

# ПОИСК ВЕРНОГО ЗВУКА

МЕТОДОЛОГИЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО  
РАСПОЛОЖЕНИЯ ГРОМКОГОВОРТЕЛЕЙ

ПРОИЗВОЛЬНОЕ  
РАСПОЛОЖЕНИЕ  
АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ  
И ПРЕНЕБРЕЖЕНИЕ  
АКУСТИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКОЙ  
ПОМЕЩЕНИЯ ПРИВОДИТ  
К ЗНАЧИТЕЛЬНОМУ  
ИСКАЖЕНИЮ И ОКРАСКЕ  
ЗВУЧАНИЯ ИСХОДНОЙ  
ФОНОГРАММЫ.

ПРАВИЛЬНАЯ РАССТАНОВКА  
ФРОНТАЛЬНЫХ  
ГРОМКОГОВОРТЕЛЕЙ  
СНИЖАЕТ НЕГАТИВНОЕ  
ВЛИЯНИЕ ОТРАЖЕНИЙ  
ЗВУКА ОТ ОГРАЖДАЮЩИХ  
ПОВЕРХНОСТЕЙ  
КОМНАТЫ. КРОМЕ ТОГО,  
ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ АС  
ЗАВИСЯТ ОСНОВНЫЕ  
ПАРАМЕТРЫ ВИРТУАЛЬНОЙ  
ЗВУКОВОЙ СЦЕНЫ  
(SOUNDSTAGE).

## РАСПОЛОЖЕНИЕ ФРОНТАЛЬНЫХ ГРОМКОГОВОРТЕЛЕЙ

Акустические системы, размещенные в замкнутом пространстве музыкальной комнаты прослушивания или домашнем театре, акустически взаимодействуют с ограждающими конструкциями стен, пола и потолка. Это приводит к возникновению целого ряда негативных акустических явлений и дефектов, таких как:

- собственные резонансы помещения (возбуждаются в большей или меньшей степени в зависимости от месторасположения АС);
  - SBIR-эффект (Speaker Boundary Interference Response) значительно искажает АЧХ громкоговорителей в НЧ диапазоне;
  - эффект гребенчатой фильтрации на НЧ/СЧ (зависит от взаимного расположения в комнате громкоговорителей и слушателя);
  - порхающее эхо (возникает между внутренними плоскопараллельными поверхностями комнаты).
- Существует довольно много различных методов поиска оптимального расположения основных громкоговорителей. Но практический опыт показывает, что для обеспечения сбалансированной звуковой сцены фронтальные громкоговорители должны распола-

гаться на равном расстоянии от боковых стен. При этом, расстояния от громкоговорителя до фронтальной стены и ближайшей боковой стены должны быть разными и соотноситься в определенной пропорции (Золотое Сечение, правило 1/3-1/5 и т.п.).

Теоретические расчеты месторасположения АС, которые выполняются с помощью специальных программ или инженерами-акустиками, как правило, очень близки к оптимальным для заданных конкретных условий, но являются только достаточно удачной «стартовой позицией» для дальнейшего определения оптимального расположения динамических фронтальных громкоговорителей.

Но наилучшие результаты могут быть получены только после фактического прослушивания, поскольку в реальных условиях существует множество факторов, которые невозможно учесть. Это касается, например, музыкальных предпочтений слушателя. В общем случае, расположение громкоговорителей «обычным» способом (близко к задней стене) приводит к усилению звучания

низких частот за счет ухудшения четкости звуковых образов и разбалансированности (размытия) звуковой сцены.

Приближение громкоговорителей друг к другу может создать более четкие звуковые образы, но при этом субъективно воспринимаемый размер звуковой сцены уменьшается.

В целом, необходимо размещать громкоговорители таким образом, чтобы избежать возникновения выраженных пиков или провалов АЧХ в области НЧ в зоне прослушивания. Помимо реализации принципа Золотого сечения, в профильной литературе достаточно часто рекомендуют либо «правило 1/3» либо «правило 1/5». То есть, расстояние от громкоговорителей до стены, находящейся за ними, должно составлять или 1/3, или 1/5 от общей длины комнаты.

Самое главное, что необходимо для нахождения наиболее удачного варианта размещения громкоговорителей – это терпение. Правильная установка АС требует достаточно много времени и многократного сравнения звучания для различных вариантов размещения АС.

