Международный союз электросвязи

МСЭ-R

Сектор радиосвязи МСЭ

Рекомендация МСЭ-R BS.1284-2

(01/2019)

Общие методы субъективной оценки качества звука

Серия BS

Радиовещательная служба (звуковая)

Международный союз электросвязи

Предисловие

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

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

Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в 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/en, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-T/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

Серии Рекомендаций МСЭ-R

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

Серия	Название
BO	Спутниковое радиовещание
BR	Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения
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, 2019 г.

© ITU 2019

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.1284-2

Общие методы субъективной оценки качества звука

(Вопрос МСЭ-R 19-1/6)

(1997-2003-2019)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации описаны общие методы субъективной оценки качества звука с использованием и без использования эталонного сигнала.

Ключевые слова

Субъективная оценка, качество звука, качество стереофонического образа, качество фронтального образа, тембровое качество, окраска звука, однородность звука, качество локализации, качество обстановки.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что введение новых видов обработки звуковых сигналов, таких как цифровое кодирование и снижение битовой скорости, новых видов телевизионных сигналов с уплотненными по времени составляющими и новых служб, таких как телевидение высокой четкости (ТВЧ), телевидение сверхвысокой четкости (ТСВЧ), телевидение большого динамического диапазона (HDR-TV) и перспективная иммерсивная аудиовизуальная (AIAV) система, может потребовать новых или измененных методов субъективной оценки качества звука;

b) что эти методы сами обусловливают определенные ухудшения сигнала;

c) что субъективные испытания с прослушиванием позволяют оценить степень раздражающего воздействия, которое оказывает на слушателя любое ухудшение полезного сигнала во время его передачи от источника к слушателю;

d) что возможно использовать большое число различных методов субъективных испытаний;

e) что крайне желательно стандартизировать методы субъективных испытаний и интерпретации результатов, с тем чтобы обеспечить возможность наилучшего сравнения результатов, полученных в разное время и/или в разных местах;

f) что крайне желательно, чтобы шкалы оценок, используемые для описания субъективного качества звука, позволяли применять более согласованные методы статистической обработки, не зависимые от языка, используемого для выражения мнений;

g) что было бы желательно наличие единой шкалы оценок как для звуковых, так и для телевизионных программ;

h) что геометрические и акустические свойства звукорежиссерских аппаратных и помещений для прослушивания могут оказать значительное влияние на восприятие звука, и, следовательно, условия прослушивания должны быть точно описаны,

рекомендует

использовать для субъективной оценки качества воспроизводимого звука процедуры испытания и оценки, приведенные в Приложении 1.

Приложение 1

1 Общие положения

Настоящее Приложение состоит из следующих разделов, в которых подробно описаны требования по различным аспектам испытаний:

1 Общие положения
2 Планирование эксперимента
3 Подбор группы для прослушивания
4 Метод проведения испытания
5 Параметры
6 Программный материал
7 Устройства воспроизведения
8 Условия прослушивания
9 Статистическая обработка данных
10 Представление результатов
11 Содержание отчетов об испытаниях

2 Справочные материалы

Настоящая Рекомендация предназначена в качестве руководства по общей оценке качества звука. В ее основу положена Рекомендация МСЭ-R BS.1116 "Методы субъективной оценки небольшого ухудшения качества в звуковых системах", включая многоканальные звуковые системы. Однако определенные в Рекомендации МСЭ-R BS.1116 требования являются строгими и предназначены для оценки небольших ухудшений. Более общие оценки охватывают, как правило, более широкие различия и, вследствие этого, обычно не требуют столь строго контроля параметров испытаний. В Рекомендации МСЭ-R BS.1116 содержится глоссарий терминов, часть которых используется в настоящей Рекомендации.

Другие Рекомендации МСЭ, которые могут быть актуальны в ряде конкретных случаев, указаны в Рекомендации МСЭ-R BS.1283 "Руководство по применению Рекомендаций МСЭ-R для субъективной оценки качества звука".

3 Планирование эксперимента

При планировании испытаний следует учитывать соображения, приведенные в разделе 2 Рекомендации МСЭ-R BS.1116. Вместе с тем, из-за того что ухудшения при испытаниях могут оказаться значительными, не всегда требуется использование эталон. При использовании эталона не требуется абсолютное отсутствие в нем каких-либо искажений.

Как правило, при планировании испытания необходимы специальные знания в области статистики. Потребуется определить необходимое число наблюдений, статистические методы анализа данных и правильно интерпретировать результаты статистического анализа, включая проверку достоверности допущений, принятых в модели.

