

# Особенности акустики жилой комнаты для HIGH-END

---

Акустический центр МТУСИ

Как часто нам приходится выслушивать сетования аудиофилов и меломанов о том, что даже классная аудиоаппаратура, прекрасно проявившая себя при покупке в магазине, не звучит дома...

Давно известно, что неподготовленное для прослушивания музыки жилое помещение может свести на нет все попытки получить в домашних условиях “музыкальную ауру”, да еще и приобрести ностальгическое настроение по напрасно потраченным деньгам. А их теперь считают все. Казалось бы, проблема невелика — нужно только чуть-чуть доработать собственную комнату. И неудовлетворенные слушатели, засучив рукава, начинают городить дома немыслимые конструкции, часто не улучшающие, а еще больше ухудшающие звучание...

В общем виде жилая комната представляет собой многочастотный объемный резонатор, внутри которого находится нелинейный акустический излучатель. И слушатель воспринимает звучание, являющееся продуктом их взаимного воздействия. Строгое математическое описание такого процесса весьма сложно, поэтому упростим задачу — оставим в стороне рассмотрение вопроса о качестве собственно звукового тракта и взглянем повнимательнее на упоминавшийся выше резонатор — жилую комнату.

Рассчитать акустическую обработку зала большой или средней вместимости, аппаратной или студии, особого труда не представляет. Существуют методики, позволяющие это сделать. Однако не секрет, что в подавляющем большинстве случаев после окончания строительства приходится “доводить” акустику помещения с помощью собственных ушей — субъективным способом. Это вызвано не “плохими калькуляторами” проектировщиков, а невозможностью заранее учесть неизбежные отклонения акустических параметров примененных строительных материалов от типовых, абсолютно точно определить влияние геометрии и внутренней архитектуры зала на время прихода первых (особенно важных!) отражений, время реверберации и т.д. При расчете очень малого по объему помещения, которым является жилая комната, абсолютная погрешность вычислений еще более значительна.

В нормативной архитектурно-планировочной литературе имеются справочные таблицы и графики, рассчитанные на объем помещений в несколько тысяч или сотен кубических метров. Объем в несколько десятков кубометров, ввиду большой погрешности получаемых результатов, обычно не рассматривается. Поэтому для “домашних целей” существующие методики расчетов акустической обработки принимаются, как весьма приближенные.

Аудиофилы, желая как-то приспособить собственное жилье для прослушивания музыки, пользуются спонтанным способом: — “а что будет, если я повешу сюда этот коврик?” Такой подход зиждется, скажем прямо, на “гадании на кофейной гуще”. В подавляющем числе случаев аудиофилы, располагая где нужно и ненужно ковры, паласы, тяжелые тканевые драпировки и пр. по сути дела “тушат” свою комнату сверх всякой меры. В таком

переглушенном помещении звучание музыки становится невыразительным и “сухим”. Правда, локализация музыкальных инструментов по ширине и глубине стереокартины, а также детальность их звучания в результате этих действий получаются, как правило, хорошими, однако “воздушность” и “легкость”, одни из основных составляющих натурального звука, сильно ухудшаются. Кроме того, благодаря большому звукопоглощению, про использование в этом помещении маломощных усилителей и акустических систем с малой чувствительностью можно забыть.

Антиподом переглушенного домашнего помещения является гулковая комната, где музыка звучит ярко, сочно и динамично. Аудиофил может применить здесь всю гамму аудиоаппаратуры, вплоть до самых маломощных “однотактников”. Но стереокартина в такой комнате теряет отточенность, появляется эффект “размытого пространства”, что на истинных ценителей музыки действует весьма раздражающе и удручающе...

И в том, и в другом рассмотренных нами случаях помещение сильно влияет на общий характер звучания, изменяя его первоначальную структуру. Что же следует “требовать” от собственной жилой комнаты аудиофилу-меломану? В целом, очевидные вещи:

1. Комната прослушивания должна быть в меру заглушенной и оказывать минимальное воздействие на окраску музыкальную программы,
2. Звукоизоляция комнаты должна быть такова, чтобы внешние источники шума не мешали прослушиванию, и само прослушивание не мешало окружающим;
3. В комнате должны быть предусмотрены комфортные условия, не отвлекающие от процесса прослушивания, оптимальное освещение, системы вентиляции, кондиционирования, и пр.

