



## Listening conditions for the assessment of sound programme material: multichannel sound

EBU Tech. 3276-E, Supplement 1

May 2004

### **Внимание!**

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

## Условия прослушивания для оценки звукового программного материала: многоканальный звук

EBU Tech. 3276-E, Дополнение 1

Май 2004

<b>ОБЛАСТЬ ОХВАТА</b>	<b>3</b>
<b>ПАРАМЕТРЫ ЗВУКОВОГО ПОЛЯ ДЛЯ АППАРАТНЫХ ПРОСЛУШИВАНИЯ</b>	<b>3</b>
<b>1. Общие требования</b>	<b>3</b>
1.1. Прослушивание через громкоговорители	3
1.2. Канал низкочастотных эффектов (LFE)	3
<b>2. Акустические параметры</b>	<b>3</b>
2.1. Прямой звук	3
2.2. Ранние отражения	4
2.3. Поле реверберации	4
2.4. Детекторная характеристика аппаратной	4
2.5. Уровень прослушивания	4
2.6. Установка канала LFE	5
2.7. Фоновый шум	5
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 МНОГОКАНАЛЬНОЕ ПРОСЛУШИВАНИЕ ЧЕРЕЗ ГРОМКОГОВО-</b>	
<b>РИТЕЛИ: РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЗВУКА И СЛУШАТЕЛЕЙ</b>	<b>6</b>
1. Общее	6
2. Организация многоканального прослушивания	6
3. Отдельные басовые динамики	7
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ДИЗАЙН АППАРАТНЫХ ПРОСЛУШИВАНИЯ И ЗВУКОВОГО</b>	
<b>КОНТРОЛЯ</b>	<b>8</b>
1. Общее	8
2. Размеры аппаратной прослушивания	8
3. Другие требования к дизайну	8
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ОПОРНЫЕ МОНИТОРЫ</b>	<b>8</b>
1. Термины и определения	8
2. Технические требования	8
2.1. Общее	8
2.2. Частотная характеристика	8
2.3. Направленные характеристики	8
2.4. Искажение	8
2.5. Время затухания	8
2.6. Временная задержка	8
2.7. Динамический диапазон	8
2.8. Отдельные низкочастотные динамики.	8
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4 ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСЛУШИВАНИЯ С СОПРОВОЖДАЮЩИМ</b>	
<b>ИЗОБРАЖЕНИЕМ</b>	<b>9</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b>	<b>11</b>

## **Условия прослушивания для оценки звукового программного материала: многоканальный звук.**

### **Область охвата**

Основная часть технического документа 3276 “Условия прослушивания для оценки звукового программного материала: моно и 2-канальное стерео” [1] не включает рекомендаций для звуковых систем или программного материала с использованием более двух каналов. Цель настоящего дополнения - добавление требований, связанных с использованием дополнительных каналов. В этом контексте «многоканальный» означает более двух каналов воспроизведения, используемых проверенной 2-канальной стереосистемой.

Рамки данного дополнения ограничены многоканальной звуковой системой, описанной в Рекомендации ITU-R BS.775-1 [2], с пятью основными громкоговорителями с полной полосой частот, обычно расположенных по периметру круга, в центре которого находится главная позиция прослушивания (5.0), с опциональным каналом «низкочастотного расширения» (5.1). В целях согласования с установленной практикой кино этот канал “0.1” будет называться в документе каналом низкочастотных эффектов (LFE), что более четко описывает его функцию. В BS.775-1 для такой расстановки громкоговорителей используется код “3/2” (три передних канала / два объемных канала). Кроме того, уровни прослушивания в настоящем документе соответствуют Рекомендованной практике SMPTE RP200 [9].

Для облегчения перекрестных ссылок дополнение имеет ту же схему и заглавия разделов, что и основной документ, даже если во многих случаях дополнительных или измененных требований нет.

Рекомендации, данные в дополнении, следует считать дополнительными или альтернативными рекомендациям основной части Tech. 3276. Для ясности и повышения читабельности данного дополнения без массы перекрестных ссылок некоторые фрагменты текста основной части технического документа 3276 повторяются или обобщаются.

### **Параметры звукового поля для аппаратных прослушиваний**

#### **1. Общие соображения**

##### **1.1. Прослушивание через громкоговорители**

Качество условий прослушивания в аппаратной определяется свойствами звукового поля, создаваемого мониторами в области прослушивания (см. Приложение 1) на высоте уха слушателя (примерно на 1.2 м выше уровня пола).

