

Звуковая плата

Материалы по дисциплине «Применение микропроцессорных систем,
установка и настройка периферийного оборудования»
Специальность 230113 Компьютерные системы и комплексы
Составитель: Торгашин Р.Г

ГОБУ СПО ВО Борисоглебский индустриальный техникум

Введение

Звуковая плата (также называемая звуковой картой или аудиокартой; англ. sound card) — дополнительный элемент компьютера, не относящийся к его основному предназначению, позволяющий обрабатывать (выводить на акустические системы и/или записывать в компьютер) звук. На момент появления представляла собой отдельную плату (адаптер), устанавливаемую в слот расширения. В современных персональных компьютерах присутствует в виде интегрированного в чипсет материнской платы решения согласно спецификации AC'97 либо её развития, HD Audio. Также выпускается в виде внешнего устройства.

Восприятие звука, психоакустика

Звук – аналоговое явление. Поэтому его адекватная обработка цифровыми методами представляет собой сложную проблему. Ее решение лежит в области психоакустики – науки, изучающей особенности восприятия звука человеком. Уяснив, как человек ощущает звук, можно попытаться смоделировать такие ощущения с помощью цифровых сигналов.

Звук представляет собой локальные изменения давления воздуха, происходящие с определенной частотой. Эти изменения воспринимаются органом слуха. Чем больше частота таких изменений, тем более высокий тон слышит человек.

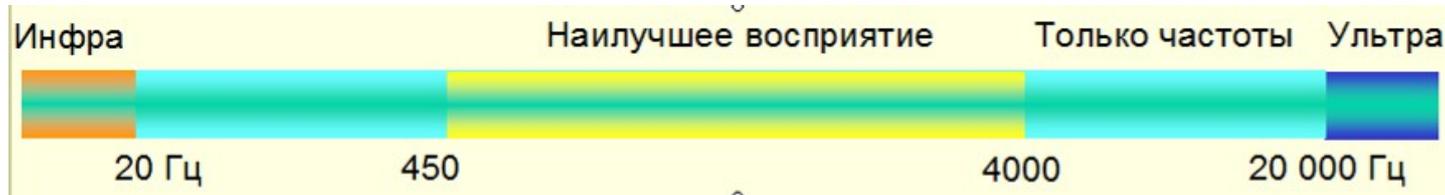


Рисунок 1 Слышимые частоты

Слуховая память позволяет удерживать до нескольких сотен градаций частоты. Количество градаций уменьшается с понижением интенсивности звука. Поэтому среднее число градаций не более 150. Максимально около 620.

Частотную разрешающую способность слуха обеспечивают полосы пропускания, образованные специфическим устройством органа слуха. Их называют критическими полосками, иногда - частотными группами. Всего таких полосок 24. Поэтому считается, что слух как бы превращает широкополосный звук со сплошным спектром частот в дискретный, т.е. состоящий из конечного числа составляющих, соответствующих включенным в работу числу критических полосок.

Таким образом, совокупная разрешающая способность слуха по амплитуде и частоте в пределах области слышимости, ограниченной снизу порогом слышимости, а сверху - болевым порогом, составляет около 22000 элементарных градаций звуковых ощущений. Своего рода четкость звукового изображения. Число градаций зрительных ощущений составляет около 600000.

Субъективным параметром ощущения частоты тона является высота тона

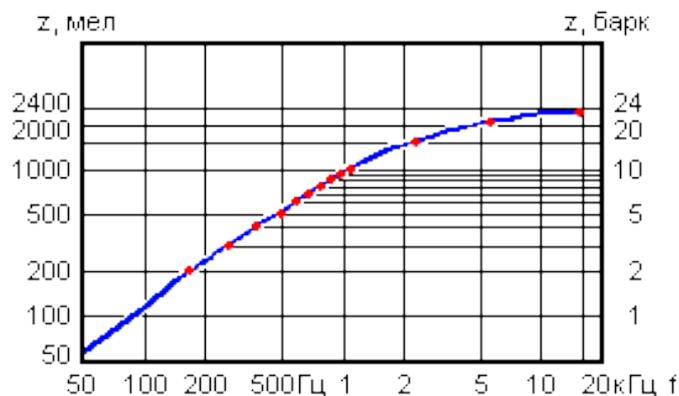


Рисунок 2 Высота тона и шкала частотных групп (критических полосок) в зависимости от частоты

Человек способен воспринимать несколько различных параметров звука: громкость, частоту, пространственное положение источника, гармонические колебания.

Громкость звука измеряется в децибелах, по логарифмической шкале, где за 0 принята минимальная громкость звука на частоте 3000 Гц еще различимая человеком (величина звукового давления 4мкПа). В цифровой обработке звука используют обратную шкалу – за 0 принято максимально возможное значение. Без болевых ощущений здоровый человек различает звуки громкостью до 120 дБ. При уровне около 150 дБ происходит повреждение органов слуха. Наиболее высока чувствительность к звукам в диапазоне 1 – 4 кГц. Для звука частотой 100 Гц порог слышимости 40 дБ (то есть с амплитудой в 100 раз больше чем при 3000 Гц). На частоте 10 кГц порог слышимости 210 дБ. Именно поэтому в колонках сабвуферы гораздо мощнее высокочастотные динамики.

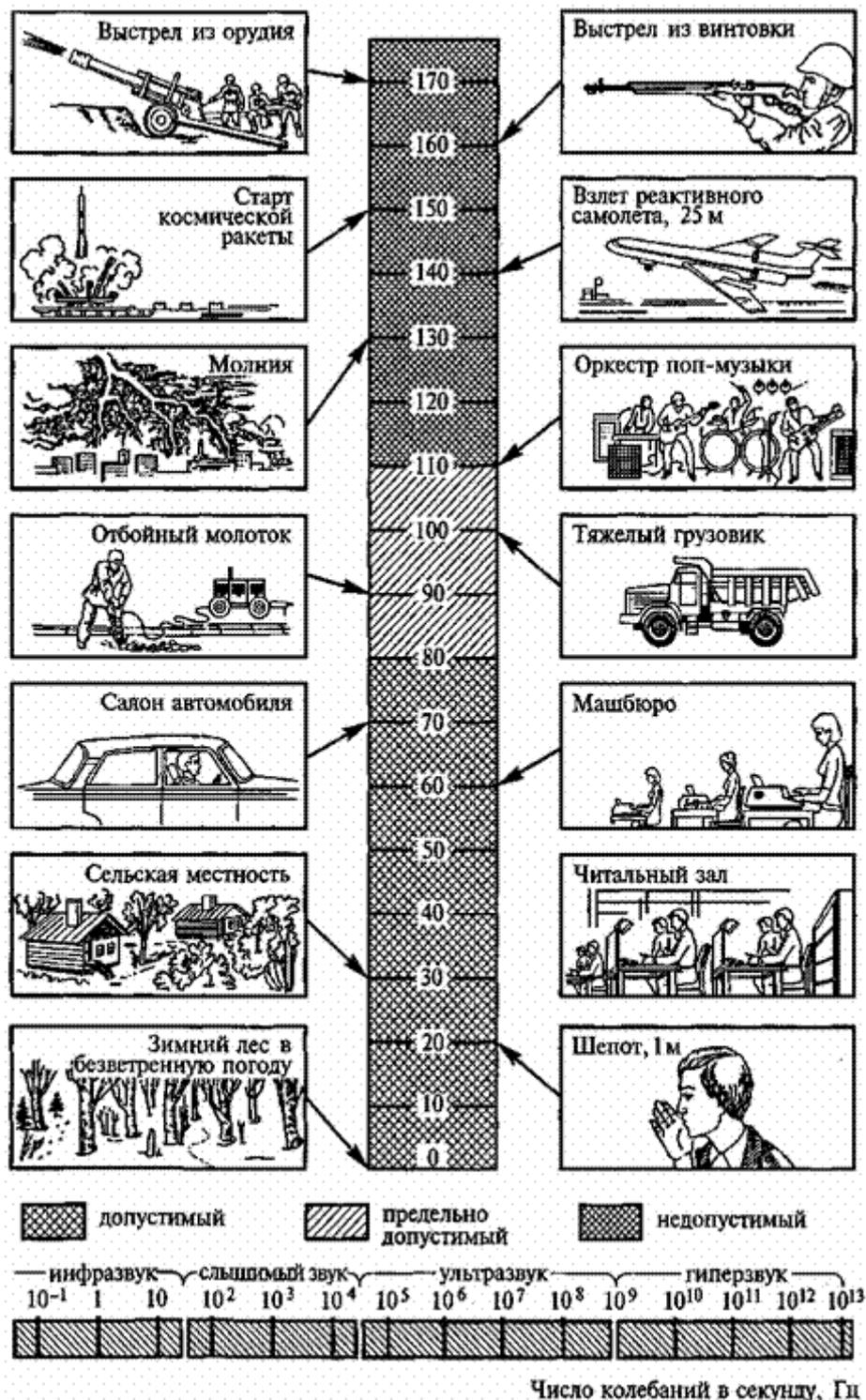


Рисунок 3 Громкость

Запись и обработка звука

Цифровая запись звука

Для того чтобы компьютерные системы могли обрабатывать звук, непрерывный звуковой сигнал должен быть преобразован в цифровую, дискретную форму с помощью временной дискретизации.

Для этого, непрерывная звуковая волна разбивается на отдельные маленькие временные участки, для каждого такого участка устанавливается определенная величина интенсивности звука.