4 Подбор группы для прослушивания

Слушателям-экспертам всегда отдается предпочтение перед слушателями, не являющимися экспертами. Приводились аргументы, что не являющиеся экспертами слушатели могут представлять население в целом и что слушатели-эксперты могут быть чрезмерно критичными в своих суждениях. Однако при длительном прослушивании искажений некоторые не являющиеся экспертами слушатели со временем становились экспертами. Следовательно, испытания с участием экспертов позволяют лучше и быстрее

получить правдоподобные результаты в долгосрочной перспективе. В случаях, вызывающих сомнение, следует изучить взаимосвязь мнений эксперта и не эксперта.

Минимальное число слушателей-экспертов должно составлять, как правило, десять, в то время как минимальное число слушателей, не являющихся экспертами, должно составлять, как правило, двадцать. Для испытаний системы, которая предназначена для высококачественного звукового радиовещания или воспроизведения, всегда следует привлекать слушателей-экспертов.

Обычно слушатели должно пройти подготовку, с тем чтобы ознакомиться с процедурой испытаний, используемыми в испытаниях материалами и условиями проведения испытаний.

5 Метод проведения испытания

5.1 Шкалы оценок

Для субъективной оценки качества или ухудшения звука необходимо использовать следующие дискретные пятибалльные шкалы, не содержащие знаков. Наиболее подходящая шкала определяется в соответствии с характером и целью испытаний.

РИСУНОК 1

Дискретная пятибалльная шкала без применения знаков

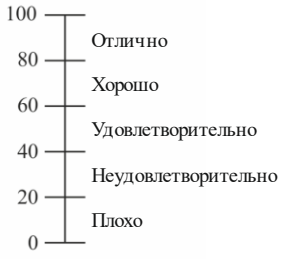
Качество		Ухудшение	
5	Отлично	5	Незаметное
4	Хорошо	4	Заметное, но не раздражающее
3	Удовлетворительно	3	Слегка раздражающее
2	Неудовлетворительно	2	Раздражающее
1	Плохо	1	Очень раздражающее

BS.1284-01

Наряду с этим используется непрерывная шкала качества (CQS), например в Рекомендациях МСЭ-R BS.1534 и МСЭ-R BT.500. CQS состоит из 100-бальной линейной шкалы, разделенной на пять равных отрезков, которые имеют пять словесно-понятийных определений, используемых в пятибалльной шкале.

РИСУНОК 2

Непрерывная 100-балльная шкала качества, не содержащая знаков, с пятью словесно-понятийными определениями отрезков



BS.1284-02

Для сравнительных испытаний может использоваться либо метод, основанный на нижеследующей дискретной семибалльной шкале сравнения, содержащей два знака, или метод, базирующийся на количественной разнице при использовании вышеприведенной пятибалльной шкалы. В целом, эти методы не эквивалентны и могут давать разные результаты.

Важно, чтобы было четко указано предполагаемое направление сравнение.

РИСУНОК 3

Биполярная дискретная семибалльная шкала

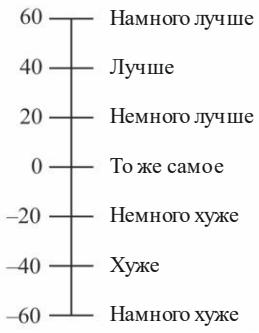
Сравнение	
3	Намного лучше
2	Лучше
1	Немного лучше
0	То же самое
–1	Немного хуже
–2	Хуже
–3	Намного хуже

BS.1284-03

Наряду с этим используется 120-бальная линейная шкала CQS, разделенная на шесть равных отрезков.

РИСУНОК 4

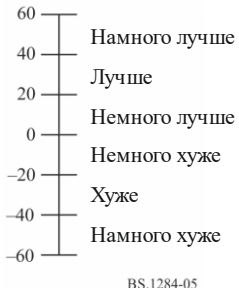
Содержащая два знака непрерывная ±60-балльная шкала сравнения с семью словесно-понятийными определениями



BS.1284-04

РИСУНОК 5

Содержащая два знака непрерывная ±60-балльная шкала сравнения с шестью словесно-понятийными определениями



При использовании отдельных описательных терминов (см. Прилагаемые документы 1 и 2 к Приложению 1) возможно применять как шкалы категорий, имеющие семь и пять категорий, так и непрерывные шкалы. В нижеследующих примерах показана пара параметров "широкий – узкий", однако может использоваться любая пара прилагательных.

