

МЕТРОЛОГИЯ

И ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В СВЯЗИ

№ 1 1999



СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦИИ ОТРАСЛИ

СОВРЕМЕННЫЕ ЗАДАЧИ ИЗМЕРЕНИЙ В ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ

СПЕЦИФИКА ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВОЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ СТАНДАРТА CDMA



ТЕЛЕВИЗИОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ДЕМОДУЛЯТОРЫ

УКАЗАТЕЛЬ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ОТРАСЛИ "СВЯЗЬ"

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ RPD

Перечень публикаций журнала за 1998 г. на стр. 54



стр. 55



ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ АКУСТИЧЕСКИХ ЗВУКОВЫХ СИСТЕМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО (ОБЪЕМНОГО) ЗВУЧАНИЯ

Д.Г. Свобода, Акустический центр МТУСИ

Наряду с акустическими системами и колонками прямого излучения (АС) на рынке как бытовой, так и профессиональной звуковоспроизводящей аппаратуры заметное место занимают акустические системы объемного звучания (АСО). Уже много лет они серийно производятся как у нас в стране, так и за рубежом. Эти изделия являются, например, основными в номенклатуре продукции фирмы BOSE, одного из самых крупных в мире производителей акустических систем. Не вдаваясь в конструктивные особенности АСО, напомним читателю, что от обычных громкоговорителей их отличает принцип излучения звуковой волны. У АСО она является ненаправленной, т.е. распределена во всех направлениях в горизонтальной плоскости. Отражаясь от внутренних поверхностей помещения, звук приобретает объемность. Это приводит к значительному улучшению у АСО пространственной стереокартины и является их несомненным достоинством.

В процессе производства АСО было замечено, что при измерении одного из важнейших параметров – уровня характеристической чувствительности (УХЧ), у этих акустических систем наблюдается явное несоответствие полученных результатов с субъективным ощущением громкости. Результаты измерений оказываются явно заниженными. И это несмотря на строгое соответствие общепринятым методикам, изложенным в соответствующих ГОСТ [1], [4].

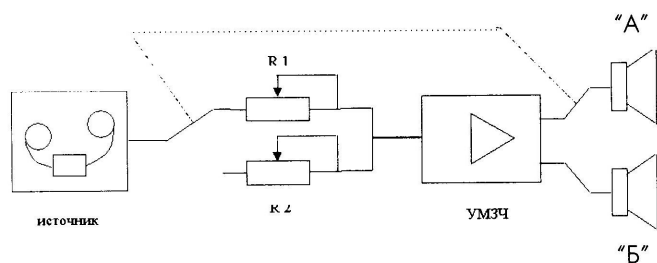
Для изучения и оценки этой закономерности Акустическим центром МТУСИ были проведены исследования величины погрешности УХЧ у АСО при измерении ее согласно действующим в настоящий момент методикам.

Первым этапом исследований было проведение **объективных испытаний**.

В заглушенной звукомерной камере, в строгом соответствии с ГОСТ 16122-78 были измерены УХЧ у целого ряда АСО и АС разных моделей. По результатам этих измерений были отобраны АСО и АС с одинаковыми значениями УХЧ.

На втором этапе исследований проводились серии **субъективных испытаний**. В каждой серии методом сопоставительного прослушивания оценивалась субъективная громкость звучания АСО и АС с одинаковыми значениями УХЧ. Испытываемые акустические системы располагались рядом друг с другом на достаточном удалении от слушателя, с тем чтобы последний не мог локализовать их звучание по направлению. При проведении прослушивания использовался один и тот же звуковой тракт с усилителем звуковой частоты (УМЗЧ), выход которого попеременно коммутировался на одну или другую акустические системы (на световом табло над ними высвечивались соответственно индексы "А" или "Б"). Синхронно с выходом коммутировались и включенные последовательно в тракт регуляторы уровня R1 и R2 (рис. 1).

Рис. 1



В задачу слушателя входило выравнивание (с помощью регуляторов R1 и R2) громкости звучания акустических систем. Пользуясь собственным слуховым ощущением, слушатель дистанционно вводил или выводил регуляторы, пока громкость звучания одной и другой акустической системы не становилась одинаковой. Полученная разница в затухании регуляторов являлась величиной, численно характеризующей разницу реального УХЧ между АС и АСО.