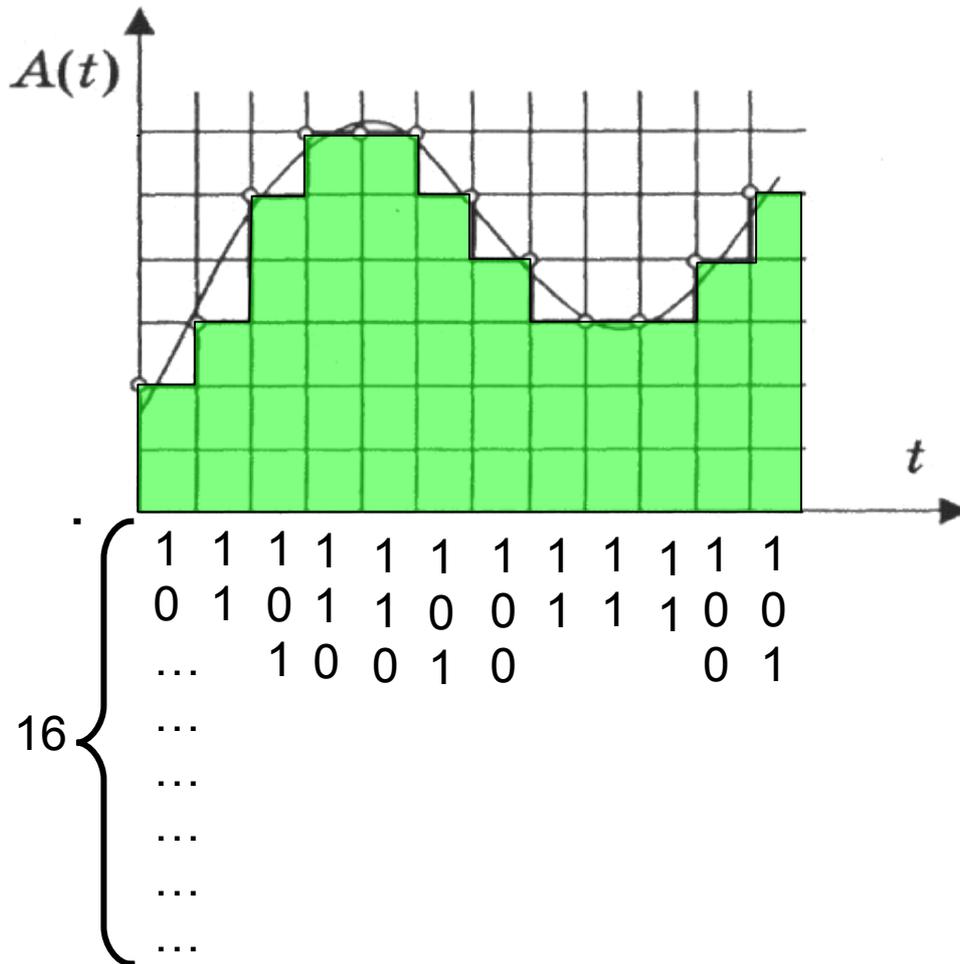


Рисунок 4 Оцифровка звука

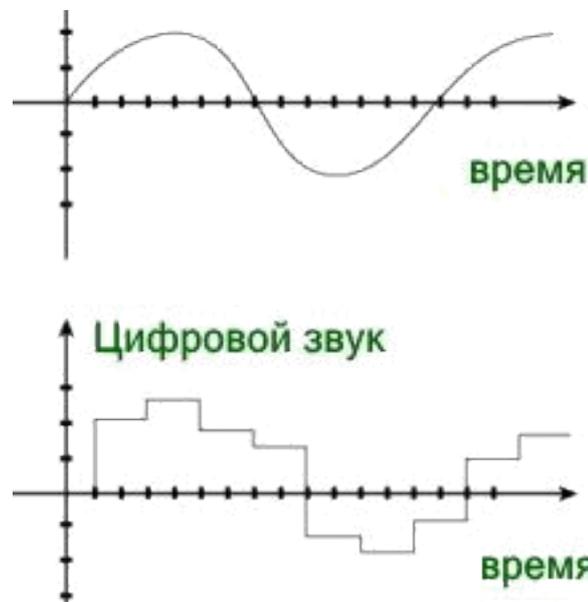


Рисунок 5 Исходный и оцифрованный звук

Частота дискретизации звука - это количество измерений громкости звука за одну секунду.
 Чем большее количество измерений производится за одну секунду (чем больше частота дискретизации), тем точнее "лесенка" цифрового звукового сигнала повторяет кривую аналогового сигнала
 Глубина кодирования звука - это количество информации, которое необходимо для кодирования дискретных уровней громкости цифрового звука.
 Если известна глубина кодирования, то количество уровней громкости цифрового звука можно рассчитывать по общей формуле $N = 2I$.
 $N = 2I = 216 = 65\ 536$.

Очевидно, что чем больше частота дискретизации и глубина кодирования тем выше качество звука. Но тем сильнее увеличивается объем файла

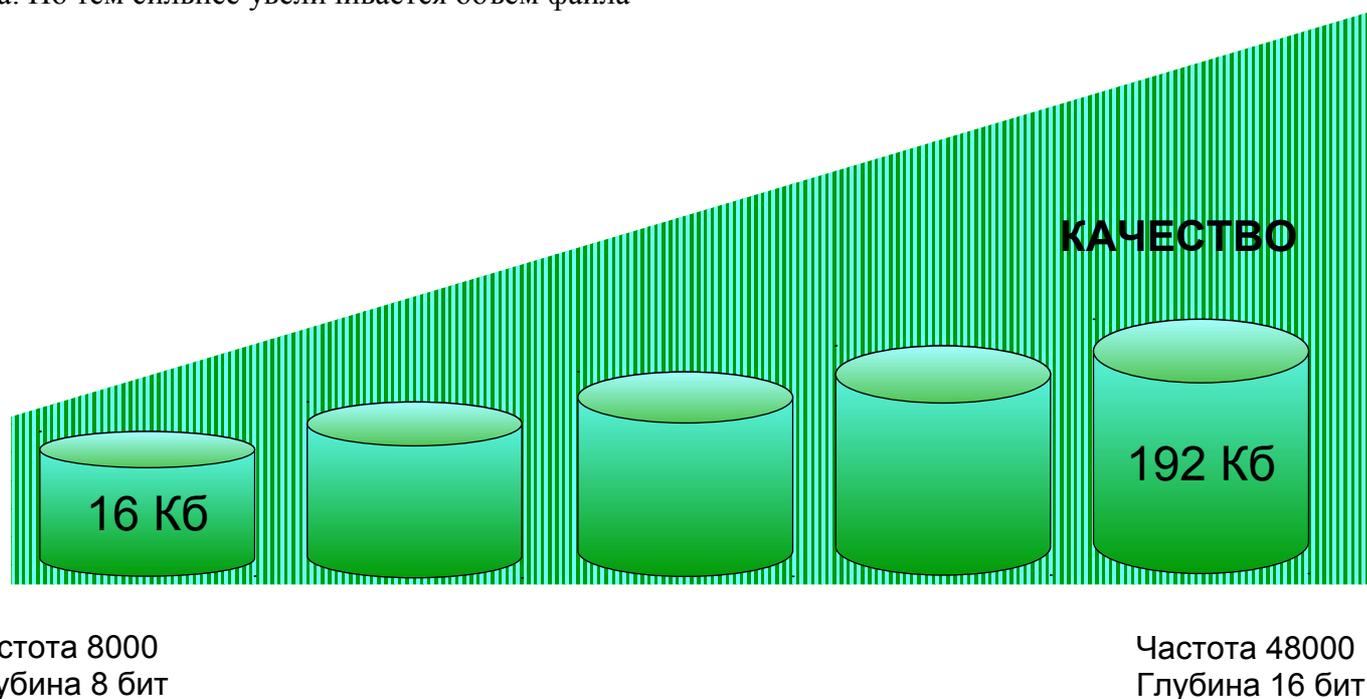


Рисунок 6 Зависимость объема данных от параметров кодирования

Повышение разрядности до 16 бит позволяет расширить охватываемый диапазон до -96 Дб. Однако сигналы с предельным уровнем сливаются с шумами дискретизации. Для определения соотношения сигнал/шум используют формулу

$$SNR = V_{\text{signal}} / V_{\text{noise}} = 6,02 * N + C \text{ (дБ)}$$

Где N разрядность а $-15 < C < +21$ дБ

Таким образом реально воспринимаемый диапазон ограничен 83 дБ.

В устройствах бытового класса диапазон дополнительно сужается из-за погрешностей аппаратуры и $SNR = 76-77$ дБ. В компьютерных устройствах большинство звуковых плат вносят свои искажения и $SNR = 60-65$ дБ

При записи звука звуковая карта отвечает за его оцифровку. А при воспроизведении – за обратное преобразование из цифровой форму в аналоговую. От того, насколько качественно будет работать ее блок ЦАП АЦП во многом зависит качество звучания.

Пространственное звучание

Человек слышит двумя ушами и поэтому способен различать направление прихода звуковых сигналов. Эту способность слуховой системы человека называют би-науральным эффектом. Механизм распознавания направления прихода звуков сложен, и надо сказать, что в его изучении и способах применения еще не поставлена точка.

Уши человека расположены на расстоянии друг от друга (по ширине головы). Скорость распространения звуковой волны невелика. Сигнал, приходящий от источника звука, находящегося напротив слушателя, приходит в оба уха одновременно, и мозг интерпретирует это как расположение

источника сигнала либо позади, либо спереди, но не сбоку. Если же сигнал приходит от источника, смещенного относительно центра головы, то звук приходит в одно ухо раньше, чем во второе, что позволяет мозгу интерпретировать это как приход сигнала слева или справа и даже приблизительно определить угол прихода. Численно разница во времени прихода сигнала в левое и правое ухо, составляющая от 0 до 1 мс, смещает мнимый источник звука в сторону того уха, которое воспринимает сигнал раньше. Такой способ определения направления прихода звука используется мозгом в полосе частот от 300 Гц до 1 кГц. Направление прихода звука для частот выше 1 кГц определяется мозгом человека путем анализа громкости звука. Дело в том, что звуковые волны с частотой выше 1 кГц быстро затухают в воздушном пространстве. Поэтому интенсивность звуковых волн, доходящих до левого и правого ушей слушателя, отличаются, что позволяет мозгу определять направление прихода сигнала по разнице амплитуд.

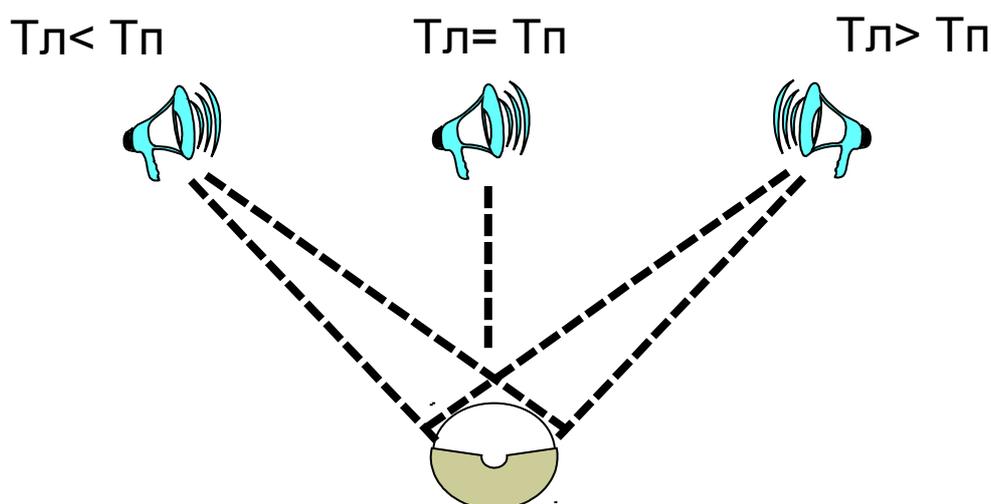


Рисунок 7 Восприятие расположения источника

При воспроизведении звука. В особенности при построении звуковой сцены в реальном времени, звуковая карта определенным образом изменяет звук. Она смещает фазы звуковых волн и их громкость при передаче на различные каналы воспроизведения. Таким образом, для слушателя имитируется расположение источника звука. Такое звучание предполагает наличие минимум двух (стерео) независимых средств воспроизведения (колонок) определенным образом расположенных относительно слушателя.

Кроме имитации расположения источника, процессор звуковой платы может применять различные эффекты, моделируя эхо и прохождение звука в различных средах. Это позволяет создать у слушателя ощущение пространства.

Цифровое моделирование трехмерного звука

Direct Sound 3D

Это основная инфраструктура (помимо A3D2.0), которую Microsoft сделала доступной для разработчиков. Ядром DS3D является алгоритм 3D звучания, с помощью которого производится позиционирование звука а также встроенные технологии обработки акустической информации в соответствии с параметрами окружения. Т.е. DS3D отвечает, в основном за позиционирование источника звука.

В нынешних версиях (в DirectX 7/8/9) DirectSound3D, доступна такая новая функция, как искусственное эхо и другие характеристики.

Звуковая картина в DirectSound3D создается довольно-таки просто. Каждому источнику звука в игре присваивается набор таких характеристик: исходная громкость, радиусы ближней и дальней зоны. Значение этих параметров проще всего пояснить на примере. Пусть исходная громкость объекта равна 100, радиус ближней зоны -- 5 метров, радиус дальней зоны -- 50 метров. Тогда, если расстояние между источником и слушателем составляет от 0 до 5 метров, громкость будет оставаться равной 100. На расстояниях от 5 до 50 метров громкость будет уменьшаться пропорционально $1/R^n$ (обычно $n=1$). И, наконец, после 50 метров громкость перестанет уменьшаться и будет оставаться постоянной

На основе информации о координатах и скоростях источников звука относительно слушателя формируется трехмерная звуковая картина. Координаты нужны для позиционирования и определения громкости объектов, а скорости используются для учета эффекта Доплера.

Если звуковая карта не поддерживает аппаратную акселерацию трехмерного звука, DirectSound3D может произвести реэндеринг при помощи встроенного программного движка -- DirectSound3D HEL (Hardware Emulation Level), однако HEL обеспечивает только минимальный набор функций (никакой трехмерности практически не ощущается) и при этом потребляет огромное количество ресурсов CPU.

Environmental Audio Extension (EAX)

Разработанная и продвигаемая фирмой Creative Labs система пространственной обработки звука Environmental Audio eXtensions™ (EAX) используется многими разработчиками игр для создания естественного объемного звука с учетом специфики того помещения или пространства, где развиваются события игры и где находятся источники звуков. EAX можно представить как набор спецификаций, определяющих модели и алгоритмы для создания звуковых эффектов окружающего пространства или помещения, основанных на реверберации (Environmental Audio означает пространственный звук). Под понятием «реверберация» (от ср.-век. лат. reverberatio - отражение) понимают послезвучание, сохраняющееся после выключения источника звука и обусловленное неодновременным приходом в данную точку отраженных или рассеянных звуковых волн. Реверберация оказывает значительное влияние на слышимость речи и музыки в помещении.