Основные компоненты звукового поля - прямой звук, ранние и последующие отражения, образующие поле реверберации. Все эти компоненты зависят от времени и частоты.

Многоканальные звуковые системы часто используются вместе с презентациями сопровождающих изображений [2,3,4]. Во многих случаях согласовать требования расстановки для прослушивания и просмотра бывает сложно. В Приложении 5 дается руководство по потенциально конфликтующим требованиям.

##### **1.2. Канал низкочастотных эффектов (LFE)**

Многие параметры не применяются к каналу LFE, см. Приложение 1, раздел 3 и Приложение 3, раздел 2.8.

#### **2. Акустические параметры**

##### **2.1. Прямой звук**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

## 2.2. Ранние отражения

*Дополнительных или измененных требований нет.*

## 2.3. Поле реверберации

*Дополнительных или измененных требований нет.*

## 2.4. Детекторная характеристика аппаратной

Многоканальная система 5.0 основана на использовании пяти идентичных полнофункциональных дискретных каналов. Каждый из этих каналов должен удовлетворять тем же допускам характеристики, что и в моно или 2-канальном стерео прослушивания, как сказано в основной части EBU Tech. 3276.

Обычно для всех пяти каналов используется одно и то же оборудование. Однако системы с громкоговорителями с пониженным выводом басов можно использовать вместе с одним или более отдельных басовых динамиков. Действительная характеристика каждого из пяти основных громкоговорителей должна соответствовать спецификации детекторной характеристики аппаратной. Если число отдельных басовых динамиков не соответствует числу основных громкоговорителей, матрицирование низкочастотных ведущих сигналов должно быть таким, чтобы гарантировать необходимую пропорцию сигнала каждого основного канала.

При нескольких (т.е. >2) громкоговорителях обычно невозможно использовать одинаковую электронную кривую выравнивания для всех каналов. Передние левый и правый громкоговорители следует настраивать согласно основной части Tech. Doc. 3276 (как для 2-канальной стереофонии). Выравнивание центрального громкоговорителя должно максимально таким же. Кривые выравнивания для двух задних громкоговорителей должны быть одинаковы. Рекомендуется делать коррекцию только в низкочастотном диапазоне ( $f < 300$  Hz).

Важно, чтобы характеристики трех передних громкоговорителей были строго согласованы.

## 2.5. Уровень прослушивания

Уровень, создаваемый каждым из пяти основных каналов по отдельности, следует регулировать так, чтобы:

$$LLISTref = 96 \text{ dB SPL, с опорой на уровень цифрового сигнала FSD.}$$

Для этого следует использовать сигнал, состоящий из шума равной энергии на октаву и охватывающий частотный диапазон от 500 Hz до 2kHz. Измерения следует производить на среднем уровне сигнала, равном установочному уровню, определенному здесь на 18 dB ниже цифрового FSD. В этих условиях усиление громкоговорителей следует регулировать до получения опорного уровня прослушивания как уровень звукового давления  $96 - 18 = 78$  dB (SPL) на каждый громкоговоритель. Измерения следует производить в опорной позиции прослушивания (см. Рис. 1 в Приложении 1) с помощью С-взвешенного измерителя уровня звука с медленной реакцией (SLM), согласующийся с IEC651.

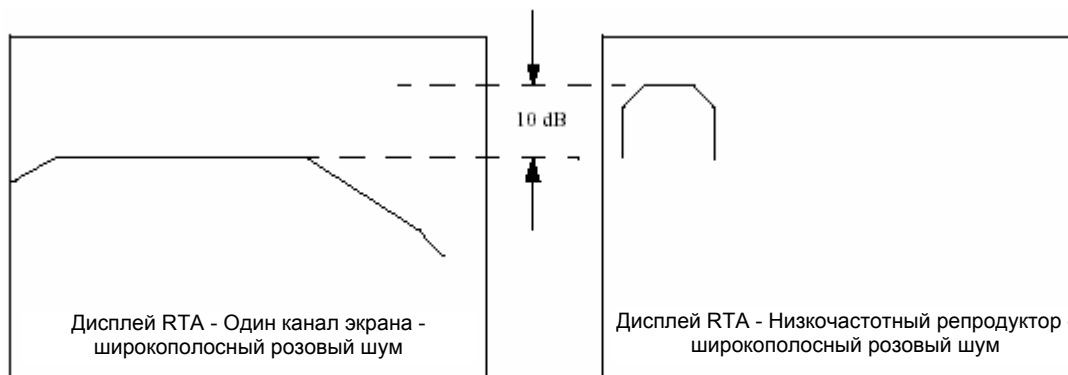
Примечание 1: Эта процедура дает уровень воспроизведения, аналогичный установочному уровню согласно основной части Tech Doc. 3276 для систем воспроизведения 2.0.

