

# *Pioneer*

*Как правильно установить аудио систему  
в автомобиль*



# Введение

Чтобы автомобильная аудио система звучала по настоящему хорошо, необходимо:

1. Выбрать оборудование.
2. Установить его, руководствуясь теорией распространения звука.
3. Тщательно отрегулировать и настроить звучание.

При выборе оборудования следует учитывать то, как оно будет вписываться в окружающую обстановку. Систему необходимо внимательно прослушать и вы должны решить, нравится ли вам ее звучание. Это требует определенных навыков, тренированного слуха и предполагает наличие немалого опыта. Такой опыт очень важен.

При определенном уровне квалификации задача по установке системы имеет единственно верный ответ – как уравнение. Мы анализируем ее достоинства и недостатки и стараемся скорректировать недостатки, связанные с конструкцией. Так что, сама по себе установка – процесс очень логичный.

Настройка системы требует теоретических знаний – надо знать, что происходит, когда мы что-то регулируем. В то же время необходимо прислушиваться и к своим эмоциям – трогает ли звучание вашу душу. Процесс установки требует одновременной работы двух полушарий мозга, вы должны сочетать чисто теоретическое мышление со своими чувствами. Если эти две стороны процесса будут гармонизировать друг с другом, звучание автомобильной аудиосистемы превзойдет все ваши ожидания и будет легко создавать звуковое пространство, насыщенное эмоциями.

Эта инструкция называется «Установка аппаратуры на основе теории акустики».

И хотя процесс установки детально разработан в соответствии с этой теорией, каждый специалист имеет свои собственные секреты, поэтому на практике существует бесконечное множество способов установки.

Здесь я преднамеренно придерживаюсь принципа «действуем строго по правилам». При этом я надеюсь, что, основываясь на этих базовых принципах, а также на своих теоретических познаниях, умении, вы сможете расширить возможности автомобильной аудиосистемы.

# Pioneer

## Глава 1. Установка фронтальных АС в дверях

Фронтальные громкоговорители – самый важный элемент автомобильной аудиосистемы. Иногда их монтируют на передней панели или на полу. Однако в большинстве случаев фронтальные колонки устанавливают в дверях. Это самое благоприятное для них место в автомобиле, поскольку там меньше всяких препятствий, которые стояли бы на пути звуковой волны. Итак, рассмотрим способ установки громкоговорителей в дверях.



# Pioneer

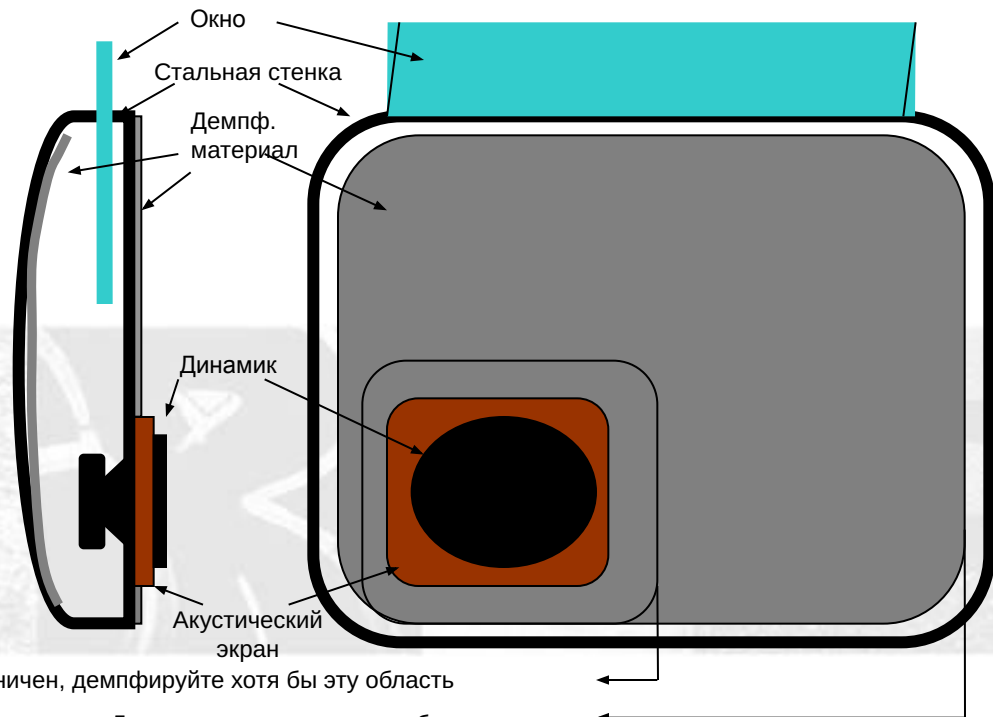
## 1) Демпфирование дверей

Автомобильные двери не рассчитаны на максимальную отдачу от размещенных в них АС. По идее внутреннюю стальную стенку следовало бы удалить и обустроить внутри двери специальную камеру. Но это испортит машину и потребует много времени. Поэтому сделаем проще – подавим резонанс стальной стенки, радикально обновив двери. То есть демпфируем их.



← Стальная стенка на внутренней стороне двери. Ее полное демпфирование дает хороший эффект.

### Схема подавления вибрации дверей



Если ваш бюджет ограничен, демпфируйте хотя бы эту область

Лучше всего охватить эту область

## Материал для демпфирования дверей

Для демпфирования дверей следует использовать относительно мягкий и жесткий материалы.

Стальная стенка двери имеет неровную поверхность. Поэтому разные ее участки резонируют по-разному. Эта разница влияет на низкие ноты и является одной из причин ухудшения звука.

Сочетание мягких и жестких материалов для демпфирования помогает не только снизить резонанс, но и уменьшить разницу в резонансе стальной стенки, избавиться от глухоты в звуке, порождаемой этой разницей.



Жесткий материал, поглощающий вибрацию  
Полиуретан с алюминиевым покрытием

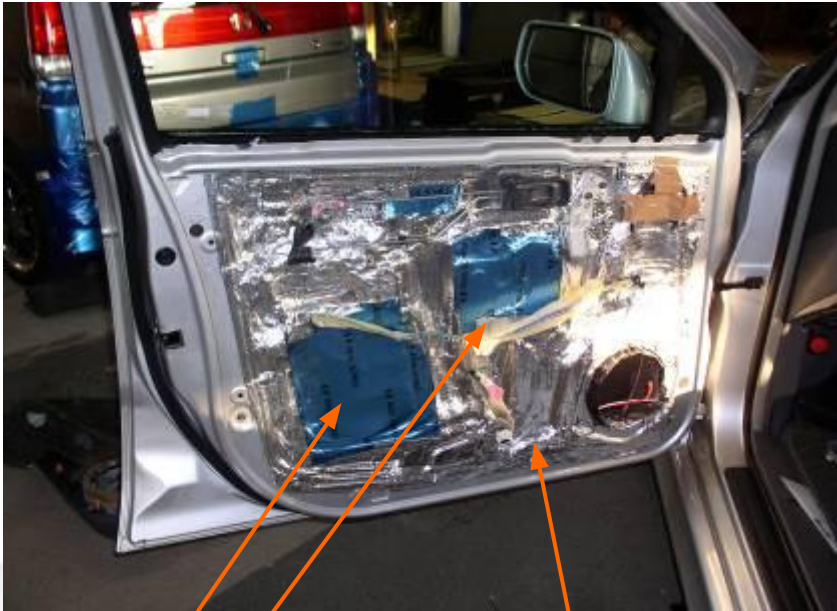


Мягкий материал, поглощающий вибрацию  
Бутил с алюминиевым покрытием

Если постучать по двери, то в одних областях звук будет отчетливым, как у музыкального инструмента, а в других -- совсем глухим.

Там, где звук отчетливый, установите жесткий материал, типа полиуретана, а там, где глухой – мягкий материал, вроде бутила.

Пример демпфирования с помощью комбинации разных материалов



Жесткий материал

Мягкий материал

## \*Отделка после демпфирования

Демпфирующий материал покрыт алюминиевой пленкой. Благодаря ей, резонанс смещается к верхним частотам, улучшая тем самым эффект демпфирования. Но алюминиевая пленка имеет тенденцию к отражению звука, и между внутренней конструкцией двери демпфированной стальной стенкой возникают стоячие волны. Кроме того, демпфирующий материал сам по себе может выступать как барабанная кожа и издавать звуки. Чтобы не допустить этого, рекомендуется сделать алюминиевую поверхность неровной, обработав ее ручкой отвертки или чем-нибудь подобным после установки демпфирующего материала.

## Демпфирование внутренностей двери

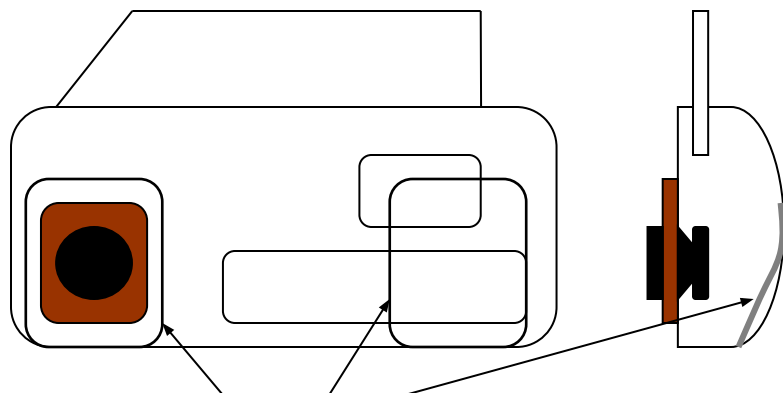
Если даже мы хорошо демпфируем стальную стенку, внутренние элементы двери будут все равно резонировать, вторя фронтальному динамику. Если резонанс внутренней конструкции двери окажется весьма значительным, то сама дверь будет вести себя как громкоговоритель, и тогда мы будем иметь один громкоговоритель, встроенный в другой, огромного размера, но с тихим звуком. В этом случае у нас не будет ни точной музыкальной сцены, ни образности, да еще и качество звука ухудшится. Следовательно демпфирование внутренностей двери также дает весьма положительный эффект.



\* Плотно демпфировав внутреннюю часть двери, мы можем рассчитывать на очень хороший результат. Если говорить об эффекте звукопоглощения, то в качестве демпфирующего материала хорошо подходит мягкий бутил.

## Звукопоглощение

Следует иметь в виду, что если со звукопоглощением перестараться, это отрицательно скажется на звучании. Эффективность громкоговорителей снизится и звук утратит масштабность. Для устранения стоячих волн внутри дверей используйте губчатые акустические материалы или материалы из стекловолокна. Но и избыток звукопоглощающего материала для дверей дает обратный эффект.



Лист размером примерно 30x40 см

Наклейте один лист акустического материала 30x40 см позади громкоговорителя, а второй лист – как можно дальше от него. Лучше взять материал, не поглощающий воду, так как внутри двери бывает влага. Для большого автомобиля возьмите материал потолще, для маленького – потоньше. Его не должно быть много.

Плотная набивка акустическим материалом дает хороший эффект, если громкоговоритель отвечает определенным требованиям:

1. Имеет низкую добротность.
2. Площадь его поверхности не превышает 10 см.
3. Имеет большую подвижную массу (M0).

В этом случае у нас получается громкоговоритель типа «акустическая подвеска», плотно набитый акустическим материалом. Но АС такого типа – большая редкость в автомобильных аудиосистемах. Тогда лучше установить на переднюю панель динамик маленького диаметра для акустики домашнего кинотеатра.



## *Pioneer* 2) **Акустический экран в двери**

Установка акустического экрана в двери – один из самых важных элементов монтажа автомобильной аудиосистемы. Громкоговоритель в двери имеет прямое отношение к басу, особенно в области средних-низких частот. Если экран двери плох, то каким бы замечательным ни был сабвуфер, бас так и не обретет должной грациозности. Фронтальные громкоговорители должны быть установлены так, чтобы выдавать, по меньшей мере, 50 Гц, иначе у вас будут проблемы с воспроизведением высококачественного баса. Борьба за бас началась с момента зарождения автомобильных аудиосистем. Поэтому большая часть процесса установки системы будет ориентирована на достижение наилучшего баса.

### **Бас – конечная цель!**

Возможны два варианта акустического экрана в двери: «внутренний», когда экран располагается под облицовкой двери; и «наружный», когда экран выступает наружу. Каждый из вариантов имеет свои достоинства и недостатки.

### **Внутренний акустический экран**

#### ***Достоинства***

1. Экран, установленный под облицовочным материалом двери, не нарушает ее оригинального вида.
2. Если экран не виден, то изготовить его будет проще, так как не надо заботиться о красоте оформления.
3. Громкоговоритель почти целиком находится внутри двери, не создает дополнительных помех и будет надежнее работать.

#### ***Недостатки***

1. Если громкоговоритель спрятан под обшивкой, то сам по себе он выглядит неказисто.
2. Поскольку нельзя увеличить размер экрана, он будет легким и следовательно упругость в басу будет недостаточной.
3. Трудно изменять угол наклона динамика, звучание может утрачивать равномерность частотного баланса, а при этом нарушается локализация музыкальных образов.

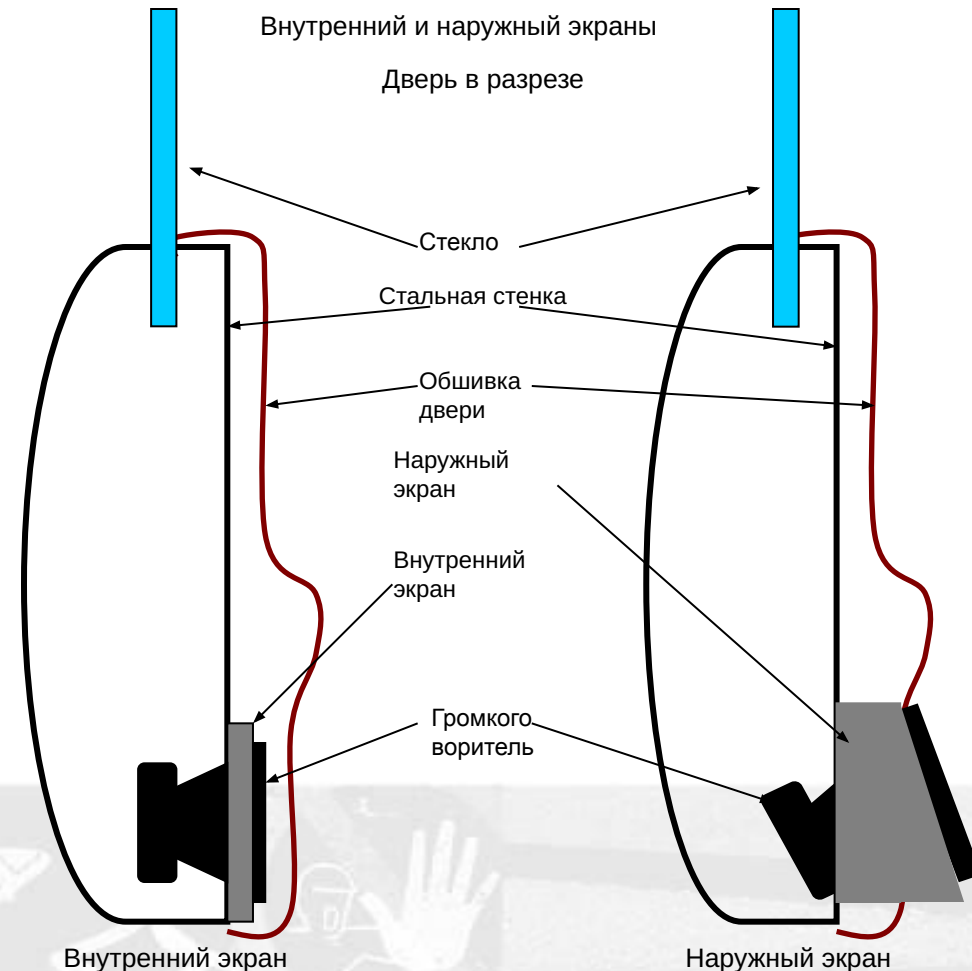
**Достоинства**

1. Используя наружный вариант, мы можем придать экрану уникальный дизайн..
2. Размер экрана можно увеличить. Хорошо прикрепив динамик к большому экрану, мы можем погасить резонанс рамы динамика. Это поможет сделать звучание чище и эффективнее демпфировать нижние частоты..
3. Акустический экран можно установить под углом, что поможет улучшить частотную характеристику и обеспечить лучшую локализацию звуковых образов.

**Недостатки**

1. Изготовление усложняется, требуя больших затрат времени и материала. Стоимость такого громкоговорителя также возрастает..
2. Если мы будем работать, не имея хороших знаний, то недостаточное противодействие динамика может привести к значительной деградации звука или вызвать повреждение самого динамика.

Далее рассмотрен способ изготовления наружного акустического экрана. Такой экран дает очень хорошие результаты. Поскольку вы, наверняка, сами знаете, как сделать вещь красивее, мои пояснения будут строиться лишь на акустических характеристиках.



# Pioneer

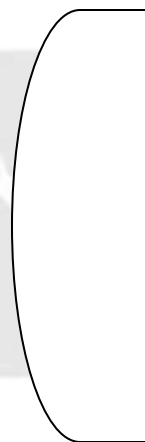
## Изготовление наружного акустического экрана



Прежде всего дверь следует демпфировать.

Материалы для наружного экрана: ДВП, шпатлевка, усиленная волокном, доводочная шпатлевка.

\* Сделайте сначала внутренний экран.



Вырежьте из ДВП панель такой же формы, как рама (полимерная или металлическая) динамика. Прикрепите ее в исходную позицию и покройте водостойкой краской.



Закройте липкой лентой обшивку двери.

Это нужно для того, чтобы не испачкать обшивку шпатлевкой.



Шпатлевка, усиленная волокном



Эскиз, показывающий кольцо сбоку

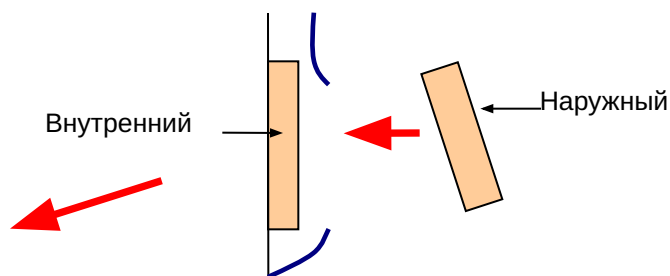
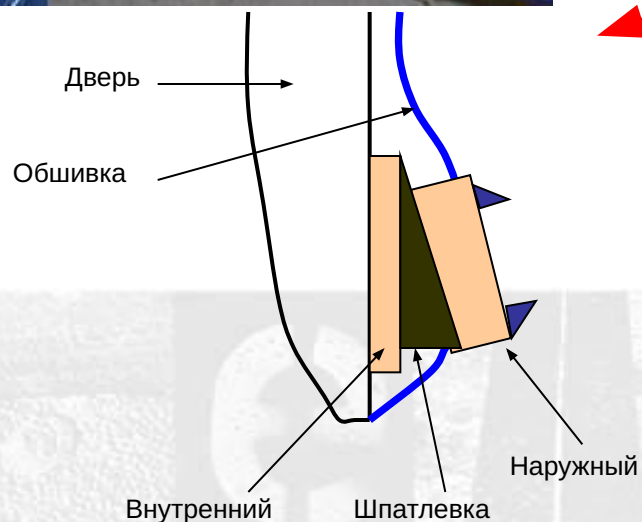
Изготовьте основную часть наружного акустического экрана, приложите ее к двери и отметьте область, которую нужно будет вырезать.

Вырежьте в обшивке отверстие по размеру динамика. Здесь показана разметка под круглое отверстие, но оно может иметь форму трапеции, эллипса и т.д.

\* Кольцо, вид сбоку. Шпатлевка (показана синим цветом) накладывается заранее так, чтобы удерживать динамик, когда тот будет установлен.



Временно установите обшивку на дверь и начертите на ней приблизительную форму экрана. Затем надо будет прикрепить липкой лентой наружный экран к внутреннему и, наклонив его под определенным углом, заполнить шпатлевкой пространство между обоими экранами. С помощью герметика или другого материала временно прикрепите наружный экран к обшивке двери.



Временно прикрепите наружный экран к уже установленному внутреннему, как показано на рисунке. Наклоните наружный экран, придав ему нужный угол, и заполните пространство между ними шпатлевкой. Предварительно закройте внутренний экран липкой лентой, чтобы защитить от шпатлевки.