EAX также включает в себя набор функций API, позволяющих программисту воспользоваться аппаратной поддержкой EAX. EAX API является расширением базовой системы создания объемного звука DirectSound3D. Во время работы EAX приложения процесс обработки звука разделяется: DirectSound3D управляет местоположением, скоростью движения в 3D пространстве источников звука и слушателя, а EAX вносит в звук такие изменения, которые характеризуют окружающее пространство.

Изначально предполагалось, что EAX не будет использовать геометрическую модель сцены, то есть источники звука могли быть не связанными с графическими объектами. Главное было создать звуковую атмосферу игровой сцены, то есть воздействовать на эмоциональное состояние игрока подобно тому, как в кинофильме звуковое сопровождение всегда подчеркивает остроту переживаний, акцентируя на самом важном и пренебрегая незначительными звуковыми подробностями.

Руководствуясь этим подходом, создатели EAX в качестве основы выбрали статическую модель звуковой среды, а не ее геометрические параметры. Если по сюжету игры необходимо сменить длинный коридор на большой ангар, то достаточно сменить одну статическую модель (модель коридора) на другую (модель ангара).

EAX 1.0 Поддерживает изменение места реверберации и отражений; имеет большое количество пресетов; позволяет (с некоторыми ограничениями) изменять реверберационные параметры помещения; автоматически менять интенсивность реверберации, в зависимости от положения источника звука. EAX 1.0 строит звуковую сцену на основе заранее созданных пресетов, учитывая дистанцию между источниками звука и слушателем.

EAX 2.0 Обновлена реверберационная модель; добавлены эффекты звуковых преград (Occlusions) и препятствий (Obstructions); реализовано отдельное управление ранними и поздними отражениями; возможен продолжительный контроль размеров помещений; учитываются акустические свойства воздуха (поглощение звука).

EAX 3.0 позволяет осуществить контроль за началом реверберации и ранними отражениями для каждого источника звука; реализует динамический переход между моделями пространства; содержит улучшенную дистанционную модель для автоматического управления реверберацией и начальными отражениями в зависимости от положения источников звука относительно слушателя. В этой спецификации уже происходит некоторый отход от статической модели и в ее состав включены методы, свойственные для геометрических моделей: Расчеты Ray-Tracing (отражение лучей) для получения параметров отражения для каждого источника звука. Кроме того, реализованы отдельные отражения для дальних эхо. Улучшенное дистанционное представление, призванное заменить статические реверберационные модели.

Aureal 3D

A3D стал первым API, поддерживающим аппаратную акселерацию трехмерного звука.

A3D 1.x по своим возможностям примерно соответствует DirectSound3D. Однако у него есть несколько интересных особенностей, например улучшенная дистанционная модель, которая позволяет более реалистично описывать распространение звука в различных средах (чаще всего -- в воде или густом тумане). Но наиболее интересной особенностью A3D 1.x является Менеджер Ресурсов, который управляет 3D-потоками, воспроизводимыми в игре. И если количество потоков очень большое то Менеджер Ресурсов решает, какие потоки наиболее важны для слушателя в данной ситуации и именно для них использует аппаратные возможности A3D звуковой карты. Остальные потоки могут воспроизводиться в режиме обыкновенного стерео или не воспроизводиться вовсе (если число аудио-потоков уж очень большое).

A3D 1.x является "родным" API для карт на чипсетах Aureal Vortex 1 (AU8820) и Vortex Advatage (AU8810). Перечислю наиболее популярные карты на этих чипсетах: Diamond Sonic Impact S90, Turtle Beach Montego, Aztech PCI-338-A3D, Genius SoundMaker 64 и, конечно же, одноименные чипсетам OEM карты Aureal. Естественно, стандарт A3D 1.x поддерживают и карты на Vortex 2, но о них -- чуть позже. Поддержка A3D 1.x на уровне драйверов реализована во многих картах для которых "родными" API являются Sensaura и Q3D. Драйвера этих карт просто преобразовывают команды A3D в команды родных API. Как и в случае с трехмерной графикой, качество реализации таких "врапперов" бывает разным и зависит от конкретного производителя. Стоит упомянуть драйвер A2D от Aureal который реализует поддержку A3D через DirectSound3D. Названием A2D Aureal подчеркивает неполноценность этого драйвера. Действительно A2D реализует далеко не все функции A3D 1.x (не говоря уже о более поздних версиях A3D), однако с помощью этого драйвера можно получить неплохой трехмерный звук в играх с поддержкой A3D.

A3D 2.0 -- расширение стандарта A3D. Основной особенностью A3D 2.0 стала технология Wavetracing, которая позволяет существенно повысить реалистичность звуковой картины.

В реальном мире мы слышим не только "прямые" звуки но и звуки претерпевшие отражения или прошедшие сквозь препятствия. Причем то, как звуки будут отражаться, искажаться при прохождении через препятствия и поглощаться зависит не только от геометрии окружающей среды, но и, например, от материала из которого изготовлены стены (напрашивается аналогия с полигонами и текстурами в трехмерной графике). Расчет Wavetracing происходит в реальном времени. То есть если изменилась геометрия окружающего пространства (игрок забежал за колонну или открылась дверь в другую комнату) -- тут же изменятся условия распространения звука.

Sensaura3D

Sensaura, в отличии от Aureal или Creative, не производит собственных чипсетов или карт, а только лицензирует свои технологии сторонним производителям (Yamaha, ESS и др.).

Sensaura3D совместима с DirectSound3D EAX 1.0, EAX 2.0, A3D 1.0 и понимает команды этих API. Таким образом, на картах с технологией Sensaura можно наслаждаться 3D-звуком не только в играх для данного API (игр с поддержкой Sensaura еще очень немного) но и в играх с поддержкой ранних версий EAX и A3D (а таковых сейчас подавляющее большинство). Хотя в этом случае нельзя гарантировать, что звук в таких играх будет таким же как для родных для EAX или A3D карт.

Технология MacroFX используется для наиболее реалистичного позиционирования звука. Как и в DirectSound3D, в Sensaura3D окружающее пространство разбивается на зоны. Однако в отличие от DirectSound3D, MacroFX предусматривает разбиение на большее количество зон. Обратите внимание на зоны 3,4,5 на рисунке, которые не имеют аналогов в DirectSound3D. Наличие зон 3 и 4 позволяет моделировать такие эффекты как шепот в ухо или свист пуль, пролетающих в непосредственной близости от головы. Интересна также зона 5, которая предназначена для моделирования источников звуков, находящихся в голове

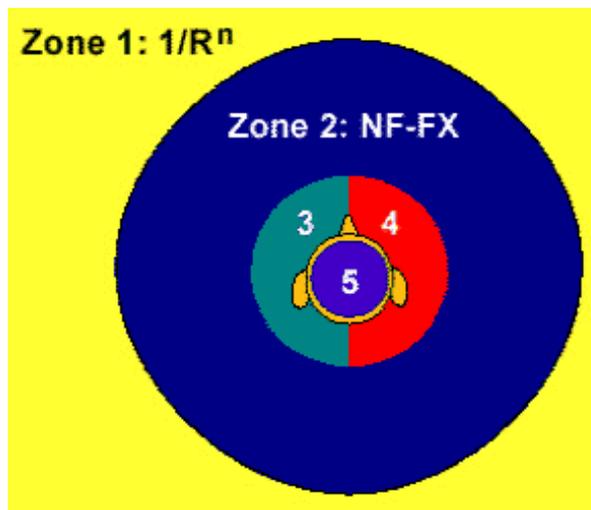


Рисунок 8 Зоны Sensaura

Технология **ZoomFX** предназначена для моделирования звука от крупных объектов, вроде проезжающего рядом поезда. В подавляющем большинстве API все источники звука представляются как точечные. Аналогичная ZoomFX технология есть только в A3D 3.0.

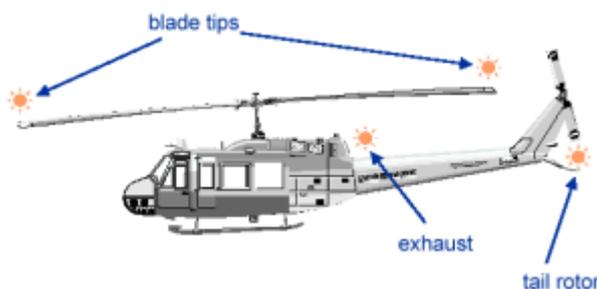


Рисунок 9 Расположение источников звука ZoomFX

Для создания реалистичного звука в помещениях используется технология **EnvironmentFX** которая по своим функциям во многом напоминает EAX. Однако, EnvironmentFX содержит ряд интересных особенностей (обработка ранних отражений, отражений от движущихся поверхностей, "растрейка" звука и др.).

Технология **MultiDrive**, предназначена для расширения "зоны трехмерности" звука

Разработка под названием Digital Ear позволяет настроить параметры трехмерного звука под конкретного слушателя. При этом учитываются размеры головы, размеры ушей, глубина и тип ушной раковины.

В общем, **Sensaura** обладает всеми необходимыми средствами для создания реалистичного трехмерного звука в играх. Жаль только, что разработчики игр пока не используют все возможности этой технологии.

Звуковые чипсеты, поддерживающие Sensaura очень сильно отличаются по своим характеристикам, поэтому нельзя сказать что при использовании Sensaura звук будет одинаковым на всех картах. Более того, те возможности Sensaura, которые на одних картах реализованы аппаратно, на других будут реализовываться при помощи CPU

Конструкция звуковой платы

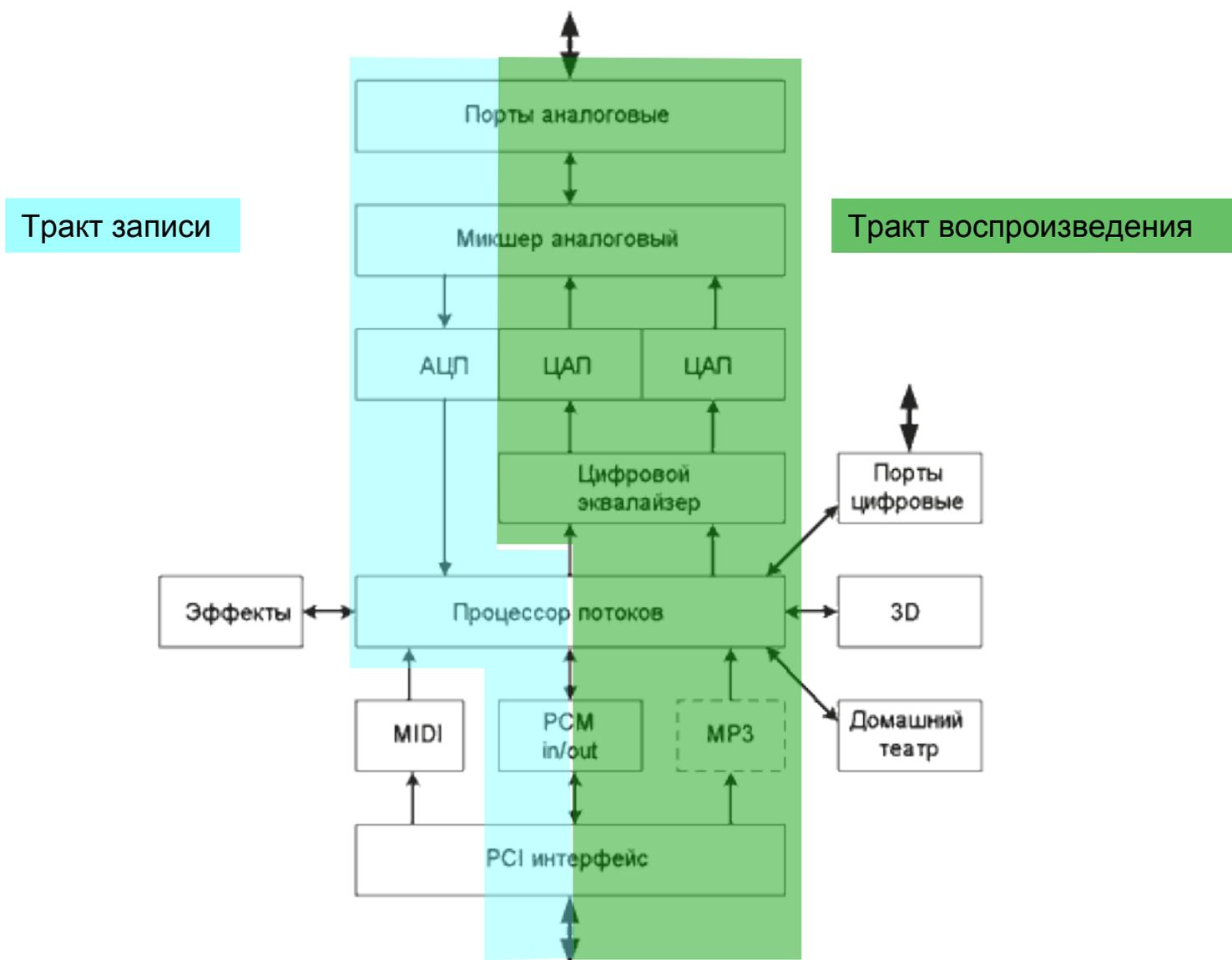


Рисунок 10 Логическая структура звуковой платы

MIDI-синтезаторы

В настоящее время все выпускаемые платы являются стереофоническими, поддерживающими стандарт MIDI.

