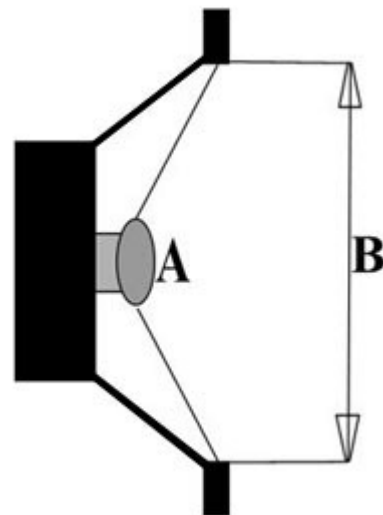


Теория акустики от Андрея Киреева

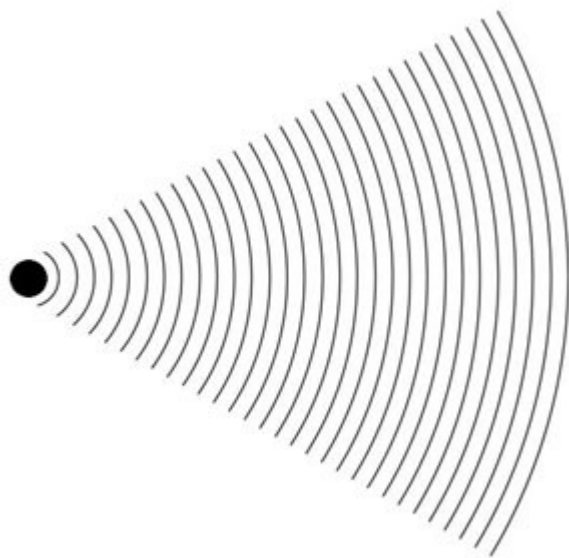
Основа всей акустики заключается в самом динамике (громкоговорителе/головке). Качество динамика обеспечивает качество звука. Его способности, его характеристики дают тот звук что мы слушаем и воспринимаем. Но сами динамики я не ковырял и не собираюсь ковырять, не о них речь, а о системах где их применяют. Нам главное знать его характеристики. Но не будем вдаваться в тонкости, мы рассматриваем теорию.

За исходную нам нужна точка излучения (A). Вещь совершенно условная потом поймете.

Второй не мало важный аспект диаметр "окна" излучения или диаметр диффузора, активной части всего динамика (B)



Теперь возьмемся за физику. Точнее волновую физику, ведь звук это волна. Вспоминайте школу там много чему полезному учили.



Как распространяется звук? От точки излучения и вперед. Совершенно правильно! От точки излучения динамика вперед, туда куда динамик повернут. Это самая основная характеристика в рассматриваемом здесь принципе подхода к акустике.

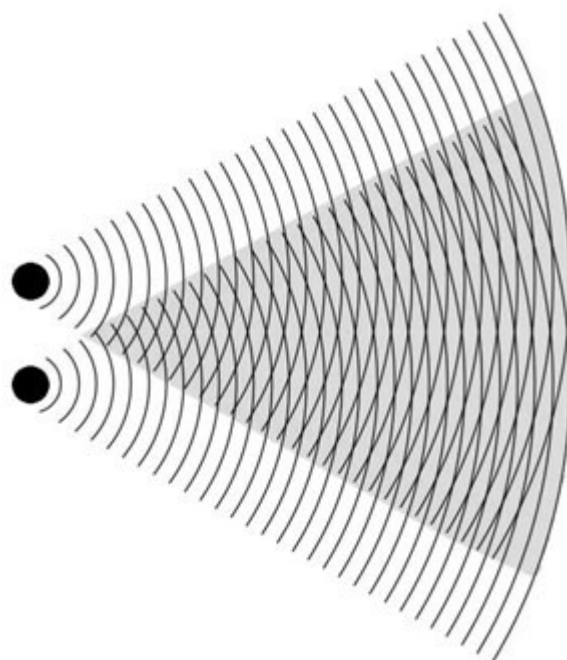
Один динамик можно считать идеальной схемой в акустике ибо излучаемый из системы звук ни чем не портится. То есть мы слышим то что выдает динамик без искажений вызванных системой.