\* Сбоку видно, что наружный акустический экран расположен под углом.



Снимите обшивку вместе с наружным экраном, нанесите усиленную волокном шпатлевку, делая слепок обшивки.



После того, как шпатлевка застынет, снимите ее с обшивки вместе с экраном.



Зачистите полученную конструкцию, придавая ей нужную форму. Проверьте, нет ли трещин. Если есть замажьте их шпатлевкой и продолжите зачистку. Доведя наружный экран до желаемой формы, выровняйте его поверхность, устраняя доводочной шпатлевкой мелкие выступы и углубления. Придайте экрану окончательную форму.



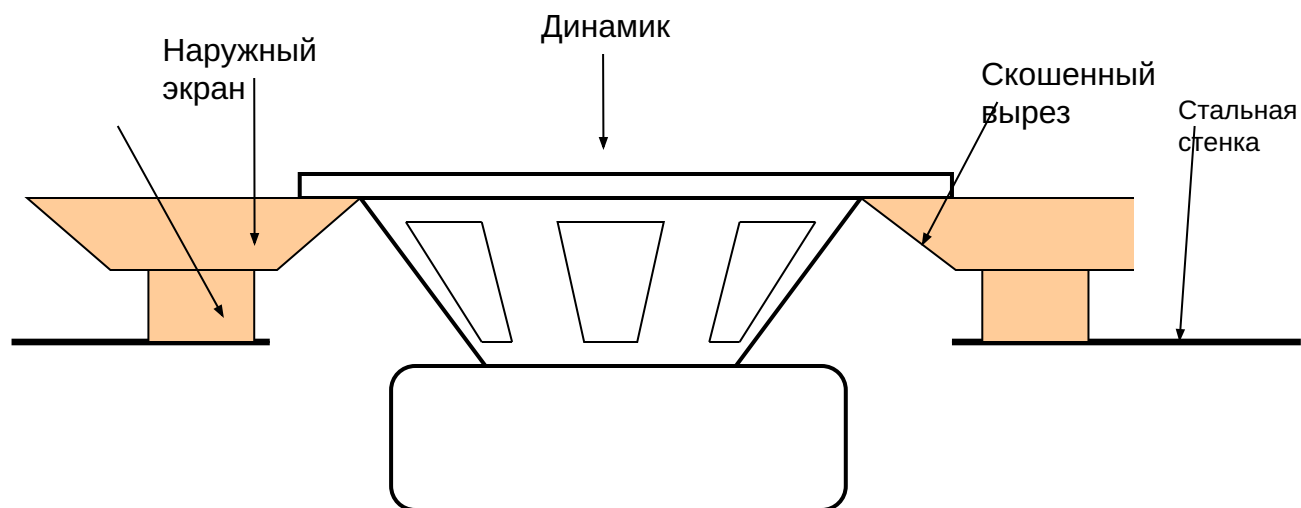
В завершение отделайте его виниловым покрытием под кожу.



**Работа  
завершена**

## Важный момент изготовления акустического экрана в двери

Экран не должен препятствовать движению воздуха позади динамика (противодавлению)

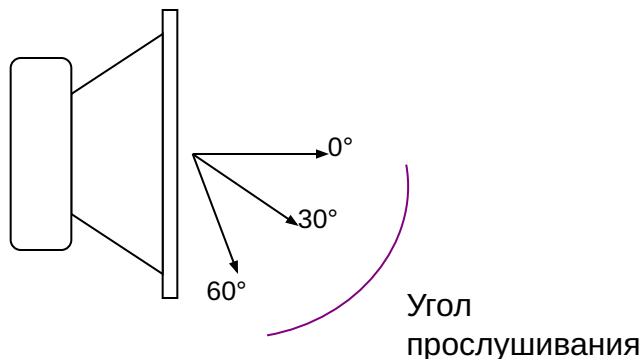


Диаметр отверстия наружного акустического экрана следует вырезать так, как показано на рисунке. Края отверстия должны быть скошены внутрь, чтобы толкаемый динамиком воздух не встречал сопротивления. Отверстие внутреннего экрана должно быть больше, чем отверстие наружного, чтобы не создавать помех потоку воздуха.



# Pioneer

## Угол излучения звука



Когда мы слушаем музыку, находясь под углом к громкоговорителю, то высокие частоты воспринимаем гораздо хуже. Если угол отклонения от прямой оси громкоговорителя начинает превышать  $60^\circ$ , качество звука быстро ухудшается. Поэтому громкоговоритель, установленный со стороны водителя, должен быть направлен к нему под углом менее  $60^\circ$ . Правда, не во всех автомобилях удастся соблюсти это правило. И все же старайтесь установить наружный экран так, чтобы слушать звук под углом менее  $60^\circ$ . Изменения в звучании очень заметны.

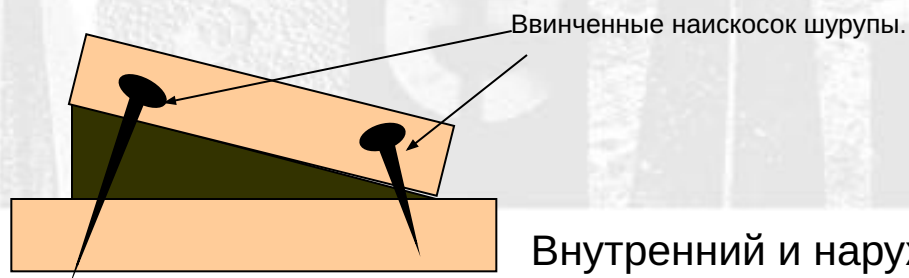
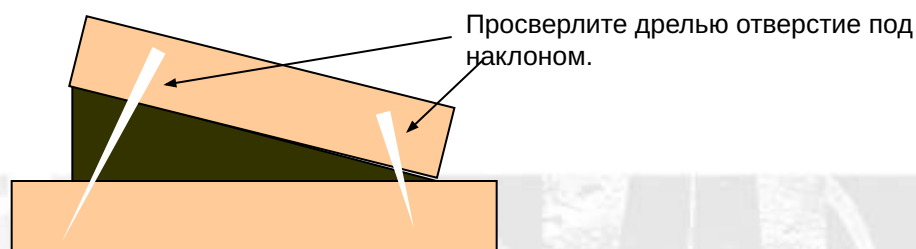
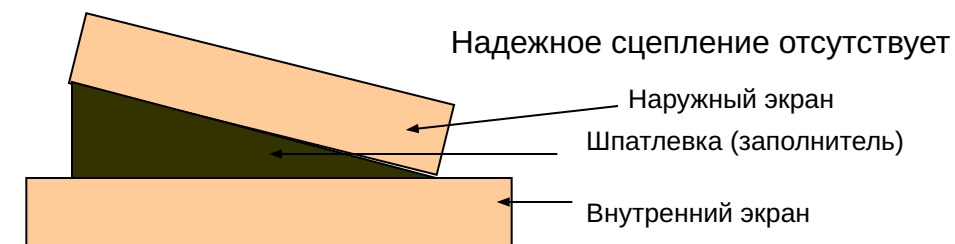
## Плотность и вес акустического экрана

Динамик дает наилучшее качество звучания тогда, когда смонтирован максимально крепко и надежно. Поэтому наружный акустический экран лучше делать из плотного материала. Обычный экран должен весить более 7 кг. Если вы хотите получить звук высокого качества, вес экрана должен превышать 15 кг. Двухполосные громкоговорители класса High end с 16-см динамиком для домашней аудиосистемы весят более 40, а то и 60 кг.

Впрочем в классе High end есть громкоговорители и весом менее 15 кг. Но они рассчитаны на корпус типа «резонаторная камера» и ведут себя как музыкальный инструмент. Использовать их в автомобилях не рекомендуется, так как салоны имеют разные акустические характеристики, которые очень трудно унифицировать.

Случается, что наружный экран неплотно прилегает к внутреннему, или внутренний вообще отсутствует. Как бы хорошо ни был сделан наружный экран, но если между ним и внутренним экраном есть зазор, это приведет к сильной деградации звука. Укрепить сцепление обоих экранов можно с помощью ввинченных с наклоном шурупов. Если осталась щель, тщательно замажьте ее шпатлевкой.

Как соединить наружный и внутренний экраны



Внутренний и наружный экраны должны быть соединены без зазоров!

Соединение внутреннего экрана с наружным с помощью шурупов дает очень хороший эффект. Для этого надо использовать шурупы из немагнитного материала, так как они будут находиться близко к динамику.

Поскольку шпатлевка наносится на внешнюю сторону, а не на внутреннюю, экраны всегда можно разъединить.

Для более прочного сцепления просверлите дрелью отверстия под углом (см. рис.) и очень туго вверните шурупы, которые должны быть достаточно длинными, чтобы проникнуть в плиту внутреннего экрана. Благодаря лучшему сцеплению, существенно улучшится качество звучания.

# Pioneer

## Глава 2. Установка твитера

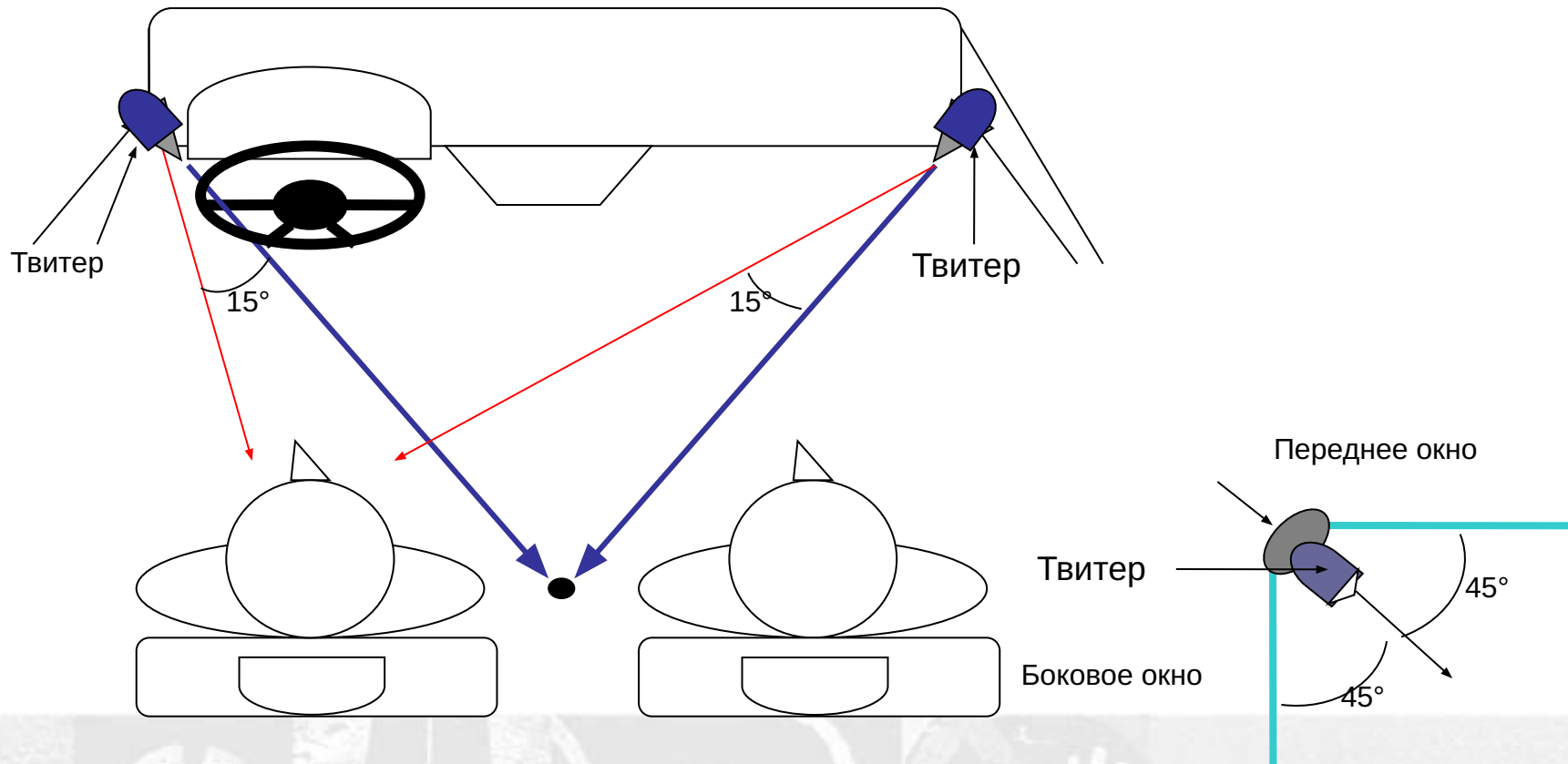
Твитер – это динамик для воспроизведения высоких частот. Качество его звучания сильно изменяется в зависимости от угла, под которым он направлен к слушателю. Излучаемые им высокие тона с короткими звуковыми волнами подвержены сильному воздействию разного рода отражений. Если в нескольких сантиметрах от твитера находится какой-либо предмет, отражающий звук, это сразу скажется на качестве. Установка твитера – это компромисс, связанный с выбором оптимального угла, и постоянная борьба с отражениями. Если нам удастся установить твитер под наиболее благоприятным углом и исключить возможность отражений, значит мы выиграли эту борьбу.

### Размещение твитера

Считается, что наилучшим местом для установки твитера является передняя стойка. Доводы в пользу этого будут приведены позже. Между тем, с одной стороны от передней стойки находится ветровое стекло, а с другой – окно двери, что, казалось бы, создает условия для всяких отражений. Однако особенно неблагоприятным для громкоговорителя является такое отражение, которое способствует образованию стоячих волн: когда форма сигнала меняется на обратную, изменяя его фазу. А высокие частоты, которые излучает твитер, очень легко отражаются от окружающих предметов и в результате легко возникают стоячие волны. Поэтому я расскажу, как не допускать образования стоячих волн и как выбрать оптимальный угол при установке твитера



# 1) Угол установки твитера



Здесь схематически показан салон автомобиля сверху.

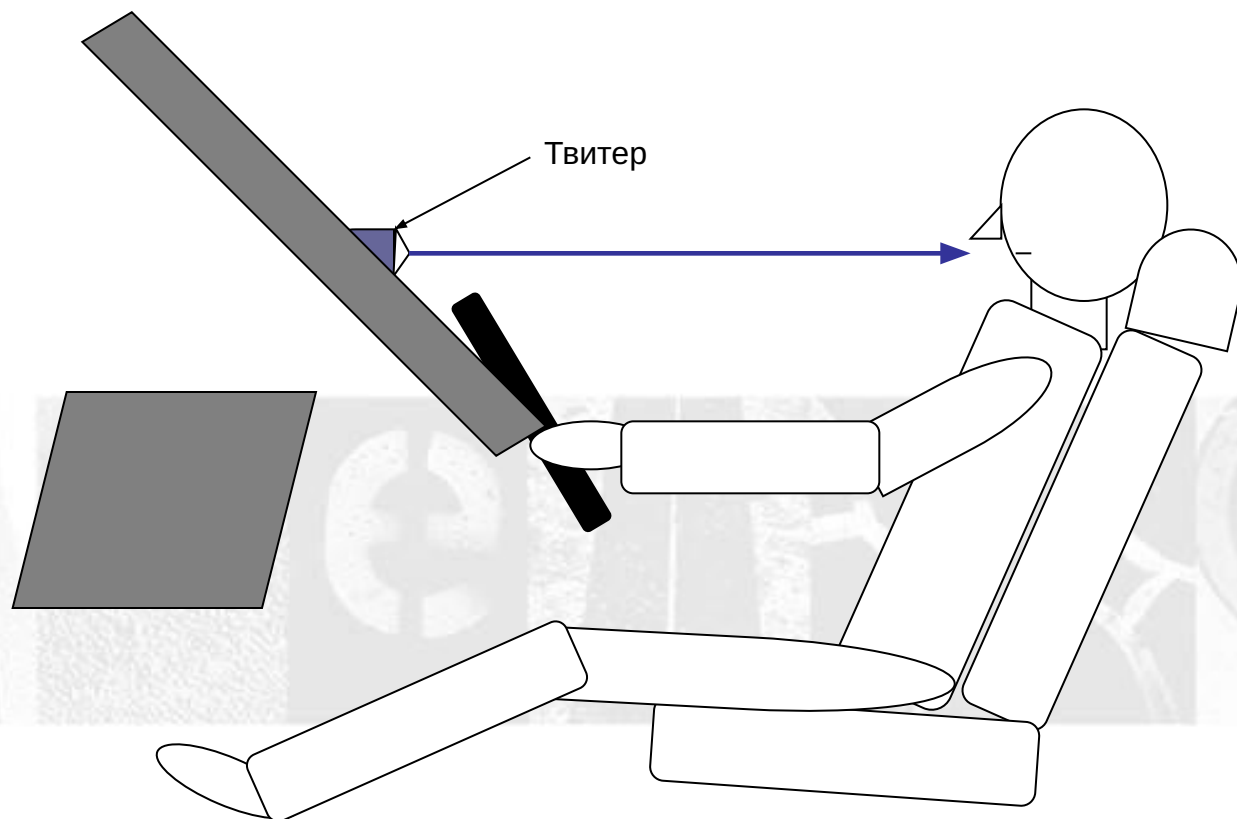
Прямые оси двух твитеров, изображенные синими пунктирными линиями, сходятся точно посередине между сиденьями водителя и пассажира на уровне их ушей. Звук должен быть хорошо слышен в пределах 45 градусов между передним и боковым окнами с каждой стороны (красная линия). То есть, поскольку с обеих сторон угол прослушивания одинаков, характер звука с каждой стороны будет практически одинаковым. Кроме того, поскольку прямая ось твитера проходит под одинаковыми углами к переднему и боковому окнам, то и нарушения, вызываемые отражениями, будут почти одинаковыми с той и другой стороны.

При установке твитера под таким углом каждый из концов частотного диапазона твитера будет ближайшим к слушателю.

## Pioneer 2) Выбор угла при установке твитера

Здесь схематически изображен слушатель в кресле водителя, вид сбоку. Прямая ось твитера направлена горизонтально и находится на уровне рта слушателя. Если твитер повернуть вверх, или установить выше и повернуть вниз, то может сильно сместиться фаза и пострадает интеграция высоких частот со средними и низкими.

Если твитер установлен на уровне рта слушателя в автомобилях типа седан, купе или универсал, то твитер и мидвуфер могут оказаться выровненными по одной прямой линии. Это способствует улучшению их взаимодействия.



При установке твитера важно разместить его так, чтобы рядом, в радиусе 5 см не было никаких отражающих предметов (см. рис.). Это помогает резко снизить вероятность возникновения стоячих волн в области высоких частот.



- При отражении звуковой волны образуется разрыв между отраженным и прямым звуками. Отраженная волна, оказавшаяся в 4 раза длиннее разрыва, и принимает обратную фазу, при этом звуковое давление падает и ухудшается качество звука. Это стоячая волна.  $5 \text{ см} \times 4 = 20 \text{ см}$ . Частота с длиной волны 20 см составляет 1,7 кГц. Обычно твитеры не используют эту частоту. Если установить твитер так, чтобы предметы, способные вызвать отражения, находились от него на расстоянии более 5 см, образование стоячих волн будет сведено до минимума. Кроме того, если ближе к верхней части твитера сделать углубление, это будет способствовать рассеянию отражений и уменьшению стоячих волн, образуемых отражением от передней стойки.

### ※Почему передняя стойка?

Думаю, теперь вы уже и так понимаете почему. В отличие от низкочастотного и среднечастотного динамиков, звучание твитера сильно зависит от угла, под которым до вас доходит его звук. Описанная ситуация особенно характерна для автомобильных акустических систем – из-за отражений возникают стоячие волны, ведущие к потере музыкальной информации и ухудшению звучания. Если учесть все эти особенности, то оказывается, что наилучшим местом для установки твитера в автомобиле является передняя стойка.

Если установить его в верхней части двери, то даже при высоте акустического экрана твитера всего в 1,0 см стоячая волна будет гасить музыкальные звуки с частотой 8,5 кГц. В этом случае трудно будет обеспечить симметричный угол, и частотные характеристики по обеим сторонам твитера будут сильно отличаться. Если сделать большой акустический экран и установить твитер в нижней части двери методом поверхностного монтажа, когда динамик не выступает над экраном, вероятность возникновения стоячих волн понизится, но совершенно невозможно будет обеспечить оптимальный угол. Установка на пороговой панели методом поверхностного монтажа с большим экраном также препятствует образованию стоячих волн. Но если сильно не поднять угол твитера, звуковые образы не будут достигать уровня приборной доски, а если и будут, то на этом уровне будет присутствовать только центральный образ, а боковые окажутся ниже – там, где находится мидвуфер.

