



## Listening conditions for the assessment of sound programme material: monophonic and two-channel stereophonic

EBU Tech. 3276 – 2<sup>nd</sup>

May 1998

---

### **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: монофония и 2-канальная стереофония

EBU Tech. 3276 – 2-ая редакция

Май 1998

---

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	<b>3</b>
<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. Прослушивание через наушники	3
<b>2. Акустические параметры</b>	<b>4</b>
2.1. Прямой звук	4
2.2. Ранние отражения	4
2.3. Поле реверберации	4
2.4. Детекторная характеристика аппаратной	5
2.5. Уровень прослушивания	6
2.7. Фоновый шум	7
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 МНОГОКАНАЛЬНОЕ ПРОСЛУШИВАНИЕ ЧЕРЕЗ ГРОМКОГОВО - РИТЕЛИ:РАСПОЛОЖЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ ЗВУКА И СЛУШАТЕЛЕЙ</b>	<b>8</b>
1. Общее	8
2. Стерео прослушивания	8
3. Отдельные басовые динамики	9
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ДИЗАЙН АППАРАТНЫХ ПРОСЛУШИВАНИЯ И ЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ</b>	<b>10</b>
1. Общее	10
2. Размеры аппаратной прослушивания	10
3. Другие требования к дизайну	10
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ОПОРНЫЕ МОНИТОРЫ</b>	<b>12</b>
1. Термины и определения	12
2. Технические требования	12
2.1. Общее	12
2.2. Частотная характеристика	13
2.3. Направленные характеристики	13
2.4. Искажение	13
2.5. Время затухания	14
2.6. Временная задержка	12
2.7. Динамический диапазон	13
2.8. Отдельные низкочастотные динамики.	13
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ 4 ОПОРНЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ НАУШНИКИ</b>	<b>15</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЯ</b>	<b>16</b>

## Введение

“Прослушивание” - неотъемлемая часть всех операций производства звуковых и телевизионных программ. Несмотря на огромный прогресс современной технологии контроля и измерения звука, эти объективные решения по-прежнему неспособны показать, как будет звучать программа в домашних условиях слушателя. Человеческое ухо может судить о эстетическом или художественном качестве программного материала и определенных аспектах технического качества. Однако для того, чтобы это ухо смогло вынести справедливую, беспристрастную оценку, ему надо обеспечить благоприятные условия.

Определенные здесь условия прослушивания относятся к двум ситуациям:

- *Аппаратные базового прослушивания:* Аппаратные, используемые для критической оценки и отбора программного материала для включения в программы радио или телевизионного вещания.
- *Аппаратные высококачественного звукового контроля:* Аппаратные, используемые для критической оценки качества звука в течение производственного процесса радио или телевизионного вещания.

Точность и качество условий прослушивания зависит от соответствующих параметров звукового поля, влияющего на уши слушателя. Их определение накладывает ряд ограничений на характеристики громкоговорителей, используемых для контроля, и свойства аппаратной. Можно отметить, что в случае прослушивания через наушники свойства помещения практически не влияют на условия прослушивания.

Основная часть настоящего документа излагает базовые требования к параметрам звукового поля. В четырех *Приложениях* даны рекомендации о способах удовлетворения этих требований.

Данные здесь условия прослушивания в той или иной степени могут стимулировать реализацию оборудования для прослушивания в других контекстах, например, выставок программ, оценки программ на конкурсах и субъективного тестирования технического качества звуковых систем.

## Параметры звукового поля для аппаратных прослушивания

### 1. Общие соображения

#### 1.1. Прослушивание через громкоговорители

Качество условий прослушивания в аппаратной определяется свойствами звукового поля, создаваемого монитором(ами) в области прослушивания (см. *Приложение 1*) на высоте уха слушателя(ей) (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.

#### 1.2. Прослушивание через наушники

При использовании наушников помещение практически не влияет. Требования к контрольным наушникам даны в *Приложении 4*.

## 2. Акустические параметры

### 2.1. Прямой звук

Прямой звук определяется как звуковое поле, измеряемое с использованием одних и тех же громкоговорителей в безэховых условиях, т.е. без ранних отражений и реверберации, вызываемых помещением (см. *Разделы 2.2. и 2.3.*).

Качество прямого звука определяется соответствующими параметрами громкоговорителей. Спецификации опорных мониторов, пригодных для применения, рассматриваемого в данном документе, приводятся в *Приложении 3*.