Стереофонические звуковые платы одновременно воспроизводят (и записывают) несколько сигналов от двух различных источников. Сигнал — это один звук, производимый аудиоадаптером. В струнном квартете используется четыре сигнала — по одному на каждый инструмент. С другой стороны, такой полифонический музыкальный инструмент, как пианино, требует для каждой ноты аккорда отдельного сигнала. Следовательно, для точного воспроизведения игры пианиста понадобится 10 сигналов — по одному на каждый палец. Чем больше сигналов предусмотрено в адаптере, тем натуральнее оказывается его звучание. Наилучшие на сегодняшний день аудиоадаптеры способны одновременно воспроизводить до 1024 сигналов.

Популярные ранее микросхемы синтезатора, расположенные на системной плате (например, компании Yamaha), позволяли получить 11 (микросхема YM3812 или OPL2) и более сигналов; микросхема OPL3 поддерживала до 20 сигналов и стереофонический звук. Тем не менее для поддержки MIDI в большинстве современных звуковых систем используются записанные заранее звуковые схемы; подобные системы называются таблично-волновыми синтезаторами.

В таблично-волновых звуковых платах вместо синтезированных звуков, генерируемых микросхемой частотной модуляции, используются цифровые записи реальных инструментов и

звуковых эффектов. Например, при воспроизведении таким аудиоадаптером звука трубы вы действительно слышите непосредственно звук трубы, а не его имитацию.

Первые звуковые платы, поддерживающие эту функцию, содержали до 1 Мбайт звуковых фрагментов, хранящихся в микросхемах памяти адаптера. Но в результате появления высокоскоростной шины PCI и увеличения объема оперативной памяти компьютеров в большинстве звуковых плат в настоящее время используется так называемый программируемый таблично-волновой метод, позволяющий загружать в оперативную память компьютера 2-8 Мбайт коротких звуковых фрагментов различных музыкальных инструментов.

В данный момент звуковые системы в полной мере поддерживают таблично-волновой синтез, а улучшенные звуковые функции DirectX 8.x и выше сделали возможным использование MIDI для записи игровых фонограмм.

Важнейшим фактором популярности MIDI является количество аппаратно реализуемых сигналов. Даже в наилучших звуковых адаптерах, таких, как Sound Blaster Audigy, аппаратно поддерживается только 64 сигнала; все остальные звуки, необходимые для воспроизведения MIDI-фонограммы, реализуются программно. Если звуковая плата поддерживает аппаратно только 32 сигнала MIDI или использует исключительно программный синтез, подумайте о приобретении новой модели.

Wave / PCM in/out

Аудио сигнал, генерируемый процессором через цифро-аналоговый преобразователь звуковой карты. Это аудиосигнал для игр, MP3 или WAV, также некоторое программное обеспечение играет CD-DA через процессор, такое как, Windows Media Player или Media Player Classic, а также ТВ-тюнеры, которые используют процессор для декодирования аудио .

Процессор потоков (DSP)

Во многих звуковых платах используются процессоры цифровой обработки сигналов (Digital Signal Processor — DSP). Благодаря им платы стали более "интеллектуальными" и освободили центральный процессор компьютера от выполнения таких трудоемких задач, как очистка сигналов от шума и сжатие данных в реальном времени.

Процессоры устанавливаются во многих универсальных звуковых платах. Например, программируемый процессор цифровой обработки сигналов платы Sound Blaster Live! EMU10K2 сжимает данные, преобразует текст в речь и синтезирует так называемое трехмерное звучание. Кроме того, процессор поддерживает аппаратную акселерацию звука в соответствии с новейшими версиями стандартов DirectX/DirectSound 3D, благодаря чему реализуется одновременное воспроизведение нескольких звуков и их синхронизация с действиями, разворачивающимися в компьютерной игре.

Чтобы улучшить качество звука аудиопотоков, можно программно обновить DSP. Благодаря широкой распространенности аудиоадаптеров с высококачественными DSP пользователь имеет возможность проводить программное обновление устройства, а не тратить время и силы на его физическую замену.

Микшер

Микшер звуковой карты является аналоговой частью звуковой карты, которая перенаправляет и смешивает звуковые сигналы. Эта схема выбирает сигнал или отключает, усиливает (с переменным усилением), складывает их и, наконец,