Разница между уровнями двух любых каналов не должна превышать 1 dB.

Для многоканального прослушивания особенно важно строгое согласование трех передних громкоговорителей. Они должны быть отрегулированы так, чтобы разница между любыми двумя из них была меньше 0.5 dB.

## 2.6 Установка канала LFE

Канал LFE должен показывать 10 dB воспроизводимого усиления по сравнению с основными каналами воспроизведения. Правильный уровень прослушивания для этого канала можно установить с помощью сигнала, состоящего из шума равной энергии на октаву и охватывающего частотный диапазон от 20 Hz до 100 Hz, и отобразив результирующий уровень звукового давления в анализаторе спектра реального времени (RTA). Правильная установка схематично изображена на следующих рисунках:



Канал LFE можно также выровнять по уровню воспроизведения 106 dB SPL с опорой на цифровой FSD, с помощью С-взвешенного измерителя SPL с медленной реакцией и с помощью сигнала, состоящего из розового шума в частотном диапазоне от 50 до 100 Hz.

Проблема может возникнуть с калибровкой канала LFE, если в аппаратной значительные внутренние формы (стоячие волны). Это в некоторой степени смягчается шумом с ограниченной полосой, вместо тонов, но в серьезных случаях может потребоваться вывести оценку среднего SPL, перемещая измеритель уровня звука вокруг опорной позиции прослушивания. Размах движения относительно опорной позиции зависит от размера области прослушивания, но для основы громкоговорителя 4 м должно быть достаточно движения SLM с колебанием +/- 0.5 м.

## 2.7. Фоновый шум

*Дополнительных или измененных требований нет.*

## Приложение 1 Многоканальное прослушивание через громкоговорители: расположение источников звука и слушателей.

### 1. Общее

Общие требования к расположению оборудования, высоте громкоговорителей, к углам наклона и размещению относительно границ помещения, к размещению позиций прослушивания относительно границ помещения и к временным задержкам между каналами аналогичны требованиям для монофонического и 2-канального стереофонического звука, определенным в основной части Tech. Doc. 3276.

Для многоканального прослушивания требования к высоте и максимальному углу наклона применяются ко всем пяти основным громкоговорителям.

### 2. Организация многоканального прослушивания

Для многоканального прослушивания пять громкоговорителей должны располагаться согласно Рис. 1. (См. Рекомендацию ITU-R BS:775-1 [2].)