РИСУНОК 6

Содержащие два знака дискретные и непрерывная шкалы для отдельных описательных терминов (широкий – узкий)

Содержащая два знака дискретная пятибалльная шкала сравнения	
2	Очень широкий
1	Широкий
0	Ни широкий, ни узкий
–1	Узкий
–2	Очень узкий

Содержащая два знака дискретная семибалльная шкала сравнения	
3	Очень широкий
2	Широкий
1	Немного широкий
0	Ни широкий, ни узкий
–1	Немного узкий
–2	Узкий
–3	Очень узкий

Содержащая два знака непрерывная ±50-балльная шкала сравнения

BS.1284-06

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Шкалы следует рассматривать как непрерывные с рекомендованным разрешением, составляющим один знак после запятой.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Было показано, что использование предварительно заданных промежуточных опорных точек может стать причиной погрешностей. Возможно использовать числовые шкалы баз описания опорных точек. В таких случаях требуется указать предполагаемую ориентацию шкалы. Таким образом можно преодолеть связанные с переводом проблемы при сравнении результатов испытаний, представленных на разных языках.

Если промежуточные опорные точки не используются, чрезвычайно важно нормализовать результаты отдельных участников на основании среднего значения и стандартного отклонения. Для выполнения такой нормализации при сохранении первоначального масштаба может использоваться уравнение (1):

$$Z_i = \frac{(x_i - x_{si})}{s_{si}} \cdot s_s + x_s , \qquad (1)$$

где:

Z_i: нормализованный результат;

x_i: оценка, выставленная участником i;

x_{si}: средняя оценка от участника i в сеансе s;

x_s: средняя оценка от всех участников в сеансе s;

s_s: стандартное отклонение для всех участников в сеансе s;

s_{si}: стандартное отклонение для участника i в сеансе s.

5.2 Процедура испытаний

Испытания возможно проводить с использованием единичных представлений, парных сравнений (одно из которых может быть эталоном) или многократных сравнений при наличии или в отсутствие эталона. При необходимости представления могут повторяться. Такие процедуры испытаний следует использовать вместе со шкалами оценок, описанными в пункте 4.1.

5.2.1 Парные сравнения

Для испытаний с использованием парных сравнений и эталонов, включающих применение пятибалльной шкалы качества или ухудшения, может проводиться четырехкратное повторение одинаковой программной последовательности в следующем порядке:

– эталонная последовательность;

– та же последовательность, с ухудшениями;

– эталонная последовательность (повторно);

– та же последовательность, с ухудшениями (повторно).

Учитывая ограниченность кратковременной памяти человека, каждый фрагмент программы не должен длиться более 15–20 с; для некоторых испытаний фрагменты могут быть очень короткими (несколько секунд). В случае если последовательностью является музыкальный элемент, фраза не должна прерываться. Интервал между представлением 1 и 2 и между 3 и 4 должен составлять порядка 0,5−1 с, а интервал между представлением 2 и 3 должен быть несколько более продолжительным, например 1,5 с. Точное время должно зависеть от типа программы. Если испытательная последовательность не находится под контролем участника, необходимо обеспечить четкую индикацию текущего представления.

Программные последовательности и ухудшения следует представлять в произвольном порядке при условии, что одна и та же последовательность не должна быть представлена два раза подряд с одинаковыми или разными уровнями ухудшения.

Для испытаний с использованием парных сравнений, включающих два ухудшенных условия, и семибалльной шкалы сравнения, можно использовать набор представлений в следующем порядке:

– условие 1;

– условие 2;

– условие 1 (повторно);

– условие 2 (повторно).

Условия 1 и 2 должны меняться случайным образом. Наряду с этим в начале каждого из четырех представлений может быть представлено эталонное условие, и в этом случае должна быть предусмотрена четкая индикация (например, с помощью светового сигнала) фрагмента как эталонного условия.

Сеанс для любого слушателя должен продолжаться не более примерно 15–20 минут без перерыва. Если требуется, чтобы сеансы следовали один за другим, их необходимо разделять периодами отдыха, имеющими, по крайней мере, такую же продолжительность.

Коммутационное устройство не должно создавать каких бы то ни было воспринимаемых на слух помех.