## НЕСКОЛЬКО ПРАКТИЧЕСКИХ СОВЕТОВ:

■ Первая задача, которую необходимо решить, это вычисление оптимального положения громкоговорителей относительно фронтальной стены. Начните с изучения звучания Вашей системы при определенной пространственной локализации громкоговорителей, т.н. «стартовой позицией».

«Стартовой позицией» могут служить, например, рекомендации Джорджа Кардаса ([http://www.acoustic.ua/Article\\_208.html](http://www.acoustic.ua/Article_208.html)) или результаты расчетов месторасположения АС из акустического проекта, если Вы предварительно воспользовались услугами инженера-акустика (рис. 1).

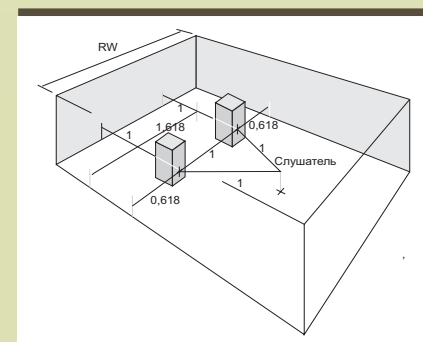


рис. 1

Слушайте музыку некоторое время (это может потребовать несколько дней), стараясь запомнить все нюансы звучания и обращая внимание на особенности звуковой сцены, ее глубину, ширину и высоту. Обращайте внимание на кажущийся размер виртуальных образов исполнителей и музыкальных инструментов.

Затем установите громкоговорители очень близко к фронтальной стене и постарайтесь услышать все особенности звучания системы при этом расположении АС. После этого послушайте музыку, выдвинув громкоговорители в комнату на большее расстояние по сравнению с тем, которое было определено «стартовой позицией» (рис 2).

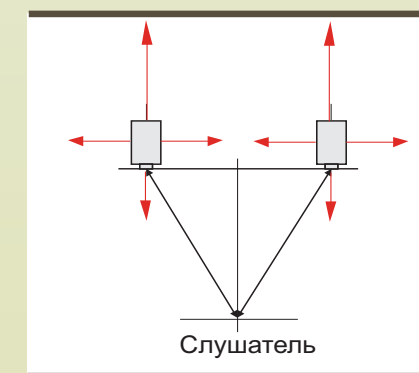


рис. 2

Постарайтесь сравнить отличия в звуковой сцене и вашем восприятии музыки для каждого из трех положений.

Для определения оптимального месторасположения фронтальных громкоговорителей необходимо поэтапно перемещать АС (назад-вперед) в пространстве между двумя крайними положениями. Это может потребовать достаточно много времени, на протяжении ряда дней, а в результате, возможно, громкоговорители окажутся всего в нескольких сантиметрах от исходной «стартовой позиции».

Не удивляйтесь, если оптимальная позиция АС (оптимальная только для Вас!) не совпадет точно с рекомендациями Джорджа Кардаса или результатами акустических расчетов инженера-акустика. Рекомендации специалистов только дают правильное направление решению формируется в Вашей голове.

■ Следующим этапом будет определение расстояния от фронтальных громкоговорителей до боковых стен. Однозначно, это расстояние не должно быть равным расстоянию

от АС до фронтальной стены, поскольку это приведет к значительной неравномерности АЧХ и «бубнению» басов.

Методика определения оптимального расстояния от фронтальных громкоговорителей до боковых стен подобна методике, использовавшейся в первом случае (рис 2).

Послушайте звучание АС в «стартовой позиции». После этого послушайте музыку, полностью придвинув громкоговорители к боковым стенам, а затем сдвинув их, близко друг к другу. Постарайтесь сравнить отличия в звуковой сцене и Вашем восприятии музыки для каждого положения.

Вы быстро почувствуете, что изменяется в звучании системы, когда вы сдвигаете и раздвигаете громкоговорители.

Увеличение расстояния между АС и приближение их к боковым стенам добавляет басы, но делает их менее артикулированными. В свою очередь, сближение громкоговорителей может уменьшить ширину стереопанорамы до размеров телевизора.