Поэтому твитер рекомендуется устанавливать на передней стойке под верным углом.

# Pioneer

## Глава 3. Установка сабвуфера

Наконец рассмотрим основные принципы воспроизведения баса сабвуфером.

Оригинальный чистый бас не имеет ни окраски, ни направленности. Поэтому трудно определить его источник. Часто кажется, что бас исходит из фронтальных громкоговорителей, где сосредоточены обертона басовых музыкальных инструментов. Эту особенность можно успешно использовать: бас будет слышен спереди, хотя сам сабвуфер – громкоговоритель, воспроизводящий самые низкие частоты, -- расположен в багажнике. Однако нередко бас не совпадает по фазе со средними частотами фронтальных громкоговорителей, плохая конструкция корпуса сабвуфера ведет к образованию пиков или провалов, из-за недостаточно грамотного монтажа слишком сильно начинают вибрировать окружающие предметы и спереди мы слышим лишь какую-то часть баса. Кроме того, если даже сабвуфер будет установлен идеально, но мидвуфер (динамик средних-низких частот) – плохо, то добиться звучания баса спереди будет довольно трудно.

Рассмотрим, как правильно установить сабвуфер и как сделать корпус для него.





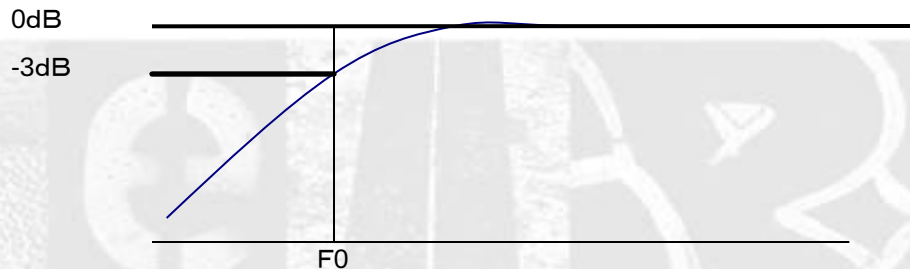
# 1) Конструкция корпуса

Существуют разные типы сабвуферных корпусов: закрытые, фазоинверторные, полосовые... Мы рассмотрим закрытую конструкцию, которая является наиболее распространенной и обеспечивает высокое качество звука.

Для автомобильной аудиосистемы такой корпус предпочтителен не только потому, что обеспечивает высокое качество звучания, но и потому, что прост в изготовлении. К тому же, большинство автомобильных низкочастотных динамиков рассчитаны на корпус именно такой конструкции.

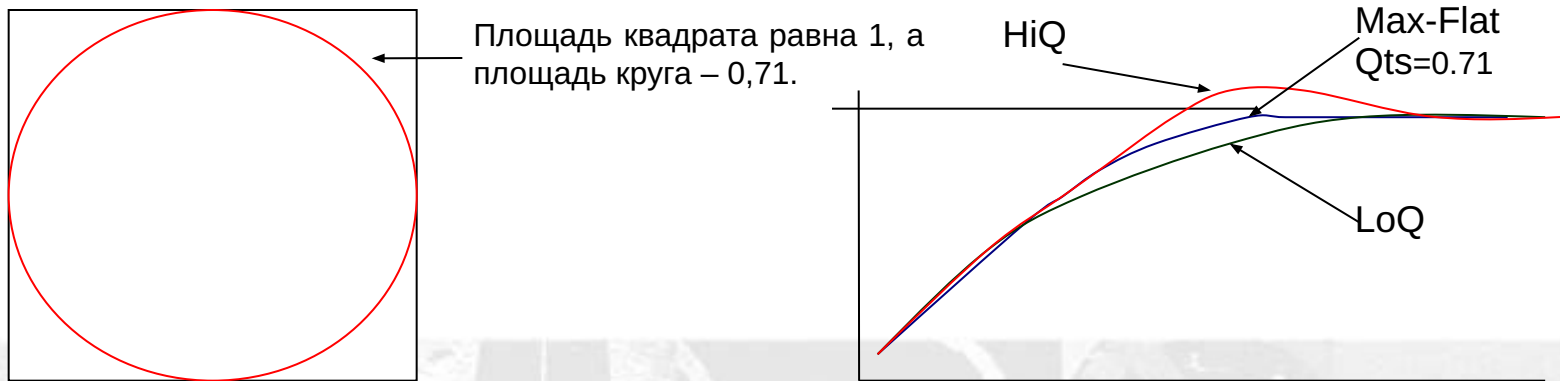
## F0

F0 означает частоту НЧ-резонанса. Это то же самое, что FS – частота собственного резонанса. Их величины одинаковы. Величина F0 выражается в Гц и соответствует частоте, оказавшейся на 3 дБ ниже среднего уровня сигнала при спаде эффективности громкоговорителя.



## Q

Q, или добротность – это величина, которая означает степень остроты низкочастотного резонанса громкоговорителя и является важным показателем в его характеристике. Если площадь квадрата равна 1 (единице), то площадь вписанного в него круга составляет 0,71. Когда кривая начинает спадать у точки F0, образуется так называемая бемольная форма  $Q = 0.71 \text{ MAX-FLAT}$ . (Qts означает полную добротность). С ее повышением добротность возрастает (HiQ), с понижением – добротность снижается (LoQ). Величина добротности не имеет специальных единиц выражения.





## VAS

VAS – эквивалентный объем динамика. Это возбуждаемый динамиком закрытый объем воздуха в закрытом ящике, упругость которого эквивалентна упругости подвеса диффузора. Эта величина измеряется в литрах (L).

### Конструкция закрытого корпуса

Итак, величина Q определяет звуковой характер баса. Предполагаемое качество звучания (Qts) для закрытого корпуса можно вычислить по приведенной ниже формуле.

Qts	Тенденция в качестве звучания
0,5 или менее	Неадекватность звуковой атаки (демпфирование). Чем больше корпус, тем лучше пространность баса.
0,55-0,6	Хотя демпфирование недостаточное, но величина F0 мала и звук хороший. Хорошая ритмичность. Богатый бас.
0,65-0,7	Наилучший баланс. Если при такой добротности (Q) величина F3 (частота среза, на которой отдача динамика снижается на 3 дБ) не повышается, используйте величину Qts в приведенном здесь диапазоне.
0,75 или более	Звук становится жестким и кажется закрытым. Если увеличить количество басовых динамиков, звучание баса будет напоминать эффект клуба.

Чтобы вычислить емкость корпуса, воспользуйтесь следующей формулой, подставляя реальные параметры динамика.

$$\sqrt{\frac{V_{as}}{V_b} + 1} \times Q_{ts} = Q_{tc}$$

※Vb=Объем корпуса

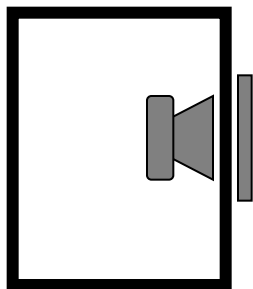
Проверьте по следующей формуле, обеспечит ли конструкция достаточный уровень баса и рассчитайте емкость корпуса. По этой формуле можно узнать величину F3 в условиях закрытого ящика. Если величина f3 недостаточно низка, вернитесь к предыдущей формуле и пересчитайте заново с расчетом на более низкую величину Qts.

$$\sqrt{\frac{V_{as}}{V_b} + 1} \times F_0 = F_3$$

Пользуйтесь этими формулам для расчета каждого нового корпуса. Кроме того, для проектирования корпусов АС существует много компьютерных программ. Рекомендуем пользоваться ими.

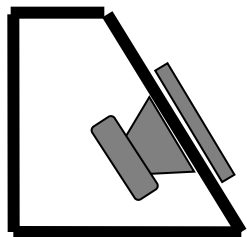
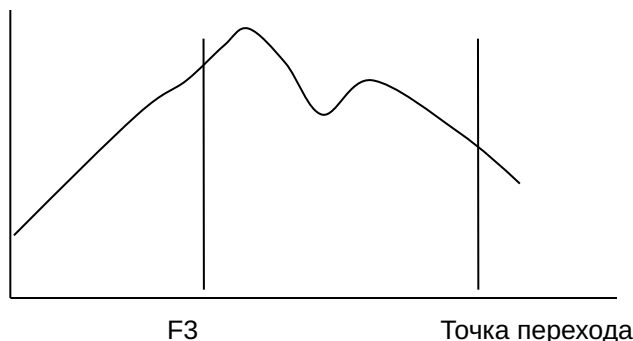
## 2) Различия в звучании в зависимости от формы корпуса

Pioneer



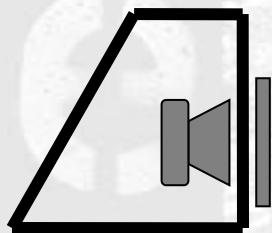
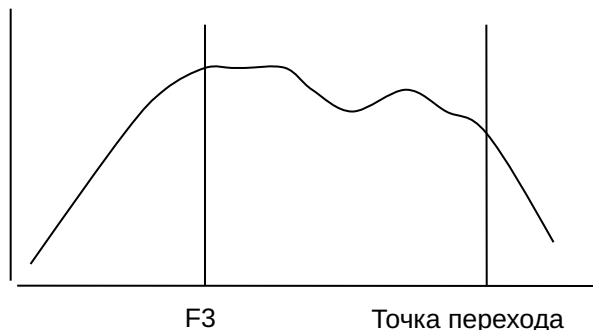
### Прямоугольный

Такой корпус прост в изготовлении, но склонен к образованию пиков над  $F_3$  и провалов после  $F_3$ . Выравнивание характеристики достигается такими методами, как установка внутрь отражающей плиты, снижение параллельной фазы, использование звукопоглощающего материала.



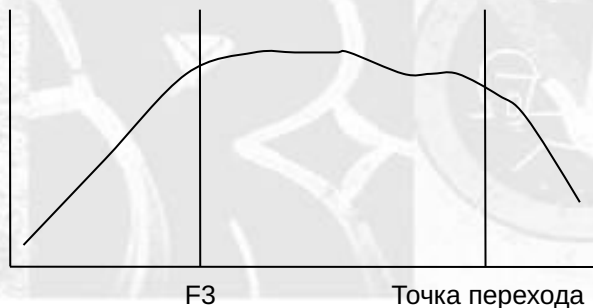
### Трапецевидный 1

Хотя горб на кривой энергетической характеристики немного сглаживается, но провал после пика все же остается. Желательно умеренное использование звукопоглощающего материала.

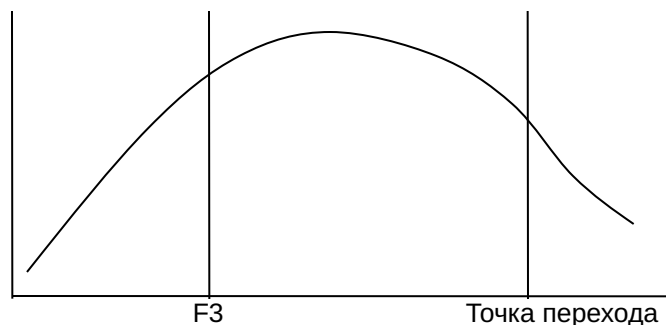
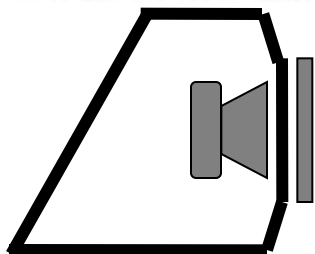


### Трапецевидный 2

Характеристика ровнее, чем в двух предыдущих случаях. Если углы корпуса закруглить, характеристика станет еще ровнее.

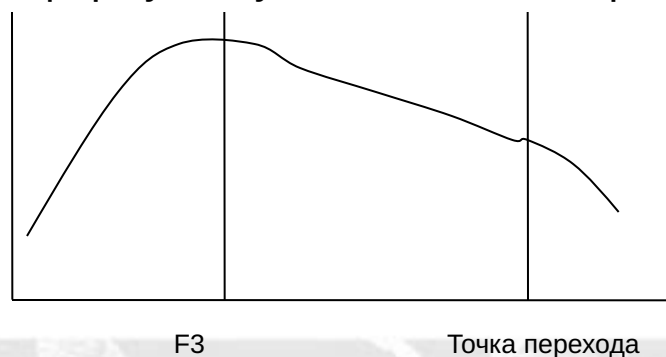
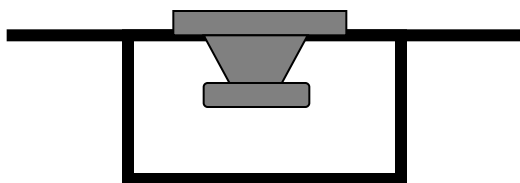


Pioneer



### Трапецевидный 3

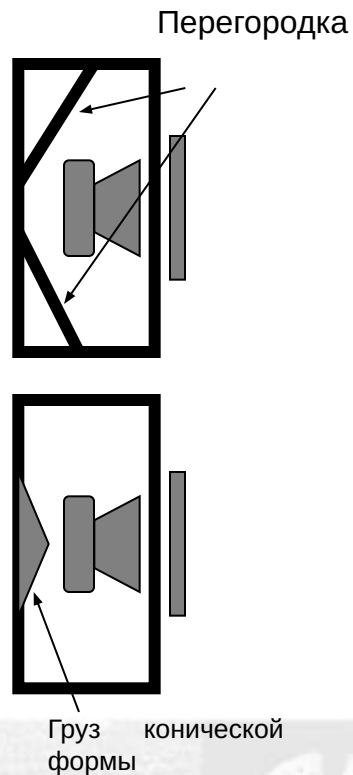
На переднюю часть трапецевидного корпуса 2 наложена еще одна трапецевидная форма. Кривая принимает плавную, покатую форму и звук становится энергичнее.



### Скрытый монтаж

Установка сабвуфера в отсек, где хранятся запасные шины в автомобилях типа седан или универсал называется скрытым монтажом. Пол багажного отсека образует акустический экран, удобный для распространения низких частот. И если мы можем понизить переходную частоту на стыке с фронтальными громкоговорителями, то это будет наилучшим местом для установки сабвуфера.

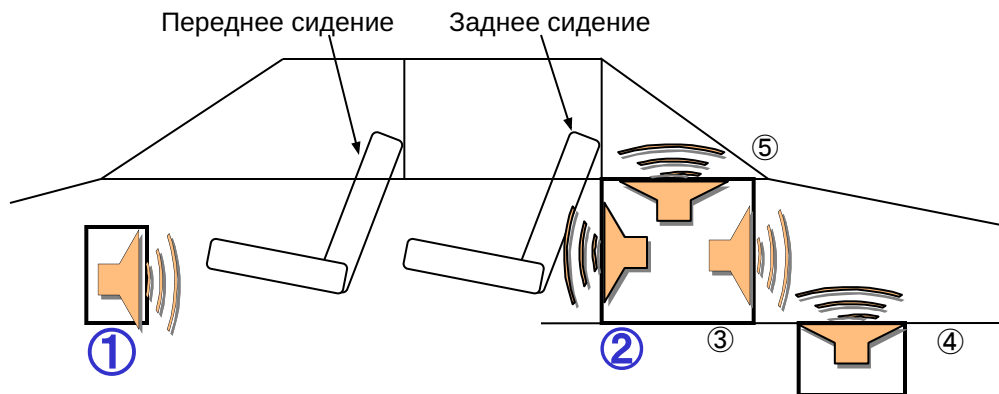
## Уменьшение объема корпуса



Если вы не хотите отнимать много места в багажном отсеке или если сам отсек невелик, использовать большой корпус будет невозможно. В настоящее время продается много сабвуферов, предназначенных для установки в небольшие корпуса. И такие корпуса, несмотря на малый объем, дают хороший эффект. Проблемы начинаются тогда, когда корпус должен иметь еще и малую глубину. В этом случае сокращается расстояние от задней части динамика до задней стенки корпуса и отраженная от стенки волна создает резонанс для диафрагмы, в результате чего бас становится глухим. Если внутри сделать перегородку, которая будет рассеивать отражение, это поможет вернуть басу чистоту. Перегородка не должна отнимать много пространства внутри корпуса и не должна разделять его сверху донизу.

Кроме того, выступ конической формы позади динамика (см. рис. внизу слева) из латуни, свинца или даже из усиленной волокном шпатлевки, даст тот же эффект, что и перегородка.

### 3. Установка сабвуфера (1)



#### (1) Спереди по центру

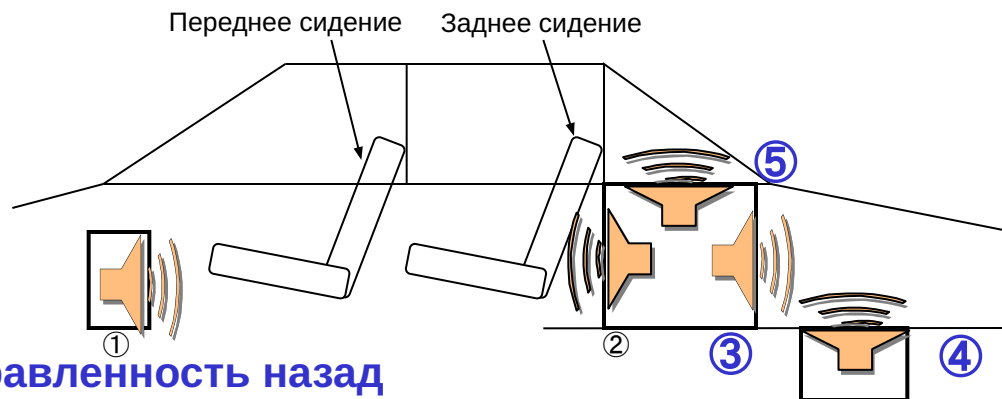
Хорошая позиция. Хорошая связь с фронтальными громкоговорителями, способствует расширению переходной частоты. Хотя в автомобилях с ограниченным пространством впереди такая установка невозможна. Этот способ подходит для микроавтобусов. Поскольку места там не особенно много, для сабвуфера приходится использовать маленький закрытый корпус.

#### (2) Багажный отсек, направленность вперед

Этот метод очень популярен. Хотя если между сабвуфером и противоположной стенкой багажного отсека места окажется недостаточно, излучаемая сабвуфером звуковая волна подвергается давлению и пострадает качество баса.

Что касается автомобилей типа седан или купе, там погашенная звуковая волна фронтальных громкоговорителей, достигая багажника, меняет фазу на обратную. И если открыть багажник, звук становится неожиданно громким. Обычно причиной тому является внутренняя планировка.

### 3. Установка сабвуфера (2)



#### (3) Багажный отсек, направленность назад

Это неплохой способ. Однако в автомобилях типа седан или купе поведение звуковой волны будет таким же, как и в предыдущем случае. Для исправления этого эффекта следует использовать достаточно большой акустический экран, убрать препятствия на пути звуковой волны или уменьшить размер корпуса. В автомобилях типа хэтчбек или в фургоне таких проблем не возникает.

#### (4) Вровень с полом

Метод «вровень с полом» применим для багажника, где лежат шины. Пол багажника успешно выполняет роль акустического экрана, бас обретает хорошую просторность и энергию. Этот метод можно использовать в автомобилях разных типов – седан, купе, универсал, кроме моделей, не имеющих пространства для запасных шин. Причем, установка сабвуфера большого диаметра может вызвать проблемы, поскольку места там не очень много.

#### (5) Задняя дека

Для седана и купе это очень хорошая позиция.

Однако размещения там сабвуфера дека должна быть достаточно широкой, а также очень прочной, чтобы выдержать давление звуковых волн и вес самого сабвуфера.



## Вес

Энергия баса вызывает резонанс окружающих объектов. Каждый из них начинает издавать звучание на собственных частотах, что ведет к деградации музыкального баса. Для воспроизведения максимально чистого, незагрязненного баса корпус сабвуфера должен быть как можно более тяжелым, чтобы не резонировать самому и не распространять резонанс. Если автомобиль не чрезмерно тяжел, то чем больше вес корпуса сабвуфера, тем лучше бас. Однако если вы выберете для корпуса какой-нибудь резонирующий материал, вроде металла, то несмотря на всю его тяжесть, результат окажется неудовлетворительным. Хороший эффект погашения вибрации дает использование внутри корпуса изолирующего материала, который применяется в домашних акустических системах.