В отличие от стандартной методики субъективных прослушиваний [5], в которой обычно участвует группа слушателей, в каждой серии данного эксперимента принимал участие только один слушатель. В качестве звукового программного материала ему предлагались разножанровые музыкальные фрагменты, речевые отрывки, содержащие мужской и женский голос, а также шумовой сигнал. Аналогичным образом были проведены сопоставительные прослушивания АС и АСО в стереофоническом режиме. Полученные результаты для различных моделей АСО приведены в табл. 1.

В результате проведенных исследований было получено, что абсолютная погрешность объективных измерений УХЧ, проводимых по ГОСТ 16122-78, достигает для АСО значений от 3 до 6 дБ, что является явно недопустимой величиной.

Объяснение этого явления представляется достаточно простым. При измерении УХЧ "классических" АС измерительный микрофон в заглушенной звукомерной камере воспринимает только осевое, направленное на него звуковое давление, развиваемое этими системами. Практически вся звуковая энергия доходит до измерительного микрофона и лишь незначительная ее часть, излучаемая в стороны, поглощается внутренними поверхностями заглушенной камеры. Именно высоким звукопоглощением камеры обеспечивается высокая точность измерения основных параметров АС, в том числе и УХЧ.

Очевидно, что столь значительная ошибка в измерениях УХЧ для АСО в свободном поле (в заглушенной звукомерной камере) вытекает из практически полного поглощения стенками камеры заднего и боковых излучений акустической системы. Иными словами, значительная часть звуковой энергии, которая, отразившись от стен в реальном жилом помещении, должна была дойти до слушателя, в заглушенной звукомерной камере терется за счет ее звукопоглощения. Поэтому получить точные результаты измерения УХЧ по изложенной в ГОСТ 16122-78 методике в условиях свободного поля для АСО не представляется возможным.

Целесообразней для этих целей использовать иной метод – измерение среднего звукового давления в диффузном поле, которое создается в реверберационной звукомерной камере. Существующий ГОСТ 12.1.025-81 регламентирует такой метод измерения для источников звуковых колебаний, создающих в воздушной среде постоянные, широкополосные или тональные шумы. Указанный ГОСТ регламентирует методику измерения среднего звукового давления, которую можно применить и для АСО. Из полученного в результате измерений уровня среднего звукового давления можно вычислить УХЧ для АСО. Порядок вычислений изложен в конце статьи.

После проведения серии измерений УХЧ в диффузном поле выяснилось, что полученные результаты хорошо коррелируются с результатами субъективных прослушиваний (табл. 1). Полного совпадения, очевидно, добиться невозможно, ибо любое помещение для прослушивания не имеет столь высокой диффузности звукового поля, которая достигается в реверберационной звукомерной камере.

Табл. 1

Метод измерений	Модель АСО				
	30AC-103П	50AC-102П	Natural C-4SE	Яшма AC200	Bose 701
Характеристическая чувствительность, измеренная объективным методом в свободном поле по ГОСТ 16122-78, дБ/Вт/м	82	83	83	84	85
Характеристическая чувствительность, измеренная субъективным методом сопоставительного прослушивания, дБ/Вт/м	87	87	89	89	88
Характеристическая чувствительность, измеренная объективным методом в диффузном поле по ГОСТ 12.1.025-81, дБ/Вт/м	87	87,5	90	89	—

Рекомендации по проведению измерений УХЧ у АСО в реверберационной звукомерной камере (в диффузном поле)

1. Поместив измеряемую АСО в реверберационную звукомерную камеру и подав на нее с генератора через измерительный усилитель шумовой сигнал, проводят измерения среднего звукового давления в октавных или третьооктавных полосах звуковых частот L_m .

2. Измерительный микрофон в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 12.1.025-81, ориентируется в направлении от измеряемой акустической системы. Для получения необходимой точности измерений для каждой полосы частот этот метод предусматривает не менее шести разных точек измерений (перестановка измерительного микрофона по камере). На практике, если объем звукомерной камеры достаточно велик, можно ограничиться тремя точками.