Во время проведения этого эксперимента необходимо учесть два момента. Во-первых, если на боковых стенах в комнате смонтированы звукопоглощающие панели для коррекции ранних отражений, необходимо убедиться, попадают ли абсорберы в площадки первых отражений, когда громкоговорители перемещаются ближе к стенам. Во-вторых, необходимо учитывать, на сколько развернут громкоговоритель к слушателю.

В общем случае, чем ближе друг к другу расположены АС, тем меньше они должны быть повернуты внутрь. Это немного усложняет выбор оптимального расположения, потому что для создания максимально реалистичной звуковой сцены, необходимо изменять оба указанных параметра одновременно.

Рекомендуется поступить следующим образом: измерьте расстояние от плоскости расположения АС до слушателя. Затем отметьте условную точку, которая является половиной этого расстояния позади головы слушателя на оси помещения. Например, если громкоговорители находятся в 3 метрах от слушателя, отметьте точку, находящуюся в 1,5 метрах позади слушателя. Все время направляйте громкоговорители на эту точку, когда будете изменять их положение по отношению к боковым стенам.

Хотя и существуют громкоговорители, для которых определенным таким образом угол поворота не является наилучшим, для большинства видов громкоговорителей этот метод вполне подходит.

Методика, которая является наиболее эффективной, заключается в том, что сначала громкоговорители располагают ближе друг к другу, чем они должны быть расположены в «стартовой позиции». Затем необходимо постепенно раздвигать их, изменяя, при этом, угол разворота таким образом, чтобы сохранить их направленность на условную точку, расположенную за слушателями (см. описание выше).

Для определения расположения громкоговорителей по отношению к боковым стенам лучше всего слушать вокал, он должен звучать точно между громкоговорителями. По мере того, как громкоговорители раздвигаются к боковым стенам, вокал будет становиться менее определенным, и, в конце концов, может показаться, что он доносится из двух отдельных динамиков, а не из воображаемой точки между ними. Это значит, что громкоговорители разнесены слишком далеко друг от друга, и расстояние между ними необходимо уменьшить.

Подбор оптимального расстояния между громкоговорителями и угла их разворота может оказаться достаточно трудоемким процессом и потребовать много итераций. Но в результате этой кропотливой работы будет получена звуковая сцена, обладающая реалистичной глубиной, высотой и шириной, а музыкальные образы будут иметь реальный размер и четко локализоваться в пространстве.

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ – ПРОЦЕСС ДОСТАТОЧНО КРОПОТЛИВЫЙ. НО ОН ЯВЛЯЕТСЯ ОЧЕНЬ МОЩНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ АКУСТИЧЕСКОЙ НАСТРОЙКИ ПОМЕЩЕНИЯ И МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К УДИВИТЕЛЬНЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ НА ПУТИ ПОИСКА ВЕРНОГО ЗВУКА.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАНАЛА

Как правило, громкоговоритель центрального канала располагается прямо напротив слушателя. При использовании в акустической аппаратуре современных звуковых процессоров, расстояние от громкоговорителя центрального канала до слушателя не является слишком важным параметром. Но есть ряд особенностей, которые следует учитывать.

Во-первых, звук, воспроизводимый громкоговорителем центрального канала, должен сосредоточиваться в районе экрана, даже если экран не располагается строго между двумя фронтальными громкоговорителями. Центральный канал – канал диалога, он связывает в единую звуковую картину звучание фронтальных АС и обеспечивает привязку диалогов к происходящему на экране. Зрителю должно казаться, что диалог доносится от говорящих людей, а не из другого места. Конечно, рекомендуется, чтобы телевизионный экран был расположен по центру между двумя главными каналами, но это не всегда возможно.

Большинство громкоговорителей центральных каналов ограничено в плане воспроизведения низких частот. Размещение таких громкоговорителей относительно фронтальной стены не является очень принципиальным. Если громкоговоритель центрального канала все-таки обладает полнодиапазонной АЧХ, рекомендуется устанавливать его на таком же расстоянии от фронтальной стены, что и основные громкоговорители, если это возможно.

