления) всех громкоговорителей, всех СНЧ-громкоговорителей и всех систем для управления низкими звуковыми частотами разработаны таким образом, чтобы обеспечивать взаимодействие. Такое допущение, очевидно, не является корректным. Хотя и признается, что количество бытовых потребителей, которые по своему усмотрению пользуются каналом LFE, является, скорее всего, ограниченным, признается также, что в звуковой системе ТВЧ имеются другие мнения, при которых шире используется этот вариант.

В связи с использованием канала LFE вполне могут возникать эксплуатационные проблемы и проблемы конфигурации. Они усугубляются использованием СНЧ-громкоговорителей при неправильном понимании роли каждого из этих элементов. Не следует предпринимать никаких попыток к тому, чтобы компенсировать предполагаемые характеристики неправильно сконфигурированных домашних установок за счет использования канала LFE.

Дополнительные сложности возникают в связи с широким распространением понижающего микширования стереосигнала, которое представляется более предпочтительным, чем системы с громкоговорителями объемного звучания. В такой ситуации весь контент канала LFE попросту утрачивается. Основные каналы **должны** содержать все существенные элементы программы, необходимые для аудитории.

Канал LFE не должен использоваться для всего низкочастотного контента многоканального звукового представления. Канал LFE является одной из дополнительных функций в приемнике и поэтому должен нести только дополнительную информацию "расширения возможностей".

(Подобным образом каналы объемного звучания должны переносить свою собственную низкочастотную информацию, а не микшироваться во фронтальных каналах. Такое прямое микширование низкочастотных звуков является дополнительной функцией приемника для снижения требований к громкоговорителям объемного звучания.)

Большинство программ телевизионного и радиовещания не нуждаются в использовании канала LFE. Поэтому для многих программ канал LFE будет беззвучным. Если предполагается, что в определенных обстоятельствах использование канала LFE будет полезным, то он должен использоваться только при достижении полного понимания того, каким образом предполагается обеспечить работу всей системы LFE, понижающего микширования стереосигнала, управления низкими звуковыми частотами и СНЧ-громкоговорителей.

Изготовителям звуковых и телевизионных приемников в этой связи настоятельно рекомендуется предоставлять своим потребителям четкие инструкции о надлежащей конфигурации своих аудиосистем, чтобы потребители могли в полной мере воспользоваться преимуществами звукового формата "5.1", если он имеется в программах радиовещания.

По возможности потребителям следует сообщать о том, что если их аудиосистемы включают СНЧ-громкоговоритель, то его следует подключать посредством надлежащим образом сконфигурированной системы управления низкими звуковыми частотами.

8 Влияние фильтров нижних частот (LPF)

В цепочке радиовещания часто используются фильтры нижних частот (LPF), как показано на рисунке 11. Каскадное использование фильтров нижних частот (LPF) увеличивает групповую задержку, как показано на рисунке 12, и такая большая групповая задержка может ухудшить качество звука. Следует также отметить, что громкоговорители LFE со встроенным усилителем имеют относительно большую групповую задержку, как показано на рисунке 13.

