**Куда поставить сабвуфер?**

Кандидат технических наук Д. Меркулов.

**Кое-что о дифракции в домашней акустике**

Какой бы современной ни была электронная система записи и воспроизведения звука, сколько бы форматов записи она ни обслуживала, объединенная в одном агрегате, в конце ее, на выходе будет "динамик" - так называли его раньше. И был он сначала один, ну два - для воспроизведения высоких и низких звуковых частот в одной коробке-ящике. С появлением в 1950-х годах стереофонических грампластинок ящиков стало два - отдельно для правого и левого звукового канала. Система записи звука совершенствовалась, и теперь для звукового сопровождения видеокартины и воспроизведения звука высокого качества оказалось мало и пяти звуковых колонок. Менялись конструкция, форма, расположение звуковых колонок в зале.

Инженеры-электронщики кооперировались с физиками - знатоками законов распространения звука. Дифракция, реверберация, интерференция - термины из теории волновых процессов - вошли в инженерную практику конструкторов звуковых систем.

В подавляющем большинстве современные звуковые колонки (ЗК) представляют собой набор из двух-трех электродинамических громкоговорителей, помещенных внутрь корпуса прямоугольной формы шириной 20-30 см. Рассчитаны они суммарно на воспроизведение звуковых колебаний в диапазоне от 18 до 20 000 Гц, с длинами волн λ соответственно от 1833 до 1,65 см. Длины волн определены здесь по известной из начального курса физики формуле

где 33 000 - скорость распространения звуковых колебаний в воздушной среде в см/с; F - частота колебаний в Гц. По этой же формуле определяется и частота колебаний, если известна длина волны:

Легко подсчитать, что популярной ныне ширине 20-30 см передней панели бокса акустической колонки, излучающей звуковое колебание аналогичной длины волны, соответствует значение частоты F, равное 1650 - 1100 Гц. Дифракция проявляет себя на частотах исходящих звуковых колебаний меньших 1650-1100 Гц. На более высоких частотах и соответственно длинах волн меньше 20-30 см имеет место отражение звуковых волн от передней панели излучателя (см. рис.). Важным параметром, характеризующим ЗК, является диаграмма направленности. При узкой диаграмме непосредственно в сторону слушателя направляется больше звуковых сигналов акустического излучателя и звуковые образы проявляются более отчетливо. Дифракция не способствует улучшению диаграммы направленности. Чем больше дифракция, тем хуже диаграмма и качество звука. Дифракция влияет на качество звуковой картины. Так, слушатель, сидящий за колонной в концертном зале, возможно, будет хорошо слышать лишь контрабас и барабан.

Уменьшить дифракцию можно, правильно расположив в помещении напольные акустические излучатели: чем ближе к стене, тем меньше дифракция. Звуки высокой частоты направляются прямо к слушателю, а низкие тона еще и отражаются от стены. При установке полноразмерных колонок вплотную к стенам дифракция заметно нейтрализуется, слышимость низких тонов - наиболее впечатляюща. Дифракция невелика и у малоформатных полочных и миниатюрных стереоколонок, обычно устанавливаемых вблизи стен или развешиваемых на них. Полное отсутствие дифракции наблюдается при монтаже наборов динамических головок в углублениях стен (см. "Наука и жизнь" № 12, 2003 г.).

В конце 1960-х годов монополия на колонки с широкой передней панелью была нарушена появлением кассетных магнитол и музыкальных центров. Несколько позже, всего 25 лет назад, появился "вокмэн" (по англ. Walkman) - персональный стереофонический плеер. Как и магнитолы, новый плеер пришелся по душе любителям слушания музыки "на ходу". Благодаря достижениям микроэлектроники и "цифровизации" аппаратуры современные "вокмэны" по качеству воспроизведения звука популярной музыки вполне удовлетворяют миллионы любителей.

В свое время много лет подряд кино называли "великим немым". Звукозапись по аналогии можно было бы назвать "великим слепым". "Прозрение" ее наступило в 1970-х годах с появлением кассетного видеомагнитофона, а затем и DVD-проигрывателя. Повсеместно начали распространяться акустические системы домашнего кинотеатра (ДКТ). По прошествии непродолжительного времени эмпирически было установлено, что зрителя в ДКТ в меньшей степени интересует локализация звуковых образов, в большей - акустические эффекты. Выяснилось также, что круговая дислокация группы обычных колонок из пяти штук недостаточно справляется с организацией звукового поля, включающего разговор персонажей, музыку и шумовые эффекты. Совокупность обстоятельств позволила разработчикам пойти по пути уменьшения определенности в звуковой картине ДКТ. Звуковые колонки превратились в узкие прямостоящие (высотой 1,2-1,5 м) стойки с громкоговорителями малого диаметра наверху, а "ящики" отказались от отражательной доски (передней панели) в ряде моделей (см. "Наука и жизнь" № 12, 2003 г.). Указанные приемы модернизации окружающего звукового поля в ДКТ позволили расширить частотный диапазон дифракции, подвинуть ее в область верхних частот. Для качественного воспроизведения низких частот выделили из общей группы сабвуфер. В последние годы, в связи с заметным увеличением спроса, большинство зарубежных фирм и компаний - производителей акустики специализируются в основном на серийном выпуске аппаратуры "киношного" направления.

Статистика свидетельствует: новое поколение слушает музыку "в пути" или "в кино". При всем этом приверженцев Hi-Fi музыкального театра на дому осталось еще достаточно много. За неимением иных в этом театре для музыкальных программ могут быть применены колонки ДКТ с дифракционно "выпяченным" полем низких частот, но для ДМТ более подходят апробированные десятилетиями стереофонические пары звуковых колонок прямоугольной формы с дифракцией, не выходящей за границы частот 800-1500 Гц.

Как и в реальном концертном зале, в домашних условиях исполнителям произведений искусства положено находиться перед слушателем. Этому условию вполне удовлетворяют две звуковые колонки (левая и правая), установленные на определенном расстоянии от слушателя и одна от другой, и центральный громкоговоритель. Особенно при использовании DVD-Video и приеме телевизионных программ со стереозвуком. При этом приобретать дополнительную электродинамическую головку совсем не обязательно. Ее может заменить всегда находящийся под рукой громкоговоритель телевизора, как раз и располагающийся посередине между основными (левой и правой) звуковыми колонками.

Если для театра выбраны малогабаритные полочные звуковые колонки, то для компенсации недостаточности их в области низких частот надо применить сабвуфер (желательно без фазоинвертора) с регулируемым уровнем громкости. Сабвуфера достаточно одного, и размещать его можно произвольно, поскольку ухо не локализует источники звукового излучения на его рабочих частотах (и даже на более высоких в диапазоне до 200-250 Гц), но правильнее будет поставить его поближе к слушателю.