

ЗВУК В ИНТЕРЬЕРЕ

СЛУШАЯ МУЗЫКУ В ДЕМОСТРАЦИОННЫХ ЗАЛАХ МАГАЗИНОВ, НА ВЫСТАВКАХ, У ДРУЗЕЙ И У СЕБЯ ДОМА, А ТАКЖЕ ПОДБИРАЯ АУДИОКОМПОНЕНТЫ, НАВЕРНЯКА ВСПЛЫВЕТ ТЕМА АКУСТИКИ ПОМЕЩЕНИЯ. ТАК ЛИ ЭТО ВАЖНО НА САМОМ ДЕЛЕ ИЛИ ЭТО УДЕЛ ПРОФЕССИОНАЛОВ И ТОНКИХ ЦЕНИТЕЛЕЙ?

ДЛЯ ПРИМЕРА ВОЗЬМЕМ НАБОР КАКИХ-ЛИБО СТРУН, К ПРИМЕРУ, СКРИПИЧНЫХ. НАТЯНЕМ ИХ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ИНСТРУМЕНТА, НО ТОЛЬКО В ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ НА ДОСКЕ МЕЖДУ ВОСЕМЬЮ ГВОЗДЯМИ. ЗВУК, ИЗДАВАЕМЫЙ НАШИМ «ИНСТРУМЕНТОМ», НЕ БУДЕТ ПОХОЖ НА СКРИПИЧНЫЙ, ХОТЯ МЕЛОДИЯ БУДЕТ УЗНАВАЕМА. ОТСЮДА МОЖНО СДЕЛАТЬ ВЫВОД: КОЛОССАЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ НА КАЧЕСТВО ЗВУЧАНИЯ ИНСТРУМЕНТА ОКАЗЫВАЕТ КОРПУС ИНСТРУМЕНТА. ВСЕ МНОГООБРАЗИЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТЕМБРОВ РАЗЛИЧНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ИХ КОРПУСАМИ, КОТОРЫЕ ЯВЛЯЮТСЯ ФИЛЬТРАМИ, ОБЛАГОРАЖИВАЮЩИМИ



Обратимся теперь к проблеме звуковоспроизведения. В этом случае мы имеем корпус (акустическую систему), в котором установлен громкоговоритель. Звук или звуковое давление в окружающем пространстве будет создаваться перемещением диффузора громкоговорителя под воздействием электрического сигнала, поступающего от усилителя. Корпус акустической системы нужен нам только для того, чтобы предотвратить замыкание звукового давления на краях диффузора громкоговорителя и поглотить паразитное излучение в пространство обратной стороны диффузора. Итак, для получения качественного звучания нам необходим корпус, функция которого полностью противоположна корпусу музыкального инструмента. Дело в том, что излучателем АС является громкоговоритель и в нем все сделано для того, чтобы с наименьшими искажениями воспроизвести сигнал, который подается с усилителя. Громкоговоритель самодостаточен, а струны – нет. Есть распространенное заблуждение: сделаем корпус АС по стандартам музыкальных инструментов «звучащим», например, из ели – и все будет

отлично. Нет! По той простой причине, что самостоятельно «играющий» корпус окрасит звучание громкоговорителя. Мы получим искаженный звук. В наиболее качественных, а значит, крупногабаритных АС, площадь диффузора громкоговорителя составляет примерно 2-5% от площади корпуса АС. Теперь представим себе, что диффузор громкоговорителя для создания некоего звукового давления должен иметь амплитуду колебаний 2 мм, значит, при колебании стенок корпуса АС $2:50=0,04$ мм (2%) колеблющийся корпус системы создаст такое же звуковое давление, как и диффузор. Если ограничиться искажениями порядка 1%, то полученную величину надо разделить еще на $0,04:100 = 0,0004$ мм. Это 0,4 микрона. Если принять искажения равными 5%, то колебания корпуса составят 1 микрон. Это одна из причин, почему малогабаритные АС зачастую играют чище больших, но, к сожалению, проигрывают в низкочастотном регистре. Некоторые слушатели восклицают: «Громкоговоритель маленький, а бас!!!» Может быть. Но представим себе, что для создания определенного звукового давления нам необходимо сдвинуть 1 литр воздуха (литровую банку). Диффузор диаметром с литровую банку должен иметь амплитуду колебаний равную длине банки, а с диаметром в 4 раза большим – в 16 раз меньшую. И где же будет больше искажений? От источников звука перейдем к помещению, в котором этот звук мы прослушиваем. Раньше для звуковоспроизведения применялась аппаратура незначительных мощностей (10-30Вт) и особых проблем не существовало. Да и требования к качеству были невысоки. Современное электроакустическое оборудование обладает реальным динамическим диапазоном до 70-80 дБ. Учитывая уровень фонового шума в тихой комнате 30-40 дБ, получаем пиковые уровни 110-120 дБ. Средний уровень прослушивания порядка 80-90 дБ, а болевой порог равен 130 дБ. Повсеместное использование технологий домашнего телевизионного театра только обострило проблему качественного звуковоспроизведения, вызванную не только повышением громкости прослушивания. Одна из основных задач состоит в создании пространственного акустического образа, как первого шага для погружения зрителя в трехмерный аудиовизуальный образ, сотворенный авторами фильма. К сожалению, современные телеви-