### 2.2. Ранние отражения

Ранние отражения определяются как отражения от граничных или других поверхностей в помещении, достигающие области прослушивания в первые 15 мс после появления прямого звука. Уровни этих отражений должны быть минимум на 10 dB ниже уровня прямого звука для всех частот в диапазоне от 1 до 8 kHz..

Амплитуду и частотные характеристики отдельных отражений можно получить измерением импульсной характеристики помещения с помощью методов преобразования Фурье. Принципиальные пределы времени и частоты ограничивают достигаемое разрешение. Важно, чтобы временное окно и полоса частот измерения были соответствующими<sup>1</sup>. Измерение ранних отражений звука, включающего компоненты в частотах ниже 500 Hz, может быть трудным.

Эффект ранних отражений можно также наблюдать как эффект гребенчатого фильтра в детекторной характеристике рабочего помещения (см. *Раздел 2.4.*).

Следует заметить, что в аппаратных верхняя поверхность микшерного пульта является потенциальным источником сильных ранних отражений.

### 2.3. Поле реверберации

Реверберация - это эффект, вызванный множеством отражений с граничных поверхностей помещения, достигающий области прослушивания после ранних отражений (временные задержки более 15 мс).

Поле реверберации должно быть достаточно рассеяно по области прослушивания во избежание воспринимаемых акустических эффектов типа флаттерного эхо.

Время реверберации - важная характеристика поля реверберации; оно определяется как время затухания звука на 60 dB ниже начального уровня. Обычно оно измеряется в диапазоне от 5 dB до минимум 25 dB ниже начального значения. Время затухания измерительного инструмента и фильтров должно быть короче времени затухания поля реверберации. Время реверберации следует измерять в аппаратной с 1/3-октавной фильтрацией [1], используя громкоговорители прослушивания в качестве источников звука.

Время реверберации зависит от частоты. Номинальное значение  $T_m$  - среднее измеренное время реверберации в 1/3-октавных полосах от 200 Hz до 4 kHz.

Номинальное время реверберации  $T_m$  должно быть в диапазоне:

$$0.2 < T_m < 0.4 \text{ s}$$

<sup>1</sup> Возможна существенная недооценка амплитуды отражений, если временное окно или полоса частот превышают те же характеристики отражения. В таком случае эффективное измерение включает некоторые части областей времени / частоты, не содержащие энергии отражения, и усредняя процесс, неявный в любом измерении, склонно снижать оценку амплитуды отражения.

Для того, чтобы акустическое окружение оставалось “естественным”, значение  $T_m$  должно увеличиваться с размером помещения. Применяется следующая формула:

$$T_m = 0.25(V/V_0)^{1/3} \text{ s}$$

где:  $V$  - объем помещения в куб. метрах  
 $V_0$  - опорный объем помещения 100 м<sup>3</sup>.

Время реверберации  $T$ , измеряемое в полосах 1/3 октавы в частотном диапазоне от 63 Hz до 8 kHz, должно соответствовать маске допуска, изображенной на *Рис. 1*.

Кроме того, следует избегать внезапных изменений времени реверберации из-за частоты, а разность  $\Delta T$  во времени реверберации между смежными 1/3-октавными полосами не должна превышать следующих пределов:

$$\begin{aligned} \Delta T &< 0.05 \text{ s} && \text{для } 200\text{Hz} \leq f \leq 8 \text{ kHz} \\ &< 25\% \text{ большего времени} && f \leq 200 \text{ Hz} \end{aligned}$$

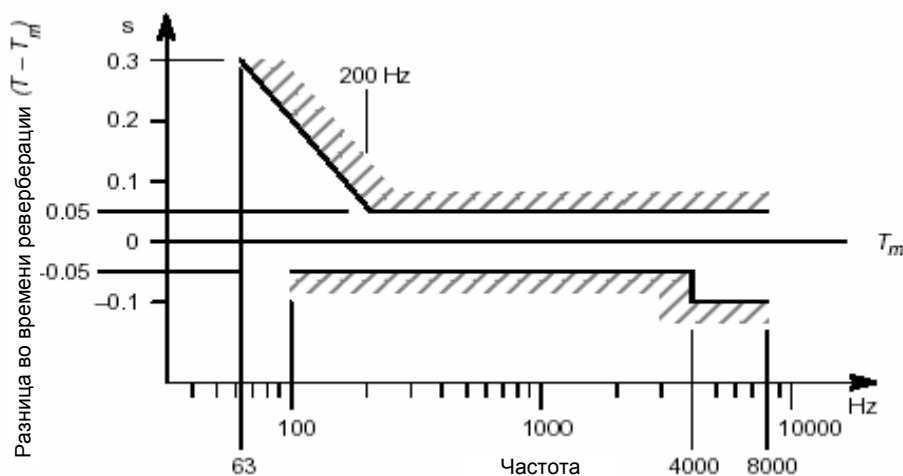


Рис. 1 – Пределы допуска для времени реверберации.