Во-вторых, следует избегать размещения центральных громкоговорителей слишком высоко или слишком низко. Интенсивные отражения звука от пола или потолка могут ухудшить четкость звучания центрального канала. Если не получается избежать расположения центрального канала вблизи пола или потолка, необходимо акустически обработать звукопоглощающими материалами пол или потолок соответственно, чтобы уменьшить интенсивность ранних отражений.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ ТЫЛОВЫХ ГРОМКОГОВОРИТЕЛЕЙ

Сначала необходимо определиться с тем, какого типа громкоговорители будут использоваться в каналах окружающего звучания –

дипольные или прямого излучения. Компания «Lucas THX» рекомендует для воспроизведения саундтреков к видеофильмам устанавливать в задней части помещений домашних кинотеатров дипольные громкоговорители. В общем случае, это хороший совет для больших помещений, в которых предусмотрено размещение более 8 зрительских мест.

Дипольные АС имеют преимущество в плане создания равномерного звукового поля, поскольку они воспроизводят звук в двух направлениях одновременно, при этом громкоговорители в данной системе работают в противофазе. Маловероятно, что кто-то из зрителей окажется в области прямого звука диполя. В первую очередь дипольные громкоговорители создают объемное звуковое поле в тыловой части домашнего театра (рис 3).

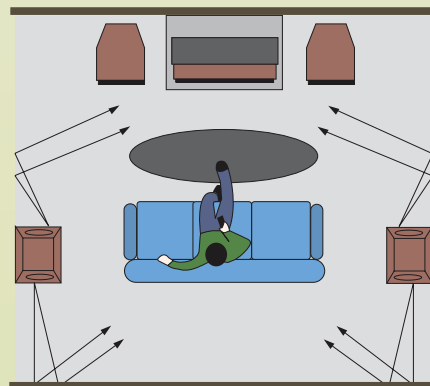


рис. 3

Иногда в тыловых каналах домашних кинотеатров применяют биполярные громкоговорители, у которых громкоговорители работают синфазно (рис 4).

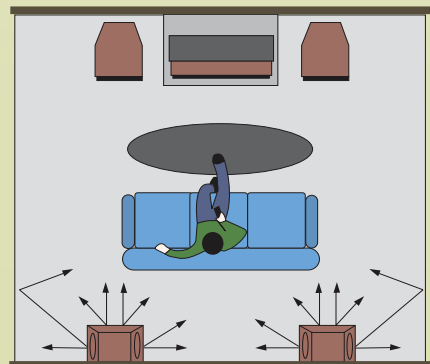


рис. 4

Громкоговорители прямого излучения более подходят для небольших помещений домашних кинотеатров, вмещающих небольшое количество человек. Их преимущество состоит в том, что они могут обеспечить в задней части кинотеатра более сфокусированную звуковую сцену.

После того, как Вы определитесь с типом громкоговорителей окружающего звучания, необходимо их правильно расположить в тыловой части помещения.

Легче всего размещать дипольные громкоговорители. Если в домашнем кинотеатре предполагается один ряд, предназначенный для размещения зрителей, то центр диполя должен располагаться прямо напротив этого ряда. Если предусмотрено два ряда, то центр диполя должен располагаться между рядами, сдвинутый назад от первого ряда примерно на 2/3 расстояния между рядами. Диполи могут монтироваться либо на потолок, либо на стены. Предпочтительнее установка на стены, при этом диполь должен располагаться на уровне ушей зрителей или немного выше (до 15 град.).

При использовании дипольных громкоговорителей рекомендуется выполнять диффузно отражающую звук отделку тыловой части домашнего театра. Это значительно усиливает эффект от использования канала окружающего звучания.

Если Вы выбрали для домашнего кинотеатра громкоговорители прямого излучения (рис.5), то это может обеспечить более качественные тыловые эффекты. Но в этом случае громкоговорители нельзя располагать слишком близко к зрительским местам. Громкоговоритель прямого излучения является точечным и четко позиционируемым источником звука, особенно для слушателя, который расположен к нему достаточно близко. Для такого слушателя тыловой громкоговоритель может звучать слишком громко и будет, скорее, раздражать, нежели служить источником создания специальных звуковых эффектов. Хорошим решением может стать их размещение около потолка