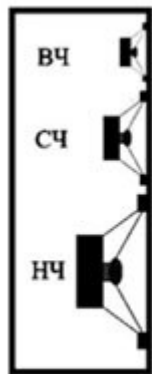
Спросите почему. Теперь объясню.

Теперь вспомните, что бывает на воде, когда падает не один камень а два. Волны смешиваются и мы видим неразбериху.

Тоже самое происходит и в звуке. Когда мы пытаюсь улучшить звук, делаем деление по частотам. Устанавливая в систему два источника звука, мы создаем зону (выделено серым) где разные звуки смешиваются в одну кашу.

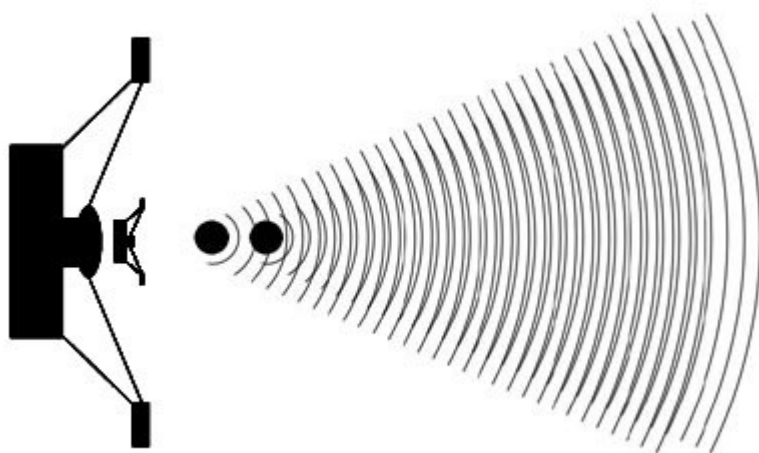
На слух это незаметно, но сточки зрения теории неправильно. Я не помню как этот эффект называется в физике (забыл), но мне такое не нравится.





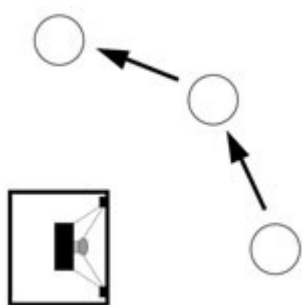
Вот что бывает когда источника три. Три динамика в корпусе системы. Звуковая каша становится более неприятная, значит более искаженная от начального состояния. С точки зрения теории, это все портит.

Вот на таком примере можно понять, что старая добрая попытка улучшения характеристик акустической системы методом разделения полос, на самом деле дает совершенно обратный эффект. Но можно сделать все правильно.



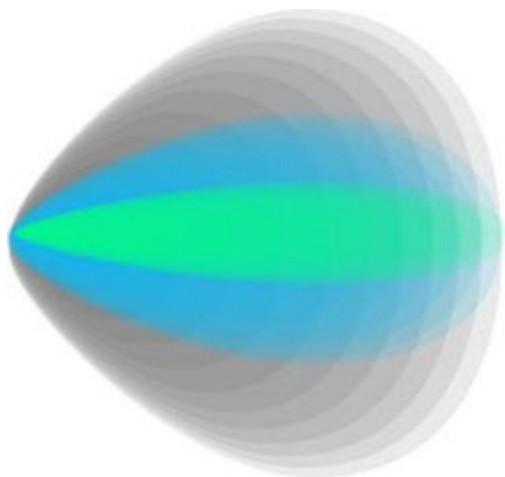
На мой взгляд самым правильным решением было создание коаксиальной системы излучателей. Тех самых динамиков которые ставят многие в свои автомобили. Создавалась такая схема для уменьшения габаритных размеров динамика, и вряд ли разработчики думали от том, что они на самом деле изобрели. Искажения звуковой волны в такой схеме как видите намного меньше общепринятых систем.

Теперь поговорим о спектральной плотности как самих динамиков так и акустических систем.