#### 2.4. Детекторная характеристика аппаратной

Детекторная характеристика аппаратной определяется как частотная характеристика уровня звукового давления, производимого громкоговорителем(ями) в любой точке прослушивания.

Тест-сигнал для этого измерения - 1/3-октавный фильтрованный розовый шум согласно [1].

Детекторная характеристика аппаратной - важный критерий в оценке взаимного влияния громкоговорителя и помещения, а следовательно, и в оценке условий прослушивания. Она вполне соответствует субъективной оценке воспроизводимого звука.

Пределы допуска для измеряемой детекторной характеристики показаны на *Рис. 2*.  $L_m$  - среднее значение уровней 1/3-октавных полос с центральными частотами от 200 Hz до 4kHz. Допуски должны соблюдаться для каждого (основного) канала по отдельности. Для стереофонического воспроизведения важно строгое согласование характеристики помещения каждого канала.

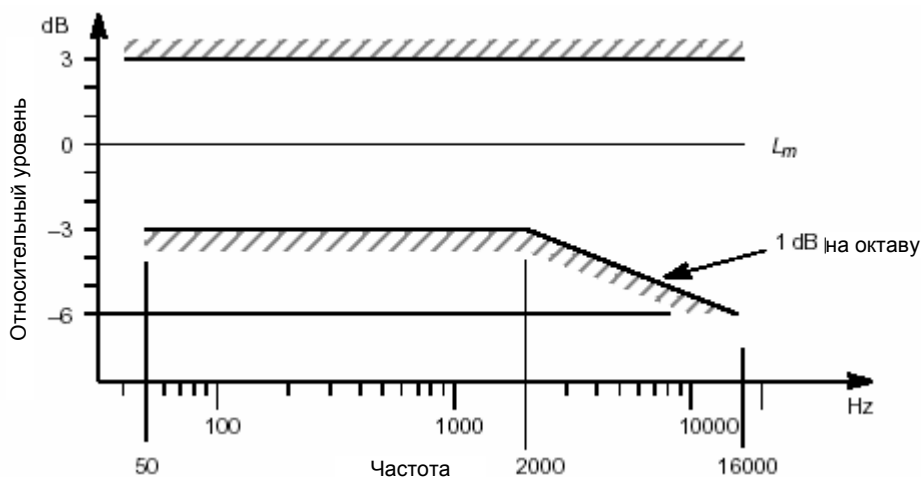


Рис. 2 – Пределы допуска для детекторной характеристики аппаратной.

*Примечания:*

- Может быть трудно получить допуски для детекторных характеристик помещения в области прослушивания на низких частотах, особенно в небольших помещениях. Предпочтительно получать их акустической обработкой помещения и/или регулировкой позиций громкоговорителей и слушателей.
- Может потребоваться электрическая коррекция (выравнивание), если линейность детекторной характеристики аппаратной нельзя достичь вышеупомянутыми методами. Такая регулировка может производиться путем регулирования частотной характеристики мониторов или с помощью внешних эквалайзеров.
- Во избежание ухудшения качества воспроизведения применять электрическое выравнивание следует осторожно. Рекомендуется делать коррекцию только в низкочастотном диапазоне ( $f < 300$  Hz). Все каналы следует настраивать одинаковым образом.

### 2.5. Уровень прослушивания

Опорный уровень прослушивания  $L_{LISTref}$  характеризует чувствительность канала воспроизведения. Он используется для установки опорного усиления (0 dB) для регулировки уровня во время прослушивания.

Воспроизводящий канал громкоговорителя обычно состоит из регулировки громкости и монитора, который может быть сложным устройством, включающем усилители, фильтры и другие элементы (см. Приложение 3). Канал устанавливается на опорный уровень следующим образом.

Тест-сигнал розового шума подается по отдельности в каждый канал воспроизведения. RMS уровень тест-сигнала должен быть “установочным уровнем сигнала”, то есть:

- -9 dB относительно PML (максимально допустимого уровня) в аналоговых устройствах (Рекомендация ITU-R BS.645 [2]);
- -18 dB относительно dBFS (полномасштабного цифрового уровня) в цифровых устройствах (Техническая рекомендация EBU R68 [3]).