зионные технологии не позволяют получить трехмерное телевизионное изображение. Звуковые технологии это уже обеспечивают.

Как раз с этого момента и возникают проблемы, связанные с акустикой помещения, вернее, с акустическим оформлением помещения для создания комфортной среды прослушивания. Эти проблемы возникали и при прослушивании стереофонических систем, но в гораздо меньшей степени, так как мощности аппаратуры были меньше, и прослушивание осуществлялось с меньшего расстояния. Если установить АС в чистом поле и сесть перед ними, как это предусмотрено в рекомендациях, то все будет нормально слышно, но это идеализированный вариант. Мы всегда слушаем в помещении, а это приводит к тому, что звуковые волны отражаясь от стен, потолка и пола, придут к слушателю искаженными. Как и в случае с музыкальными инструментами происходит тембральная окраска звука, с той лишь разницей, что в инструменте это носит положительный эффект, а в данном случае – отрицательный. Рассмотрим некоторые аспекты распространения звука в ограниченном пространстве. При своем распро-



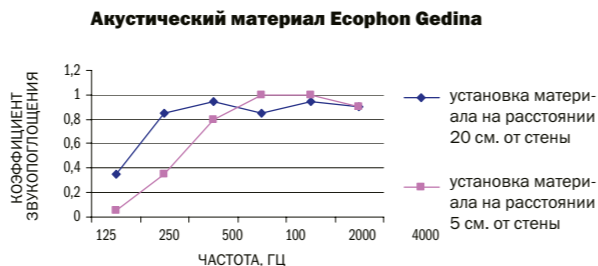
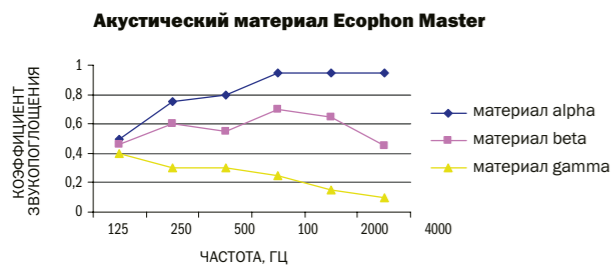


РИСУНОК 1

РИСУНОК 2

странении звуковые волны, доходя до преграды, частично поглощаются ею, частично отражаются и частично огибают ее. Последнее свойство называется дифракцией и определяется соотношением размеров преграды и длиной волны. Волны большой длины (низкие частоты с длинами волн порядка 15-5 м) спокойно огибают предметы размером меньше 5-2 м, мало отражаясь от них. Высокие частоты с длинами волн порядка единиц сантиметров ведут себя иначе и, в гораздо большей степени, чем низкие частоты, отражаются от мелких предметов, что приводит к тембральной окраске отраженного звука (преобладают высокие частоты). Это хорошо слышно в пустой комнате: она не только гудит, она гудит визгливо. В дополнение к тембральной окраске отраженный звук искажает содержание первичного звука. Все знают эффект эха в горах или больших помещениях. В комнате происходит то же самое, только эхо приходит гораздо быстрее из-за меньших размеров и его уровень больше. Отсюда и слышимые искажения гораздо больше. Но возникший однажды в помещении звук после многократных отражений и связанных с этим поглощений в конце концов затухает, этот процесс называется реверберацией. Есть еще одна серьезная проблема – интерференция. Так как звуковая волна имеет синусоидальный характер, то в некоторых местах волны будут складываться, а в некоторых – вычитаться. Это приведет к тому, что образуются стоячие волны, проявляющие себя тем, что в отдельных местах громкость будет выше, а в других ниже. Вот с этим рядом негативных явлений и позволяло справиться, точнее говоря, уменьшить их до приемлемого уровня, акустическая обработка помещения. Из всего сказанного выше можно сделать следующий вывод: звуковое поле в помещении можно представить как сумму составляющих поля прямого звука от акустических