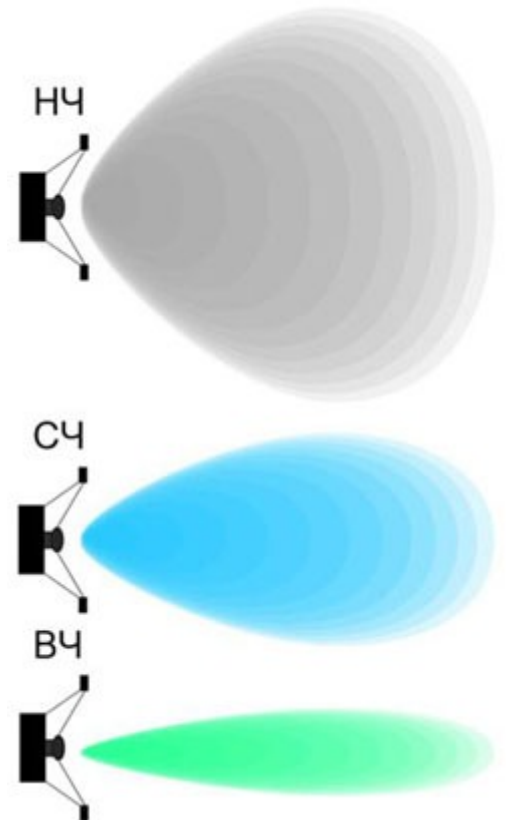


Если сделаете простой эксперимент дома, то сами все прекрасно поймете о чем я рассказываю. Поставьте динамик или систему среди комнаты чтобы можно было вокруг ходить. Включите музыку и послушайте на звучание с разных сторон. Если вы стоите прямо к лицевой стороне динамика, то вы слышите прекрасно все частоты излучаемые им. Но стоит отойти в сторону как сразу теряется уровень высоких частот. Обойти еще дальше и теряются средние слышно только басы.

Дело в том что у каждого динамика есть свой диапазон и направленность излучениями в зависимости от звуковых частот. На низких частотах угол излучения широкий а на высоких узкий. Из-за такой закономерности есть еще такой эффект как проникаемость волны. Низкие частоты на



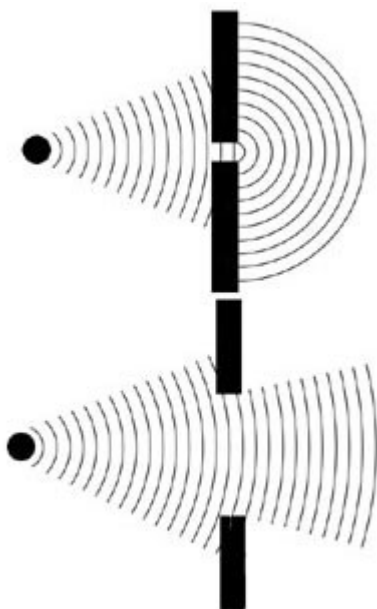
расстоянии теряются, и в основном слышно высокие частоты которые имеют большую проникаемость. В общей картине спектральный диапазон излучения динамика или системы будет выглядеть так.



Теперь о том как такое получается. Опять придется вернуться в основы волновой физики.

Надеюсь вам вспомнятся такие слова как дифракция и интерференция. Вот именно эти эффекты влияют на спектральную плотность излучения динамика.

Роль волнового окна в нашем подходе исполняет диаметр диффузора (пункт "В" в начале текста). На низко-частотных динамиках диаметр диффузора около 30 см. А диапазон частот которые он излучает 15-200 Гц. Прибегаем к математике.



Скорость звука в воздухе $U=314$ м/с. L это длина волны. H это частота. Уравнение простое $L=U/H$.

15 Гц: $L=314/15=20.93$ метров.

200 Гц: $L=314/200=1.57$ метров.

Получается что при таких размерах динамика (30 см) как ни старайся с волной излучаемой динамиком происходит рассеивание волны. Из-за чего мы довольно хорошо слышим низкие частоты со всех сторон. А если мы хотим чтобы наш динамик излучал волну подобно прожектору направленно, то мы должны сделать диффузор огромных размеров, что совершенно не приемлемо.

Теперь прикинем математику высоко-частотных динамиков работающих с частотами 10000-25000 Гц. У таких динамиков диаметр диффузора 2-5 см.

10000 Гц: $L=314/10000=0.0314$ метра или 3.14 см.

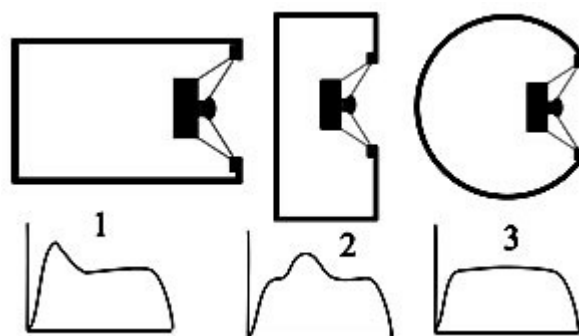
25000 Гц: $L=314/25000=0.01256$ метра или 1.256 см.