При внешней очевидности этих требований проблема не так проста, как кажется на первый взгляд. И ценителю музыки следует сразу решить: готов ли он примириться с тем помещением, которое у него есть, или он считает себя созревшим ради улучшения звучания дома выложить некоторую сумму на небольшие строительные работы...

Практическая архитектурная акустика малых помещений является по сути прикладным учением. И здесь уместно поделиться опытом, накопленным в этой области в Акустическом центре МГУСИ, Проектирование и строительство малых студий, аппаратных и жилых комнат, предназначенных для высококачественного прослушивания музыки — одно из направлений деятельности центра. Основа подхода к проблеме — ступенчатый метод, основанный на соединении методов объективных акустических измерений и оценочного расчета с субъективной “доводкой” акустики помещения. Обычно такая работа выполняется следующим образом:

1. С помощью электроакустического измерительного оборудования в спектральных полосах звуковых частот проводятся измерения времени реверберации и степени звукоизоляции помещения. Выявляются частоты собственных резонансов комнаты;
2. На основании полученных результатов измерений производится предварительный расчет общего необходимого фонда звукопоглощения в каждой спектральной полосе частот;
3. По результатам расчетов, с учетом дизайнерской проработки интерьера комнаты, проводится подбор и эскизное размещение необходимого набора звукопоглощающих и звукорассеивающих материалов;
4. Производится расчет кратности воздухообмена. При необходимости применения искусственной приточно-вытяжной вентиляции и системы кондиционирования, особое внимание уделяется шумовым свойствам этого оборудования. Если уровень

их собственных шумов велик, в воздуховодах применяются шумоглушители, рассчитываемые по обычным строительным методикам.

5. После монтажа акустических материалов в комнате проводятся пробные прослушивания и помещение “доводится” субъективным методом. При необходимости повторяются измерения и расчеты, указанные в п. 1,2, 3. Время реверберации остается одной из главных физических величин, определяющих характер звучания музыки в помещении. Из теории [1] известны полученные экспериментальным путем зависимости оптимального времени реверберации от характера музыкальной программы:
  - для передачи речи и вокала  $T_{opt} = 0,3 \lg V - 0,05$
  - для малых музыкальных форм  $T_{opt} = 0,4 \lg V - 0,15$
  - для симфонической музыки  $T_{opt} = 0,5 \lg V - 0,3$ , где  $V$  — объем помещения.

В соответствии с последними рекомендациями ИЕС, для стандартной жилой комнаты площадью 20 м<sup>2</sup>, предназначенной для прослушивания музыки, время реверберации составляет 0,4 + 0,15 с. Эта величина главным образом зависит от степени звукопоглощения стен, потолка и пола. Сюда же следует отнести поглощение звуковой энергии мебелью, элементами интерьера и самого (или самих) слушателей.

Получение оптимального времени реверберации в конкретном помещении, особенно на низших звуковых частотах, совсем не простое дело [3]. Как уже говорилось, расчеты здесь приблизительны, и приходится “доводить” помещение, пользуясь собственным слухом. Не менее важным фактором, определяющим акустическое качество помещения, является правильное распределение поглощающих и звукорассеивающих конструкций, создающих диффузное поле. В идеальном помещении уровень звукового давления во всех точках такого поля одинаков и в каждой точке все направления прихода звуковой энергии равновоятны. Полное отсутствие или недостаточное количество отражений в помещении делают его непригодным для прослушивания музыки. На практике приходится с помощью геометрических (лучевых) построений экспериментально подбирать наилучшие очертания стен и потолка, с тем, чтобы первичные и вторичные отражения не искажали звуковую картину. Здесь хотелось бы особо отметить позитивную роль рассеивающего потолка, имеющего ломаную поверхность.

Для каждой комнаты прослушивания такую конструкцию следует выполнять индивидуально, согласуя акустические требования с дизайнерскими, и не забывая основное требование — время отражений в точке расположения слушателей ни в коем случае не должно превышать 30 мс. Следует учитывать, что при конструировании помещений элементы интерьера, имеющие размеры 10 — 20 см, создают рассеивающий эффект для частот выше 1000 Гц; на частотах 200 — 500 Гц проявляется влияние поверхностей с размерами 1 — 2 метра. Очень хорошие результаты дает наложение мелких звукорассеивающих конструкций на более крупные — в этом случае рассеивание звуковой энергии происходит равномерней и в более широком диапазоне частот. Особенно действенным является комплексное применение соответствующего звукопоглощения с рассеивающими конструкциями, расположенными на задней стене, за акустическими системами. Результатом таких решений является очень хорошая глубина и ширина стереокартин<sup>^</sup> недостижимая в обычных условиях.