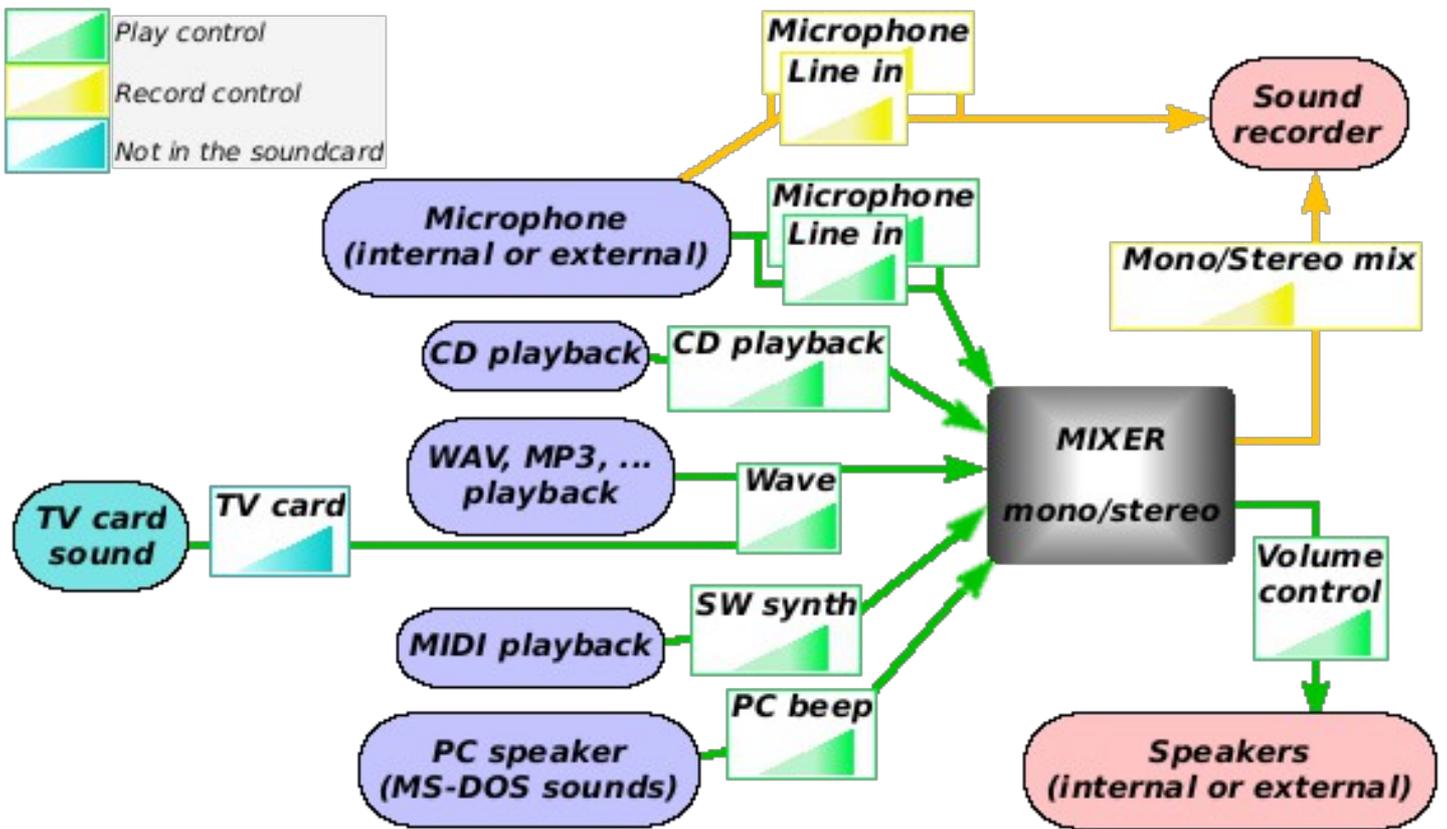


Рисунок 11 Микшер

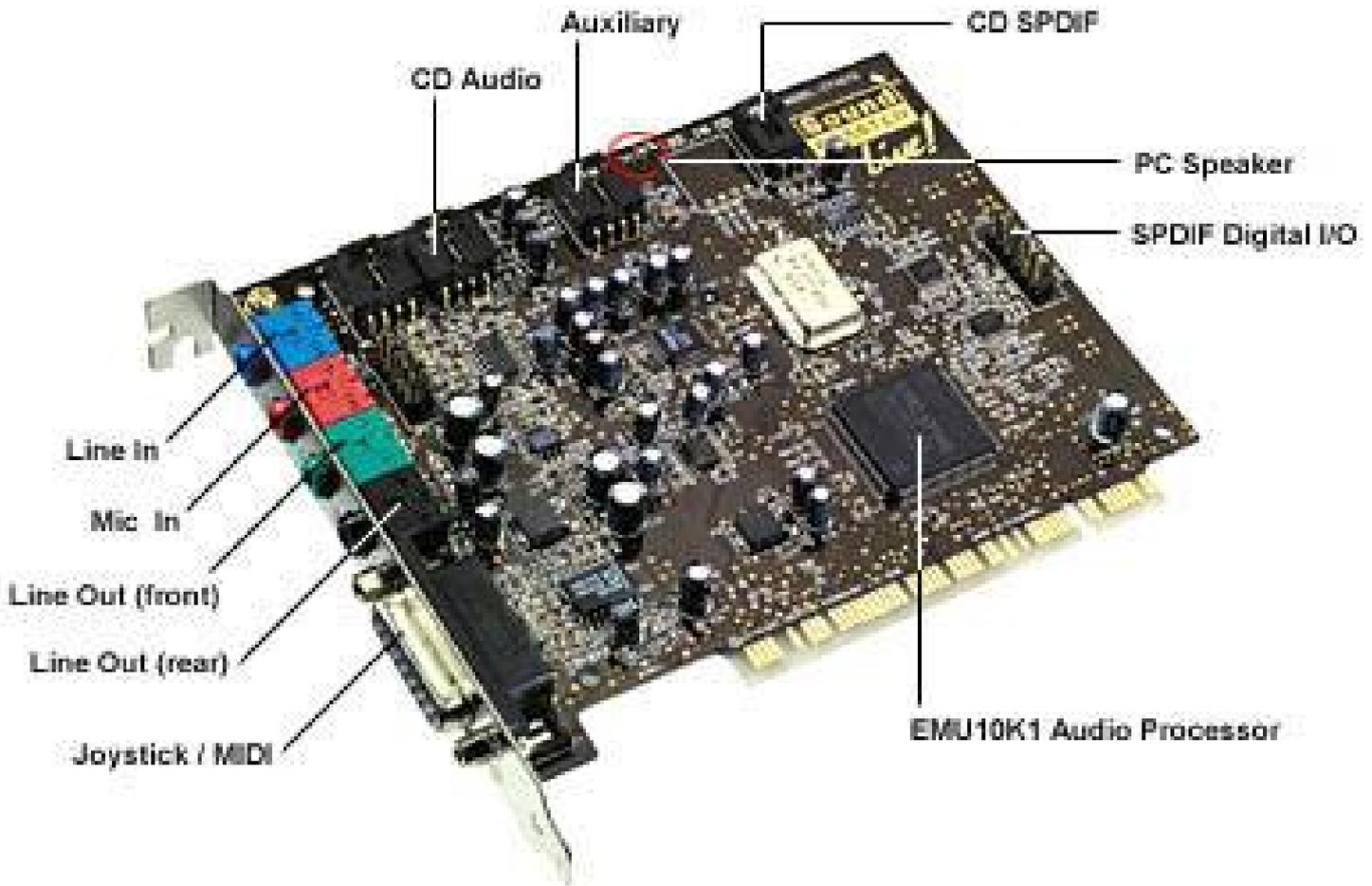


Рисунок 12 Пример компоновки звуковой платы

Разъемы I/O

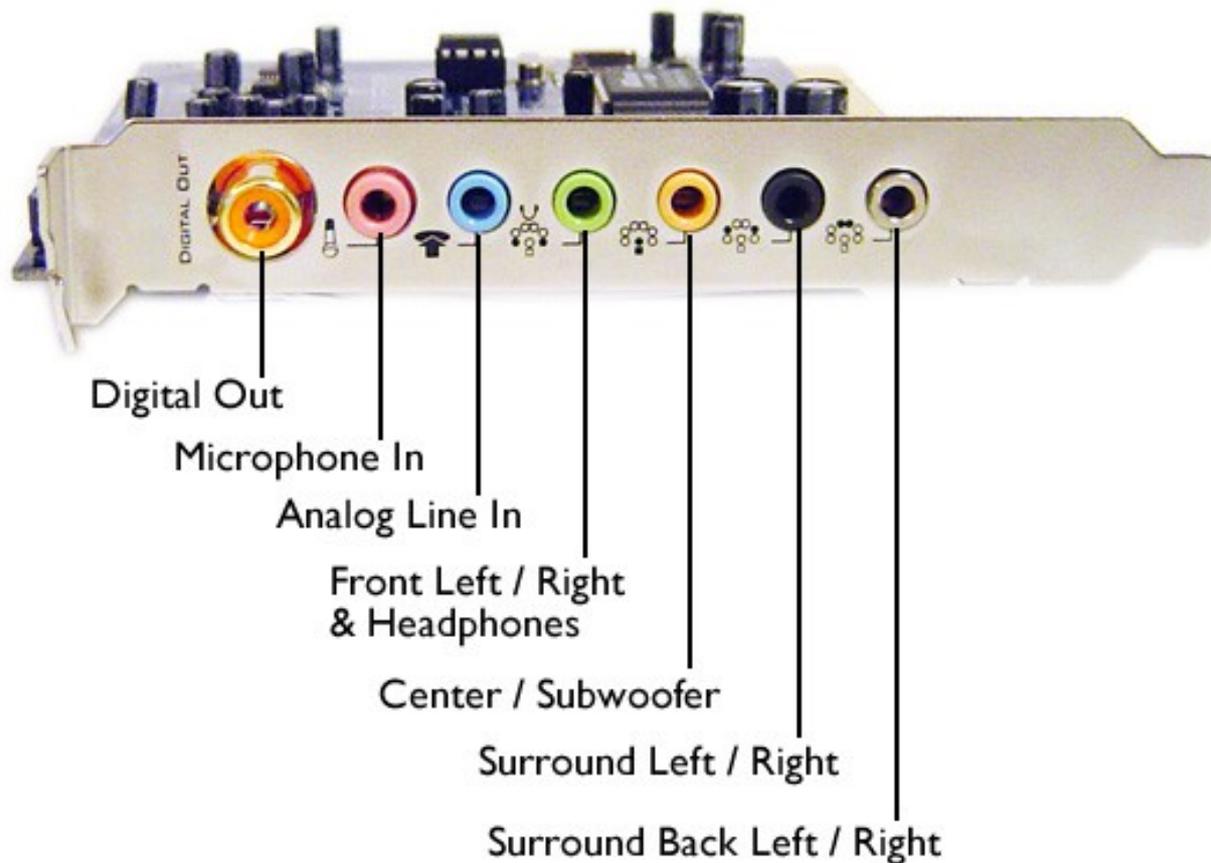


Рисунок 13 Вариант компоновки разъемов

Digital Out [In](SPDIF; SP/DIF). Этот разъем (Sony/Philips Digital Interface) используется для передачи цифровых аудиосигналов между устройствами без их преобразования к аналоговому виду. Некоторые производители интерфейс SPDIF называют Dolby Digital. Типичное расположение — внешнее устройство.

В соединителях SPDIF используются кабели со стандартным разъемом RCA, имеющие волновое сопротивление, равное 75 Ом (как и кабели составного видеосигнала). Это позволяет использовать кабели составного видеосигнала, имеющие разъемы RCA, с соединителями SPDIF. Несмотря на то что звуковые кабели тоже оснащены разъемами RCA, их волновое сопротивление меньше, что ограничивает их использование в таком качестве.

Microphone In (Mic In) Микрофонный вход, или вход монофонического сигнала. К этому разъему подключается микрофон для записи на диск голоса или других звуков. Запись с микрофона является монофонической. Для повышения качества сигнала во многих звуковых платах используется автоматическая регулировка усиления (Automatic Gain Control — AGC). Уровень входного сигнала при этом поддерживается постоянным и оптимальным для преобразования. Для записи лучше всего использовать электродинамический или конденсаторный микрофон, рассчитанный на сопротивление нагрузки от 600 Ом до 10 кОм. В некоторых дешевых звуковых платах микрофон подключается к линейному входу.

Analog Line In. Линейный вход. Этот входной разъем используется при микшировании или записи звукового сигнала, поступающего от внешней аудиосистемы на жесткий диск. Сигнал не проходит через предусилитель, что снижает уровень искажений.

Analog Line Out Линейный выход платы. Сигнал с этого разъема можно подать на внешние устройства — акустические системы, наушники или вход стереоусилителя, с помощью которого сигнал можно усилить до определенного уровня. В некоторых звуковых платах, например в Microsoft Windows Sound

System, имеются два выходных гнезда: одно для сигнала левого канала, а другое — для правого. Также как и в случае с линейным входом сигнал не проходит предусиление. Поэтому в нем меньше искажений но он требует использования внешнего усилителя

Fron Left/Right&Headphones, Center/Subwoofer, Surround Left/Right, Surround Back Left/ Right

Разъемы для акустической системы и наушников. Обеспечивает нормальный уровень громкости для наушников и небольших акустических систем.

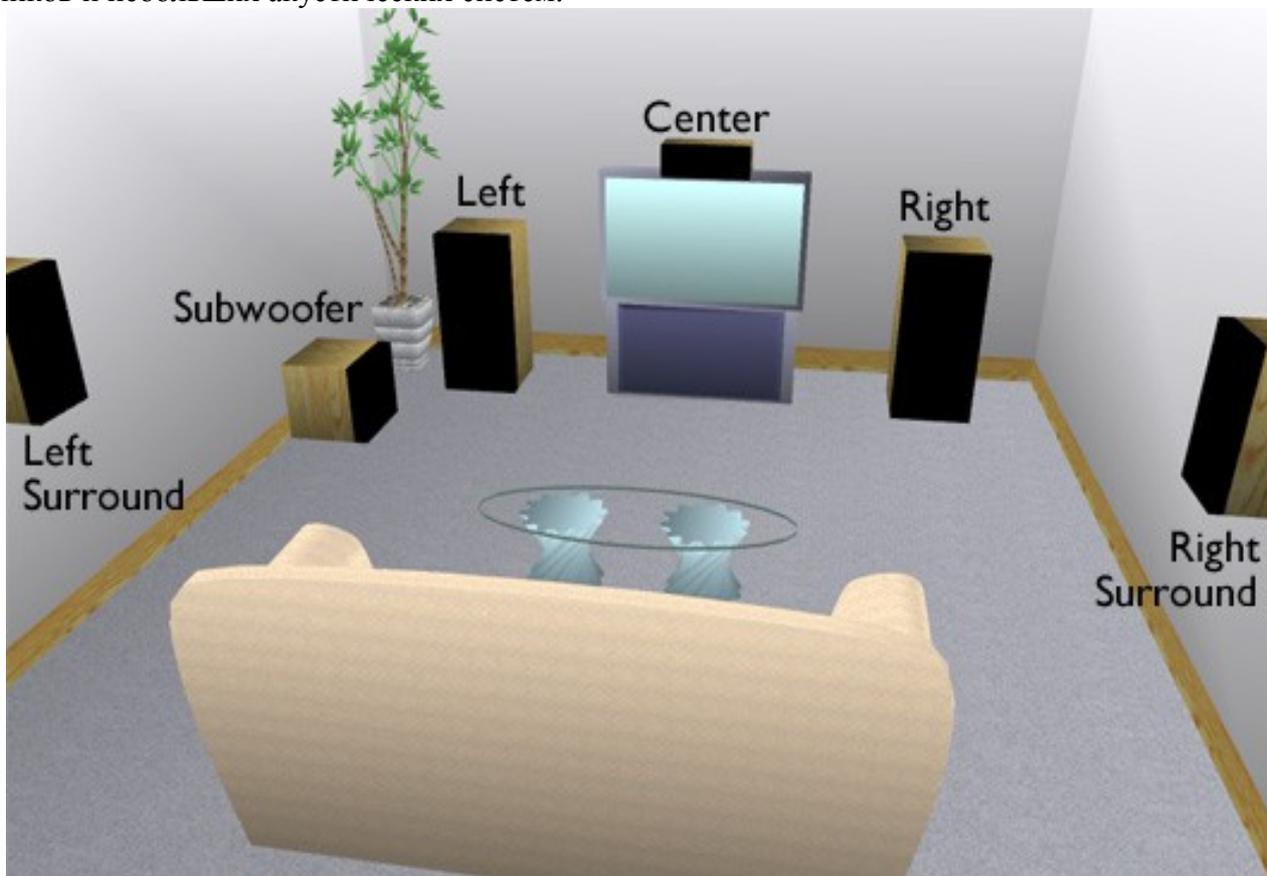


Рисунок 14 Компоненты аудиосистемы 5.1

Разъем для джойстика/MIDI. Для подключения джойстика используется 15-контактный D-образный разъем. Два его контакта можно использовать для управления устройством MIDI, например клавишным синтезатором. (В этом случае необходимо приобрести Y-образный кабель.) Некоторые звуковые платы для устройств MIDI имеют отдельный разъем. В современных компьютерах порт для джойстика может иногда находиться на системной плате или на отдельной плате расширения. В этом случае при подключении игрового контроллера необходимо уточнить, какой именно используется в текущей конфигурации операционной системы. В некоторых новейших аудиоадаптерах и встроенных звуковых системах этот разъем отсутствует, поскольку новое поколение игровых манипуляторов подключается к разьему USB



Рисунок 15 MIDI

Вход Aux. Обеспечивает подключение к звуковой карте других источников сигнала, например телетюнера. Типичное расположение — задняя панель аудиоадаптера.

Вход I2S. Позволяет подключать к звуковой карте цифровой выход внешних источников, например DVD. Типичное расположение — задняя панель аудиоадаптера.

Порт USB. Позволяет подключать звуковую плату к акустической системе USB, игровым контроллерам и другим USB-устройствам. В первом аудиоадаптере со встроенными портами USB — Hercules Game Theater XP — поддерживается только интерфейс USB 1.1. Тем не менее следующие версии этой модели будут оснащены USB 2.0. Типичное расположение — внешнее устройство.

IEEE-1394. Посредством этого разъема к звуковой плате подключаются цифровые видеокамеры, сканеры, жесткие диски и другие устройства. В разъем SB 1394 аудиоадаптера Sound Blaster Audigy можно подключать как устройства IEEE-1394, так и устройства, поддерживающие новый стандарт Creative Labs — SB 1394. Типичное расположение — дополнительная панель или внешнее устройство.