## Особенности некоторых материалов

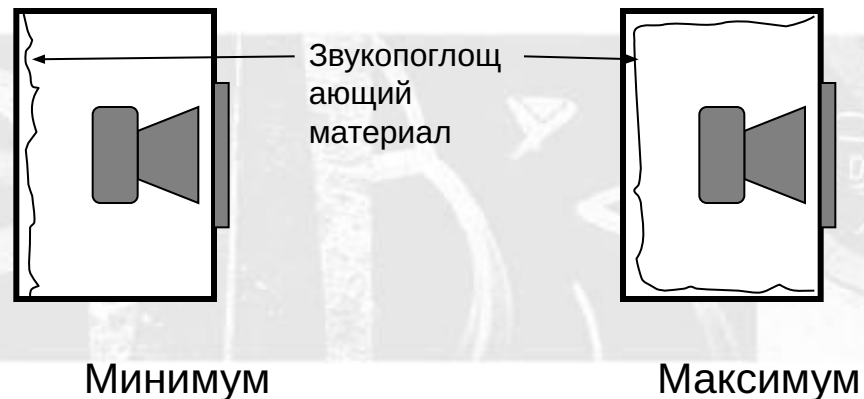
Для корпуса громкоговорителей следует выбирать материал, имеющий наименьший резонанс и не заглушающий звучание. Наиболее подходящим для автомобильной акустики является дерево. ДВП (древесно-волокнистая плита) – очень хороший материал: дешевый, тяжелый, трудно поддающийся резонансу и легкий для обработки. Береза и дуб тоже хороши: тяжелые и трудно поддаются резонансу, хотя дороги и сложны для обработки. Лучше всего использовать плиты толщиной более 18 см. Черное дерево и палисандр, применяемые в музыкальных инструментах, не подходят для корпуса, так как они легкие и хорошо резонируют.

### Звукопоглощающий материал необходим, но не слишком в больших количествах

Звукопоглощающий материал нужен для снижения эффекта стоячих волн внутри корпуса. Но если использовать слишком много этого материала, звучание становится зажатым и снижается отдача громкоговорителя. Приклейте звукопоглощающий материал, как минимум, к задней стенке внутри корпуса, или, как максимум, к задней, верхней и нижней стенкам внутри корпуса. Лучше использовать губчатый материал, нежели, например, стекловату, так как первый обладает лучшими звукопоглощающими свойствами.

В некоторых ситуациях, -- когда сабвуфер имеет очень низкую общую добротность ( $Q_{ts}$ ); когда сабвуфер имеет малый диаметр (менее 20 см); когда сабвуфер имеет большую подвижную массу ( $M_0$ ), -- удобнее использовать конструкцию типа акустическая подвеска со звукопоглощающим материалом в корпусе. Но в автомобильных аудиосистемах такие сабвуферы большая редкость.

\* Размещение звукопоглощающего материала внутри корпуса



Возьмем для примера пару 2-полосных громкоговорителей с 16-см динамиками для домашней аудиосистемы стоимостью \$5 000. А сколько стоят использованные в них динамики? Поскольку вопрос этот не из области математики, достаточно высказать предположение. Общая стоимость двух твитеров и двух мидвуферов составляет примерно \$200. Остальные \$4 800 мы платим за труд, материалы и технологию. Автомобильные громкоговорители обычно продаются без акустического оформления как пассивная схема. Если за их установку мы запрашиваем \$4 800, то автомобильную акустическую систему мы должны настроить так, чтобы та обеспечивала качество звука, на уровне упомянутых домашних громкоговорителей.

Конечно, с этим примером мы хватили через край – все же автомобильные аудиосистемы стоят дешевле, чем домашние. Салон автомобиля не предлагает благоприятных условий для прослушивания музыки. К тому же, автомобильные фирмы нередко используют средства защиты от перегрева и вибрации, которые отрицательно влияют на звук. Ограничено и пространство внутри салона. Там нельзя установить полноразмерный CD-плеер или сверхтяжелый мощный усилитель, который будет сильно нагреваться и требовать большого количества энергии. Но представьте себе автомобильную систему, которая наряду с обычными автомобильными CD-плеером и усилителем включала бы высококачественные домашние АС, удобные для монтажа на приборной доске. Как вы считаете, могли бы вы с ними соперничать?

Некорректно сравнивать автомобильную аудиосистему с домашней, поскольку условия, в которых мы слушаем музыку в дороге и дома, совершенно разные. Но автомобильное аудио развивается. Это касается и громкоговорителей, которые в некоторых случаях даже превосходят домашние. Автомобильные усилители также выросли почти до уровня домашних. К сожалению, CD-плееры не удастся вывести за рамки так называемого стандарта DIN, и они сильно отличаются от домашних моделей. Тем не менее, за последние 10 лет автомобильные CD-плееры сделали большой шаг вперед.

Проблема связана с техническим уровнем установки. Хотя качество аппаратуры и повысилось, но если тот, кто устанавливает громкоговорители стоимостью \$5 000, не обладает такой же квалификацией, как инженер автозавода, или более высокой, то звучать они будут на \$1 000. Квалификация на уровне производственного инженера вовсе не означает умения проектировать или рисовать чертежи. Но означает, что при установке автомобильной аудиосистемы мы должны разбираться в этом деле не хуже инженера на производстве.

Техника установки автомобильных аудиосистем продолжает развиваться. Надеюсь, вы будете откроете свои, новые методы. И тогда автомобильная аудиосистема станет вызывать у нас новые эмоции, будет помогать нам расширять свой кругозор и оттачивать свои интеллектуальные способности.

*Pioneer*

# **Секреты настройки автомобильной аудиосистемы с помощью цифрового процессора**



е

	Стр.		Стр.
Введение	3	2, Настройка с помощью ТА фазы сабвуфера и мидвуфера	37
Параметры, регулируемые цифровым процессором	5		
Шаг 1, Начальные установки и последовательность настройки	7	Шаг 4, Настройка кроссовера и ТА для 3-полосной системы	39
Начальные установки		1, Настройка кроссовера фронтальной 3-полосной системы	41
Первичная настройка кроссовера	8	(1) Определение границ поршневого хода и разделенного резонанса мидвуфера	42
Первичная настройка величины ТА	9	(2) Определение спада ФВЧ среднечастотника	43
Шаг 2, Настройка кроссовера		(3) Определение спада ФНЧ среднечастотника	44
1. Определение спада и частоты перехода СБВ	10	(4) Определение точки перехода ФНЧ среднечастотника	44
(1) Определение спада ФВЧ на нижнем крае сабвуфера	11	(5) Баланс громкости среднечастотника	44
(2) ФНЧ на верхнем крае СБВ	12	2, Настройка ТА в 3-полосной системе	45
2. Определение спада и точки перехода для мидвуфера	13	Шаг 5, Настройка с помощью эквалайзера	46
(1) Определение спада ФВЧ на нижнем крае МДВ	15	1, Начальные установки	
(2) Определение спада ФНЧ на верхнем крае МДВ	16	(1) Настройка громкости и баланса частот по тестовому сигналу	48
(3) Определение частоты перехода	17	(2) Если на какой-то частоте звук очень тихий или невозможно настроить образ	48
3, Определение спада и точки перехода ТВТ	20	2, Настройка по реальной музыке	50
(1) Определение спада ФВЧ твитера	21	3, О настройке с помощью эквалайзера	52
(2) Определение точки перехода	22	Закключение	54
4, Настройка баланса громкости динамиков	23		
	25		
Шаг 3, Настройка временной синхронизации (ТА)			
1, Регулировка фазы между твитером и МДВ с помощью ТА	27		
(1) Определение нормальной (NOR) и противоположной (REV) фазы твитера	29		
(2) Настройка линейности фазы ТВТ и МДВ с помощью ТА твитера	31		
(3) Если трудно настроить фазу в канале со стороны водителя	33		
	35		60

## Введение

За последнее десятилетие значительно повысилось качество автомобильных аудиосистем, совершенствуется техника их установки. Революционным шагом стало появление цифрового процессора. Цифровой процессор помогает решать различные проблемы звуковоспроизведения, с которыми мы были вынуждены мириться прежде. Это такие проблемы, как несовпадение фазы из-за разницы в расстоянии левого и правого громкоговорителей, разупорядочение частот из-за стоячих волн, невозможность использования универсального кроссовера из-за разницы в размещении АС в автомобилях разных типов. Цифровой процессор опирается на идею о том, что автомобильная аудиосистема должна обеспечивать пространственное, подлинно художественное представление звука на уровне высококачественной домашней аудиосистемы.

Отсюда вытекает необходимость умения правильно использовать цифровой процессор для настройки. До появления цифровых процессоров внимание установщиков и пользователей автомобильных аудиосистем было сосредоточено, так сказать, на аналоговых средствах настройки – улучшении звучания путем более удачного монтажа, мелких доработок электрических схем. Теперь в дополнение к этому установщикам, использующим в своей работе цифровой процессор, приходится уделять внимание передовым программным технологиям коррекции звука.

Цифровой процессор – слишком сложное устройство, чтобы пытаться настраивать звучание системы с его помощью методом тыка. А в руках пользователя, не обладающего необходимыми знаниями, он может даже представлять опасность. Например, можно легко повредить твитеры, слишком сильного понизив разделительную частоту; или сжечь звуковую катушку, сверх меры подняв коэффициент усиления, не говоря уже о том, что можно перепутать полярность. Если даже вам и удастся с большим трудом подобрать идеальную частоту кроссовера, но без соответствующих знаний вы не сможете правильно настроить баланс левого и правого каналов с помощью 31-полосного эквалайзера. В результате все ваши затраты и умственные усилия так и не дадут эффекта.

В этом пособии описан способ настройки системы с помощью цифрового процессора. Предполагается, что вы обладаете минимальными знаниями в области терминологии. Если вам доводилось пользоваться цифровым процессором, то, внимательно прочитав это пособие, вы научитесь достигать желаемых результатов. Но сложности начинаются уже с самого начала.

Называя звук плохим или хорошим, мы руководствуемся своими ощущениями. Нередко это расходится с теоретическими выкладками. Чтобы научиться грамотно определять на слух, хорошо или плохо звучит система, нужен немалый опыт. Опыт обретается лишь с практикой – регулировкой как можно большего количества систем описанным здесь методом. Это дает основание утверждать, что все установщики автомобильных систем во всем мире все еще проходят стадию накопления опыта. Профессия эта появилась недавно, а развитие цифровых процессоров вообще только начинается. И чем шире их будут использовать специалисты по установке, тем скорее автомобильные аудиосистемы достигнут уровня домашних.





## Параметры, регулируемые цифровым процессором

### Основной тон и гармоники

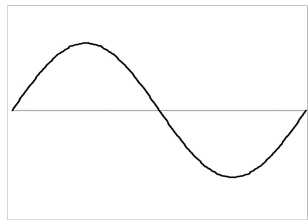
Звуки в природе состоят из основного тона и гармоник. Основной тон – это чистая частота, определяющая высоту тона (низкий, высокий). Основной тон должен быть громче гармоник. Гармоника – это частота кратная основному тону. Если основной тон составляет 100 Гц, то кратные частоты – 200 Гц, 400 Гц, 800 Гц – являются гармониками, и характер основного тона всякий раз изменяется. Например, одна и та же нота Е, взятая на фортепиано и на контрабасе имеет одинаковый основной тон с частотой примерно 40 Гц и почти одинаковые гармоники. Однако по тембру звук фортепиано явно отличается от звука контрабаса. Это потому, что в каждом случае отличается распределение основного тона и гармоник. Если основной тон и гармоники сдвинуты по времени или различаются по громкости, образуемый в результате звук будет отличаться от исходного и восприниматься как неестественный. Это основная причина неполноценности звучания автомобильной аудиосистемы.

Выполняя регулировку с помощью цифрового процессора, необходимо соблюдать баланс между основным тоном и гармониками, а также баланс между направленностью временной оси и распределением громкости. Это поможет достичь более естественного звучания.

Помните всегда об основном тоне и гармониках. Не фокусируйтесь только на одной частоте. При настройке системы помните о существовании гармоник и о том, что частоты взаимодействуют.

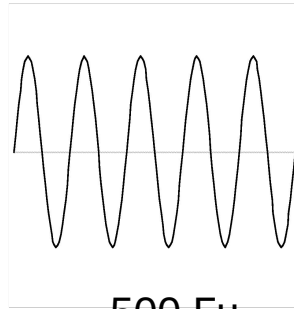


## Синтезированная волна (100 Гц и 500 Гц)



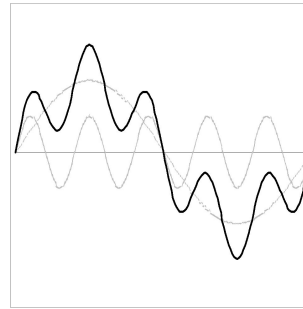
100 Гц

+



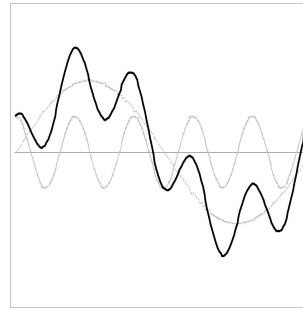
500 Гц

=



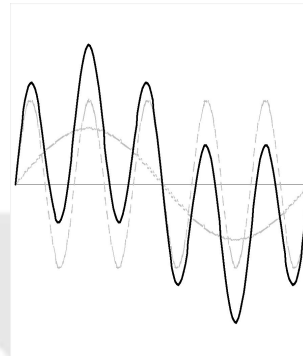
Волна с нормальным сложением частот 100 Гц и 500 Гц.

Фазовая задержка



Синтезированная волна с 90-градусной фазовой задержкой частоты 500 Гц

Разница в громкости

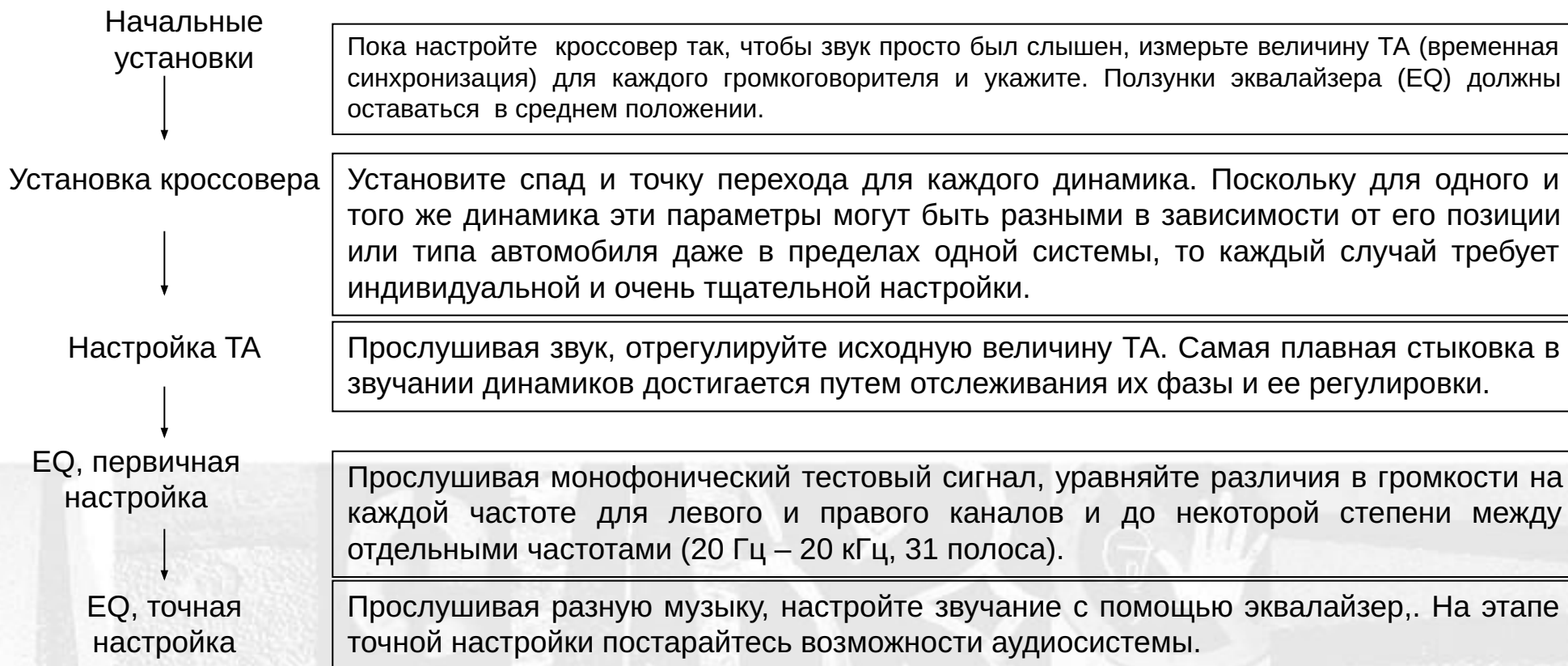


Синтезированная волна с повышенной в 3 раза громкостью частоты 500 Гц

Когда возникают проблемы, например, с фазовым смещением гармоник или с балансом по громкости, форма синтезированной волны нарушается и в результате звук теряет естественность.

## Шаг 1, начальные установки и последовательность настройки

Сначала мы рассмотрим пример базовой акустической системы: 2-полосный фронт + сабвуфер (3-полосная система). Настройка 3-полосной системы опирается на теорию настройки 2-полосной. Позже будут рассмотрены особенности, отсутствующие в 2-полосной.



Вся настройка выполняется с кресла водителя. Это пособие не содержит объяснений о настройке звука ни с сидения пассажира, ни с заднего сидения.

### Первичная настройка кроссовера

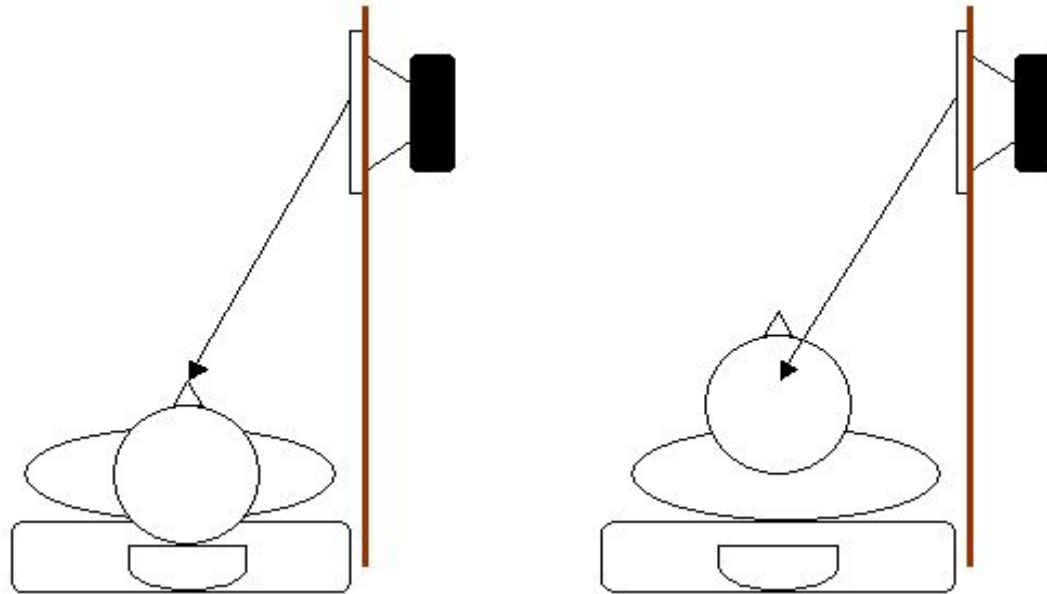
Целью первичной настройки является просто достижение уровня, при котором музыка слышна нормально. Задайте, если это возможно, полосу пропускания сабвуфера. Фильтр верхних частот (ФВЧ) мидвуфера установите на 80 Гц-100 Гц для динамика диаметром примерно 13 см, и на 50 Гц-63 Гц для динамика диаметром примерно 16 см. Что касается твитера, то на данном этапе не важно, какую переходную частоту задавать – главное, чтобы звук не искажался. Обычно устанавливают выше 4 кГц, так как эти частоты хорошо слышны. Для спадов задайте -12 дБ на октаву.

На данном этапе у нас нет основы, от которой можно было бы отталкиваться, поэтому точки перехода частот и величину спада можно выбирать произвольно. Это лишь предварительная настройка.