Усиление канала воспроизведения регулируется так, чтобы A-взвешенный уровень звукового давления (RMS, медленный) [5] в (опорной) точке прослушивания был:

$$L_{LISTre} = 85 - 10 \log(n) \quad \text{dB(A)}$$

где:  $n$  = число каналов воспроизведения (основных громкоговорителей) во всей конфигурации.

Разность уровней любых двух каналов не должна превышать 1 dB. Для 2-канальной стереофонии особенно важно строгое согласование громкоговорителей.

*Примечания:*

- Измерительный сигнал имеется на установочной R-DAT ленте EBU [4].
- При увеличении усиления на 10 dB появляются уровни звука выше 100 dB(A) (см. Приложение 3).

Следует заметить, что высокие уровни звука могут вызвать временные или постоянные дефекты слышимости. Необходимо соблюдать условия установленных законом и работодателем кодексов защиты слышимости в производственных помещениях.

Удовлетворительный метод измерения уровней звукового давления, производимого наушниками, рекомендовать нельзя. Этот уровень следует регулировать так, чтобы воспринимаемая громкость была равна опорному звуковому полю, производимому громкоговорителями.

## 2.7. Фоновый шум

Уровень звукового давления (RMS, медленный) [5] непрерывного фонового шума от систем кондиционирования или других внешних или внутренних источников, измеряемый в области прослушивания на высоте около 1.2 м над уровнем пола, предпочтительно не должен превышать NR 10 [Таблица 1, Рис. 3]. Фоновый шум ни при каких обстоятельствах не должен превышать NR 15.

Фоновый шум не должен быть по характеру заметно импульсивным, циклическим или тональным.

Таблица 1 – Характеристики номинального значения шума (NR).  
Значения уровня звукового давления в октавной полосе в dB кас. 20мПа.

Характеристика NR	Частота (Hz)								
	31.5	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
10	62.2	43.4	30.7	21.3	14.5	10.0	6.6	4.2	2.3
15	65.6	47.3	35.0	25.9	19.4	15.0	11.7	9.3	7.4

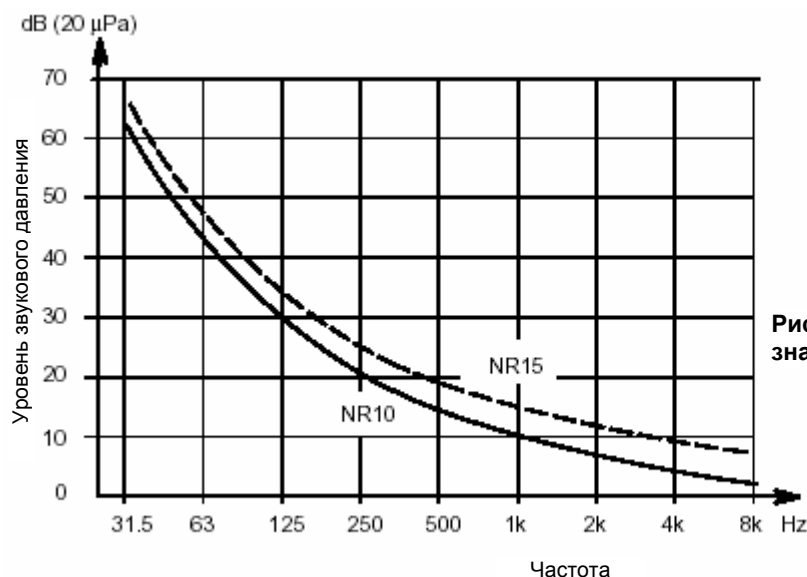


Рис. 3 – Характеристики номинального значения шума

## Приложение 1

### Монофоническое и стереофоническое прослушивание через громкоговорители: расположение источников звука и слушателей.

#### 1. Общее

Высота акустического центра монитора должна быть минимум 1.2 м. Высоту и наклон мониторов не следует определять так, чтобы их опорные оси в опорной точке прослушивания пересеклись на высоте уха сидящего человека (примерно 1.2 м над уровнем пола).

Угол наклона опорных осей относительно горизонтальной плоскости не должен быть более 10°.

Если мониторы не вмонтированы в стену, расстояние от их акустических центров до окружающих стен должно быть минимум 1 м.

Распространение прямого звука не должно подвергаться влиянию помех между громкоговорителями и областью прослушивания (это не столь важно на частотах ниже 150 Hz).

Разность временной задержки между каналами стереосистемы не должна превышать 100  $\mu\text{s}$ <sup>2</sup>.