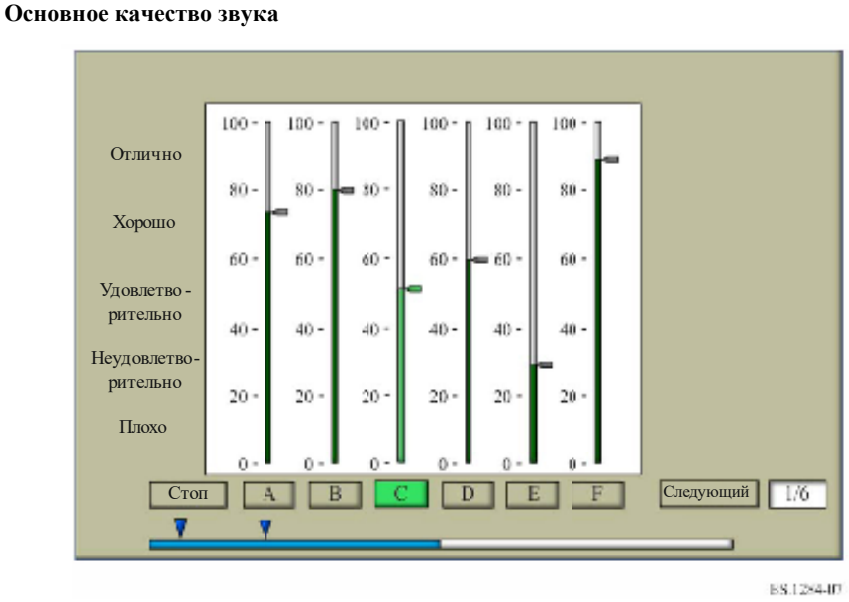
В случаях, когда слушатели проводят испытания индивидуально, крайне желательно, чтобы слушатели регулировали переключение источников сигнала, как это описано в Рекомендации МСЭ-R BS.1116.

5.2.2 Многократные сравнения

Для испытаний с использованием многократных сравнений без эталонов, включающих применение непрерывных шкал, участникам предлагается оценить общее качество или каждый описательный параметр каждого представления и дать ему свою оценку в CQS, применяя интерфейс пользователя, показанный на рисунке 7. В единичном испытании представляются несколько сигналов с общим программным фрагментом. Число оцениваемых сигналов должно находится в диапазоне 5−9, с тем чтобы минимизировать ошибки в оценках участников. В случае если желательное число сигналов для оценки превышает девять, можно рассмотреть блочный план испытаний. В случае 14 сигналов их можно разделить между двумя испытаниями, чтобы каждое испытание включало семь сигналов для сравнения.

РИСУНОК 7

Пример интерфейса пользователя для многократных сравнений



Для испытаний с использованием многократных сравнений и известных и скрытых эталонов, а также опорных точек, включающих применение непрерывной шкалы, метод оценки описан в Рекомендации МСЭ-R BS.1534.

6 Параметры

В зависимости от целей испытаний при описании воспринимаемого качества звука может использоваться различное количество параметров и их видов.

Любые используемые параметры следует четко определить.

6.1 Основное качество звука

Параметры основного качества звука включают все аспекты оцениваемого качества звука. Они включают, в том числе, такие параметры, как тембр, прозрачность, стереофонический образ, пространственное представление, реверберация, эхо-сигналы, гармонические искажения, шум квантования, хлопки, щелчки и фоновый шум. Для оценки небольших ухудшений параметры основного качества звука определены иначе в Рекомендации МСЭ-R BS.1116.

6.2 Параметры, детально определяющие качество двухканального стереофонического и многоканального звука

6.2.1 Двухканальная стереофоническая звуковая система

Качество стереофонического образа

– Данный параметр связан с различиями между эталоном и объектом по местоположению звукового образа, а также ощущениям глубины и реальности звукового события.

6.2.2 Многоканальная стереофоническая система

Качество фронтального образа

– Данный параметр связан с локализацией фронтальных источников звука. Он включает качество стереофонического образа и потери четкости.

Впечатление о качестве объемного звучания

– Данный параметр связан с пространственным восприятием, акустической атмосферой или специальными направленными эффектами объемного звучания.

6.2.3 Усовершенствованная звуковая система

Тембровое качество – данный параметр был определен как особенно важный

– Параметр тембрового качества можно описать с помощью двух наборов свойств.

  Первый набор тембровых свойств связан с окраской звука, то есть с чистотой, оттенком тембра, окрашиванием, разборчивостью, плотностью, тональным балансом и насыщенностью.

  Второй набор тембровых свойств связан с однородностью звука, то есть с его стабильностью, резкостью, реалистичностью, точностью воспроизведения и динамикой. Данные свойства могут описывать тембр звука, но также могут описывать другие характеристики звука.

Качество локализации

– Данный параметр связан с локализацией всех направленных источников звука. Он охватывает качество стереофонического образа и потери четкости. Наряду с этим он включает также расширение акустического события в горизонтальной плоскости, называемое также размером акустического источника. Данный параметр можно разделить на качество локализации в горизонтальной плоскости, качество локализации в вертикальной плоскости и качество глубинной локализации. В случае испытания с сопровождающим изображением данные параметры также можно разделить на качество локализации на дисплее и качество локализации вокруг слушателя.

Качество обстановки – этот параметр расширяет параметр качества объемного звучания

– Данный параметр связан с пространственным восприятием, окружением, акустической атмосферой, диффузностью или специальными направленными эффектами объемного звучания. Данный параметр можно разделить на качество обстановки в горизонтальной плоскости, качество обстановки в вертикальной плоскости и качество глубинной обстановки.