Устройства воспроизведения звука

Чаще всего, для воспроизведения создаваемого компьютером звука, используются наушники (Headphones) и активные акустические системы (колонки). Реже используется внешний, выделенный усилитель и микшер.

Акустические системы

Акустическая система — устройство для воспроизведения звука, состоит из акустического оформления и вмонтированных в него излучающих головок (обычно динамических).

Акустическая система бывает **широкополосной** (один широкополосный излучатель, например, динамическая головка) и **многополосной** (две и более головок, каждая из которых создаёт излучение в своей частотной полосе).

Широкополосные системы в основном используются в случаях, когда качество звука не критичное. Это связано с трудностями создания излучателя, одинаково хорошо воспроизводящего сигналы разных частот. Высокие интермодуляционные искажения при значительном ходе одного излучателя вызваны эффектом Доплера.



Рисунок 16 Широкополосная АС

В многополосных системах спектр слышимых человеком звуковых частот разбивается на несколько перекрываемых между собой диапазонов посредством фильтров (комбинации резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности, или с помощью цифрового кроссовера). Каждый диапазон подаётся на свою динамическую головку, которая имеет наилучшие характеристики в этом диапазоне. Таким образом достигается наиболее высококачественное воспроизведение слышимых человеком звуковых частот (20—20 000 Гц).

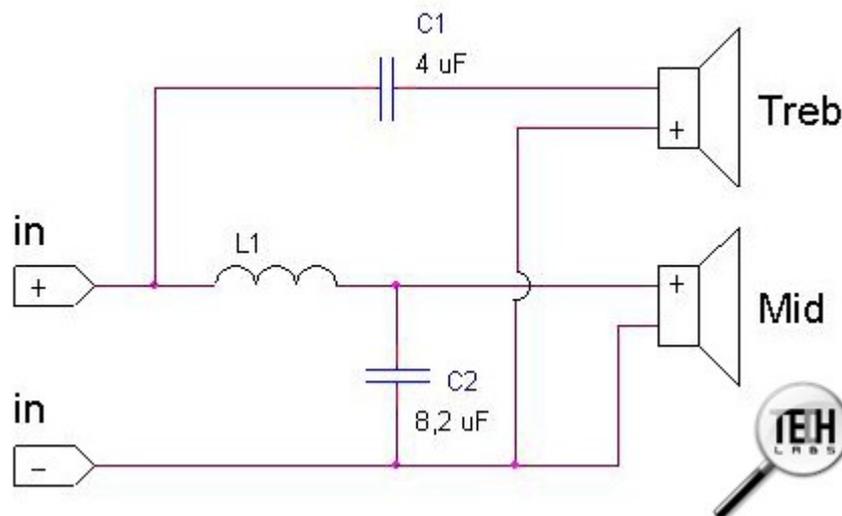
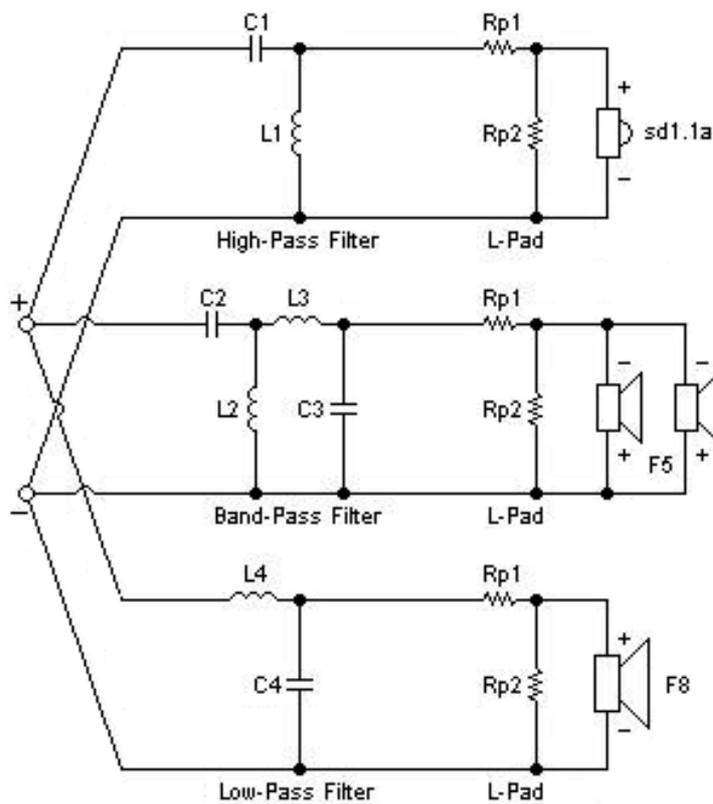


Рисунок 17 Устройство 2-х полосной акустической системы с элементарным кроссовером



C1 = 4.3 μ F, Polypropylene
 C2 = 75.0 μ F, Polypropylene
 C3 = 5.6 μ F, Polypropylene
 C4 = 25.0 μ F, Polypropylene
 L1 = 0.3 mH, Air Core(#18)
 L2 = 2.0 mH, Air Core(#18)
 L3 = 0.2 mH, Air Core(#18)
 L4 = 4.0 mH, Air Core(#18)

Tweeter
 2.00 dB L-Pad
 Rp1 = 1 ohms
 Rp2 = 20 ohms

Midrange
 6.00 dB L-Pad
 Rp1 = 2 ohms
 Rp2 = 4 ohms

Woofer
 2.00 dB L-Pad
 Rp1 = 1.5 ohms
 Rp2 = 30ohms

LP Type: 2nd-Order All-Pass (APC)
 LP Desired Corner Frequency: 500 Hz

BP Type: 2nd-Order All-Pass (APC)
 BP Desired Lower Corner Freq: 500 Hz
 BP Desired Upper Corner Freq: 4000 Hz

HP Type: 2nd-Order All-Pass (APC)
 HP Desired Corner Frequency: 4000 Hz

Рисунок 18 Кроссовер для 3-х полосной системы

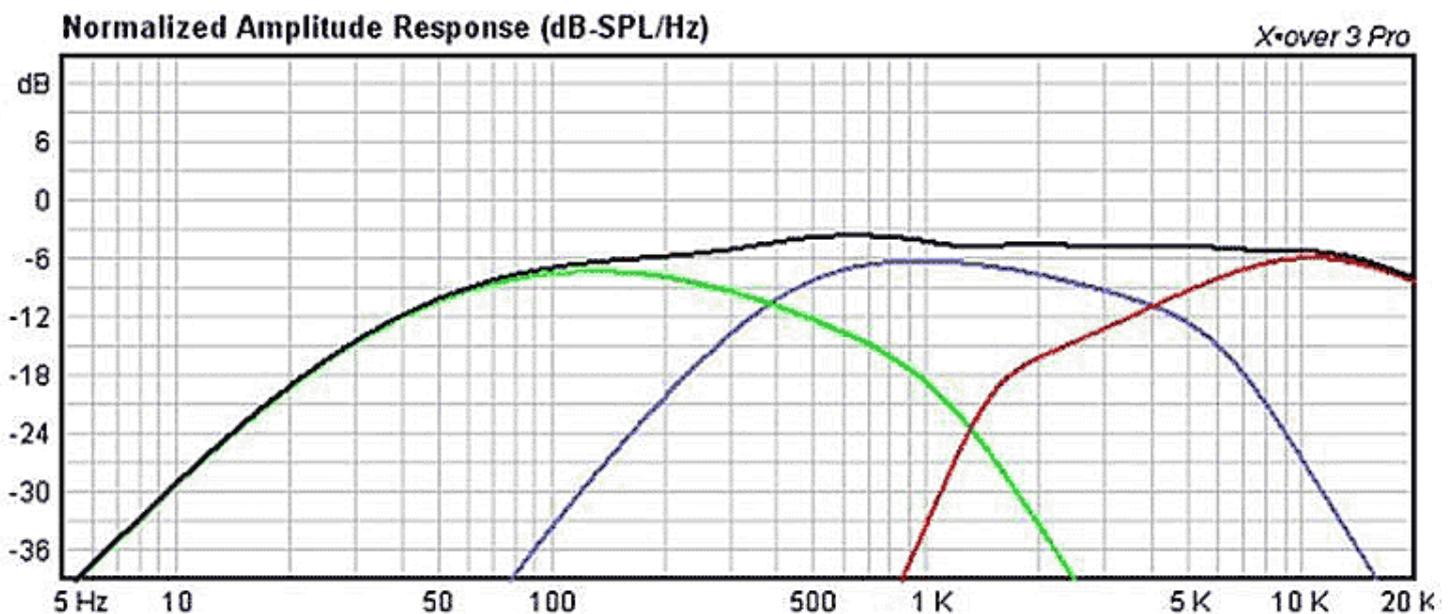


Рисунок 19 Частотная характеристика каналов кроссовера и результирующая характеристика системы (черная линия)

Большое значение для обеспечения качественного звучания имеет акустическое оформление системы и материал из которого выполнен ее корпус:

Акустическое оформление, по сути, описывается формой и внутренней организацией корпуса АС.

Например:



Рисунок 20 акустический щит(экран) – открытый корпус



Рисунок 21 Закрытый ящик (push-pull, Isobarik, tunnel, clamshell, planar)[



Рисунок 22 Система с фазоинвертором¹ на задней стенке

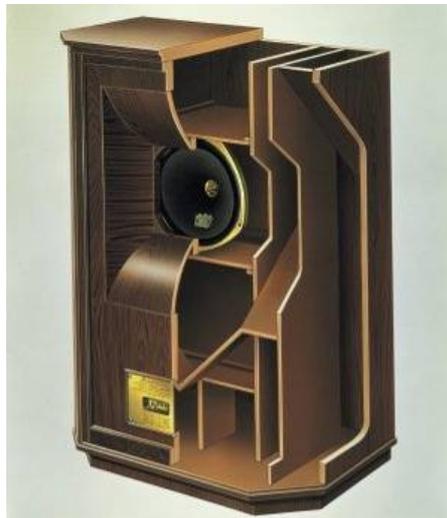


Рисунок 23 Вариовент



Рисунок 24 Рупор

¹ порт (труба, щель и т.д.) в корпусе акустической системы, обеспечивающая расширение НЧ-диапазона за счёт резонанса этой трубы на частоте ниже воспроизводимой динамиком

Большое влияние на качество звучания оказывает материал из которого изготовлены корпуса системы. Обычно это дерево, ДСП, МДФ или пластик. Традиционно лучшим материалом считается дерево. Но современные пластиковые корпуса с ячеистой структурой стенок дают сходные результаты.



Рисунок 25 Акустические системы из дерева, МДФ, пластика

Акустические системы подразделяются **на пассивные** (состоят только из излучателя и кроссовера) и **активные** (содержат также усилитель мощности).

Усилитель встраивают внутрь акустической системы по трем причинам:

- облегчается согласование усилителя и излучателей по мощности и другим параметрам, вопросами согласования занимается производитель акустической системы, а не конечный потребитель
- уменьшается стоимость системы, так как нет необходимости в отдельном корпусе для усилителя и мощность усилителя (определяющая его стоимость) не завышена
- нет необходимости в кабеле большого сечения (в случае, если усилитель находится в каждой акустической системе)

однако, есть и недостатки:

- затрудняется обслуживание усилителя, так как акустическая система может быть установлена в труднодоступном месте (например, быть подвешена на некоторой высоте)
- в случае мощных акустических систем усилитель обычно устанавливается в каждую систему, что требует в сравнении с пассивной стереосистемой двух блоков питания вместо одного, что увеличивает стоимость
- в случае большого расстояния между акустической системой и источником звука требуется принимать специальные меры по защите сигнала (поднимать его уровень и использовать балансное подключение)

Таким образом, активные акустические системы обычно используются для персональных компьютеров, озвучивания небольших концертных площадок, дискотек, в студийных мониторах. Пассивные чаще встречаются в домашних акустических системах, а также при озвучивании больших площадок.