РИСУНОК 11

Возможное каскадное использование LPF в цепочке радиовещания

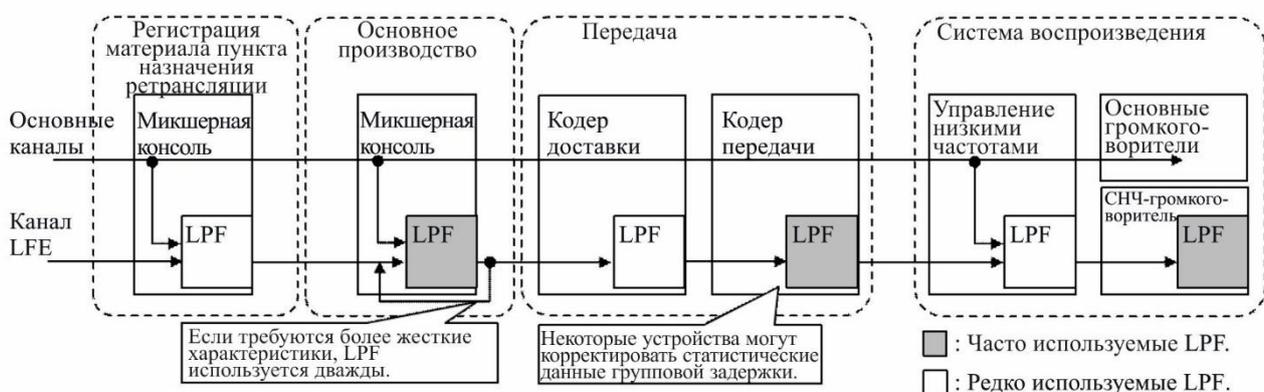
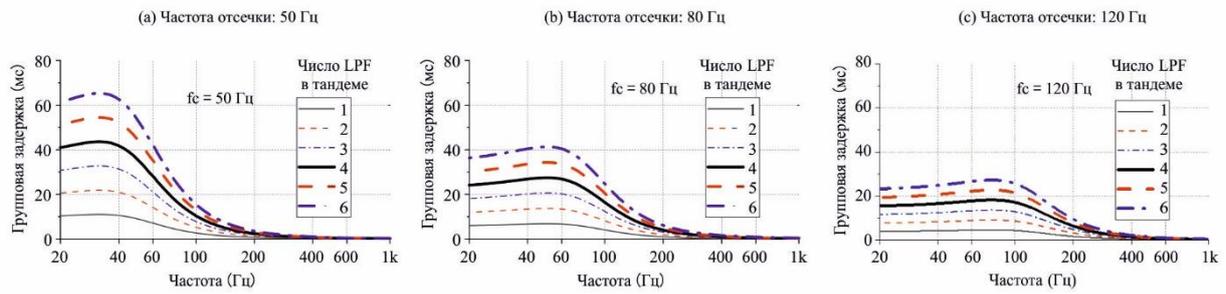
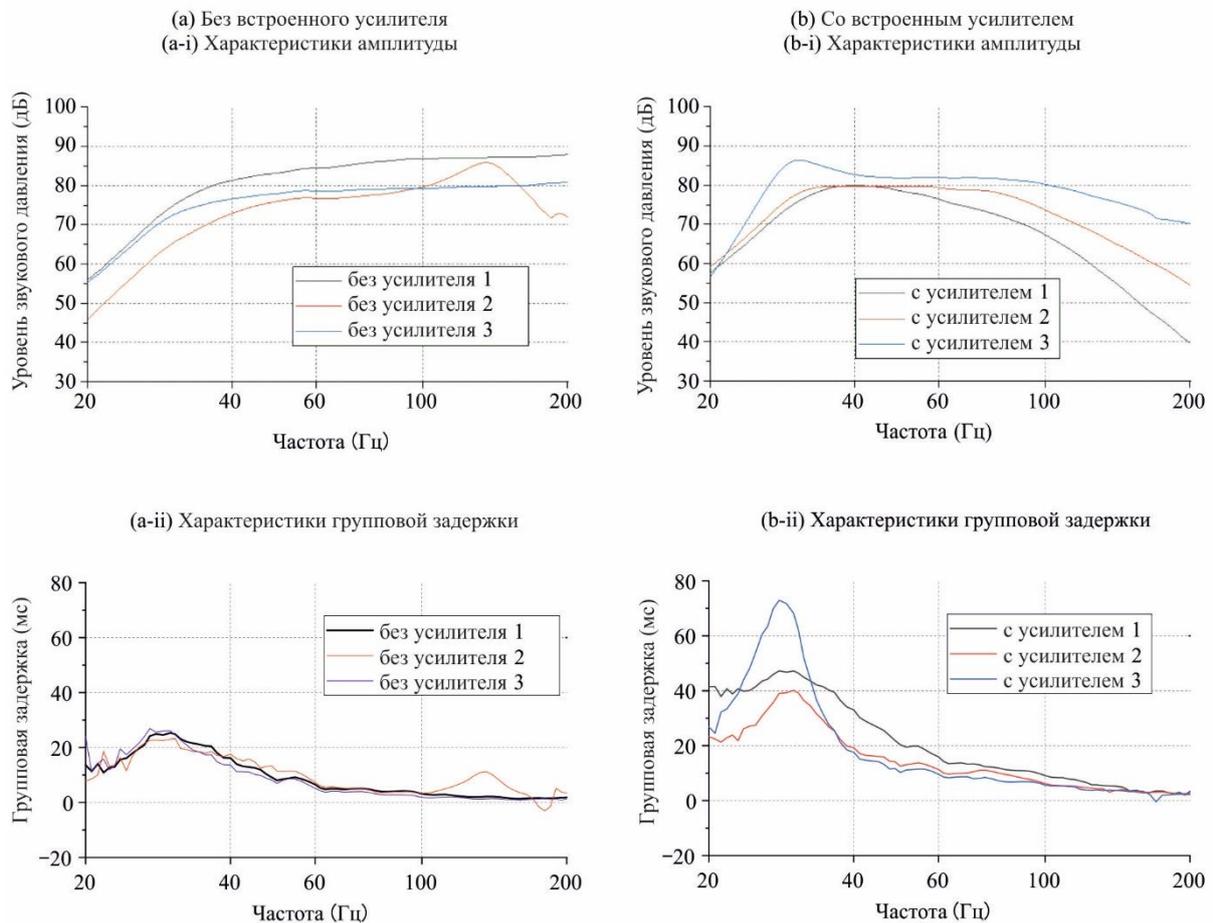


РИСУНОК 12
Характеристики групповой задержки LPF в тандеме



BS.0775-12

РИСУНОК 13
Примеры характеристик амплитуды и групповой задержки громкоговорителей для LFE



BS.0775-13

Приложение 8

Кодирование совместимости с помощью матричной схемы и нисходящее микширование

Методы обеспечения обратной совместимости и нисходящей совместимости описаны в Приложении 3. В Приложении 4 содержатся уравнения нисходящего микширования для материала источника формата 3/2.

Однако признано, что желательно иметь альтернативные коэффициенты нисходящего микширования для сигналов объемного звучания (LS/RS) в зависимости от типа программного материала.

Радиовещательная организация должна указывать четыре альтернативных коэффициента нисходящего микширования для сигнала объемного звучания.

0,7071

0,5000

0,0000

Резервный коэффициент

Необходимо передавать дополнительную информацию, указывающую, какой именно коэффициент должен использоваться.