6.3 Параметры, определяющие соотношение звука и сопровождающего изображения

Параметр соответствия между звуком и сопровождающим изображением может включать следующие характеристики:

– корреляция позиций источников на основании визуальных и звуковых условных сигналов (включая азимут, угол места и глубину);

– соответствие пространственного восприятия звука и изображения;

– временно́е соотношение звука и изображения.

6.4 Основные параметры для абсолютной подробной оценки качества звука

Перечень параметров приведен в Прилагаемом документе 1 к Приложению 1 [1].

6.5 Параметры, подробно определяющие качество цифрового передаваемого/кодированного звука

Перечень основных параметров приведен в Прилагаемом документе 2 к Приложению 1.

6.6 Более общие параметры, подробно определяющие качество звука

Возможно использовать дополнительные и более детализированные параметры, выбранные с использованием методов, описанных в Отчете МСЭ-R BS.2399.

7 Программный материал

В зависимости от точной цели испытаний и, в частности, от категории испытываемой системы передачи или воспроизведения звуковой программы, используемые в испытаниях материалы могут подбираться специально по их критической реакции на ухудшения, вносимые испытываемой системой. В других случаях может использоваться менее критичный материал.

В разделе 6 Рекомендации МСЭ-R BS.1116 приведено подробное представление факторов, относящихся к критическому программному материалу для испытаний и его выбору для различных целей.

В случаях, когда система предназначена для передачи звуковых сигналов высокого качества, следует использовать материал критичного типа. Для обеспечения возможности сравнения данных испытаний, полученных в разных местах и/или в разное время, необходимо использовать одинаковые программные последовательности.

В любом случае, содержание программной последовательности не должно быть ни слишком интересным, ни слишком неприятным или скучным, для того чтобы не отвлекать слушателя.

8 Устройства воспроизведения

8.1 Испытания, не включающие громкоговорители (или наушники) как часть испытываемой системы

Необходимо соблюдать требования, установленные в разделе 7 Рекомендации МСЭ-R BS.1116. Следует отметить, однако, что использование измерений уровня звукового давления с весовой обработкой "A" для широкополосного сигнала не обязательно дает точную оценку субъективной громкости. Это особенно верно, если система воспроизведения содержит компоненты с различной шириной полосы.

Может возникнуть необходимость использования альтернативных методов, для того чтобы обеспечить правильную установку уровней усиления для всех каналов воспроизведения.

Громкоговорители или наушники необходимо выбирать так, чтобы обеспечить оптимальный порядок воспроизведения всех сигналов звуковой программы или других испытательных сигналов; а именно, они должны обеспечивать нейтральное звучание для любого типа воспроизведения и должны быть пригодными для оценки монофонических систем, а также двух- и многоканальных стереофонических звуковых систем.

Определенные недостатки качества легче выявляются при воспроизведении через наушники, однако другие недостатки проще воспринимаются при воспроизведении через громкоговорители. Таким образом, необходимо с помощью предварительных субъективных испытаний определить надлежащий тип устройства воспроизведения.

Воспроизведение через громкоговорители следует использовать в особенности в тех случаях, когда дефекты качества влияют на стереофонический звуковой образ.

Для оценки двухканальных стереофонических звуковых систем может потребоваться воспроизведение как через стереофонические громкоговорители, так и через наушники. Для оценки монофонических звуковых систем можно использовать один центральный громкоговоритель и/или наушники.

Выбирая для отдельных испытаний или серии отдельных испытаний громкоговорители или наушники, возможно соотнести слышимость искажений с используемым преобразователем, однако при этом

сократится эффективное число участников. Наоборот, если участники могут по своему желанию переключать воспроизведение между громкоговорителями и наушниками, соотнести слышимость искажений с используемым преобразователем невозможно.

В случае обеспечения максимальной возможной сопоставимости оценок друг с другом можно использовать наушники. Воспроизведение через наушники не зависит от геометрических и акустических свойств помещений для прослушивания и звукорежиссерских аппаратных, поэтому оно, в целом, может быть определено с высокой точностью и может быть легко воспроизведено без систематической ошибки. Это не относится к воспроизведению через громкоговоритель. Кроме того, в случае воспроизведения через наушники оценочные испытания могут проводиться с участием большего числа слушателей одновременно и в одинаковых условиях прослушивания.

Для оценки многоканальных звуковых систем с сопровождающим изображением или без него, если необходимо оценить влияние на все каналы воспроизведения, проигрываемые одновременно, следует использовать громкоговорители.