Для подключения пассивной акустической системы к усилителю обычно используют следующие типы соединений:

- Клеммы или зажимные колодки — в основном домашние акустические системы и системы небольшой мощности
- Разъемы типа Speakon — профессиональные системы большой мощности



Рисунок 26 Зажимы (слева) и Speakon

Активные акустические системы обычно подключаются к источнику звука с помощью:

- Разъемов типа Jack 3,5 мм, RCA — компьютерные акустические системы
- Разъемов типа Jack 6,3 мм, XLR — профессиональные акустические системы



Рисунок 27 Jack 3,5 мм, RC (слева) и Jack 6,3 мм, XLR

В современных домашних кинотеатрах используются также беспроводное соединение с использованием передатчика и радио-приемника, настроенного на нужную частоту.

Сабвуфер (subwoofer)

Низкие звуковые частоты плохо локализируются, то есть человеку сложнее определить, откуда идет звук. Получается, что в многополосной аудиосистеме можно сделать одну большую низкочастотную колонку на всю систему, а в остальных колонках держать лишь средне- и высокочастотные динамики. Это делает акустическую систему более компактной, уменьшает стоимость и позволяет поместить громоздкий и вибрирующий сабвуфер в место, где он не будет мешать

(например, под стол). Кроме того, подбирая подходящее место для сабвуфера, можно попытаться погасить низкочастотные стоячие волны, неизбежно возникающие в небольшом замкнутом помещении.

Сабвуфер обычно применяется в системах, рассчитанных на просмотр современных насыщенных спецэффектами фильмов и прослушивание современной музыки (особенно электронной) — в них важна убедительная передача низких частот.

Частая проблема сабвуферных систем — плохая стыковка амплитудно-частотных и фазо-частотных характеристик сателлитов и сабвуфера. На стыке АЧХ может быть как провал, так и завышение уровня из-за несоответствия частотного диапазона или интерференции волн с разным фазовым сдвигом. Поэтому на некоторых сабвуферах существует возможность подстройки его верхней граничной частоты и фазы.



Рисунок 28 Subwoofer



Рисунок 29 АЧХ сателлита, сабвуфера, сабвуфера с фазоинвертором

Технические характеристики колонок

Суммарная выходная мощность – показатель, косвенно характеризующий громкость колонок. Чем выше показатель, тем больше громкость. Однако следует иметь в виду, что, например, колонки, мощность которых в 2 раза выше, будут звучать лишь несколько громче, но никак не в 2 раза. Показатель складывается из суммы мощностей всех колонок, входящих в акустическую систему. Измеряется в ватах (Вт, Ватт, W). Мощность может указываться несколькими способами:

Номинальная мощность - мощность при среднем положении регулятора громкости усилителя, при которой остальные параметры устройства соответствуют заявленным в техническом описании.

Синусоидальная мощность (DIN) - мощность, при которой усилитель или колонка может работать в течение длительного времени с реальным музыкальным сигналом без физического повреждения. Обычно в 2-3 раза выше номинальной.

RMS (Rated Maximum Sinusoidal) - максимальная (предельная) синусоидальная мощность - мощность, при которой усилитель или колонка может работать в течение одного часа с реальным музыкальным сигналом без физического повреждения. Обычно на 20-25% выше DIN.

PMPO (Peak Music Power Output) - музыкальная мощность - мощность, которую динамик колонки может выдержать в течение 1 -2 секунд на сигнале низкой частоты (около 200Гц) без физического повреждения. Обычно в 10 - 20 раз выше DIN.

Чувствительность колонок – (измеряется в дБ/Вт*м, dB) это звуковое давление в дБ, формируемое динамиками акустической системы на расстоянии 1 м, при подаче сигнала мощностью 1 Вт. Эта характеристика позволяет оценить реальную громкость колонок. Чем выше чувствительность, тем выше эффективность преобразования мощности в звуковое давление и соответственно больше громкость колонок.

Соотношение сигнал/шум – важный параметр, влияющий на качество и чистоту воспроизводимого колонками звука. Чем больше значение этого показателя, тем более чистый звук исходит из колонок. Для хорошего звучания крайне желательно, чтобы этот параметр был не меньше 70 дБ.

Диапазон воспроизводимых частот (АЧХ)– этот параметр определяет диапазон, в котором акустическая система способна воспроизводить звук без значительных искажений. Чем меньше нижнее значение, тем лучше качество низких частот; чем выше верхняя граница, тем лучше качество высокочастотного звука. Измеряется в герцах (Гц). Для качественного воспроизведения диапазон воспроизводимых частот должен составлять 20—20 000 Гц (полный спектр, воспринимаемый человеком).

Диаграмма направленности - графическое представление зависимости громкости от направления в заданной плоскости

Чувствительность и импеданс - комплексное сопротивление – он же импеданс- измеряется в Омах, и является очень важной величиной, которая показывает взаимодействие акустики и усилителя. Современную акустику выпускают с такими стандартами импеданса – 4, 6, 8 Ом. А реальный импеданс может лежать в пределах от 2-х и свыше 40 Ом. Это зависит от частоты сигнала. Понятно, что акустика с небольшим импедансом звучит громче, т.к. при той же нагрузке усилитель развивает большую выходную мощность. Если Вы будете использовать колонки сопротивлением ниже указанного для усилителя, это может вызвать его перегрев и выход из строя, если выше - то указанная выходная мощность достигнута не будет. На практике есть смысл выбирать акустику с импедансом 8 Ом, т.к. она минимально нагружает усилитель. И опасаться того, что мощность акустики будет меньше величины выходной мощности усилителя не стоит.

Наушники

По способу передачи сигнала

проводные — соединены с источником проводом, поэтому могут обеспечить максимальное качество звука (соответственно, имеющие профессиональную направленность наушники относятся исключительно к этому типу); могут служить в качестве антенны



Рисунок 30 Проводные PIONEER SE-M290

беспроводные — соединены с источником посредством беспроводного канала, того или иного типа — радио, инфракрасным, Bluetooth. Мобильны, но имеют привязанность к базе (излучателю) и ограниченный радиус действия, определяемый мощностью излучателя. Обладают более низким качеством звука по сравнению с проводными, в силу процесса модуляции при кодировании-декодировании, необходимых при передаче сигнала от излучателя к приёмнику в наушниках.



Рисунок 31 Беспроводные Sennheiser RS 220

По количеству каналов

стереофонические — сигналы на каждый громкоговоритель передаются по отдельным каналам (наиболее распространенный тип);

монофонические — имеют два громкоговорителя (или телефонных капсюля) запитываемых общим сигналом, в редких случаях — один громкоговоритель, звук от которого передается как в стетфонендоскопе;

с дополнительными каналами — имеют более одного громкоговорителя для каждого уха, что позволяет имитировать объемное звучание или разделять каналы по частотным характеристикам.

По типу конструкции (виду)

вставные (обиходное название — «вкладыши», «пуговки») — вставляются в ушную раковину;



Рисунок 32 Вставные Philips SHE1350

внутриканальные (обиходное название — «затычки», «капельки», «вакуумки», бочки, «беруши») — вставляются в ушной канал;



Рисунок 33 Внутриканальные Shure SE530

накладные — накладываются на ухо;



Рисунок 34 Накладные Sony MDR-XB920/RC и Ritmix RH-322 (с дугой «на шею»)

полноразмерные или мониторные (обиходное название — «лопухи» или «мониторы») — полностью обхватывают ухо.



Рисунок 35 Мониторные Grado HFI-2200 ULE и мониторные наушники с активной системой шумоподавления Audio-Technica ANC7

По конструкции излучателя

динамические — используют электродинамический принцип преобразования. Самый распространённый тип наушников. Конструктивно наушник представляет собой излучатель или мембрану, к которой прикреплена катушка с проводом, находящаяся в магнитном поле постоянного магнита. Если через неё пустить переменный ток, то магнитное поле, создаваемое катушкой, будет взаимодействовать с магнитным полем постоянного магнита, в результате чего мембрана будет двигаться, повторяя форму электрического сигнала звуковой частоты (см. статью «Громкоговоритель»). Электродинамический способ преобразования сигнала имеет множество недостатков и ограничений, но постоянно совершенствующаяся конструкция таких наушников и новые материалы позволяют достигнуть очень высокого качества звука;

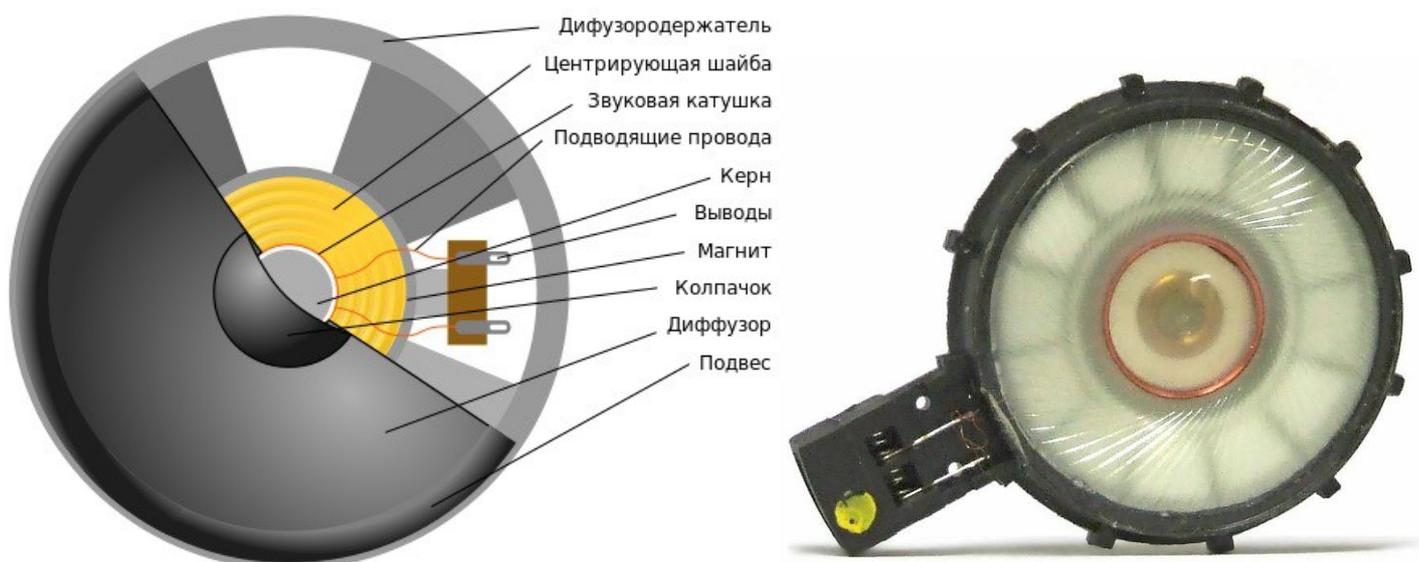


Рисунок 36 Конструкция динамического излучателя и ее реализация

с уравновешенным якорем — основной деталью является П-образный якорь из ферромагнитного сплава. В разговорной речи их часто называют «арматурными» из-за созвучия английского слова *armature* (якорь) с русским арматура. Якорь подвешен (уравновешен) в магнитном поле таким образом, что может вращаться в нем. Далее все просто: звуковой сигнал подводится к катушке, возникает

магнитное поле, якорь отклоняется от своего обычного положения. Через соединение движение якоря передается на мембрану, которая и дает звук.