## Первичная настройка величины ТА

При настройке ТА (временной синхронизации) на данном этапе измеряем расстояние от каждого громкоговорителя до позиции слушателя и вводим результат. Сядьте в кресло, положите голову на подголовник и измерьте расстояние от громкоговорителя до своего носа. Теперь, когда вы примете обычную позу водителя за рулем, конечная точка линии, окажется в центре вашей головы. Расстояния до твитера очень важно, поэтому измерения следует проводить особенно тщательно.



Кладем голову на подголовник и измеряем расстояние от динамика до носа. Результат фиксируем.

Когда мы принимаем нормальную позу за рулем, конечная точка оказывается в центре нашей головы.

## Шаг 2, Настройка кроссовера

### Изменение фазы с крутизной спада

Фазовая характеристика динамика по частоте не обязательно постоянна. Поэтому может возникнуть смещение по фазе, образующее высшие гармоники. А в условиях автомобильной аудиосистемы в зависимости от угла, под которым установлен громкоговоритель, отклонение фазы разных частот может быть очень сильным.

Цифровой процессор (кроме моделей с КИХ-фильтром, которые не изменяют фазы), как и аналоговый процессор или пассивный кроссовер способен генерировать отклонение фазы. Фазовая характеристика громкоговорителя не бывает идеальной, поэтому для ее улучшения стоит использовать способность кроссовера изменять фазу.

Даже если в кроссовере использован КИХ-фильтр и фаза не изменяется, то изменения происходят на уровне баланса энергии громкоговорителя в зависимости от угла спада и частоты перехода – в результате меняется его частотная характеристика. Поэтому какова бы ни была фазовая характеристика кроссовера, в любом случае он нуждается в тщательной настройке.

#### Смещение фазы в зависимости от спада

Тип спада	Угол смещения фазы
-6dB	90°
-12dB	180°
-18dB	270°
-24dB	360°

Спад и точку перехода в кроссовере устанавливают, начиная со стороны баса. Это делается для того, чтобы корректно разместить гармоники ВЧ-динамика, сопровождающие основной тон. Сначала определяют спад и точку перехода от НЧ-динамика, который воспроизводит преимущественно основной тон. Выбирать оптимальные спад и частоту перехода, следует только, прослушивая подходящий для каждого динамика музыкальный материал.

## 1. Определение спада и частоты перехода для сабвуфера

### \* Диск для тестирования

Сабвуфер автомобильной аудиосистемы имеет довольно узкий частотный диапазон, в котором не особенно много высших гармоник. Поэтому для его настройки лучше использовать музыкальный материал с малым количеством обертонов. Это может быть соло на контрабасе.

Рекомендованный диск

**Brian Bromberg**

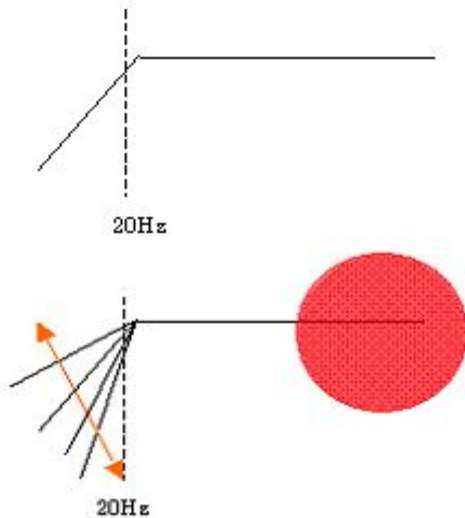
**WOOD2**

**Трек 3, BlueBossa**

Насыщенное басом соло без участия других музыкальных инструментов. В звуке контрабаса мало обертонов, поэтому он хорошо подходит для настройки сабвуфера.



Pioneer

**(1) Определение спада ФВЧ на нижнем крае сабвуфера**

Включите режим приглушения звука (MUTE) для всех громкоговорителей, кроме сабвуфера. Слушаем только сабвуфер. Установите ФВЧ сабвуфера на 20 Гц, а ФНЧ – в положение THROUGH [транзит].

Проигрывая CD, слушайте верхние частоты сабвуфера, которые на рис. слева обозначены красным. Если у вас модель диаметром 25 см, слушайте звучание примерно на 80-100 Гц. Найдите такую крутизну спада, при которой верхние частоты сабвуфера звучали бы наиболее чисто и энергично.

ФВЧ (фильтр пропускания верхних частот) воздействует на верхние частоты динамика, а ФНЧ (фильтр пропускания нижних частот) – на нижние частоты.

Определяя границу спада и точку перехода для ФВЧ, обращайтесь внимание на верхние частоты. И наоборот, определяя границу спада и точку перехода для ФНЧ, обращайтесь внимание на нижние частоты. Ищите такой спад и такую точку перехода, при которых динамик звучал бы наиболее чисто и естественно.

Этот способ является общим для всех динамиков.

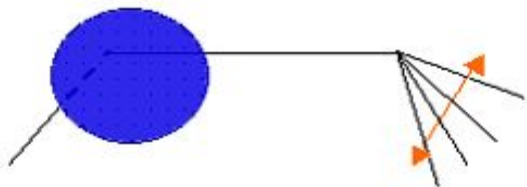
Определяя спад ФВЧ,  
слушайте верхние частоты динамика.



Определяя спад ФНЧ,  
слушайте нижние частоты динамика.



## Pioneer (2) Определение спада ФНЧ на верхнем крае сабвуфера



Определив спад ФВЧ, устанавливаем крутизну спада ФНЧ для сабвуфера.

Установите точку перехода на 80 Гц или на 100 Гц и оставьте пока так.

Прослушивая звучание в области, обозначенной на рис. синим пятном, найдите такой уровень спада, при котором бас был бы наиболее глубоким и ярким, с пространственным низом.

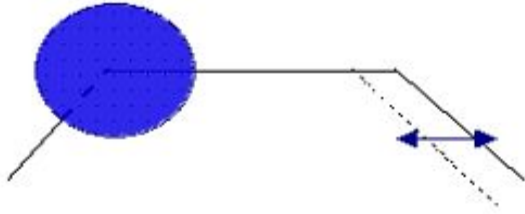
### (3) Определение частоты перехода



Определив крутизну спада ФВЧ и ФНЧ, перейдем к определению частоты перехода. Сначала для верхних частот. Слушая звук на частоте примерно 100 Гц (в области красного пятна на рис. слева), подбираем такую точку перехода, при которой звучание наиболее чистое и динамичное.

Если при определении точки перехода ФВЧ задать слишком высокую частоту, то прежде всего может пострадать эффективность сабвуфера, так как его частотный диапазон довольно узок. Мой собственный опыт подсказывает, что точка перехода 20 Гц хороша почти во всех случаях. Но иногда, если установить 25 Гц или 31,5 Гц, то слушать музыку становится легче. Обычно так бывает тогда, когда объем корпуса слишком мал и образуется пик на нежелательных частотах.

# Pioneer



Теперь определим точку перехода в области нижних частот. Прослушивая звучание в области обозначенной на рис. слева синим пятном, выберите такую точку перехода, при которой бас был бы наиболее глубоким и ярким с наилучшей пространностью низов.

Следует также принимать в расчет необходимость гладкой стыковки с мидвуфером (среднечастотным динамиком), которым мы займемся позже. Запоминайте и положения, при которых достигается не только самое лучшее, но и относительно хорошее звучание.

### Крутизна спада (касается всех динамиков)

По поводу оптимальной крутизны спада нет единого мнения. Одни считают оптимальным пологий спад (-6 дБ, -12 дБ), другие – крутой (-24 дБ и более). При большой крутизне спада фаза изменяется вместе со спадом и впоследствии ее не всегда удастся компенсировать регулировкой величины ТА. При этом изменения звука в точке перехода становятся невнятными, затрудняя процесс поиска наиболее оптимального варианта. Мой собственный опыт подсказывает, что пологий спад дает более гладкую стыковку частот и позволяет лучше отстроить звучание. В большинстве случаев наилучший эффект дают величины -6 дБ, -12 дБ, -18 дБ, независимо от того какие динамики и какой метод установки используются.

## 2. Определение спада и точки перехода для мидвуфера

Мидвуфер во фронтальной 2-полосной конфигурации имеет самую широкую полосу пропускания, предлагающую простор для смешения основных тонов и гармоник. Если можно позволить себе крайнее сравнение, то автомобильную 2-полосную систему можно уподобить АС с 13-см или 16-см динамиком полного диапазона, дополненную супертвитером и сабвуфером. Поэтому для настройки мидвуфера следует использовать музыкальный материал двух типов: с большим количеством средних (СЧ) и средних-верхних СЧ/ВЧ), а также средних-нижних (СЧ/НЧ) и нижних частот (НЧ).

В качестве материала с малым количеством баса можно выбрать музыку с преобладанием СЧ и СЧ/ВЧ. В качестве материала с мощным и энергичным басом подойдет музыка с преобладанием СЧ/НЧ и НЧ.

Рекомендованные диски Музыка с преобладанием СЧ и СЧ/ВЧ

### \* Диск для тестирования

**Jacintha**  
**Autumn Leaves**  
**Трек 11, Here's To Life**

Здесь нет ни баса, ни барабана – только фортепиано и вокал. В вокале присутствует много обертонов, позволяющих оценить, характерных для СЧ/ВЧ диапазона.



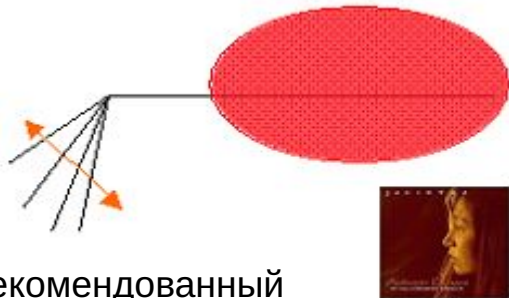
Музыка с преобладанием средних-нижних и нижних частот

**Shannon Cufman**  
**Loud Guitars Big Suspicions**  
**Трек 1, Few And Far Between**

Четкая линия баса. Много энергии. Хорошая атака. Материал удобен для проверки демпфирования. В музыке доминируют СЧ/НЧ.



## (1) Определение спада ФВЧ на нижнем крае мидвуфера



Рекомендованный  
диск

Приглушите (режим MUTE) все динамики, кроме мидвуфера, чтобы слышать только мидвуфер. Затем приглушите мидвуфер со стороны водителя, чтобы слышать только тот, который расположен со стороны пассажира. Установите ФВЧ мидвуфера в положение 25 Гц (самое низкое значение), а ФНЧ – в положение Through..

Включите CD с музыкой, содержащей средние и средние-верхние частоты. Прислушайтесь как будет воспроизводить эти частоты мидвуфер, находящиеся в диапазоне примерно 300 Гц-5 кГц, который на рис. слева отмечен красным пятном. Найдите такой спад, при котором вокал и фортепиано не приглушались бы, были бы слышны все нюансы вокала, а реверберация была бы обильной и отчетливой.

Почему надо слушать только один канал?

Как уже отмечалось, фазовые характеристики динамика изменяются в зависимости от крутизны спада переходной частоты кроссовера. Если мы будем пытаться определить спад, который обеспечивал бы наилучшие фазовые характеристики, слушая стерео, нам будет мешать разница в звуке каждого канала, и очень трудно будет распознать, что правильно, а что нет. К тому же, в автомобиле редко удастся слышать оба мидвуфера под одним и тем же углом, и это еще больше затрудняет настройку. Слушать стерео нет никакой необходимости, так как на этом этапе настройки мы преследуем лишь одну цель – определить спад, который обеспечивал бы наилучшие фазовые характеристики динамиков.

Когда настройка выполняется из кресла водителя, вы будете слышать под более благоприятным углом мидвуфер, расположенный у сидения пассажира. Поэтому сначала определите крутизну спада и точку перехода, слушая динамик со стороны пассажира, а потом задайте те же значения для мидвуфера со стороны водителя.

## (2) Определение спада ФНЧ на верхнем крае мидвуфера



Определив спад ФВЧ, переходим к определению спада ФНЧ мидвуфера.

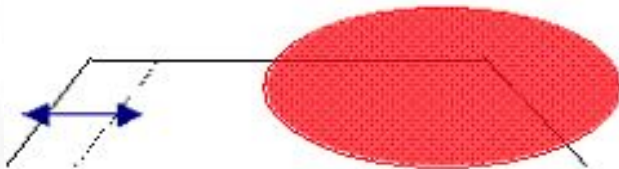
Точка перехода кроссовера установлена на максимальное значение 12,5 кГц и до сих пор не изменялась.

Слушая музыку с большим количеством СЧ/НЧ и НЧ, найдите такой спад, при котором бас в области, отмеченной синим пятном на рис. слева, простирался бы как можно ниже, оставаясь при этом чистым, упругим и увесистым, чтобы барабан звучал ритмично и отчетливо.



Рекомендованный диск

## (3) Определение частоты перехода



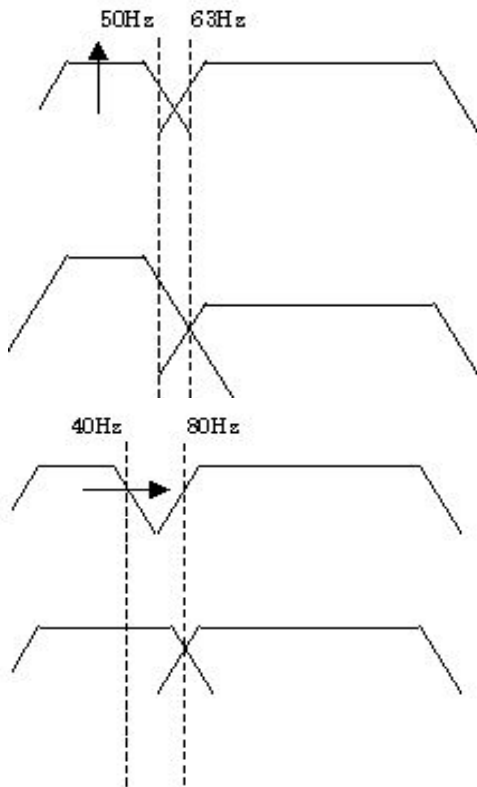
Определив спад ФВЧ и ФНЧ, займемся установкой частоты перехода.

Начинаем с ФВЧ. Слушая музыку с преобладанием СЧ и СЧ/ВЧ, обращаем внимание на звуки в области 300 Гц-5 кГц, отмеченной красным пятном на рис. слева, и находим такую частоту перехода, которая обеспечивала наиболее чистое воспроизведение голоса и фортепиано.



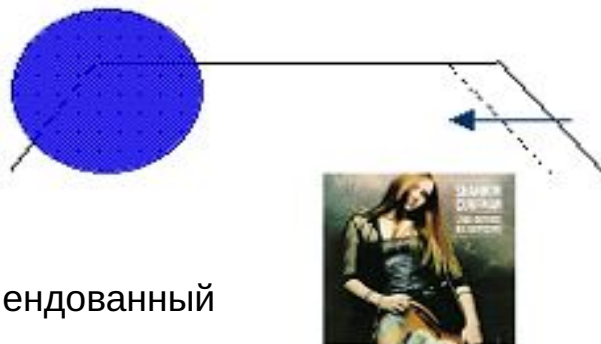
Рекомендованный диск

Здесь очень важно обеспечить гладкую стыковку с сабвуфером. К этому времени для сабвуфера уже определена наилучшая переходная частота. Если углубление в точке перехода маленькое, то при повышении коэффициента усиления (gain) сабвуфера на этом месте образуется гладкая стыковка. Если углубление в наилучшей точке перехода ФНЧ сабвуфера слишком большое, тогда трудно будет добиться хорошей стыковки: с повышением коэффициента усиления сабвуфера она несколько выравнивается, но звук становится гулким. В таком случае следует отдавать приоритет частоте вокруг переходной точки ФВЧ мидвуфера и подстраивать сабвуфер под мидвуфер. Или, если у сабвуфера есть еще одна хорошая точка перехода поблизости от переходной частоты ФВЧ мидвуфера, задайте эту точку и попробуйте сгладить стыковку, повышая коэффициент усиления сабвуфера.



Если в наилучшей точке перехода между сабвуфером и мидвуфером есть лишь небольшой пробел, то хорошей стыковки можно достичь за счет повышения коэффициента усиления сабвуфера. (Если изначально эффективность сабвуфера довольно велика, то, возможно, понадобится наоборот увеличить пробел в точке перехода).

Если пробел в наилучшей точке перехода между сабвуфером и мидвуфером слишком велик, отдайте приоритет ФВЧ мидвуфера и подстройте под него ФНЧ сабвуфера. Или выберите другую переходную точку, близкую к переходной точке мидвуфера, которая обеспечивала бы неплохие фазовые характеристики сабвуфера, затем отрегулируйте стыковку с помощью коэффициента усиления. Если разница между точками перехода слишком велика, значит сабвуфер и мидвуфер составляют неудачную комбинацию, или есть какие-то проблемы с установкой.



Рекомендованный диск

### Определение точки перехода ФНЧ

Прислушиваясь к звукам на частотах, отмеченных синим пятном на рис. слева, начинайте постепенно снижать значение ФВЧ, которое на данный момент составляет 12,5 кГц. Ищите такую точку перехода, при которой низы звучали бы свободно, бас был бы четким, упругим и чистым.

Наилучшая точка перехода только одна, но есть и другие, которые тоже дают хороший эффект. Запомните позиции этих точек: они могут пригодиться потом для стыковки с твитером.

Настройка мидвуфера во фронтальной 2-полосной конфигурации очень важна. И хотя твитер с сабвуфером также вносят важный вклад в качество общего звучания, но определение крутизны спада и точки перехода для мидвуфера и их настройка требуют гораздо большей дальновидности, чем в случае с твитером и сабвуфером. Дело в том, что мидвуфер воспроизводит основные тона и гармоники всех инструментов в широком диапазоне частот – от нижних до верхних. Между тем, твитер воспроизводит в основном гармоники, а сабвуфер – только основной тон басовых инструментов или немusыкальные низкие частоты. Поэтому определение точки перехода и спада, которые обеспечивали бы наилучший общий эффект, требует времени и умения заглядывать вперед.

Прошу понять меня правильно: для воспроизведения музыки важны все громкоговорители. Однако самым сложным для настройки, и поэтому требующим особого внимания, является именно мидвуфер.

### 3. Определение спада и точки перехода для твитера

#### \*Диск для тестирования

Диапазон твитера (за исключением некоторых моделей) ограничен высокими частотами. Здесь редко встречаются основные тона – преимущественно гармоника. Поскольку верные и неверные гармоника определяют характер основного тона, то качество звучания твитера является важным фактором, определяющим музыкальность. Твитер сильно влияет на звучание инструментов нижнего и среднего регистра, воспроизводимое мидвуфером. Для настройки твитера можно использовать музыкальный материал, в котором фигурируют металлические инструменты, способные издавать высокие ноты.

Рекомендованный  
диск

**Tomasz Stanko Quartet**  
***Soul of Things***  
**Трек 7, VII**

Очень хорошо записаны высокие частоты.  
Особенно ярко звучат тарелки. Можно сказать,  
что это лучший диск для настройки твитера.





Pioneer

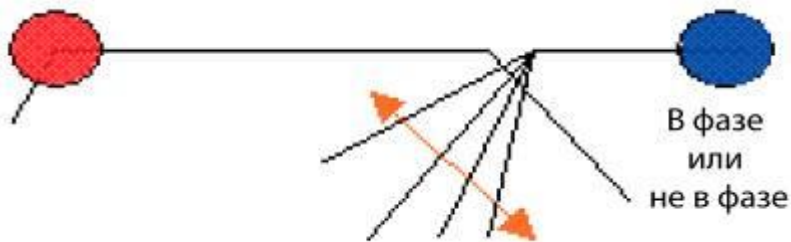
## (1) Определение спада ФВЧ твитера



Приглушите сабвуфер, оставив только твитер и мидвуфер. Приглушите мидвуфер у сидения водителя, чтобы был слышен только мидвуфер со стороны сидения пассажира (это можно сделать также регулятором баланса).

Подстройте ФВЧ твитера под ФНЧ мидвуфера.

Большая часть звуков, воспроизводимых твитером, представляет собой гармоники. Поэтому определять точку перехода только для самого твитера – дело трудное и чревато ошибками. Ищите наилучшую точку перехода, прослушивая звучание мидвуфера, но главное это фаза между мидвуфером и твитером.



Прослушивая звучание на верхнем крае твитера и на нижнем крае мидвуфера – в областях, обозначенных на рис. слева красным и синим пятнами, ищите такую крутизну спада, при которой сверхвысокие частоты обретали бы свободу, а тарелки или цилиндр звучали бы чисто.

Изменяя крутизну спада, вы изменяете фазу твитера.