В любом случае необходимо акустически согласовать все громкоговорители в соответствующих диапазонах частот, с тем чтобы обеспечить минимальные тембровые различия между ними.

8.1.1 Эталонный контрольный громкоговоритель

"Эталонный контрольный громкоговоритель" − это высококачественное студийное оборудование для прослушивания, в состав которого входит интегрированный блок систем громкоговорителей в корпусе со специально подобранными размерами, объединенный со специальной коррекцией, высококачественными усилителями мощности и соответствующими разделительными фильтрами.

Электроакустические характеристики "эталонного контрольного громкоговорителя" должны удовлетворять требованиям, определенным в пункте 7.2.2 Рекомендации МСЭ-R BS.1116. Следует отметить, что для некоторых типов испытаний эти требования могут оказаться чрезмерно строгими.

8.1.2 Эталонные контрольные наушники

Эталонные контрольные наушники – это высококачественное студийное оборудование для прослушивания с коррекцией по чувствительности диффузного поля.

Электроакустические характеристики эталонных контрольных наушников должны удовлетворять требованиям, определенным в пункте 7.3.2 Рекомендации МСЭ-R BS.1116. Следует отметить, что для некоторых типов испытаний эти требования могут оказаться чрезмерно строгими.

8.2 Испытания, включающие громкоговорители (или наушники) как часть испытываемой системы

Испытания, в которых устройства воспроизведения включены в испытываемую систему, должны быть настроены в соответствии со спецификацией системы.

При проведении сравнительных испытаний системы должны быть точно согласованы по громкости.

9 Условия прослушивания

Термин "условия прослушивания" описывает комплексные акустические требования к эталонному звуковому полю, воздействующему на слушателя, который находится в помещении для прослушивания в эталонной точке прослушивания. К этим требованиям относятся:

– акустические характеристики помещения для прослушивания;
– уровень прослушивания;
– расположение громкоговорителей в помещении для прослушивания;
– расположение эталонной точки или зоны прослушивания;

которые создают результирующие характеристики звукового поля в этой точке или зоне.

Современный уровень научно-технического развития еще не позволяет полностью и однозначно описать эталонное звуковое поле только с помощью акустических параметров, поэтому приводятся некоторые геометрические и акустические требования к эталонному помещению для прослушивания в целях обеспечения жизнеспособности описанных условий прослушивания.

Условия прослушивания должны соответствовать требованиям, определенны в разделе 8 Рекомендации МСЭ-R BS.1116.

Следует отметить, что что для некоторых типов испытаний эти требования могут оказаться чрезмерно строгими.

10 Статистическая обработка данных

Данные субъективных оценок следует обработать, для того чтобы получить средние значения и доверительные интервалы. Таким образом будут описаны данные, и если результирующая избирательность окажется недостаточной для выполнения задач испытания, следует выполнить дальнейшую обработку. Возможно использовать методы, описанные в разделе 9 Рекомендации МСЭ-R BS.1116. Обычно для анализа данных необходимы специальные знания в области статистики.

Общая ценность испытания увеличивается, если проводится последующий анализ данных с целью проверки основных допущений при испытаниях и оценки надежности оценок участников.

11 Представление результатов

11.1 Общие положения

Представление результатов должно осуществляться таким образом, чтобы непосвященный читатель, так же как и эксперт могли оценить соответствующую информацию. Сначала любой читатель хочет видеть общие результаты эксперимента, предпочтительно в графической форме. Такое представление может дополняться более подробной количественной информацией, хотя в приложениях должен быть приведен полный подробный численный анализ.

Результаты, полученные с участием групп слушателей-экспертов, должны быть представлены отдельно от результатов, полученных с участием групп слушателей, не являющихся экспертами. Должны быть подробно описаны условия прослушивания и уровни звука, а также все статистические методы, которые использовались для анализа результатов испытаний. По возможности, представление результатов должно соответствовать требованиям раздела 10 Рекомендации МСЭ-R BS.1116.

11.2 Среднее значение

В качестве хорошего первоначального обзора данных могут быть представлены средние значения.

11.3 Уровень значимости и доверительный интервал

Следует указывать уровни значимости, а также другую подробную информацию о статистических методах и результатах, которые облегчают понимание читателем. Такая информация может включать доверительные интервалы или планки погрешностей на графиках.

Безусловно, не существует "правильного" уровня значимости. Однако традиционно выбирается уровень 0,05. В принципе, возможно использование односторонних или двусторонних критериев в зависимости от проверяемой гипотезы.

12 Содержание отчетов об испытаниях

По возможности, в отчетах должны быть отражены все аспекты испытаний, даже если некоторые из этих аспектов не были реализованы или не контролировались.