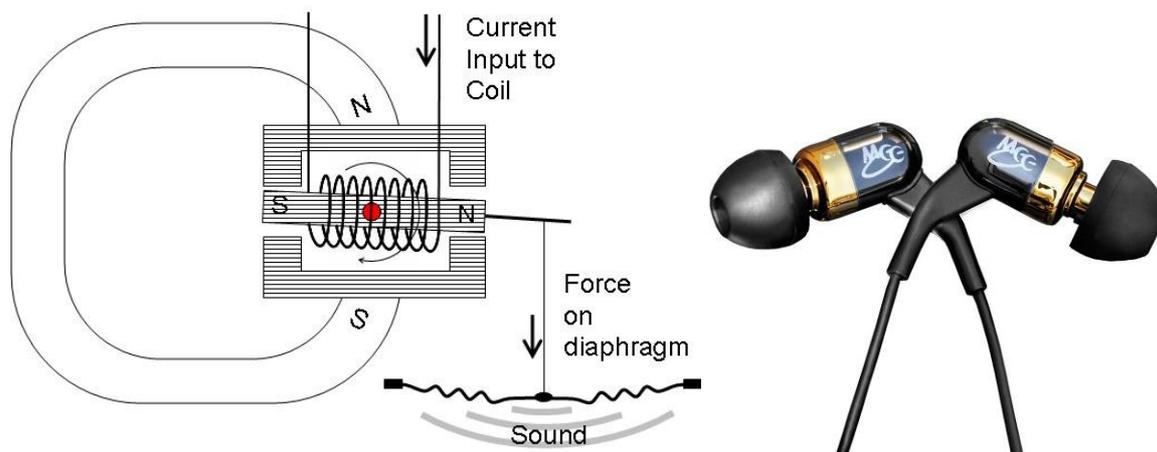


Рисунок 37 Конструкция с уравновешенным якорем и ее реализация - MEElectronics A161P

электростатические — используют тончайшую мембрану, расположенную между двумя электродами. Стоимость таких наушников обычно высока, однако они демонстрируют очень высокую чувствительность и высокую верность воспроизводимого звука. Недостаток — их нельзя напрямую подключить к стандартному выходу на наушники, поэтому к ним в комплекте идёт специальная док-станция;

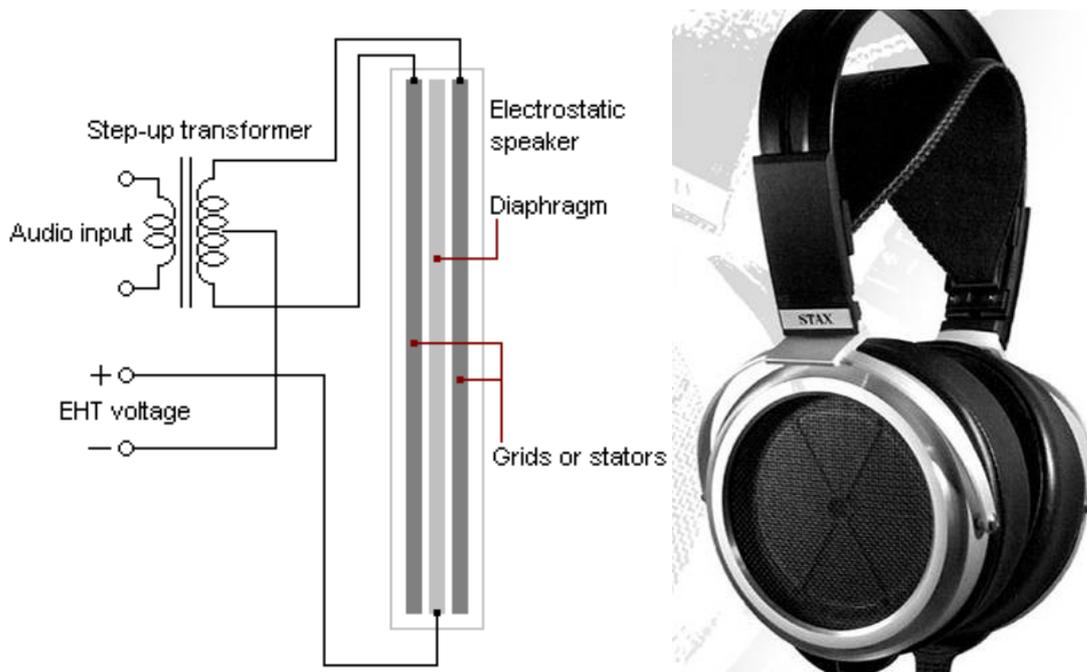


Рисунок 38 Конструкция электростатического динамика и ее реализация - Stax SR-009

изодинамические — В изодинамических наушниках звуковая катушка интегрирована в диафрагму (на мембрану нанесены тонкие токопроводящие дорожки). С обеих сторон диафрагмы находятся намагниченные элементы, которые возбуждают магнитное поле при прохождении электричества. Звуковая катушка движется в поле вместе со своей мембраной (как мы помним, они объединены здесь в единое целое), обеспечивая тем самым ровное распределение звука. По данной технологии, кстати, произведен ряд лучших известных винтажных моделей. К их числу относятся и некоторые советские наушники, которые и сегодня пользуются огромным спросом среди истинных любителей хорошего звука.

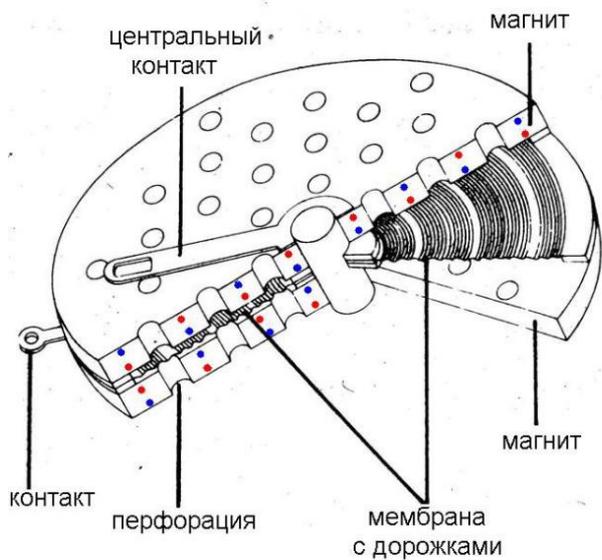


Рисунок 39 Конструкция с изодинамическим динамиком и ее реализация - HiFiMAN HE-400

ортодинамические — по принципу аналогичны изодинамическим, но мембрана и магниты имеют круглую форму.

По типу соединительных разъемов

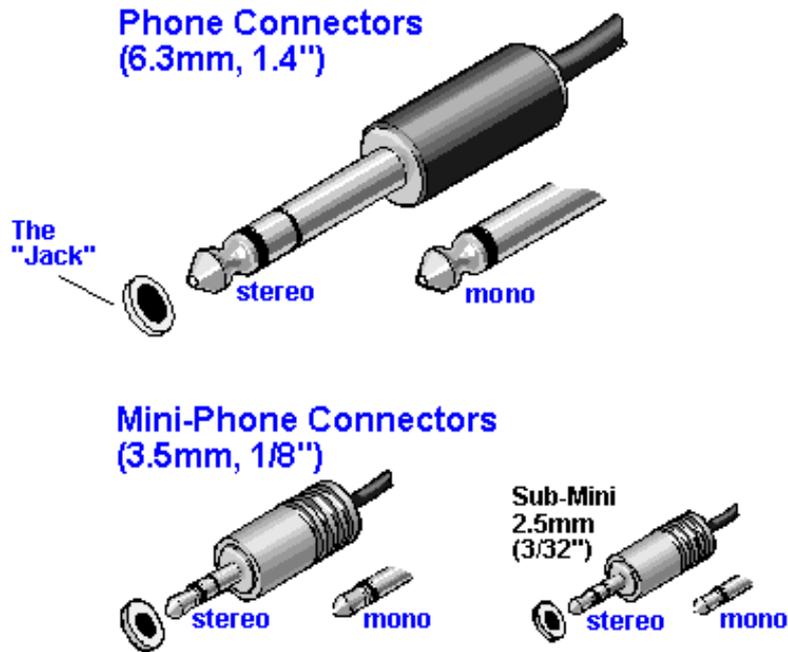


Рисунок 40 Jack (6.3);Mini-jack (3.5); Sub-mini / Micro-jack (2.5);

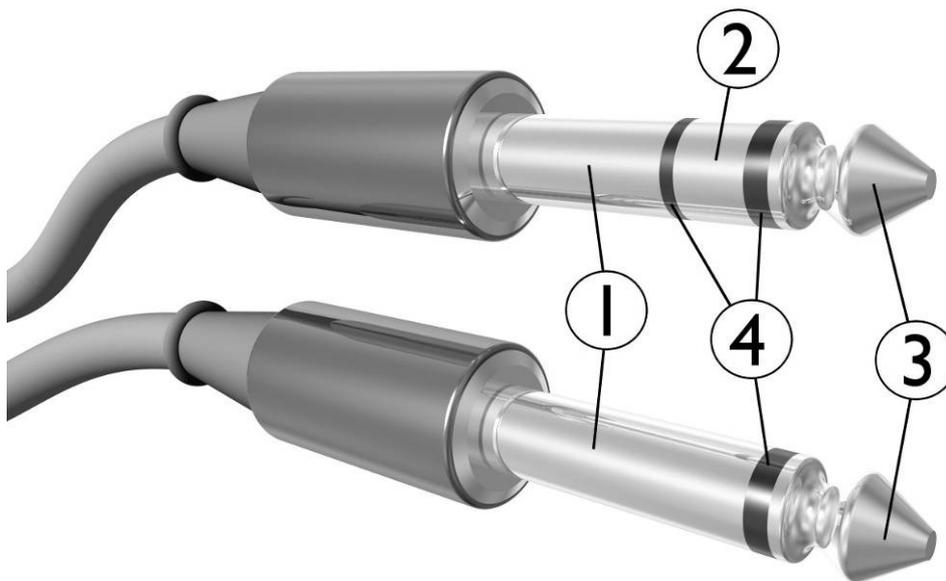


Рисунок 41 Контакты Jack: 1 - Sleeve: usually ground; 2 - Ring: Right-hand channel for stereo signals, negative phase for balanced mono signals, power supply for power-requiring mono signal sources; 3 - Tip: Left-hand channel for stereo signals, positive phase for balanced mono signals, signal line for unbalanced mono signals; 4 - Insulating rings

Контакты Jack: 1(втулка) – заземление; 2 (кольцо) – правый канал в стерео сигнале, отрицательная фаза в сбалансированном моно, питание в требующих питания источниках моно сигнала; 3 (наконечник) – левый канал в стерео, положительная фаза в сбалансированном моно, сигнал в несбалансированном моно; 4 – изолирующее кольцо

DIN, ОНЦ-ВН (в настоящее время устарели);



Рисунок 42 5-ти контактный DIN

РПВ-1, ШП-4 и др. (имеют специфическое применение или устарели);



Рисунок 43 РПВ - 1 и ШП - 4

USB (в основном используются в наушниках нового поколения).

Технические характеристики

Частотная характеристика

Эта характеристика влияет на качество звука наушников. Наушники с большим диаметром мембраны имеют повышенное качество звучания. Среднее значение частотной характеристики 18 Гц — 20 000 Гц. Некоторые профессиональные наушники имеют частотный интервал от 5 Гц до 60000 Гц. Наиболее широкий заявленный частотный диапазон у некоторых моделей достигает 7 Гц — 120 кГц (Sennheiser Orpheus HE 90).

Чувствительность (КПД)

Чувствительность влияет на громкость звука в наушниках. Обычно наушники обеспечивают чувствительность не менее 100 дБ, при меньшей чувствительности звук может быть слишком тихим (особенно при использовании наушников с плеером или подобными устройствами). На чувствительность влияет материал магнитного сердечника, применяемого в наушниках (например, неодимовые магнитные сердечники). Наушники-«вкладыши» с малым диаметром мембраны обладают маломощным магнитом.

Сопротивление (импеданс)

Здесь важно соответствие значения модуля полного электрического сопротивления наушников и выходного сопротивления источника звука. Большинство наушников рассчитано на сопротивление в 32 Ома. Наушники с сопротивлением в 16 Ом имеют повышенную излучаемую акустическую мощность. Для студийной работы используют наушники с максимальным значением импеданса, так как они имеют более линейную АЧХ (и следовательно более точную передачу звука).

Максимальная мощность

Максимальная (паспортная) входная мощность обуславливает громкость звучания.

Уровень искажений

Уровень искажений в наушниках измеряется в процентах. Чем меньше этот процент, тем лучше качество звучания. Привносимые наушниками искажения менее 1 % в полосе частот от 100 Гц до 2 кГц являются приемлемыми, тогда как для полосы ниже 100 Гц допустимо 10 %.

Источники

<http://www.3dnews.ru>

<http://www.ixbt.com>

<http://www.thg.ru>

<http://ru.wikipedia.org>

http://comprofit.ru/inform/index.php?id_page=2&id_article=14

http://personalaudio.ru/detail/prioritetnye_tekhnicheskie_parametry_naushnikov_i_usiliteley_dlya_nausnikov/

<http://tehpoisk.ru/articles/kakbyheadfphones>