Все позиции прослушивания должны быть расположены на расстоянии минимум 1.5 м от боковых и задней стен помещения.

#### 2. Стереослушивание

Два монитора должны располагаться в помещении для стереофонического воспроизведения согласно *Рис. 4*.

Мониторы должны располагаться симметрично относительно перпендикуляра, проходящего через центр стерео базы,  $b$ . Опорная позиция прослушивания - это место головы слушателя (около 1.2 м выше пола) в центре области прослушивания. Опорная позиция прослушивания определяется оптимальным углом базы = 60°, что соответствует оптимальной дистанции прослушивания  $h \approx 0.9 b$ .

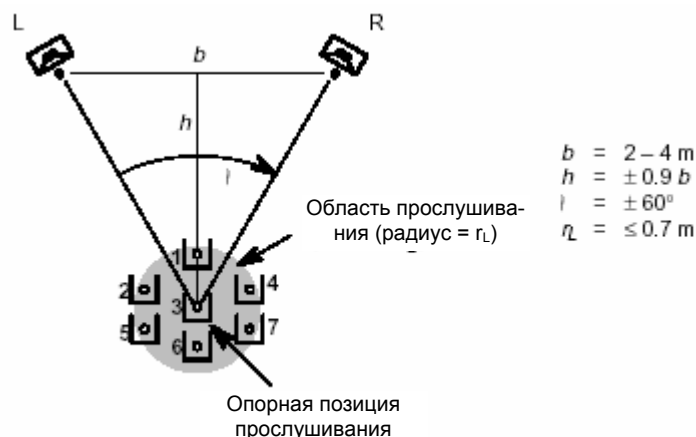


Рис. 4 – Типичное расположение для стереослушивания.

<sup>2</sup> Эти требования еще надо изучать.



Допустимые пределы ширины базы  $b$ :

$$2.0 < b < 4.0 \text{ м}$$

Радиус области прослушивания,  $r_L$ , показанный на *Рис. 3*, обычно не превышает 0.8 м.

Для оценки стерео картины предпочтительно размещать позицию прослушивания на перпендикулярной линии, проходящей через середину стерео базы.

Для контроля совместимого моно сигнала ( $M = L + R$ ) можно поставить третий монитор. Он должен быть в середине стерео базы на том же расстоянии от опорной точки прослушивания, что и стерео громкоговорители.

Параметры качества характеристик громкоговорителей даны в *Главе 2* основного текста и в *Приложении 3*.

### **3. Отдельные басовые динамики**

Использование отдельных динамиков для воспроизведения нижней части частотного спектра стало обычным делом. Его потенциальные преимущества:

- свобода оптимального размещения басовых источников относительно распределения давления низких частот в помещении;
- уменьшение габаритов основных громкоговорителей – это важно прежде всего для многоканального прослушивания, где бывает сложно разместить совокупные габариты множества полномасштабных громкоговорителей, но может пригодиться и в 2-канальной стереофонии;
- уменьшение искажений благодаря меньшим перемещениям подмодулятора основных громкоговорителей.

Оптимальная переходная частота между басовым и основным громкоговорителями зависит от многих факторов, в т.ч. позиций громкоговорителей в помещении, его акустики и желаемой общей частотной характеристики (см. *Приложение 3*).

Чтобы расположение отдельного источника басов не стало заметным, для басовых динамиков, расположенных дальше от основных громкоговорителей, потребуются более низкие переходные частоты.

## Приложение 2 Дизайн аппаратных прослушивания и звукового контроля

### 1. Общее

Данное *Приложение* касается дизайна помещения, благоприятного для установки параметров звукового поля, описанных в основном тексте.

Спецификации данного *Приложения* охватывают два типа аппаратных:

- Аппаратные базового прослушивания, используемые для тестов и работы группы слушателей из 3 - 7 человек.
- Высококачественные звуковые аппаратные, например, аппаратные для музыкальных и драматических записей и подготовки программ.

В этих аппаратных обычно используются высококачественные громкоговорители типа, который называется опорным монитором. Характеристики этих громкоговорителей обсуждаются в *Приложении 3*. При использовании наушников помещение практически не играет роли; указания относительно использования наушников для прослушивания даны в *Приложении 4*.

Стены, пол и потолок аппаратной определяют границы контролируемого акустического окружения, и для получения согласованных результатов необходимо тщательно проработать дизайн самого помещения и расположения громкоговорителей и слушателей. Качество среды прослушивания обусловлено свойствами звукового поля, производимого громкоговорителями в области прослушивания на высоте ушей слушателей..