Практическим примером такой конструкции является построенная в 1997 г. комната прослушивания в магазине-салоне “Империя Звук” в Санкт-Петербурге. Звукорассеиватель с переменным шагом на задней стене в сочетании с частично отражающим ломаным потолком позволили в неблагоприятном с точки зрения геометрических пропорций помещении

создать очень хорошую стереопанораму. Еще одним примером удачно выбранных элементов рассеивания является зал прослушивания в помещении Издательства “Машиностроения”. В этом зале проходила выставка ‘Российский High-End 96’. Зал проектировался Акустическим центром специально для прослушивания высококачественной музыки и был рассчитан на вместимость до 40 слушателей. “Изюминкой” его следует считать трансформируемую акустику, позволяющую менять время реверберации и характер отражений от потолка.

Результат — возможность использования этого зала не только для прослушивания аппаратуры класса High-End, но и для выступлений небольших камерных составов музыкантов. Еще более интересным является проектирование акустически связанных помещений. Примером удачного практического воплощения является салон-магазин ЗАО “Черная Жемчужина”. В нем помещение для прослушивания и офис акустически не отделены друг от друга и решены в едином комплексе. Для устранения низкочастотных резонансов и улучшения виброизоляции в помещении прослушивания сооружена задемпфированная криволинейная стена и выполнен “плавающий” пол.

В заключение приведем ещё несколько практических рекомендаций, основанных на опыте сооружения акустически “удачных” помещений. “Фундаментом” любого музыкального произведения являются самые низшие частоты. Хороший бас в домашних условиях — это прежде всего высокие потолки, уход от ярко выраженных собственных резонансов помещения и массивное, в меру задемпфированное половое покрытие. Потолок высотой ниже 2,6 метра делает правильное восприятие музыки класса High-End, особенно в области низших звуковых частот, весьма проблематичным. Наличие же высокого потолка весьма благотворно влияет на качество звучания.

Для получения полновесного и “неразмытого” баса пол помещения прослушивания следует выполнять из тяжелых невибрирующих материалов, имеющих большую массу. Очень хорошие результаты дает использование дополнительного подиума высотой 10-15 см, занимающего 25 — 30% общей площади помещения прослушивания. На нем, обычно покрытым декоративным низковорсовым ковролином, устанавливаются акустические системы. Подиум изготавливается из монолитной цементной стяжки толщиной 10-15 см, уложенной на основание пола через виниловую пленку толщиной 5- 10 мм. Такая конструкция, кроме виброизоляции, позволяющей в некоторой степени изолировать “уши соседей по дому” от столь приятного вашему слуху баса, позволяет увести в более низкочастотную область собственные резонансы помещения и снизить их амплитуду. Для уменьшения разрушительного воздействия шипов, на которые обычно устанавливаются акустические системы, цементная стяжка чаще всего изготавливается из смеси цемента и песка в пропорции 1:1 с железнением верхней поверхности подиума.

Еще одним важным фактором, влияющим на акустическое качество помещения, является отсутствие дребезжаний в области средних и высоких частот. Об устранении вредного воздействия на звучание музыки незакрепленных стекол книжных полок и мебельных дверец упоминать нет смысла — это очевидно. Но особый вред представляют собой окна с резонирующими стеклами. Неприятность заключается в том, что оконные проемы обычно закрыты драпировками, собственные резонансы стекол могут быть почти незаметными и проявляться только на средних и больших уровнях громкости прослушивания. Тканевые драпировки не могут в полной мере скомпенсировать это вредное явление. Резонансы стекол обычно узкополосны, они искажают звучание лишь некоторых инструментов и не влияют на другие. Эта “особая подлость” оконных рам обычно устраняется их демпфированием мягкой незасыхающей замазкой по периметру. Если этого недостаточно, вместо обычных стекол толщиной 3 — 4 мм, в оконные проемы вставляются более толстые, тол-

щиной 6- 10мм. Это позволяет существенно снизить частоту собственного резонанса стекла и увести ее в область инфранизких звуковых частот (такое решение, например, было реализовано в комнате прослушивания московской фирмы ИНФОРКОМ). Еще более действенным, хотя и более дорогим, является применение оконных стеклопакетов, обладающих, к тому же, хорошими звукоизоляционными качествами.