Например, если не проводилось обучение, в отчете это должно быть указано.

Отчеты об испытаниях должны содержать представленные в максимально понятной форме обоснование исследования, использовавшиеся методы и сделанные заключения. Следует привести достаточный

объем данных, для того чтобы квалифицированное лицо могло в принципе повторить исследования для эмпирической проверки полученных результатов. Информированный читатель должен быть способен понимать и критически оценивать большинство деталей испытания, таких как причины, лежащие в основе исследования, методы планирования и проведения эксперимента, а также анализы и выводы.

Особое внимание необходимо уделить следующему:

- технические условия и выбор участников и фрагментов;
- физические данные об условиях и оборудовании прослушивания, включая размеры помещения и акустические характеристики, типы и размещение преобразователей, а также спецификацию электрооборудования;
- схема эксперимента, обучение, инструкции, испытательные последовательности, процедуры испытаний, генерация данных;
- обработка данных, включая подробные сведения описательной и аналитической статистики вывода;
- подробное обоснование всех сделанных выводов.

Справочные документы

[1] EBU [2000] Tech. 3286 s1. Assessment methods for the subjective evaluation of the quality of sound programme material Supplement 1 – Multichannel, European Broadcasting Union, Geneva, Switzerland.

Прилагаемый документ 1
к Приложению 1
(информационный)

Основные параметры, субпараметры и примеры общих описательных терминов для абсолютной подробной оценки качества звука

Основной параметр	Субпараметры	Примеры общих описательных терминов
1 Пространственное восприятие		
Представляется, что действие происходит в надлежащей пространственной среде	Однородность объемного звучания Реверберация Акустический баланс Представляемый размер помещения Восприятие глубины Окраска звука реверберации	Помещение отражает звук/сухое помещение Прямой/отраженный Большое помещение/небольшое помещение
2 Восприятие стереозвука		
Представляется, что звуковой образ отражает правильное и надлежащее распределение направлений источников звука	Баланс направлений Стабильность Размер звукового образа Точность расположения	Широкий/узкий Точный/неточный
3 Прозрачность		
Все детали действия могут четко восприниматься	Определение источника звука Определение по времени Разборчивость	Четко/размыто
4 Звуковой баланс		
Представляется, что отдельные источники звука надлежащим образом сбалансированы в общем звуковом образе	Баланс громкости Динамический диапазон	Источник звука слишком громкий/слишком слабый Звук сжатый/естественный
5 Тембр		
Точное воспроизведение различных звуковых характеристик источника(ов) звука	Окраска звука Акустическая атака	Гулкий/ровный Глубокий/неглубокий Теплый/холодный
6 Отсутствие шумов и искажений		
Отсутствие различных возмущающих явлений, таких как электрические шумы, акустические шумы, шум, создаваемый людьми, одиночные цифровые ошибки, искажения и т. д.		Заметные/незаметные помехи
7 Общее впечатление		
Субъективное средневзвешенное значение шести предыдущих параметров с учетом целостности полного звукового образа и взаимодействия различных параметров.		

Определения основных параметров и субпараметров

В данном перечне параметров основные параметры выделены заглавными буквами.

Категория параметров	Пояснение
Акустический баланс	Субъективное восприятие взаимосвязи прямого и непрямого (отраженного) звука
Акустический шум	Нежелательные звуки в помещении для прослушивания, создаваемые, например, оборудованием кондиционирования воздуха, осветительными приборами, движением стульев, или шумы, создаваемые структурой здания, такие как внешние воздействия, шум от дорожного движения и т. д.
Представляемый размер помещения	Субъективное восприятие видимого размера, реального или искусственного, помещения для прослушивания
Одиночные цифровые ошибки	Дискретные шумы или искажения, возникающие в цифровой системе
Восприятие глубины	Субъективное впечатление, что звуковой образ имеет надлежащую глубину от переднего до заднего плана. (При оценке данного субпараметра слушатели должны знать, что он может быть артефактом условий прослушивания, а не параметром двухканальной стереофонической записи)
Баланс направлений	Субъективное впечатление, что источники звука в звуковом образе расположены таким образом, который обеспечивает полностью сбалансированный образ
Искажения	Ухудшение качества звука, которое может быть связано с дефектами или нелинейностью в системах записи или воспроизведения
Динамический диапазон	Субъективное восприятие диапазона между уровнями самого громкого и самого тихого звука во время воспроизведения по сравнению с ожиданием слушателя, соответствующим программному материалу данного типа
Электрические шумы и искажения	Нежелательные компоненты сигнала, вызванные каналом электроакустической передачи или обработкой сигнала, например шумы, щелчки, нелинейные искажения и замирания
ОТСУТСТВИЕ ШУМОВ И ИСКАЖЕНИЙ	Отсутствие различных возмущающих явлений, таких как электрические шумы и акустические шумы, шум, создаваемый людьми, одиночные цифровые ошибки, искажения и т. д.
Однородность объемного звучания	Субъективное впечатление, что звуковое пространство представляет собой однородное единое целое
Целостность	Субъективное восприятие надлежащего звукового образа, соответствующего действию, так что оба они представляются единым целым
Разборчивость	Возможность различать слова во время произнесения текста и во время пения
Точность расположения	Субъективное впечатление, что все источники звука точно размещены в звуковом образе
Баланс громкости	Субъективное восприятие надлежащей относительной громкости различных источников звука
ОБЩЕЕ ВПЕЧАТЛЕНИЕ	Субъективное взвешенное значение следующих параметров: пространственное восприятие, восприятие стереозвука, прозрачность, звуковой баланс, тембр, отсутствие шумов и искажений, с учетом целостности всего звукового события и взаимодействия различных параметров
Шум, создаваемый людьми	Субъективное восприятие искажений, создаваемых аудиторией
Реверберация	Субъективное восприятие надлежащей длительности естественного и искусственного отраженного звука