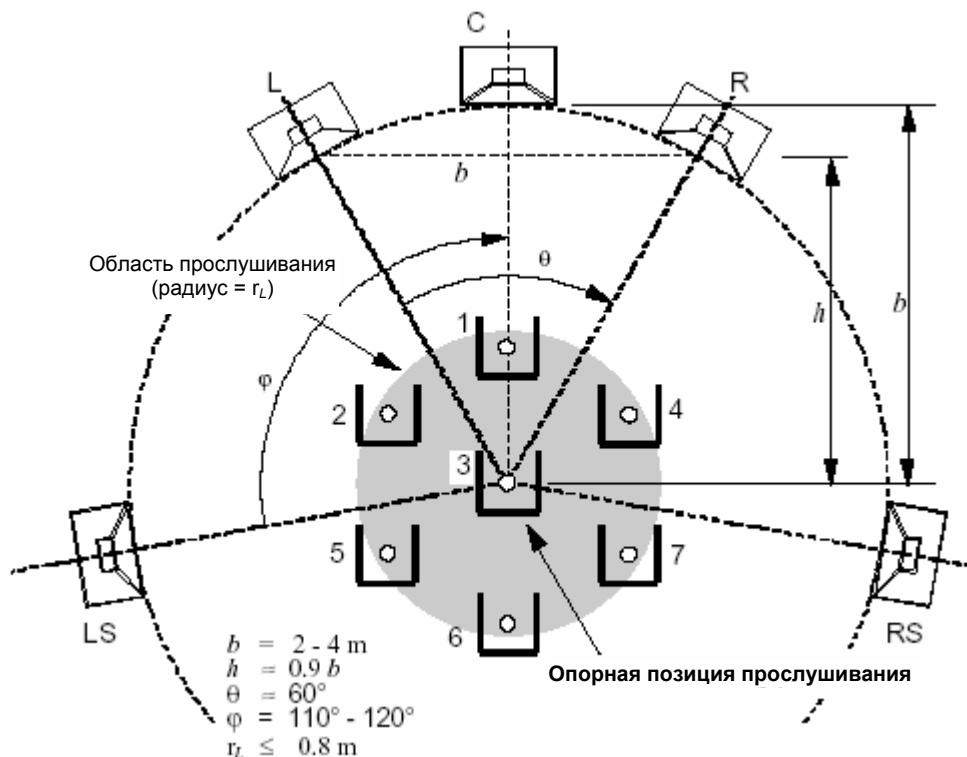


Рис. 1 Типичное расположение для 5-канального прослушивания

Основные громкоговорители должны размещаться симметрично линии от опорной позиции прослушивания до центрального переднего громкоговорителя.

Для многоканального прослушивания более важен баланс перед-зад и менее важен баланс лево-право, поскольку центральный передний громкоговоритель склонен стабилизировать фронтальные изображения. Поэтому расположение мест будет шире (слева направо) и менее глубоким (спереди назад), чем расположение для 2-канальной стереофонии.

Если громкоговорители нельзя поставить в опорном кругу, например, в центре спереди, из-за экрана просмотра, следует применять электронные задержки для компенсации различной длины акустического тракта.

Примечание 1 - Такое же расположение физических громкоговорителей можно использовать и для прослушивания 3/1 (объемный моносигнал, разделенный между задними динамиками), 3/0, 2/0 (традиционная 2-канальная стереофония) и 1/0 (моно).

### 3. Отдельные басовые динамики

При отсутствии канала LFE или отдельных громкоговорителей для LFE и основных каналов общие требования к отдельным басовым динамикам аналогичны требованиям для монофонического и 2-канального стереофонического звука, определенным в основной части Tech. Doc. 3276. Дополнительные требования для многоканального прослушивания находятся в Разделе 2.4 основной части данного дополнения.

Требования к характеристикам низкочастотного репродуктора и отдельных басовых динамиков разные. Отдельные басовые динамики должны расширять (ограниченные) характеристики громкоговорителя основного канала, обеспечивая правильные характеристики по всему спектру. Они должны соответствовать основным громкоговорителям по качеству и уровню звука. Они должны иметь дополняющую частотную характеристику, низкий уровень искажения и относительно крутой переход от полосы пропускания до области непропускания, используя фильтры высокого порядка. Переходная частота может быть в диапазоне 80 - 160 Hz, в зависимости от физического расположения отдельных басовых динамиков.

В отличие от этого, низкочастотный репродуктор может иметь диапазон частотной характеристики от 20 до 120 Hz и максимальный выходной уровень на +10 dB выше основных громкоговорителей. Он не обязательно должен давать столь слабое выходное искажение или иметь крутую переходную частоту.

При комбинации канала LFE и басовых частот основных каналов в один ряд громкоговорителей<sup>1</sup> для воспроизведения эти громкоговорители должны удовлетворять сразу обоим наборам требований. Эти наборы требований могут конфликтовать. Например, один низкочастотный репродуктор с совокупным частотным диапазоном до 120 Hz нельзя размещать слишком далеко от основных громкоговорителей, иначе он будет восприниматься как пространственно оторванный источник.

Это может быть приемлемо для сигнала LFE, но не для основного канала. На Рис. 2 показано получение входного сигнала громкоговорителя [5].

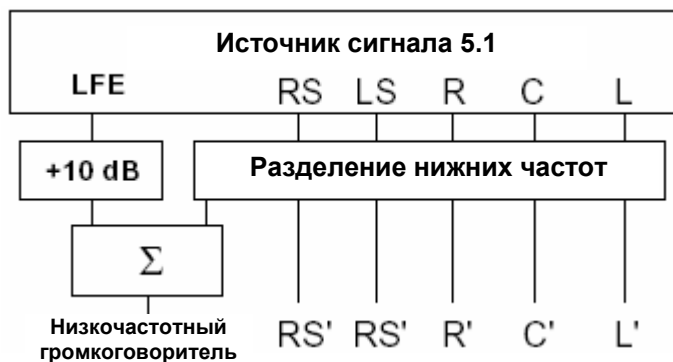


Рис. 2. Получение комбинированного сигнала низкочастотного репродуктора и LFE.