Тут не трудно понять что при такой длине волны и таком диаметре диффузора звуковая волна просто в сквозную проходит не рассеиваясь в стороны. Именно это и способствует узкой направленности высоко-частотных динамиков.

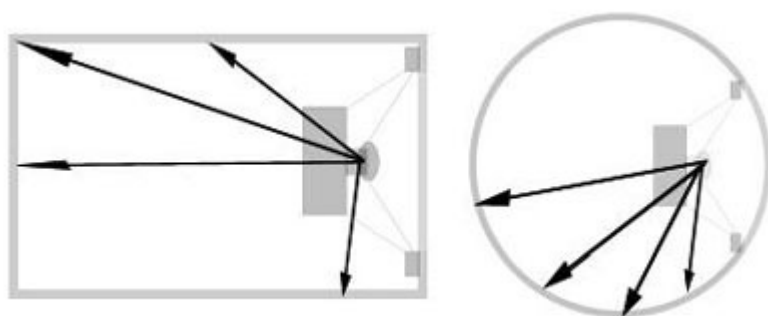
Теперь будем рассуждать о корпусах для динамиков.

Давным давно в одной древней книжке объяснялось какой корпус хороший и плохой. Там была одна картинка с пояснением в графиках АЧХ.

В варианте (1) как сами видите всплеск на низких частотах. В варианте (2) тоже самое но уже ближе к средним. Вариант (3) считается самым лучшим.



Эти не равномерности вызываются конструкцией системы точнее ее корпуса. Но тогда я не понимал почему так. Теперь попробую объяснить вам.



Все это происходит из-за внутренних резонансов внутри корпуса. Просчитать резонансные характеристики корпуса можно, но я как-то не напрягался над этой формулой, хотя надо-бы. Тут уже надо применять знания оптики точнее отражение и его свойства. Звуковая волна исходя от динамика блуждает по внутренностям корпуса

отражаясь от его стен, до тех пор пока не вырвется наружу. Время блуждания волны и есть фактор частоты резонанса. Неровности внутренних сторон корпуса и есть неровности АЧХ характеристик акустической системы. Вот видимо по этому шарообразные корпуса выдавали более линейную характеристику без резких всплесков.

Хотя судя по этим условиям можно создать корпус с множеством искривлений поверхности, сложными формами и лабиринтами перегородок, тем самым просто замаскировать резонанс кучей побочных резонансов. С одной стороны это позволяет немного выровнять линейность АЧХ, так это делают производители Hi-End акустики. Но по моему это просто обезображивает картину.

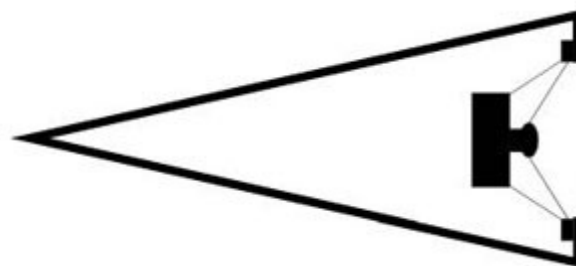
Но вот что в то время не рассматривали - КОНУС.

Однажды я в журнале увидел разработку одного толи англичанина толи американца, неважно. Он сделал корпус в форме удлиненного конуса.

Глубина конуса рассчитывалась исходя из нижнего предела воспроизводимых динамиком частот.

Плавность перехода вглубь конуса обеспечила плавный переход резонанса от высоких к низким частотам. Помню что длинна конуса для

низкочастотного динамика перевалила за 10 метров и его пришлось для компактности скрутить в "улитку" из-за чего эта акустическая система и получила прозвище Улитка.



Исходя из того, что я тут описывал можно сделать заключение:

лучший динамик - коаксиальной системы,

лучшие корпуса - конус и сфера.

А для выводы, от том насколько правильно рассчитана ваша акустическая система и на сколь правильно распространяется по комнате ее звучание.

АНДРЕЙ КИРЕЕВ