### 2. Размеры аппаратной прослушивания

Минимальная площадь пола:

40 м<sup>2</sup> для аппаратной базового прослушивания;

30 м<sup>2</sup> для высококачественной звуковой аппаратной.

Размер аппаратной определяется как операционными аспектами (установкой технического оборудования и т.д.), так и акустическими. В любом случае площадь не должна превышать 300 м<sup>3</sup>.

Для достаточно однородного распределения собственных низкочастотных тонов размеры помещения должны находиться в контролируемых пределах. Следует соблюдать следующие пределы длины, высоты и ширины:

$$\begin{array}{l} 1.1w/h \leq l/h \leq 4.5w/h - 4 \\ l < 3h \\ w < 3h \end{array}$$

где:

$l$  = длина (большее измерение пола независимо от ориентации)

$w$  = ширина (меньшее измерение пола независимо от ориентации)

$h$  = высота.

Кроме того, следует избегать отношений  $l$ ,  $w$  и  $h$  в пределах  $\pm 5\%$  целых чисел.

Все размеры полные, измеряемые до внутренних структурных поверхностей.

### 3. Другие требования к схеме

Тщательный дизайн и достаточное мастерство в конструкции аппаратных прослушивания могут заметно улучшить акустическое окружение.

- a) Помещение должно иметь достаточную акустическую симметрию вокруг направления прослушивания. Это требование касается не только формы, но и поглощения поверхностей. В этом отношении особенно важны поверхности по соседству с громкоговорителями.
- b) Расположение поглотителей звука и отражающих поверхностей на стенах, потолке и полу помещения следует выбирать во избежание флаттерного эха и возмущающих одиночных отражений.
- c) Любые резонирующие структуры в помещении необходимо заглушить (время затухания меньше времени реверберации помещения). Помещение не должно содержать никаких структур, вызывающих слышимое дребезжание во время прослушивания через громкоговорители.
- d) Акустические требования и рекомендации необходимо учитывать в отношении всех поверхностей и объектов в помещении, например, поверхностей окон, дверей и технического оборудования. В частности, рабочая поверхность микшерного пульта может вызвать возмущающее раннее отражение.
- e) Для изоляции взвешенного и ударного шума следует соблюдать требования к фоновому шуму в *Разделе 2.6.* основного текста.

## Приложение 3 Опорные мониторы

### 1. Термины и определения

<i>Опорный монитор</i>	Монитор - это высококачественное устройство воспроизведения звука, используемое для контроля технического и акустического качества и субъективной оценки сигналов звуковых программ. Он состоит из электроакустических преобразователей, ящиков и/или волноводов, электронных эквалайзеров, переходных сетей и усилителей мощности. Система опорных мониторов включает также отдельные басовые динамики. Чтобы называться опорным монитором, громкоговоритель должен как минимум удовлетворять требованиям, данным в <i>Разделе 2</i> этого <i>Приложения</i> .
<i>Нормальная установка</i>	Установка частотной характеристики и других настроек, указанных изготовителем, обычно применяемых в нормальных рабочих условиях.
<i>Акустический центр</i>	Опорная точка, используемая для определения места громкоговорителя. Акустический центр должен указываться изготовителем.
<i>Главная ось</i>	Принципиальная ось громкоговорителя, определенная изготовителем.
<i>Дистанция измерения</i>	Расстояние от акустического центра громкоговорителя до точки измерения.
<i>Направленный угол</i>	Угол между главной осью и прямой линией, соединяющей акустический центр с точкой измерения.

### 2. Технические требования

#### 2.1. Общее

Спецификации данного *Раздела* являются минимальными объективными требованиями к опорному монитору. Однако громкоговоритель, удовлетворяющий этим требованиям, не обязательно может соответствовать опорному монитору; при выборе типа монитора для этой критической функции необходима оценка путем субъективного прослушивания.

Измерения громкоговорителей проводятся в безэховой камере или другой измерительной среде, позволяющей громкоговорителю работать с нормальными установками в произвольном поле.

Дистанция измерения выбирается с учетом практических условий, например, размеров громкоговорителя и характеристик помещения. Дистанция измерения должна быть достаточно большой (около 2 м), чтобы условия в точке измерения соответствовали условиям прямого звука с нормальной дистанцией прослушивания.

В следующих спецификациях все параметры звукового давления, напряжения и т.д. указаны как RMS значения. Если важен абсолютный уровень звука, он указывается для опорной дистанции 1 м.