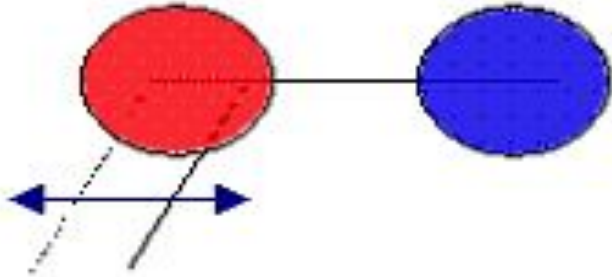
Формально положение «в фазе» или «не в фазе» определяется далее при настройке величины ТА.

Варьируйте фазу, пока не найдете наилучший спад для твитера. Определив спад, фазу оставьте пока как есть.

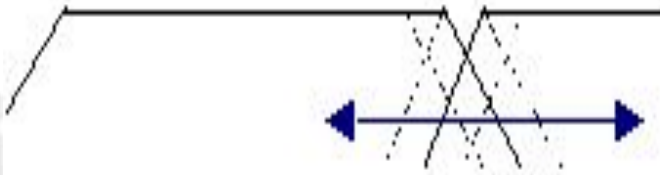
Pioneer

## (2) Определение точки перехода

Установив крутизну спада, переходим к определению точки перехода. Но сначала приглушите мидвуфер, чтобы был слышен только твитер.



Правда, поскольку сейчас будет работать только твитер, получить идеального представления о музыке будет невозможно. Тем не менее, слушая низкие (красное пятно) и сверхвысокие (синее пятно) звуки твитера, настройте его частоту перехода. Обращайте внимание на сверхвысокие нюансы. Они помогают услышать, например, насколько далеко простирается звон тарелок. Если точка перехода не обеспечивает слышимости сверхвысоких нюансов, она не годится в качестве таковой для твитера. Не годится и такая точка перехода, при которой в области красного пятна на рис. слева появляется «песочек».



Определяя точку перехода, послушайте совместное звучание твитера и мидвуфера. Стоит также сравнить несколько точек перехода, переключаясь с одной на другую. В этом случае вы можете воспользоваться функцией памяти.

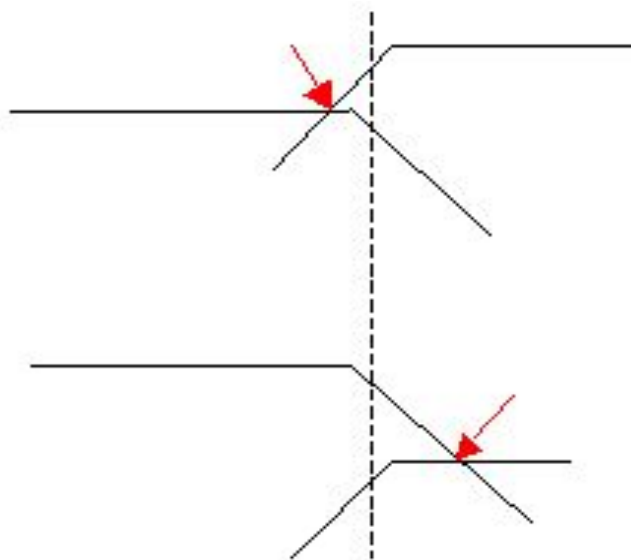
Поскольку твитер воспроизводит гармоники почти всех музыкальных инструментов, то и воздействует на все частотные диапазоны. Поэтому хорошо, если вы выберете такую точку перехода, которая обеспечивала бы корректную передачу эха и реверберации, присутствующих в музыкальной записи.

# Pioneer

Рекомендованный диск для выбора переходной частоты твитера

**Rebecca Pidgeon**  
***The New York Girl's Club***  
**Трек 11, *Auld Lang Syne/Bring It On Home Me***

Умеренное эхо, удобное для отслеживания, так как в композиции мало инструментов.



Точка перехода между твитером и мидвуфером прочно связана с эффективностью каждого из них. На рис. слева красными стрелками показаны реальные точки перехода между динамиками разной эффективности. Если, тщательно выбрав наилучшую частоту перехода, вы впоследствии понизите эффективность твитера относительно эффективности мидвуфера, то можете почувствовать ухудшение общего звучания. Осуществлять регулировку эффективности твитера и мидвуфера следует одновременно с выбором частоты перехода. Пусть вас не смущает вид кроссовера на настроечном дисплее.

## 4. Настройка баланса громкости динамиков

### \*Диск для тестирования

\*Музыкальный материал для настройки баланса громкости должен обладать следующими особенностями:

#### Чем меньше динамики в музыке, тем лучше

Однообразная музыка предлагает больше точек соприкосновения для слуха, не надо ждать, пока музыка достигнет кульминации, необходимой для оценки.

#### Музыкальных инструментов не должно быть ни слишком много, ни слишком мало

Когда музыкальных инструментов много, в звучании присутствует много гармоник.

Если инструментов мало и они издают широкий диапазон звуков от низких до высоких, это хорошо. Но если инструментов крайне мало (а капелла, пьеса для гитары), то невозможно будет задействовать весь диапазон частот.

#### Использование максимального диапазона тонов для каждого инструмента

Пьеса для баса и вокала с переходом от низких нот к высоким предлагает хороший музыкальный баланс.

#### Умеренная реверберация и хорошее качество записи

Слишком сильные эхо и реверберация создает проблемы для настройки, но и сухой, клинический тон тоже не годится. CD должен предлагать достаточно высокое качество звука.

Рекомендованный  
диск

**Jennifer Warnes**  
***The Well***  
**Трек 2, *It's Raining***

Умеренная реверберация, упругие барабаны, мягкий бас. Широкий диапазон басовых тонов. Однообразная аккордовая прогрессия, охватывающая диапазон низких и средних частот. Вокал сосредоточен в основном в СЧ-диапазоне. Много обертонов. Высокие ноты звучат мягко и отчетливо.



Pioneer



При настройке баланса между твитером и мидвуфером изменяйте коэффициент усиления только твитера (вверх-вниз). Старайтесь не допустить утрату вокалом воздушности и в то же время не испортить тяжесть удара тарелок или хай-хэта. Поскольку с изменением коэффициента усиления изменяется и точка перехода, их регулировку следует выполнять одновременно. Наилучшей точкой перехода между твитером и мидвуфером будет та, которая обеспечивает наилучшую различимость эха.

Настраивая баланс между сабвуфером и мидвуфером, изменяйте коэффициент усиления только сабвуфера (вверх-вниз). Старайтесь, чтобы барабаны не утратили четкости и ритмичности. Низкие и высокие басовые ноты должны быть слышны с одинаковой громкостью. После этого обратите внимание на нюансы касания струн баса пальцем или на удар пальцами по барабану – если нюанс будет испорчен, поищите более удачную точку перехода, перемещая взад-вперед переходную частоту сабвуфера. Не важно, как будут выглядеть спады на экране – с перекрытием или с зазором, -- главное, чтобы хорошо передавались нюансы звучания.

## Шаг 3, настройка временной синхронизации (ТА)

### Важность точных измерений

Следует отметить особую важность точности измерений расстояния от каждого динамика до слушателя, которые вы проводили во время первичной настройки. Установка временной синхронизации (далее «ТА») предполагает, что звуковая волна от диффузора каждого динамика в абсолютных условиях будет достигать уха слушателя за одинаковое время.

Но если измерения были неточными, то при настройке позиционирования музыкальных образов, которое выполняется путем изменения величины ТА, результат будет некорректным. Так, на месте центрального образа может оказаться образ, сформированный прямой звуковой волной левого канала и отраженной волной правого, или прямой звуковой волной левого канала и запоздавшей волной правого. Это нарушает образность на всех диапазонах частот. Вот почему на стадии первичной настройки необходимо точно измерить и указать расстояние от динамиков до слушателя. Тогда настройка ТА будет корректной.

### Позиция музыкальных образов

Правильным является такое позиционирование, когда музыкальные образы располагаются по центру. Для этого необходимо провести точные измерения на стадии первичной настройки и выполнить последующую процедуру регулировки ТА.

У всех разные вкусы: одни предпочитают иметь центральный образ перед собой, другие – посередине салона автомобиля. Но центральный образ, который формируется в результате стандартной настройки ТА, является наиболее естественным. Я не рекомендую вам изменять позицию центрального образа.

## \*Диск для настройки ТА

### Монофоническая запись

Для настройки ТА удобнее всего использовать монофоническую запись. Там все музыкальные инструменты располагаются по центру между двумя громкоговорителями. Когда какой-то звуковой образ оказывается не в центре или начинает перемещаться, значит что-то не в порядке. К тому же, в монофонической записи сигнал каждого из каналов одинаков. Меньше вероятности ошибиться при настройке ТА для твитера и мидвуфера.

Предпочтительно использовать музыкальный материал с малым количеством инструментов, с хорошим тональным балансом между низкими и высокими нотами, с вокалом и однообразной музыкой. Найти монофонический диск с хорошим качеством звука довольно трудно. Лучше всего искать среди сери джазовых квартетов 50-х годов.

Рекомендованный  
диск

#### **Helen Merrill**

#### **Трек 2, You'd Be So Nice To Come Home To**

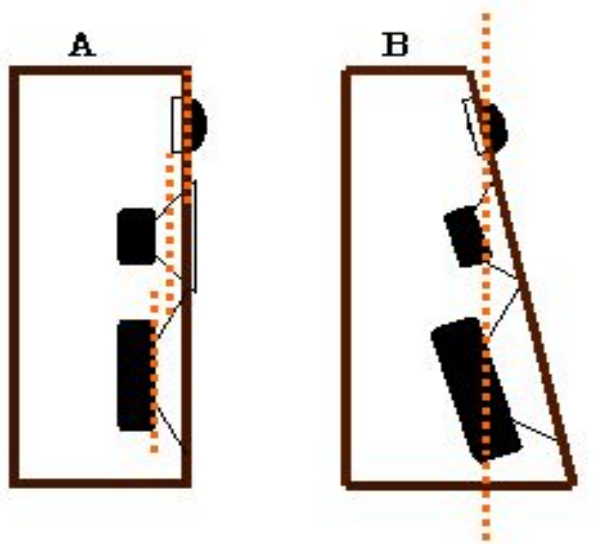
Монофоническая запись 1954 года, Нью-Йорк. Превалируют звуки баса и щеток ударника. Вокал в начале и в конце. Посередине соло на фортепиано и на трубе. Все части хорошо подходят для настройки ТА. Поэтому есть смысл записать каждую из них по отдельности на CD-R и проигрывать при настройке.



## 1, Регулировка фазы между твитером и мидвуфером с помощью ТА

Далее мыотрегулируем фазу между твитером и мидвуфером – так называемую «линейную» фазу. Как я уже отмечал, твитер влияет на звучание во всех частотных диапазонах. Если фаза между твитером и мидвуфером отрегулирована правильно, акустическая система будет воспроизводить все низкие и высокие ноты музыкальных инструментов с хорошим балансом между основным тоном и гармониками.

### Выравнивание фазы по вертикали



Вероятно, вы знаете, что для домашних АС используются корпуса двух типов. В корпусе типа А диафрагмы всех динамиков расположены почти на одном уровне, а звуковые катушки -- на разных. В корпусах типа В диафрагмы расположены иначе, но звуковые катушки выровнены по одной линии.

Ситуация, когда у нас есть только значения ТА, полученные в ходе первичной настройке, эквивалентна варианту с корпусом типа А, где диафрагмы динамиков хотя и находятся на одной линии, но их волны достигают уха слушателя за разное время. Корпус типа В, где звуковые катушки выровнены по одной линии, гораздо эффективнее с точки зрения линейности фазы.

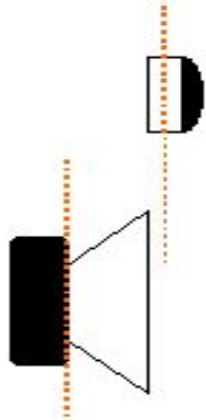
Этот метод называется теорией линейной фазы. Перенеся эту теорию в салон автомобиля и регулируя величины ТА, мы можем обеспечить хорошую линейность фазы и отличную музыкальную образность.

Далее рассмотрен способ достижения линейной фазы на слух, без обращения к средствам калибровки.

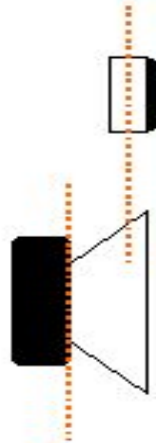


## Практическое применение теории линейной фазы в кабине автомобиля

1) Без настройки ТА



2) Первичная настройка ТА



3) Окончательная настройка ТА



Это наглядная реализация теории линейной фазы. На рис. 1 показана ситуация до настройки ТА. Она характерна для большинства автомобильных АС: твитер находится ближе к слушателю, чем мидвуфер.

После первичной настройки (рис. 2) ситуация несколько меняется. Она принципиально не отличается от предыдущей, но поскольку твитеру добавлена задержка, то результат можно сравнить с корпусом типа А, где все диафрагмы расположены в одной плоскости.

Добавление твитеру дополнительной задержки подводит нас к ситуации, показанной на рис. 3. Здесь все звуковые катушки выровнены по одной линии, что обеспечивает линейность фазы. Чтобы задать твитеру дополнительную задержку, надо изменить расстояние до слушателя, изменив величину ТА.

# Pioneer

Настройка фазы по вертикали с помощью ТА выполняется для каждого канала отдельно. Если подавать сигнал сразу на два канала, то будет трудно определить, в каком именно канале вертикальная фаза не в порядке. Чтобы слышать только один канал, воспользуйтесь регулятором баланса или функцией MUTE кроссовера. Настроить фазу для слушателя на сидении пассажира довольно легко. Но вот вокруг водительского сидения много отражений, поэтому настройка там сложнее.

## (1) Определение нормальной (NOR) и противоположной (REV) фазы твитера

 Звук твитера
  Звук мидвуфера



Функцией MUTE отключите звук сабвуфера. С помощью регулятора баланса или MUTE отключите один канал, оставив тот, что расположен со стороны сидения пассажира, и включите монофоническую тестовую запись. Если музыкальные образы твитера и мидвуфера будут размещаться так, как показано на рис. слева, значит оба громкоговорителя работают в нормальной фазе.



Если твитер и мидвуфер слышны порознь, как показано на рис.слева, значит два громкоговорителя работают в противофазе.

## **Переключение фазы**

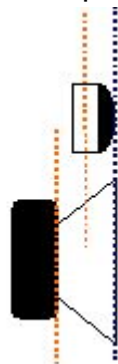
В случае с акустикой серии ODR фаза переключается в системном режиме. NOR – нормальная фаза, REV – противофаза. Рисунки предыдущего слайда показывают то, как слышна музыка в действительности – с нормальной или с противоположной фазой. Это вовсе не значит, что при установке переключателя фазы на NOR мы будем иметь ситуацию как на верхнем рисунке, а при установке на REV – как на нижнем. Если переключатель фазы установлен в положение NOR, а звуковая картина выглядит как на нижнем рисунке, значит фаза в действительности фаза является противоположной. Повторяю, это касается акустики серии ODR.

Если музыкальный образ показывает противоположную фазу, как на нижнем рисунке предыдущего слайда, установите переключатель фазы (Phase) в положение REV, если тот установлен на NOR; или наоборот – в положение NOR, если тот установлен на REV. Это возвращает звучание в нормальную фазу (верхний рисунок предыдущего слайда). Однако мы не можем утверждать, что теперь у нас все в полном порядке, так как фазу можно регулировать еще и плавно -- сообщая твитеру задержку путем изменения величины TA. Выбирать тот или иной метод следует в зависимости от конкретной ситуации. Обычно, если спад ФВЧ твитера пологий, то лучше использовать задержку, а если спад крутой – то переключатель фазы. А вообще, лучше попробовать то и другое и потом выбрать наиболее приемлемый вариант.

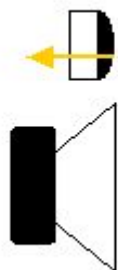
# Pioneer

## (2) Настройка линейности фазы твитера и мидвуфера с помощью ТА твитера

Задав результаты измерений, продолжим настройку фазы, изменяя величину ТА твитера. Начинаем с акустики со стороны сидения пассажира. Настройку со стороны сидения водителя оставим на потом, так как она сложнее. Одни модели процессоров позволяют варьировать задержку, изменяя время, другие – изменяя расстояние. В первом случае для увеличения задержки надо увеличить значение, а во втором – уменьшить.



Результат первичной настройки (нормальная фаза): музыкальные образы как на рис. вверху. Это аналогично схеме с диафрагмами расположенными на одной линии.



Включите монофоническую запись и начинайте увеличивать задержку твитера, медленно, по одному делению изменяя величину ТА. Образ твитера немного спустится вниз, а образ мидвуфера поднимется ему навстречу. Это аналогично постепенному смещению твитера назад, как показано на схеме вверху.

# Pioneer



Теперь звук твитера и звук мидвуфера почти сливается. Наилучший вариант – это когда фаза совмещается полностью, обеспечивая высокое разрешение, исключительную четкость музыкальных образов, хорошую линейность звучания и объемную музыкальную сцену, выходящую за пределы кабины.

Если фаза была нормальной, то эти изменения происходят после смещения регулятора буквально на 1-3 деления. Иногда результат первичных измерений даже не нуждается в дополнительной настройке. Если фаза была противоположной, регулятор понадобится сместить на 3-5 делений. Если вы перемещаете ТА дальше, но не слышите никаких изменений, или если образы двигаются непредсказуемо, возможно, были ошибки при установке, сильно вибрирует дверь, что-то не так с акустическим экраном или с углом твитера.

**Завершив настройку канала со стороны пассажирского сидения, тем же методом настройте линейность фазы в канале со стороны сидения водителя.**

### ***(3) Если трудно настроить фазу в канале со стороны водителя***

Приступив к настройке линейности фазы в канале со стороны водителя, вы почувствуете, насколько это сложнее. Когда вы привыкнете, дело значительно упроститься. А пока слушать надо очень внимательно, стараясь определить, как меняется звучание с каждым смещением ТА на одно деление. Эта процедура требует много времени. Есть смысл слушать не только с кресла водителя, но и с сидения пассажира. В режиме моно и стерео.

После завершения настройки каждого канала по отдельности и полного совмещения фазы при проигрывании музыки через оба канала должен появиться очень четкий и устойчивый центральный образ. Если в каком-либо канале фаза не была настроена, центральный образ окажется сдвинутым, или музыкальные инструменты окажутся разделенными, даже в монофонической записи. Причина чаще всего связана с неправильной настройкой временной задержкой (ТА) в канале со стороны водителя. В таком случае включите оба канала одновременно, чтобы проверить центральный образ и настройте ТА твитера со стороны водителя. После этого можно переходить к настройке вертикальной фазы в канале у сидения водителя.

При этом очень важно, чтобы вертикальная фаза в канале со стороны пассажира была уже идеально отрегулирована.



Когда вертикальная фаза в левом и правом каналах отстроена идеально, в центре устанавливается четкий образ, обозначенный на рисунке желтым пятном. Но если высокие звуки расходятся в стороны (синее пятно) или бас перемещается по диагонали вверх-вниз (красное пятно), то, скорее всего, не совмещена фаза в канале со стороны водителя. В этом случае, прослушивая по одному каналу, увеличьте величину задержки, чтобы обеспечить точное совмещение фазы.

Но для этого надо, чтобы уже была правильно настроена фаза в канале со стороны пассажирского сидения.

### **\*Если вам никак не удастся отрегулировать вертикальную фазу**

Прежде всего попробуйте проанализировать возможные причины, связанные с установкой. Вот некоторые направления для поиска:

#### **Расширяется диапазон низких частот**

Проверьте, нет ли вибрации двери, обратите особое внимание на ее внутреннюю часть. Возможно, резонирует обшивка, а сама дверь стучит.

#### **Смещена звуковая сцена**

Иногда звуковая сцена смещается, даже если в свое время и была зафиксирована: возможно, слушатель находится не в центре, а звуки слева и справа отражаются по-разному. Но если она смещена слишком далеко, значит слишком велика разница в воспроизведении частот левым и правым каналами. Проверьте надежность защиты двери от вибрации. Проверьте, одинаковы ли акустические экраны фронтальных громкоговорителей.

#### **Нет ощущения пространства**

Возможно, неверен угол, под которым установлен твитер.