3. На измеряемую АСО подается мощность $P_0 = 1,0$ Вт. Учитывая нелинейный характер входного сопротивления АСО, напряжение на ее входе для этой мощности в каждой полосе частот рассчитывают по формуле

$$U = \sqrt{P_0 \times R} \quad (1)$$

4. При измерениях следует обязательно дождаться установившегося звукового поля (не менее 10 – 15 с), а уже затем проводить отсчет показаний. В качестве регистрирующего прибора используется шумомер с соответствующими полосовыми электрическими фильтрами. Для измерений АСО на шумомере следует пользоваться аттенуатором, скорректированным по характеристике А уровня звуковой мощности и временной характеристикой S (медленно). Обычно измерения проводятся в третьооктавных полосах частот со среднегеометрическими частотами от 100 до 10000 Гц.

5. Средний уровень звукового давления в полосах частот L_m (в дБ) по всем точкам измерений следует вычислять по формуле:

$$L_m = 10 \lg \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0,1 L_i} \right], \quad (2)$$

где L_i – уровень звукового давления в полосе частот в i -той точке измерения;

n – общее количество точек измерения.

6. Если значения L_i различаются не более, чем на 5 дБ, то величину L_m можно вычислить проще:

$$L_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i \quad (3)$$

7. Характеристическая чувствительность S (дБ/Вт/м) для АСО, отнесенная к $P_0 = 1,0$ Вт, в данном случае численно равна значению среднего звукового давления:

$$S = L_m \quad (4)$$

При измерении УХЧ расстояние между измерительным микрофоном и рабочей осью громкоговорителя или акустической сис-

темы обычно составляет 1,0 м. Следует напомнить, что условия диффузного поля во всех точках реверберационной камеры подразумевают его достаточную однородность. Поэтому полученное значение S практически не зависит от расстояния между измерительным микрофоном и рабочей осью громкоговорителя.

Общая погрешность измерений в диффузном поле будет тем меньше, чем большее количество частотных полос было измерено и чем больший рабочий объем имеет сама реверберационная камера.

Особо нужно отметить вид шумового сигнала, используемого для проведения измерений. В данном случае использовался сигнал розового шума, более приближенный к реальному уровню громкости. Аналогичный сигнал используется и в методике, рекомендованной стандартом МЭК [4] (в нем измерения УХЧ проводятся, как и в ГОСТ 16122-78, в свободном поле).

В дальнейшем, при продолжении исследований, предполагается провести серию измерений и на сигнале белого шума.

ВЫВОДЫ

1. Метод измерений УХЧ для АСО, регламентированный существующим ГОСТ 16122-78, не обеспечивает необходимую точность результатов.

2. Более точные измерения указанных параметров могут быть выполнены методом субъективного сопоставительного прослушивания, описанным выше.

3. Для получения наиболее достоверных результатов измерений УХЧ для АСО следует проводить в условиях диффузного поля по методике ГОСТ 12.1.025-81 с рекомендациями, изложенными в настоящей статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 16122-78 "Громкоговорители. Методы электроакустических, испытаний и измерений".
2. ГОСТ 23262-83 "Системы акустические. Общие технические условия".
3. ГОСТ 12.1.025-81 "Шум. Определение шумовых характеристик источников шума в реверберационной камере."
4. IEC Publication 268-5: Loudspeakers, Geneva, 1977.
5. ОСТ 4.202.003-84 "Субъективная оценка качества звучания. Методы испытаний".
6. Журнал "Класс А". Результаты тестирования акустических систем пространственного звучания 30AC-1-3П, 50AC-102П, Natural C-4SE. 1996.05, с. 27 – 33.

The especially measuring characteristically sensitivity of the cubicspace loudspeakers.

В статье сопоставляются результаты измерений характеристической чувствительности акустических систем пространственного (объемного) звучания, проведенных двумя разными методами в звукомерных камерах, с результатами измерений этих систем методом прослушивания.

In this investigation are compare the outcome two any method-es measuring characteristically sensitivity in the soundmetering rooms and the method listenning test of the cubicspace loudspeakers.