Для измерений электрических параметров требуется точность порядка  $\pm 0.2$  dB. Погрешность измерений, вызванная дефектами звукового поля в безэховой камере, должна быть меньше  $\pm 1$  dB по всему диапазону характеристик. Для выполнения этого требования можно использовать метод измерения с временным окном.

## 2.2. Частотная характеристика

Частотная характеристика измеряется в 1/3-октавных полосах с тест-сигналом розового шума. Измерения проводятся по главной оси (направленный угол = 0°). Кривая должна попадать в полосу допуска 4 dB в частотном диапазоне от 40 Hz до 16 kHz.

Частотная характеристика, измеренная в направленных углах ±10° и ±30°, не должна отличаться от частотной характеристики, измеренной по главной оси (направленный угол = 0°) более чем на следующие допуски:

$$\begin{array}{ll} \pm 3 \text{ dB} & \text{для направленных углов в диапазоне } \pm 10^\circ \\ \pm 4 \text{ dB} & \phantom{\text{для направленных углов в диапазоне }} + 30^\circ \end{array}$$

Требования к направленным углам ±30° касаются только горизонтальной плоскости.

## 2.3. Направленные характеристики

### 2.3.1. Диаграммы направленности

Диаграммы направленности в горизонтальной плоскости рекомендуется измерять в 1/3-октавных полосах с розовым шумом, как минимум для стандартных октавных частот от 250 Hz до 16 kHz.

Максимум излучения должен идти в направлении главной оси на всех частотах. Направленность монитора должна быть симметрична относительно опорной оси. При использовании геометрически несимметричных мониторов необходима зеркальная симметрия относительно перпендикулярной линии, проходящей через середину стерео базы.

### 2.3.2. Показатель направленности

Показатель направленности  $D$  определяется как отношение, выраженное в децибелах, между акустической мощностью в направлении главной оси и мощностью, выдаваемой в этом направлении, если источник всенаправленный. Показатель направленности следует измерять с розовым шумом в 1/3-октавной полосе на стандартных частотах согласно Публикации IEC 268–5 [6]. Есть два метода измерений:

- Вычисление показателя направленности из направленных характеристик.
- Измерение показателя направленности путем измерения уровня звукового давления в произвольном и в рассеянном поле.

Показатель направленности должен быть в следующих пределах частот от 250 Hz до 16 kHz:

$$4 \leq D \leq 12 \text{ dB}$$

Большие отклонения, зависящие от частоты, нежелательны, особенно в высокочастотном диапазоне ( $f > 500 \text{ Hz}$ ).

## 2.4. Искажение

Гармоническое искажение измеряется синусоидальными сигналами. Входной сигнал с постоянным напряжением подается в громкоговоритель. Этот сигнал должен производить средний уровень звукового давления 90 dB в частотном диапазоне от 250 Hz до 2 kHz.

В отношении этого уровня ни один компонент гармонического искажения не должен превышать следующих значений:

$$\begin{array}{ll} -30 \text{ dB (3\%)} & \text{для } 40 \text{ Hz} < f < 250 \text{ Hz} \\ -40 \text{ dB (1\%)} & \text{для } 250 \text{ Hz} < f < 16 \text{ kHz} \end{array}$$

Требования к другим видам искажений (искажение от взаимной модуляции и т.д.) еще изучаются.

## 2.5. Время затухания

Время затухания определяется  $t_s$  определяется как время, требуемое для уменьшения звукового давления до начального значения, увеличенного в  $1/e$  (около 0.37) раз. В качестве входного сигнала следует использовать импульс синусоидального тона.

Время затухания не должно превышать следующего предела:

$$t_s \leq 2.5/f$$

где:  $f$  - частота.

Обычно бывает достаточно проводить измерения времени затухания только по опорной оси.

Частотные характеристики, измеренные с синусоидальным сигналом, также могут дать некоторую информацию о возможных дефектах в переходной характеристике.

## 2.6. Временная задержка

Если звук сопровождает изображение, временная задержка систем громкоговорителей не должна вызывать относительной задержки звуковых и видео компонентов в позиции прослушивания, превышающей определенную в Технической рекомендации EBU R37 [7]

## 2.7. Динамический диапазон

### 2.7.1. Максимальный рабочий уровень звукового давления

Максимальный рабочий уровень звукового давления  $L_{eff-max}$  определяется как максимальный уровень звукового давления непрерывного программного сигнала, который может производить монитор за период минимум 10 мин без тепловых или механических повреждений и без активизации схем перегрузки. Максимальный рабочий уровень звукового давления, который может произвести монитор, проверяется путем имитации программного сигнала согласно Публикации IEC 268–1 [7].