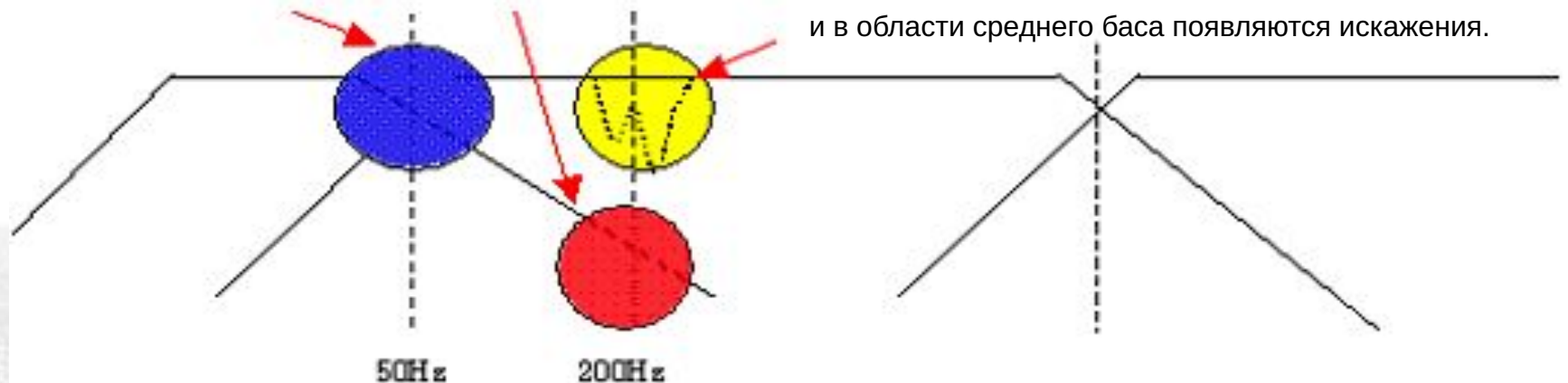
## 2, Настройка с помощью ТА фазы сабвуфера и мидвуфера

Обычно точка перехода между сабвуфером и мидвуфером находится в диапазоне низких частот. Волна там достаточно длинная, и если имеет нормальную фазу, то после первичной установки ТА особых проблем там не возникает. Однако даже если переход кроссовера соединен нормальной фазой, то с вторжением частотного спада сабвуфера в более высокие частоты мидвуфера фаза начинает поворачиваться, что оказывает отрицательный эффект на СЧ/НЧ-диапазон мидвуфера. Нередко возникает аномалия на частотах близких к 160 Гц или 200 Гц. Это смазывает атаку импульсных басовых нот, таких как удары барабана. Хотя при этом мы слышим бас с достаточной громкостью и все звуковые компоненты связаны нормальной фазой.

Даже если область перехода имеет нормальную фазу,

но когда фаза оказывается здесь, меняется ее направление,

и в области среднего баса появляются искажения.





## Настройка ТА для сабвуфера

Диск для тестирования

Здесь рекомендуется музыка, насыщенная низкими частотами, с широким диапазоном басовых нот и чистыми и четкими ударами барабана.

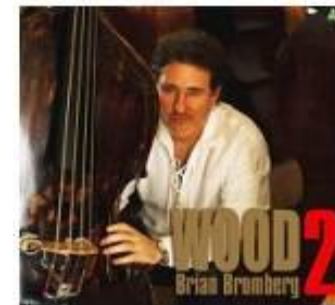
Рекомендованный диск

**Brian Bromberg WOOD2**

**Трек 1, Caravan**

Бас начинает тему, барабаны поддерживают ее, как бы подталкивая.

Мощное эмоциональное воздействие.  
Хорошая запись атаки баса и барабанов.



Поменяйте фазу в системном режиме на NOR или REV и проверьте результат на слух. Если бас звучит громко, значит фаза нормальная. Перейдите к ТА и увеличьте задержку. Если ваша модель цифрового процессора позволяет указывать время, увеличьте число. Если ваша модель позволяет указывать только расстояние, уменьшите число.

Диапазон смещения образа сабвуфера не столь велик, как у твитера, поэтому, изменив величину ТА на 1-2 деления, вы вряд ли услышите разницу. Понадобится пройти 5-10 делений.

Слушайте звучание в области, обозначенной желтым пятном на рисунке предыдущего слайда. Наилучшей величиной ТА для сабвуфера будет та, при которой басовые ноты будут звучать наиболее увесисто и отчетливо, а у барабанов появится наиболее чистая и яркая атака.

Если с увеличением задержки изменения остаются незначительными, можно наоборот уменьшить задержку. Попробуйте то и другое. При уменьшении задержки числовое значение может опуститься до 0. в этом случае переключитесь на режим ввода расстояния и увеличьте там значение.

## **Шаг 4, Настройка кроссовера и ТА для 3-полосной системы**

### **Концепция настройки фронтальной 3-полосной системы**

Настройка фронтальной 3-полосной системы гораздо сложнее, чем 2-полосной. Чтобы добиться от нее удовлетворительного качества звучания необходимо затратить в несколько раз больше сил и времени. Дело в том, что в 2-полосной системе мидвуфер обслуживает звучание почти всех музыкальных инструментов, твитер берет на себя гармоники, а сабвуфер – основные тона басовых инструментов и низкочастотные эффекты. То есть, мидвуфер передает основной тон большинства инструментов, а твитер – гармоники высшего порядка. И этого вполне достаточно, если динамики правильно соединены между собой. Разрыв между основным тоном и гармониками в мидвуфере в какой-то мере восполняется оптимальной настройкой спада кроссовера. Сабвуфер, мидвуфер и твитер отличаются по характеру. В 2-полосной системе мидвуфер воспроизводит основную часть музыки (собственно музыку). Далее роли распределяются: твитер поддерживает высшие гармоники, а сабвуфер – супербас.

В 3-полосной системе полоса мидвуфера, где сосредоточены тона большинства музыкальных инструментов, распределена между двумя динамиками. Мидвуфер берет на себя нижнюю половину диапазона, а среднечастотный динамик (далее просто среднечастотник) – верхнюю. Оба динамика должны иметь совершенно одинаковый характер. Они должны быть идеально отрегулированы по фазе и обеспечивать хорошую музыкальную связность.

Но ведь есть еще и твитер. Если мидвуфер и среднечастотник хорошо сочетаются между собой, с ними надо еще идеально стыковать и твитер, воспроизводящий гармоники всех инструментов. Значит, чтобы дополнить систему среднечастотником, понадобится (1) определить его наилучшую фазовую характеристику и диапазон воспроизводимых частот, (2) реализовать хорошую связь с мидвуфером, (3) определить оптимальные варианты соединения с твитером. Трехполосная система не будет звучать лучше 2-полосной, если должным образом не отрегулировать связь между мидвуфером и среднечастотником. Зато если 3-полосная система отстроенная идеально, 2-полосная никогда не сравнится с ней по звучанию.

## ***Процедура настройки 3-полосной системы***

Метод настройки фильтра пропускания нижних частот не отличается от метода для 2-полосной системы. Кроссовер выглядит так:

**Сабвуфер → Мидвуфер → Среднечастотник → Твитер**

Настройте в указанной последовательности. При настройке линейной фазы с помощью ТА начинайте с результатов измерений, как и в случае с 2-полосной системой.

**Между мидвуфером и среднечастотником → Между среднечастотником и твитером  
→ Между мидвуфером и сабвуфером**

Настройка фазы производится в указанном выше порядке.

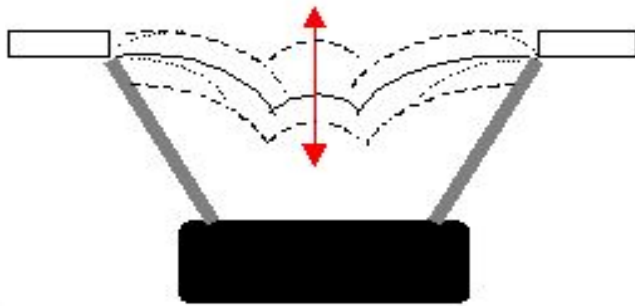


## 1, Настройка кроссовера фронтальной 3-полосной системы

### \*Диапазон поршневого хода и диапазон разделенного резонанса

Среди несомненных достоинств фронтальной 3-полосной системы – отличные фазовые характеристики и малые искажения. Это становится возможным благодаря тому, что все динамики работают только в режиме поршневого хода.

Что такое поршневой ход и разделенный резонанс? Звуковая катушка, расположенная в центре, вибрирует под воздействием сигнала, диффузор начинает резонировать и динамик издает звук. При определенной высоте тона центральная часть диафрагмы и ее края по периметру окружности смещаются на одинаковое расстояние. Такое движение ассоциируется с движением поршня. Но когда высота тона повышается и движение звуковой катушки ускоряется, периметр диафрагмы не успевает за движениями центральной части и начинает отставать. Это явление называется разделенным резонансом.



При настройке кроссовера 3-полосной системы важно сначала найти границу поршневого хода и разделенного резонанса мидвуфера. Область возле этой границы будет оптимальным местом для определения переходной точки между мидвуфером и среднечастотником.

# Pioneer

## (1) Определение границ поршневого хода и разделенного резонанса мидвуфера

Здесь нужна музыка с сильной атакой на нижних частотах и однообразным ритмом.

Диск для тестирования

**Shannon Cufman**

***Loud Guitars Big Suspicions***

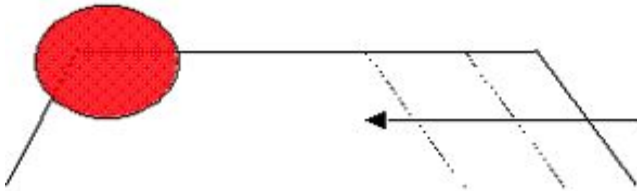
**Трек 1, *Few And Far Between***

Достаточно ровная линия фонового баса. Энергичное звучание с хорошей атакой. Легко распознать глушение басовых нот.

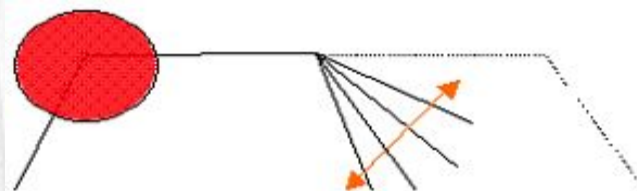
Преимущественно средние и низкие частоты.



Приглушите все динамики со стороны пассажирского сидения, кроме мидвуфера. До определения спада процедура та же, что и для 2-полосной системы.



Слушая звуки в области, обозначенной красным пятном, начинайте понижать частоту ФНЧ. Ближе к красному пятну вы найдете точку перехода мидвуфера, где звучание становится особенно энергичным. Это и есть граница диапазона поршневого хода и разделенного резонанса мидвуфера. Найдите здесь точку, которая обеспечивала бы наилучшую передачу нюансов в целом.



Поскольку мидвуфер будет работать только в диапазоне поршневого хода, его фазовые характеристики сильно изменятся. Поэтому снова отрегулируйте крутизну спада ФНЧ мидвуфера. Найдите такой спад, при котором бас в области красного пятна на рис.слева был бы наиболее низким и увесистым.

# Pioneer

## (2) Определение спада ФВЧ среднечастотника

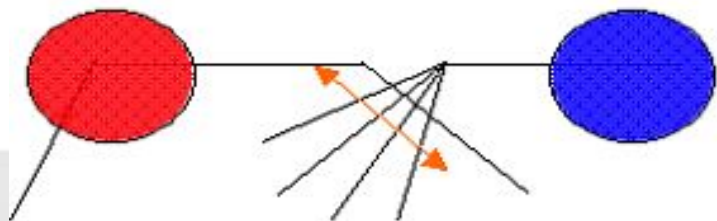
Диск для тестирования

Среднечастотник оказывает большое влияние на диапазон частот мидвуфера. В данном случае наиболее подходящей для тестирования будет музыка, в которой задействован весь частотный диапазон, с естественным звучанием, без особых эффектов.

Рекомендованный диск

### Jennifer Warnes *The Well* Трек 2, *It's Raining*

Умеренная реверберация, легкие барабаны и мягкий бас. Бас охватывает широкий нотный диапазон. Однообразная аккордовая прогрессия в нижних и средних частотах. Вокал с обширной информацией в СЧ-диапазоне, Много обертонов. Высокие ноты звучат мягко и отчетливо.

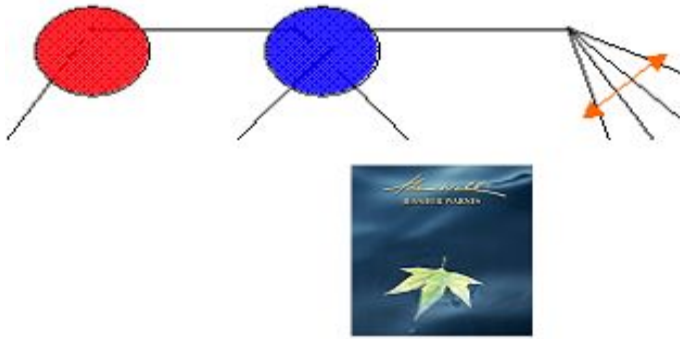


Здесь определяется также и фаза среднечастотника. Переключаясь с NOR на REV, выберите позицию, при которой музыкальные образы обоих динамиков совместились бы посередине. Добиться этого будет легче, чем в случае с твитером.

В канале со стороны пассажирского сидения приглушите все, кроме мидвуфера. Задайте позицию THROUGH (транзит) для области средних частот ФНЧ. Обращая внимание на звуки в областях, помеченных на рис. слева красным (ФНЧ мидвуфера) и синим (ФВЧ среднечастотника) пятнами, найдите такой спад, который обеспечивал бы ощущение целостности диапазона, не давал эффекта маскирования и сохранял хорошую реверберацию. Помните, что мидвуфер и среднечастотник – это один динамик.

Pioneer

### (3) Определение спада ФНЧ среднечастотника



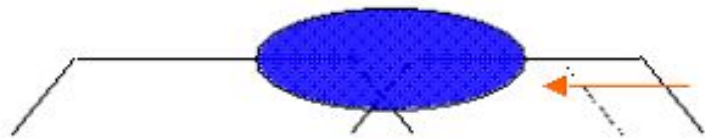
В данный момент переходная точка ФНЧ среднечастотника установлена на самое высокое значение – 20 кГц. Обращая внимание на вокал (синее пятно), а также на бас и атаку барабанов (красное пятно на рис. слева), подберите оптимальный спад ФНЧ. Найдите такое значение, при котором вокал не был бы кричащим, но в нем не должно появляться лишнего шума. При этом басовые ноты должны быть чистыми и слышен звук касания струн пальцами.

### (4) Определение точки перехода ФНЧ среднечастотника

Диск для тестирования

Точка перехода ФНЧ среднечастотника оказывает огромное влияние на качество звука в области перехода на стыке с мидвуфером. Поэтому музыка должна иметь большое количество информации в СЧ-диапазоне.

Рекомендованный  
диск



**Jacintha Autumn Leaves**  
Трек 10, *Moon River*

Слушайте часть а капелла первой половины трека. В паузах должна передаваться реверберация.



Слушая звучание в диапазоне примерно 300 Гц-3 кГц (синее пятно на рис.слева), начинайте понижать переходную частоту ФНЧ.

Подберите такую точку перехода, при которой вокал был бы слышен с высоким разрешением, не заглушался, но и не становился бы кричащим.

В 3-полосной системе сначала определяется спад ФВЧ твитера, а потом точка перехода. Процедура та же, что и для 2-полосной системы.

## (5) Баланс громкости среднечастотника



Рекомендованный диск

При настройке баланса громкости 3-полосной системы отрегулируйте сначала баланс между мидвуфером и среднечастотником, потом, включив твитер, отрегулируйте громкость твитера. Под конец включите сабвуфер и при совместном звучании всех громкоговорителей отрегулируйте громкость сабвуфера. Если, особенно при настройке громкости в СЧ-диапазоне, не будет звучать ни мидвуфер, ни среднечастотник, очень легко допустить ошибку. Отрегулировав баланс громкости, проверьте наиболее точку кроссовера, посмотрите не образовалось ли в ней зазора.



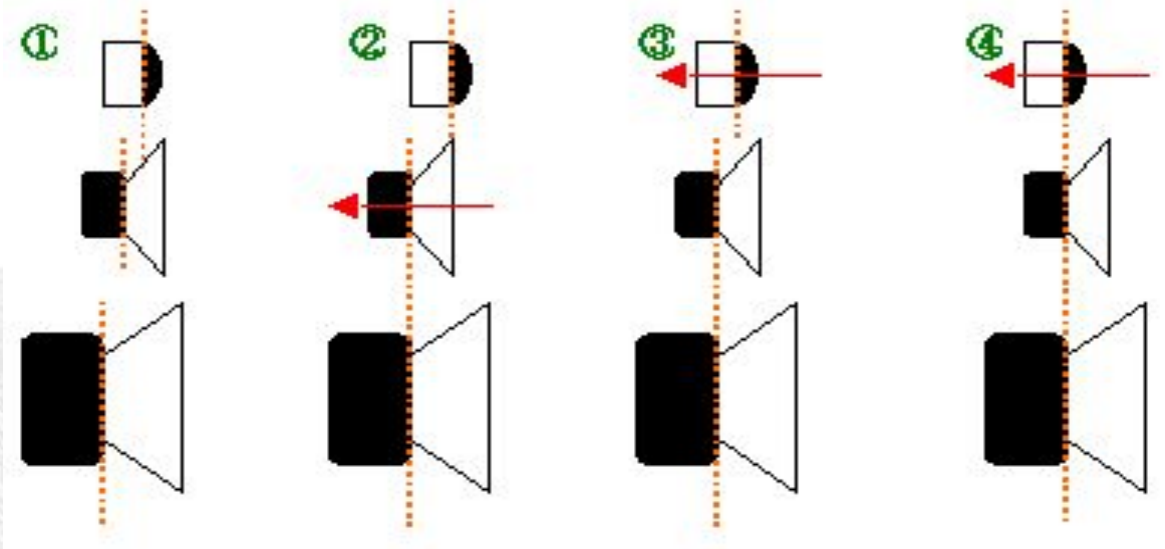
## 2, Настройка ТА в 3-полосной системе

Настройка временной синхронизации (ТА) фронтальной 3-полосной системы в основном выполняется так же, как и в 2-полосной.

Значение задержки повышайте постепенно и понемногу. Диск для тестирования тот же.

Настройку выполняйте в следующем порядке: мидвуфер-среднечастотник, среднечастотник-твитер, сабвуфер-мидвуфер.

Для достижения линейности фазы задаем среднечастотнику большую задержку, чем мидвуферу. Переходим к твитеру. Задаем ему большую задержку, чем среднечастотнику. То есть, регулировку ТА твитера выполняем после среднечастотника. Таким образом, твитер «отстает» от среднечастотника, а тот в свою очередь «отстает» от мидвуфера.





## Процедура настройки ТА фронтальной 3-полосной системы

Как и в 2-полосной системе, настройте каждый канал по отдельности, добиваясь линейности фазы. Начинайте с канала со стороны пассажирского сидения.

1. Выполните первичную настройку и введите результаты измерений. ①
2. Приглушите твитер, чтобы слышать только мидвуфер и среднечастотник. Добавьте задержку для среднечастотника, отрегулируйте ее так, чтобы добиться линейности фазы. Поскольку в точке перехода между мидвуфером и среднечастотником волна длиннее, чем в точке перехода к твитеру, то при нормальной фазе вам понадобится миновать 3-5 делений. Настройка при противоположной фазе требует значительного увеличения времени задержки, поэтому сейчас заниматься этим не стоит. ②
3. При первичной настройке задайте для твитера такую же величину задержки, что и для среднечастотника. ③
4. Включите звучание мидвуфера, среднечастотника и твитера. Увеличьте задержку твитера и отрегулируйте значение ТА, добиваясь линейности фазы. Метод настройки тот же, как и для 2-полосной системы. ④
5. Настройте значение ТА для сабвуфера. Процедура та же, что и для 2-полосной системы..
6. Закончив настройку канала со стороны пассажира, настройте аналогичным образом канал только со стороны водителя. Если возникают проблемы с анализом звучания одного канала, включите оба канала, как в случае с 2-полосной системой, и проверьте центральный образ.

На этом настройка кроссовера и временной синхронизации (ТА) завершается. Теперь прослушайте разную по характеру музыку, проверьте качество звука – система должна звучать достаточно хорошо. Если с качеством звука есть проблемы, не переходите к настройке с помощью эквалайзера. Акустическая система настраивается регулировкой кроссовера и ТА. Если мы станем пытаться решить проблемы с помощью эквалайзера, это приведет к неприятным последствиям. Столкнувшись с проблемой качества звука, повторите процесс настройки с самого начала. Если проблема осталась, проверьте правильность установки.