<sup>1</sup> Этот процесс обычно называется "организацией басов"

Если низкочастотный репродуктор не используется, рекомендуется **не** добавлять сигнал канала LFE к основным каналам, если только не известно, что основные громкоговорители позволяют дополнительные, потенциально большие низкочастотные отклонения без ухудшения качества звука основных каналов.

## **Приложение 2** **Дизайн аппаратных прослушивания и звукового контроля**

### **1. Общее**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

### **2. Размеры аппаратной прослушивания**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

### **3. Другие требования к дизайну**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

## **Приложение 3** **Опорные мониторы**

### **1. Термины и определения**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

### **2. Технические требования**

#### **2.1. Общее**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.2. Частотная характеристика**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.3. Направленные характеристики**

##### **2.3.1. Диаграммы направленности**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

##### **2.3.2. Показатель направленности**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.4. Искажение**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.5. Время затухания**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.6. Временная задержка**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.7. Динамический диапазон**

##### **2.7.1. Максимальный рабочий уровень звукового давления**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

##### **2.7.2. Уровень самообразующегося шума**

*Дополнительных или измененных требований нет.*

#### **2.8. Отдельные низкочастотные динамики.**

При использовании низкочастотных динамиков в виде отдельных басовых компонентов основных громкоговорителей или для канала низкочастотных эффектов требования могут конфликтовать. См. Приложение 1, Раздел 3.



## Приложение 4 Организация прослушивания с сопровождающим изображением

Добавление требований контролируемого просмотра к организации прослушивания может вызвать конфликт между двумя наборами требований. Если не принять мер, это серьезно ограничит диапазон допустимых размеров экрана. Экран может быть расположен либо прямо на линии между левым и правым громкоговорителями, либо немного сзади. В вещании только в редких случаях допускается размещать экран ближе к области прослушивания, чем линия между громкоговорителями или намного дальше края круга громкоговорителей<sup>2</sup>.

Наличие экрана также ведет к трудностям размещения центрального громкоговорителя. Высота экрана почти всегда делает невозможным удовлетворение требований к высоте и наклону громкоговорителей. «Акустически прозрачные» экраны позволяют поместить громкоговоритель в правильном месте за экраном. Однако такие экраны обычно ведут к изменению качества звука за счет затухания прямого звука и отражений и стоячих волн в пространстве между задней стороной экрана и передней стороной громкоговорителя. Иногда используются два центральных громкоговорителя, работающих синфазно, один выше, а другой ниже экрана. Такая расстановка может вызвать серьезные нарушения позиций прослушивания, не соответствующих горизонтальной оси симметрии.

Фактический размер экрана - это функция нескольких факторов – ширины базы оборудования, размера экрана, отношения форматов изображения и рекомендуемого расстояния просмотра изображения. Некоторые варианты опорной позиции прослушивания / просмотра показаны в Таблице 1. Требования для других возможных позиций прослушивания / просмотра зависят от расстояний, что затрудняет определение приемлемых мест для нескольких слушателей / зрителей.

Таблица 1. Отношение между некоторыми параметрами организации просмотра и прослушивания

Отношение формата экрана [6,7,8]	Дистанция просмотра = b*					Дистанция просмотра = h*				
	16:9 (широкоэкранное или HDTV)			4:3		16:9 (широкоэкранное или HDTV)			4:3	
Дистанция просмотра в виде кратного числа высоты экрана	3**	4	6	4	6	3**	4	6	4	6
Ширина экрана в виде дроби ширины базы, b	0.59	0.4 4	0.3 0	0.3 3	0.2 2	0.5 1	0.3 8	0.26	0.2 9	0.1 9
Ширина экрана, м***	1.19	0.8 9	0.5 9	0.6 7	0.4 4	1.0 3	0.7 7	0.51	0.5 8	0.3 8
Диагональ экрана, дюйм***	54	40	27	33	22	46	35	23	28	19

\* b и h относятся к Рис. 3.

<sup>2</sup> В кинопроизводстве экран может быть очень большим и отдаленным, но расстановка громкоговорителей тоже будет большой и в основном не будет удовлетворять другим требованиям к аппаратной прослушивания. Дополнительную информацию см. в Рекомендации ITU-R BS.1286 [4].