Следует заметить, что если схемы защиты работают неправильно, во время этого теста вероятно повреждение громкоговорителя.

Максимальный рабочий уровень звукового давления, измеренный с помощью измерителя уровня звука, установленного на плоскую характеристику и RMS (медленный) [5] на опорной дистанции 1 м равняется:

$$L_{eff-max} \geq 108 \text{ dB.}$$

### 2.7.2. Уровень самообразующегося шума

Максимально допустимый уровень самообразующегося шума  $L_{noise}$ , измеренный как уровень А-взвешенного звукового давления (RMS, медленный) [5], по главной оси монитора с короткозамкнутым входным сигналом на опорной дистанции 1 м равен:

$$L_{noise} \leq 10 \text{ dB(A)}$$

## 2.8. Отдельные низкочастотные динамики.

Общее требование - чтобы расположение отдельных басовых динамиков не было заметным для слуха.

Использование отдельных басовых динамиков влияет на требования к основным громкоговорителям, содержащиеся в *Разделах 2.1. - 2.7.* данного *Приложения*. Требования к основным громкоговорителям будут применяться тогда только в частотном диапазоне, которые они принципиально воспроизводят.

Для удовлетворения требования, чтобы расположение отдельных низкочастотных динамиков не воспринималось отдельно от расположения остальной части аудио спектра, переход-

ная частота должна быть ниже определенного предела. Этот предел зависит от расположения низкочастотных динамиков относительно других громкоговорителей, размеров помещения, гармонического искажения, производимого низкочастотными динамиками, и порядка переходных фильтров.

Низкие переходные частоты дают больше свободы в выборе расположения, но меньше проку в уменьшении размеров основных громкоговорителей.

Например, чтобы получить почти полную свободу в выборе расположения в помещении типичного размера, спецификация басового динамика должна быть следующей:

- переходная частота 80 Hz
- уровни внеполосного гармонического искажения  $\leq -50$  dB (0.3%)
- порядок фильтра пятый

Если отдельный низкочастотный динамик расположен близко к стене, между основными передними левым и правым громкоговорителями, то спецификация басового динамика будет следующей:

- переходная частота 160 Hz
- уровни внеполосного гармонического искажения  $\leq -34$  dB (2%)
- порядок фильтра четвертый

Необходимо также отрегулировать усиление отдельного басового канала с помощью тест-сигнала, определенного в *Разделе 2.4*, и 1/3-октавного анализатора полос, чтобы получить общую однородную характеристику в одной или более позиций прослушивания. Вообще, достичь однородных характеристик во всех позициях прослушивания невозможно, и придется пойти на компромисс установки между несколькими позициями, в зависимости от количества слушателей.

#### **Приложение 4** **Опорные контрольные наушники**

Если рекомендуется контроль через наушники, частотная характеристика этих наушников должна удовлетворять требованиям, определенным в Рекомендации ITU-R BS.708 [8].

Все остальные характеристики контрольных наушников должны удовлетворять требованиям, указанным в Публикации IEC 581, Part 10 [9].

### Библиография

- [1] IEC Publication 225 (1966): *Octave, half-octave and third-octave band filters intended for the analysis of sounds and vibrations*
- [2] ITU-R Recommendation BS.645: *Test signals and metering to be used on international sound programme connections*
- [3] EBU Technical Recommendation R68: *Alignment level in digital audio production equipment and in digital audio recorders*
- [4] EBU document Tech. 3282: *Alignment signals for digital coding levels and listening conditions – Handbook for the EBU R-DAT alignment tape*
- [5] IEC Publication 651 (1979, 1993): *Sound level meters*
- [6] IEC Publication 268: **Sound system equipment**. Part 1 (1985): *General*; Part 5 (1989): *Loudspeakers*.
- [7] EBU Technical Recommendation R37: *The relative timing of the sound and vision components of a television signal*
- [8] ITU-R Recommendation BS.708: *Determination of the electro-acoustical properties of studio monitor headphones*
- [9] IEC Publication 581: *High fidelity audio equipment and systems; minimum performance requirements*. Part 10 (1986): *Headphones*

#### *Примечание к публикациям IEC:*

С 1997 г. все новые публикации IEC и их части, а также новые редакции, ревизии и поправки к существующим публикациям выпускаются с обозначением в серии 60000. Необходимо добавлять к существующему номеру серии 60000.

Публикации, напечатанные до 1997, до ревизии продолжают иметь старые серии номеров в печатных копиях, но в каталоге IEC будут иметь новые 60000 номера.