## Шаг 5. Настройка с помощью эквалайзера

### 1. Начальные установки

Начальные установки эквалайзера выравнивают громкость на всех частотах обоих каналов. При этом используются тестовые сигналы (в диапазоне 20 Гц-20 кГц, 31 полоса), записанные с одинаковой громкостью для каждого канала.

#### ※Подготовьте CD с записью тестовых сигналов на 31 полосу

Тестовые сигналы записываются с уровнем 0 дБ и -20 дБ. Версия с -20 дБ удобна тем, что позволяет производить регулировку при громкости, на которой мы обычно слушаем музыку.



### (1) Настройка громкости и баланса частот по тестовому сигналу



Проверьте, где располагается центральный образ, возникающий при воспроизведении монофонической записи.

Предположим, он находится в точке, обозначенной на рис. желтым пятном. Поначалу для большего удобства можете пометить эту точку липкой лентой на стекле.

Рекомендованный диск



Прослушивая тестовый сигнал, отслеживайте местоположение образов на разных частотах. Если центральный образ находится посередине – там же, где и желтое пятно, определенное с помощью моно записи, значит трогать эквалайзер не надо. Если образ смещен вправо (синее пятно), опустите регулятор данной частоты справа и поднимите слева. Если центральный образ смещен влево (красное пятно), опустите регулятор слева и поднимите справа, добиваясь совмещения красного пятна с желтым.

Тестовые сигналы прослушивайте по восходящей, начиная с нижних частот. Иначе трудно будет определить разницу в громкости. Начав с 20 Гц, не перескакивайте к 20 кГц – прослушивайте все по порядку.

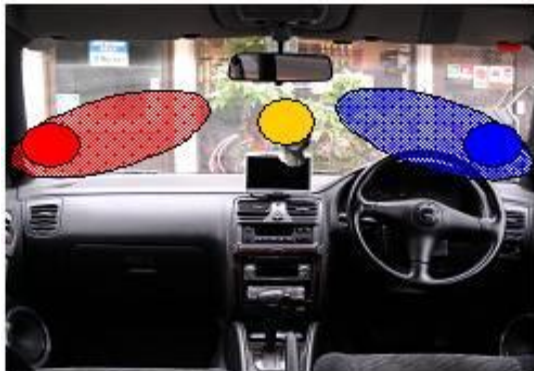
На самых низких частотах образ не появляется. Звуковой образ формируется, начиная примерно с 63 Гц. Поскольку бас ниже 50 Гц невозможно настраивать в левом правом каналах по отдельности, настраивайте только баланс громкости. Кроме того, на начальной стадии не стоит заниматься регулировкой фазы, так как бас от 20 Гц до 31,5 Гц очень трудно услышать, воспроизводя тестовый сигнал. То же самое касается и высоких частот от 16 кГц до 20 кГц. Фазу в этих диапазонах на данной стадии настраивать не надо.

На частотах 2,5 кГц-5 кГц громкость кажется слишком большой и звук получается кричащим. Это связано с особенностями человеческого слуха. Если мы понизим громкость, сделав ее такой же, как на других частотах, то окажется, что звучанию будет не хватать верхней середины. Понизьте громкость в этом диапазоне, но немного. Если же частоты в этой области будут слышны не очень громко, значит, есть какой-то дефект. Баланс громкости следует устанавливать так, чтобы все частоты были слышны одинаково.

Pioneer



В некоторых случаях, когда образ звука на какой-то частоте находится далеко справа или далеко слева, как показано на рис., и воспринимается как очень маленький, нам так и не удастся совместить его с точкой, обозначенной желтым пятном, перемещая регуляторы эквалайзера



Если сильно смещенный вправо или влево образ представляется на какой-то частоте очень большим, значит не отрегулированы не только баланс громкости, но и фаза. Если с помощью эквалайзера вы сильно сместите баланс справа налево, фаза тоже сместится справа налево. Постарайтесь извлечь пользу из этого эффекта и сместите баланс в обратную сторону. Такой способ позволяет исправлять не только размытые образы вдалеке от центра, но и близко к центру.



Если образ на какой-либо частоте растекается настолько, что теряет форму, исправить это эквалайзером невозможно. Настройте только баланс громкости. Если образ не ощущается, а громкость чересчур мала, скорее всего, на этой частоте левый или правый канал имеет противоположную фазу. В этом случае не следует настраивать громкость и не надо ничего делать с эквалайзером.

Сильно повышать громкость эквалайзера допустимо лишь в том случае, когда образ расположен точно в центре, но звучит тихо. Если образ немного смещен, установите его в центральную позицию, действуя регуляторами левого и правого каналов эквалайзера.

Если образ недостаточно отчетлив, подвигайте сильнее регуляторы левого и правого каналов, чтобы придать ему большую четкость. Однако не стоит надеяться, что образ обязательно установится по центру. Если образ исключительно размытый и локализовать его невозможно, тогда просто настройте регуляторами эквалайзера баланс громкости. Если же локализовать образ невозможно и громкость почти отсутствует, то эквалайзер в этой ситуации нам не поможет.

Разница в громкости на разных частотах может быть связана с особенностями громкоговорителя, с образованием пика на частоте кроссовера или с возникновением стоячих волн в кабине автомобиля. Во многих случаях это можно исправить с помощью эквалайзера. Но частота, на которой образ не позиционируется, представляет проблему. Даже в хороших автомобильных аудиосистемах могут возникать проблемы на некоторых частотах, но в идеале их следует полностью устранять. Если количество частот, на которых образы не локализируются, достаточно велико, скорее всего есть проблемы с временной синхронизацией (ТА), переходной частотой или с установкой – все они оказывают отрицательное влияние на воспроизведение. Необходимо проверить правильность установки или повторить настройку.

## Pioneer 2. Настройка по «натуральным инструментам»

Диск для тестирования

Дальнейшая настройка предполагает звучание левого и правого каналов одновременно. Здесь желательно подобрать музыку с минимумом индивидуальных особенностей, с равным количеством низких и высоких частот и со звуками удобными для настройки системы с помощью эквалайзера. Но поскольку один диск вряд ли будет отвечать всем этим требованиям, воспользуйтесь несколькими дисками. Разные музыкальные произведения звучат по-разному какими бы простыми они ни были, и если настраивать систему по одному диску, ее звучание не будет универсальным.

Рекомендованные диски

### **Jennifer Warnes *The Hunter*** **Трек 2, *Somewhere, Somebody***

Здесь есть низкие и высокие ноты. Женский вокал обладает хорошим вибрато. Мужской голос, вступающий в середине композиции, звучит контрастом основной партии женского голоса, и включает широкий диапазон средних-низких частот. Бас однообразен и легко поддается настройке.



### **Jorma Kaukonen *Blue Country Heart*** **Трек 3, *Blues Stay Away From Me***

Хриплый мужской голос под аккомпанемент акустической гитары. Звучание гитары преисполнено энергии. Выполняя настройку, добейтесь, чтобы первый аккорд звучал изолированно. Мелодию поддерживает бас, являющийся важным элементом ритма, так как ударник отсутствует.



**Pam Tillis *Homeward Looking Angel*****Трек 1, *How Gone Is Goodbye***

Женский вокал, спокойный, но собранный. Музыка в стиле кантри. Ритм-секция включает барабаны и бас. Электрогитара на чистом звуке.

**Allan Hall *Hose Of Thousand Dreams*****Трек 1, *Gulf Coast Highway***

Мужской вокал, слегка тяготеющий к верхнему регистру. Если вокал заглушается другими звуками, портится фактура композиции.

**Dvorak *Symphony No,9 "From The New World*****Czech Philharmonic Orchestra Vladimir Ashkenazy (conductor)****Трек 4, *Allegro con fuoco***

Широкое и плотное звучание с высоким разрешением. Множество инструментов и поэтому большие количество гармоник. Обильная реверберация.

**Anne Sophie Mutter *Carmen Fantasie*****Трек 7, *Moderato***

Соло для скрипки с оркестром. Этот материал – один из самых сложных для воспроизведения. Лишь после того, как вы добьетесь естественности скрипки и разрешения оркестра, появится объемность и музыкальность звучания.

**Van Halen *1984 (Remaster)*****Трек 2, *Jump***

Материал записан в студии, но звучит будто с концерта. Ощущение ритмичности будет испорчено, если барабаны окажутся забитыми плотным звуком синтезатора.





# Pioneer

## 3. О настройке с помощью эквалайзера

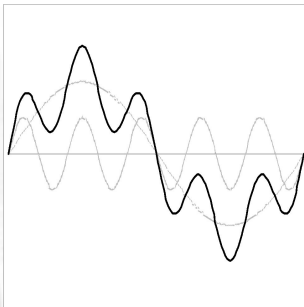
### Для настройки используйте диск со знакомой музыкой

Каким бы высоким ни было качество записи и сколь бы хорошим ни был ее частотный баланс, но если записанная музыка нам не понятна, мы не добьемся от системы по настоящему впечатляющего звучания. Для настройки следует выбирать материал, содержащий минимум специфических особенностей. Настройщик, который любит экстремальную музыку и использует ее в своей работе, не сможет обеспечить универсальность звучания аудиосистемы.

Поэтому специалист по настройке должен воспринимать разнообразную музыку и хорошо разбираться в ней. Предложенные диски, на мой взгляд, удобны для настройки, но это мой личный выбор. Вы можете подбирать подходящую музыку сами.

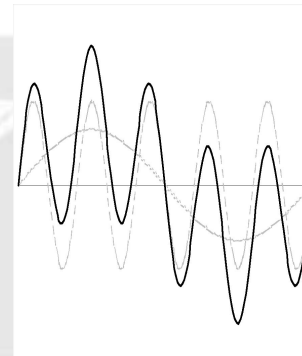
### Эквалайзером можно регулировать баланс громкости гармоник

Одна из проблем состоит в том, что разные частоты оказывают влияние друг на друга. Так, если не ощущается присутствия вокала, мы поднимаем частоту 1 кГц и звучание улучшается. Однако данная проблема вокала необязательно ограничивается частотой 1 кГц. Если 1 кГц рассматривать как основной тон, то он может включать гармоники на 2 кГц, 3 кГц, 4 кГц и выше. Следовательно, если повысить громкость на 1 кГц, это еще не значит, что проблема будет решена полностью.



Составная волна с нормальным сложением частот 100 Гц и 500 Гц.

Исходный звук воспроизводится верно.



Составная волна, где частота 500 Гц возросла втрое по уровню.

Это уже не исходный звук.

## **Вы должны знать, как звучит тот или иной музыкальный инструмент**

При настройке аудиосистемы с помощью эквалайзера необходимо обращать внимание на звучание музыкальных инструментов, чтобы определить, насколько естественно это звучание и надо ли его корректировать. Это предполагает, что вы хорошо разбираетесь в музыке. То есть, вы должны знать, как звучит тот или иной инструмент в реальности. Если живая музыка составляет часть вашей жизни, вы сразу поймете, верен звук или нет. Итак, повторяю: настройщику совершенно необходимо уметь распознавать, насколько близко к реальности звучит тот или иной музыкальный инструмент. Только тогда вы сможете определять, на каких частотах есть проблемы.

### **Образец для сравнения**

Как бы глубоко мы ни разбирались в музыке, мы не можем знать, в каких условиях записывался диск -- все студии разные. В других условиях невозможно воспроизвести оригинальный живой звук, как бы мы ни старались. Привести звучание записи с помощью эквалайзера в полное соответствие с живым звучанием невозможно в принципе. Поэтому каким бы хорошим ни был баланс, в общем звучании системы всегда будет присутствовать индивидуальность. Для проверки настройки нужна эталонная система, со звучанием которой можно было бы сравнивать результат. В качестве таковой можно использовать домашнюю аудиосистему. Но даже у самой лучшей системы все равно есть индивидуальные черты. И если мы полностью подгоним автомобильную систему под домашнюю, ее звучание заведомо не будет естественным.

Индивидуальными особенностями обладают все записывающие и воспроизводящие системы. И все же существуют устройства, которые воспроизводят относительно нейтральное звучание. Это наушники. Когда возникают проблемы при настройке автомобильной аудиосистемы, запись для сравнения можно прослушивать через наушники. Можно даже держать в салоне наушники и портативный CD-плеер, и периодически сравнивать звучание автомобильной системы с этим CD-плеером.

## **Метод обнаружения проблемной частоты**

Только регулярный опыт и внимательный анализ помогает быстро определять частоты, на которых есть проблемы. Если вы чувствуете проблему, но не знаете, где именно она кроется, начинайте выбирать частоты на основе догадок, повышая поочередно громкость. Если звучание улучшилось, значит найдена проблемная частота, на которой был провал, и для исправления требуется усилить уровень сигнала.

## **Обнаружив проблемную частоту, отрегулируйте также и гармоники этой частоты**

Допустим, барабаны звучат недостаточно упруго и ритм недостаточно четкий. Действуя вышеупомянутым методом, вы пришли к выводу, что проблема связана с частотой 125 Гц. Но не торопитесь поднимать на ней громкость. Попробуйте посмотреть на частоту 125 Гц как на основной тон, имеющий гармоники на 250 Гц, 500 Гц и 1 кГц, и, исходя из этого, отрегулировать баланс между всеми четырьмя частотами. Обычно подобные мелкие исправления вполне достаточны для настройки гармоник.

## **Типичные музыкальные инструменты и их частотные характеристики**

Далее мы вкратце рассмотрим некоторые наиболее распространенные музыкальные инструменты и наиболее характерные для них частоты, а также то, за что отвечают те или иные частоты. Это поможет вам ориентироваться в мире звуков. Характерные частоты всегда разные в зависимости от фирмы-производителя музыкального инструмента и записывающей компании.

Помните, что характерные частоты музыкальных инструментов определяются гармониками.

## ① Ударные

Характерными частотами являются 40 Гц, 63 Гц, 80 Гц, 1кГц и др.

Частота 40 Гц определяет глубину и мягкость удара, 63 Гц – увесистость, 80 Гц – твердость, а 1 кГц – атаку.

## ② Бас

Характерными частотами являются 40 Гц, 50 Гц, 100 Гц, 350 Гц и др.

Частота 40 Гц определяет самую низкую ноту четырехструнного баса, 50 Гц близка к часто встречающейся ноте А, 100 Гц определяет плотность баса, 315 Гц – это звук касания струны.

Характерными частотами для электрической бас-гитары являются 500 Гц, 2 кГц и др.

## ③ Гитара

Характерные частоты: 100 Гц, 250 Гц, 630 Гц, 80 Гц, 1,25 кГц, 2 кГц и др.

Определяющих частот много: 100 Гц определяет увесистость и энергию, 250 Гц – плотность звука, 630 Гц -- эффект присутствия. Частоты 800 Гц, 1,25 кГц и 2 кГц сильно влияют на разрешение звучания.

## ④ Скрипка

Характерные частоты: 200 Гц, 315 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 4 кГц и др.

Как ни странно, очень важной частотой является 200 Гц: если она слишком сильна, то это уже не скрипка. Частота 315 Гц также важна: она определяет эффект присутствия – если она слаба, звук теряет энергию. Частоты 1 кГц и 2 кГц влияют на тембр верхних нот, характерных для скрипки. 4 кГц – очень характерный звук, извлекаемый на скрипке.



## ⑤ Вокал

Характерные частоты: 100 Гц, 315 Гц, 1 кГц, 2 кГц, 4 кГц, 8 кГц.

100 Гц – это низкий звук голоса, особенно интересен в записи с обильной реверберацией. Характерен не только для мужского, но и иногда для женского голоса. Частота 315 Гц -- очень важная составляющая вокала. Поскольку она связана с накалом и энергией голоса, то при настройке системы ее обычно несколько усиливают. Частота 1 кГц определяет качество голоса и его разрешение. Хотя эта частота тоже нуждается в некотором усилении, но при этом могут пострадать смежные с ней 800 Гц и 1,25 кГц, поэтому будьте осторожны: старайтесь не затронуть их. Частота 2 кГц – это эффект присутствия, а 4 кГц определяет чистоту голоса. Если слишком усилить 4 кГц и 8 кГц, пострадает воздушность вокала.

## ⑥ Тарелки

Характерные частоты: 40 Гц, 80 Гц, 2 кГц, 12.5 кГц, 20 кГц.

Хотя издаваемый тарелками звук очень высокий, они имеют низкую исходную частоту резонанса. Это инструмент, у которого гармоники громче основного тона. Если частоты 40 Гц и 80 Гц слабые, тогда пропадает присущая тарелкам увесистость удара. Частота 2 кГц определяет эффект присутствия и разрешение, а 12.5 кГц и 20 кГц – длительность звука.

## Связь частот с атмосферой музыки в целом

### ① Если хотите усилить реверберацию и эхо

Сначала сильно поднимите 20 Гц. Если в системе есть сабвуфер, частоту можно поднять на 6 дБ. При этом должно появиться эхо в зале. Для баланса подвигайте 40 Гц и 80 Гц -- гармоники 20 Гц.

### ② Если хотите сделать звук ярче

Попробуйте понизить громкость в области 200 Гц. Затем поднимите громкость в области 2 кГц. Затем сбалансируйте гармоники.

### ③ Если хотите добавить в звучание энергию

Поднимите частоты 100 Гц, 315 Гц и 1кГц. Затем скорректируйте их гармониками.

### Замечания по настройке с помощью эквалайзера

#### Длительная настройка противопоказана

Когда вокруг стоит постоянный шум, наш организм автоматически снижает чувствительность уха. Только благодаря этой защитной реакции мы не сходим с ума от громких звуков. Для человека, занимающегося настройкой аудиосистем, длительное прослушивание тестовых сигналов и музыки вредно, так как отрицательно влияет на верность восприятия. Через каждые полчаса работы обязательно делайте перерыв минут на десять и только потом продолжайте настройку.

#### Закончив настройку системы, прослушайте ее через некоторое время снова

После того, как вы закончили настройку системы, постарайтесь в течение нескольких часов больше ничего не слушать. Дайте своим ушам возможность хорошо отдохнуть. После определенного перерыва прослушайте систему еще раз. Вы, наверняка, найдете какие-нибудь новые проблемы.

**Настраивать звучание можно до бесконечности. Не останавливайтесь на достигнутом.**

Даже если вам кажется, что система настроена идеально, все равно всегда остается возможность что-то улучшить. Изменение громкости на одной лишь частоте на 0,5 дБ способно изменить восприятие музыки. Так что, достичь конечной цели нелегко, а совершенству нет предела.

## Заключение

С тех пор, как появился цифровой процессор, специалисты по настройке аудиосистем стремятся сделать центральный музыкальный образ отчетливее и компактнее. Но прошло десять лет, и люди стали замечать, что качество воспроизведения музыки зависит не только от центральных образов.

Расположенный в центре вокал является, несомненно, одним из самых убедительных доводов в пользу естественности музыкальной сцены. Однако столь убедительным вокал кажется лишь потому, что его присутствие оттеняется аккомпанементом. Важнейшим фактором является создание музыкальной сцены, которая обеспечивала бы максимальную выразительность звучания. С другой стороны, чем отчетливее звук инструмента, тем лучше ощущается его присутствие и тем он убедительнее. Позиционирование музыкальных образов, частотный баланс, а также стремление передать всю выразительность музыкального произведения – вот те основополагающие факторы, на которых строится звучание автомобильной аудиосистемы. Хороший специалист должен понимать это, должен разбираться в звуке, иметь соответствующую подготовку, обладать умением и необходимыми техническими навыками. Главное – это практика. Но еще важнее – способность наслаждаться музыкой, получать удовольствие от настройки.

Сегодня цифровые процессоры прошли определенный путь в своем развитии и пользуются непререкаемым авторитетом. Трудно даже поверить, что десять лет назад шли споры о том, есть от них польза или нет. Цифровой процессор позволяет решать многие проблемы автомобильных аудиосистем, благодаря чему эти системы обладают высокими музыкальными способностями.

Тем не менее, цифровой процессор – это палка о двух концах. Сам по себе не позволяет настроить систему идеально. Являясь продуктом высоких технологий, он требует от специалиста по настройке автомобильных аудиосистем глубоких знаний и высокой квалификации.

Даже простые модели цифровых процессоров дают шансы на то, что звучание системы станет более музыкальным. По мере того, как будет расти квалификация специалистов-установщиков, все большее число пользователей начнет по достоинству оценивать возможности автомобильного аудио. И я буду рад, если данное пособие окажется полезным для этих специалистов.