систем, не испытывавшего ни одного отражения, и поля, созданного отраженными звуковыми волнами. Определим наиболее важные характеристики, влияющие на качество звучания:

- Пространственное впечатление, объемность, протяженность звучания, локализация отдельных источников звука (инструментов) в звуковом поле, как по фронту, так и по глубине.
- Прозрачность или раздельность звучания.
- Естественность и богатство тембров музыкальных инструментов и голосов.
- Музыкальное равновесие, баланс громкостей отдельных частей звукового образа.
- Восприятие акустической обстановки помещения, где велась запись.

Основным критерием оценки акустического качества помещения является время реверберации RT60, это время спада звуковой энергии на 60дБ. Оптимальное значение времени реверберации, при котором воспроизведенный звук воспринимается наилучшим образом, зависит от объема озвучиваемого помещения. Чем меньше время реверберации, тем выше разборчивость речи, однако слишком малое время реверберации делает звучание слишком сухим, обедняет его в тембральном отношении. Увеличение времени реверберации обогащает звучание, улучшает его четкость и прозрачность, придает ему пространственность, объемность, гулкость, но ухудшает комфортность восприятия смысловой информации при речевой передаче. При очень большом времени реверберации возникает эффект эха. Время реверберации зависит не только от объема помещения, оно также зависит от звукопоглощающих свойств помещения. Зависимость времени реверберации от формы помещения не очень заметна, если, конечно, помещение не

подобно трубе или храму с высоким сводом. Трудным также является случай, когда имеются два или более помещений, соединенных между собой открытыми проходами. В этом случае образуется несколько (по количеству комнат) резонирующих объемов, что затрудняет борьбу с паразитными явлениями. Хочется так же отметить недопустимость использования в помещениях, предназначенных для телевизионного театра, такого прекрасного материала как гипсокартон. Изменяя материалы отделки помещения с учетом установленной мебели и формы помещения, можно достичь оптимального результата не только по временным параметрам, но и по частотным. Так как различные звукопоглощающие материалы поглощают разные звуковые частоты с разной эффективностью, своеобразный регулятор тембра. В качестве примера приведем звукопоглощающие свойства материала производства фирмы Ecorphon при различных способах монтажа. На рис. 1 – расстояние между материалом и стеной. Наиболее сложно осуществить звукопоглощение на низких частотах. Следующим параметром, оценивающим качество звучания в озвучиваемом помещении, является коэффициент разборчивости (артикуляции) RASTI, под которым обычно понимается отношение числа правильно понятых слогов артикуляционной таблицы к их общему числу. Причинами снижения разборчивости являются акустические шумы в помещении, помехи от реверберации, нарушение баланса уровней между прямым и отраженным звуком, приходящим к слушателю в месте прослушивания. Отраженные сигналы, составляющие начальный участок реверберационного процесса на озвучиваемой площади, суммируются с прямым звуком и воспринимаются с ними слитно, обогащая тембр звучания и увеличивая его громкость. В то же время отраженные звуки, имеющие большее время запаздывания (более 50

ХАРАКТЕРИСТИКА	НОРМАТИВНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ	БЕЗ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ	С АКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ
КОЭФФИЦИЕНТ РАЗБОРЧИВОСТИ РЕЧИ	Более 0,6	0,39 – 0,52	0,70 – 0,75
КОЭФФИЦИЕНТ РЕЧЕВОЙ ЯСНОСТИ	Более 0	-5,0 – 0,06	8,8 – 15,5
КОЭФФИЦИЕНТ МУЗЫКАЛЬНОЙ ЯСНОСТИ	Более 4	-2,4 – 1,5	15,2 – 21,5

мс для речи и более 100-150 мс для музыки), разрушают звучание, снижают его четкость и ясность. Критерием, отображающим эту особенность слухового восприятия, является фактор ясности «С». Он представляет собой отношение «полезной» части энергии отраженных звуков ко всей энергии реверберирующего сигнала. Граница между ранними и поздними отражениями лежит вблизи 50 мс для речи и 80 мс для музыки. Многочисленными экспериментальными наблюдениями отмечена важная роль ранних отражений в создании эффекта пространственного восприятия речи и музыки. Самые ранние отражения повышают разборчивость и прозрачность, а более поздние – пространственное впечатление. Перечислив в самом общем виде проблемы, связанные с акустическим оформлением помещения при построении комплексов домашнего кинотеатра, предлагаем в качестве иллюстрации пример проведения подобных работ. Помещение площадью 34 кв.м с потолком высотой 3,5 м до обработки имело следующие расчетные реверберационные характеристики:

ЧАСТОТА /ГЦ/:
 100 200 400 800 1600 4000 10000
RT60 /СЕК/: 2,36 2,65 2,55 2,36 2,0 1,24 0,68

Оптимальное время реверберации для данного помещения составляет (кино и видеопоза) 0,3+/-0,1 Сек. Поэтому возникает необходимость акустической обработки помещения с целью снижения времени реверберации. После обработки были получены следующие результаты:

ЧАСТОТА /ГЦ/: 100 200 400 800 1600 4000 10000
RT60 /СЕК/: 0,34 0,32 0,31 0,3 0,33 0,36 0,3

Общая стоимость работ составляет \$1000–3000, в качестве которых чаще всего используются акустические материалы следующих фирм: Akusto, Armstrong, Ecorphon и др. Полученные результаты рассчитываются при помощи современных компьютерных программ, но их результаты не являются абсолютными.

Как всегда, лучший критерий – собственное ухо. Простейшие рекомендации по акустическому оформлению: Поместите звукопоглотитель (ковёр, ткань, акустические плиты и т.д.) на стенах за фронтальными и тыловыми АС на ширину расстояния АС.

- Постелите в зоне прослушивания ковёр.
- Повесьте над зоной прослушивания звукопоглотитель.
- В качестве измерительного инструмента используйте ладоши: хлопните на улице, где почти нет отражений; хлопните в помещении примерно одинаковой с вашей площади, но гулком (магазин, контора, общественный туалет, баня); хлопните в своем помещении.

Должно быть что-то среднее. Прислушайтесь. Не должно быть слышно ярко выраженных призвуков. Следует обратить внимание на тип используемых АС: пространственные, с круговой диаграммой направленности и стандартные. Если рассматривать преимущества использования для телевизионного театра пространственных АС по сравнению со стандартными, то выбор однозначный – только пространственные. Стандартные АС не могут создать пространственный звуковой образ по следующим причинам:

- Имеют четко выраженную диаграмму направленности и вы как бы «видите» откуда идет звук;
- Излучают сферическую акустическую волну с затуханием 1/г2. Это приводит к разрыву пространственного звукового образа. Конечно, выход есть: надо поставить много АС и усилителей, систему обработки звука и так далее...

Что дает использование пространственных АС:

- Отсутствует локализация источника звука (АС). Ведь основная задача – пространственный звуковой образ. Локализация источников звука (инструментов) в сцене

сохраняется;

- Пространственные АС менее критичны к акустическим характеристикам помещения, лучше работают в помещениях со сложной архитектурой (высокие потолки, купола);
- Излучают цилиндрическую акустическую волну (подавлено излучение в вертикальной плоскости) с затуханием 1/г. Медленное затухание звука обеспечивает удивительно ровное звучание независимо от места прослушивания.

Однако надо отметить и недостатки:

- Не могут быть встроены в мебель или стоять вплотную к стене;
- Несколько ухудшается воспроизведение атаки, за счет кругового излучения.

Из стандартных АС наихудший вариант – потолочная акустика. Происходит разрыв зрительного и слухового образов. Образ на экране, а звук с потолка – нонсенс. Почему пространственные АС не выпускают на западе? Во-первых, отечественные разработки более продвинутые, на западе нет школы подобных разработок, а, во-вторых, хорошая патентная защита наших разработок как у нас, так и за рубежом. Пионерами в разработке пространственных АС можно считать Гладкова Б. В. и Шорова В. И. Компания «Валанкон» впервые применила пространственные АС для телевизионного театра в 1994 году и с тех пор ни разу не разочаровалась в своем выборе. В минимальном варианте вполне достаточно стереокомплекта. Пространственный образ настолько реалистичен, что вполне можно обойтись и без центрального канала. Более подробно об этой чудо-акустике, телевизионном театре и усилителях в следующей статье.

ООО «ВАЛАНКОН-Д» 933-53-75/76, 746-85-11
 www.valankon.com
 e-mail valankon@mail.ru

КОСТИН В. И.