Категория параметров	Пояснение
Акустическая атака	Субъективное восприятие скорости, с которой формируется звук; сочетание скорости нарастания звука в течение очень короткого периода и продолжительности этого периода
ЗВУКОВОЙ БАЛАНС	Субъективное восприятие баланса отдельных источников звука в общем звуковом образе
Окраска звука	Субъективное восприятие надлежащего звука от каждого источника, включая все элементы его характеристических гармоник
Окраска звука реверберации	Субъективное восприятие естественной окраски звука в акустике помещения, включая любую искусственную реверберацию
Размер звукового образа	Субъективное восприятие надлежащего размера звуковой сцены в поле стереофонического звука
Определение источника звука	Субъективное впечатление, что возможно определить и различить различные инструменты и голоса, звучащие одновременно
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ВОСПРИЯТИЕ	Субъективное впечатление, что действие происходит в надлежащей пространственной среде
Стабильность	Субъективное впечатление, что все источники звука остаются на предназначенных для них местах
ВОСПРИЯТИЕ СТЕРЕОЗВУКА	Субъективное впечатление, что звуковой образ отражает правильное и надлежащее пространственное распределение источников звука
Определение по времени	Субъективное впечатление, что быстро сменяющие друг друга отдельные короткие звуки могут быть идентифицированы и дифференцированы
ТЕМБР	Субъективное восприятие точного воспроизведения различных звуковых характеристик источника(ов) звука
ПРОЗРАЧНОСТЬ	Субъективное впечатление, что все детали действия могут четко восприниматься

Прилагаемый документ 2
к Приложению 1
(информационный)

Категории артефактов, которые могут возникать при использовании методов цифрового кодирования или передачи.

Для анализа или классификации типа артефакта в целях оценки ухудшений звуковых сигналов, вызываемых процессами цифрового кодирования или передачи, можно использовать ряд категорий.

Категория артефакта	Пояснение
Дефект квантования	Дефекты, связанные с недостаточным цифровым разрешением, например искажения, обусловленные зернистостью, нестационарные изменения уровня шума
Искажение амплитудно-частотной характеристики	Отсутствие высоких или низких частот, превышение высоких частот, проявляющееся в виде свиста или шипения, формантные эффекты, эффекты гребенчатого фильтра
Искажение характеристик усиления	Изменение уровня (усиления) или динамического диапазона сигналов источника, прыжки (шаги) уровня

Категория артефакта	Пояснение
Эффект периодической модуляции	Периодические изменения амплитуды сигнала, такие как выщелкивание, накачка или дрожание
Эффект непериодической модуляции	Эффектны, связанные с переходными процессами, например всплеск или хлопок, нарушение переходных процессов
Нелинейные искажения	Гармонические или негармонические нелинейные искажения, искажения, вызванные перекрытием спектра
Искажения по времени	Эхо-сигналы, слышимые до и после воспроизведения самого звука, "размазывание" (потеря временно́й прозрачности сигнала источника), асинхронизм сигналов или каналов
Дополнительный звук (шум)	Ложные звуки, не связанные с материалом источника, такие как щелчки, шумы, тоновые компоненты
Отсутствующий звук	Потеря компонент звука, например вследствие ошибки маскировки
Корреляционный эффект (перекрестные помехи)	Линейные и нелинейные перекрестные помехи между каналами, протекание или межканальная корреляция
Искажение качества пространственного образа	Все аспекты, включая расширение, перемещение, стабильность локализации, баланс, точность локализации, изменения объемности