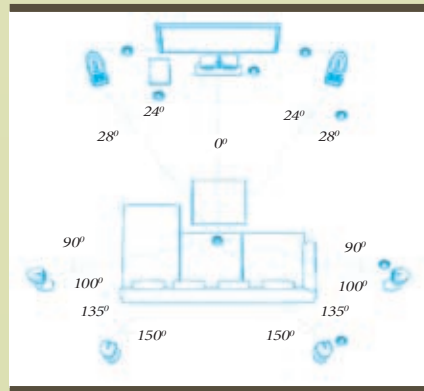


рис. 5 (1.зритель, 2.фронтальные АС, 3.центральный канал, 4.допустимые углы установки фронтальных АС, 5.сабвуфер, 6.допустимые углы установки боковых АС, 7.допустимые углы установки тыловых АС)

и далеко позади зрителей (если позволяют размеры помещения).

Следует быть осторожным, располагая полндиапазонные громкоговорители прямого излучения близко к углам комнаты, поскольку это может вызвать высокую неравномерность звукового поля в области НЧ. В этом случае рекомендуется располагать громкоговорители по принципу «золотого сечения» относительно тыловой стены.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ САБВУФЕРА

Сабвуфер является самым трудным для определения месторасположения громкоговорителем. Дело в том, что качественное звучание сабвуфера сильно зависит от пропорций помещения, расположения в комнате предметов интерьера, слушателей и, собственно, от места расположения самого сабвуфера.

Существует достаточно много методов и способов поиска оптимального расположения сабвуфера, описать даже часть которых просто нереально в рамках одной статьи. Приведем лишь несколько наиболее общих аспектов взаимодействия сабвуфера и комнаты:

- наихудшее место для расположения сабвуфера – это центр комнаты;
- наиболее неудачна для качественного воспроизведения басов квадратная форма комнаты. Если у Вас есть возможность выбирать комнату для домашнего театра, избегайте помещений с кратными размерами;
- приближение сабвуфера к стенам приводит к увеличению баса в комнате;
- максимум басов можно получить, разместив сабвуфер в углу комнаты. Но учтите, что при этом будут возбуждаться все нежелательные комнатные резонансы;
- приближение слушателя к стене также приводит к увеличению интенсивности восприятия низких частот. Но при этом может наблюдаться высокая неравномерность АЧХ на НЧ. В зависимости от положения слушателя может проявляться «бубнение» или, наоборот, «вялость» баса;
- «настройка» расстояния между диваном и стенами, а также определенная установка сабвуфера относительно угла комнаты, почти всегда будет полезна для получения глубокого баса с более гладкой частотной характеристикой для нескольких зрительских мест в комнате;
- добавление второго сабвуфера не решает проблему стоячих волн, но может уменьшить неравномерность АЧХ в низкочастотном диапазоне и «бубнение» фонограммы в до-

статочно широкой зоне прослушивания. При установке сабвуферов вдоль фронтальной стены выбирайте разные расстояния по отношению к боковым стенам. Например, 1/3 ширины комнаты для одного сабвуфера и 1/5 для другого;

■ старайтесь не устраивать домашний театр в комнатах с бетонными стенами, полом и потолком, в которых практически невозможно избежать «размытия» баса. Если это невозможно, то выполните дополнительные каркасные облицовки стен листами гипсокартона, ДСП или фанеры. Это обеспечит некоторое низкочастотное поглощение звука. Чтобы избежать нежелательного переизлучения звука дополнительными облицовками, их необходимо акустически задемпфировать (в этом случае необходимо проконсультироваться с инженером-акустиком).

Необходимо отметить, что все вышеописанные подходы в, первую очередь, предназначены для самостоятельного «домашнего использования» энтузиастами звука. Методы оптимизации расположения АС в комнатах прослушивания и студийных помещениях, которые используют инженеры-акустики в своей практике, более сложны и требуют специальных программно-аппаратных средств, например, оригинальных программных комплексов RoomSizer или RoomOptimizer, принцип действия которых основан на результатах теоретических исследований.

**ACOUSTIC**  
MATERIALS & TECHNOLOGIES



## Звукоизоляция и акустика помещений

Проектирование | Измерения | Материалы | Работы

ООО „Акустические материалы и технологии“  
Киев, ул. Гайцана, 8/9, к. 14  
Тел. 044 280 94 09, 044 280 35 19  
kiew@acoustic.ua  
[www.acoustic.ua](http://www.acoustic.ua)