\*\* Рекомендовано для HDTV в Рекомендации ITU-R BT.710-3 [6]

\*\*\* На основе круга прослушивания радиусом 2 м.

Все эти примеры можно разместить в имеющемся пространстве, хотя многие размеры экрана здесь большие и могут обеспечиваться (в нынешнем состоянии технологии отображения) проекционными системами. Некоторые варианты проиллюстрированы на Рис. 3.

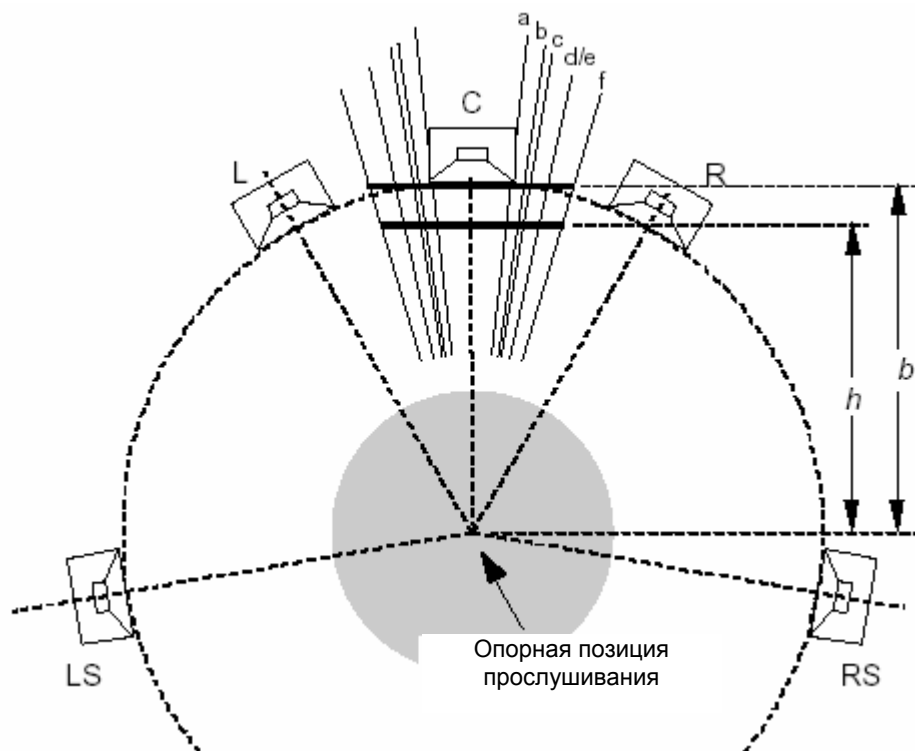


Рис. 3. Углы просмотра для разных систем телевидения.

Ключ к обозначению углов на Рис. 3.

Код	Стандарт телевидения	Отношение форматов телевидения	Дистанция просмотра	Угол просмотра
<i>a</i>	SDTV	4:3	6H	13
<i>b</i>	SD широкоэкранный	16:9	6H	17
<i>c</i>	SDTV	4:3	4H	19
<i>d</i>	SD широкоэкранный	16:9	4H	25
<i>e</i>	HDTV	16:9	4H	25
<i>f</i>	HDTV	16:9	3H	33

## Библиография

- [1] **EBU Tech 3276 (2nd Edition)** : *Listening conditions for the assessment of sound programme material : monophonic and two-channel stereophonic*
- [2] **ITU-R Recommendation BS.775-1**: *Multichannel sound systems with and without accompanying picture.*
- [3] **ITU-R Recommendation BS.1116-1**: *Methods for the subjective assessment of small impairments in audio systems including multichannel systems*
- [4] **ITU-R Recommendation BS.1286**: *Methods for the subjective assessment of audio systems with accompanying picture*
- [5] **Empfehlung für die Praxis SSF-01:  
Surround Sound Forum (VDT) 10/98**  
*Hörbedingungen und Wiedergabeanordnungen für Mehrkanal-Stereofonie.*
- [6] **ITU-R Recommendation BT.710-3**: *Subjective assessment for image quality in high-definition television*
- [7] **ITU-R Recommendation BT.811-1**: *Subjective assessment of enhanced PAL and SECAM systems*
- [8] **ITU-R Recommendation BT.1128-2**: *Subjective assessment of conventional television systems*
- [9] **SMPTE, RP 200**: *Relative and Absolute Sound Pressure Levels for Motion-Picture Multichannel Sound Systems.*