

MaxxBass 103

МАСТЕР ИЛЛЮЗИЙ

История этой публикации не совсем обычная. Наткнувшись в журнале Car audio and electronics на краткое описание очередного «улучшайзера», я, естественно, не поверил рекламным фразам (все выглядело слишком хорошо, чтобы быть правдой), но был весьма заинтригован. Обнаруженная в номере одного российского журнала за 2002 год невнятная, полная фактических, логических и даже орфографических ошибок статья на «не шибко русском» языке только подлила масла в огонь. Захотелось разобраться всерьез.

Тема оказалась настолько интересной, что вместо задуманного первоначально краткого изложения материалов с сайта компании-производителя пришлось провести настоящее детективное расследование с углублением в историю и физику вопроса. В ход пошло все — даже собственный музыкальный опыт. Но этим дело не закончилось — в конце концов, проделав длинный путь из Америки, на мой стол попал и сам прибор. Сказать, что результат прослушивания меня поразил, — значит, ничего не сказать...

Анатолий Шухатов

Основная причина «нехватки баса» — снижение отдачи динамика на низких частотах, вызванное несовершенством его конструкции или неподходящим акустическим оформлением. До недавнего времени проблему решали «в лоб» — компенсировали снижение отдачи динамика при помощи коррекции АЧХ в низкочастотной области (бас-буст). Но для того, чтобы это привело к желаемому результату, необходимо, чтобы динамик имел большой линейный ход диффузора, а усилитель обладал соответствующим запасом мощности (каждые 3 дБ коррекции — это двукратное увеличение мощности, и потребности растут, как лавина). Невыполнение любого из этих условий приводит к резкому росту искажений, поэтому эффективность такого решения весьма условна, даже если отвлечься от цены вопроса. Получается парадокс: бас-буст ничем не поможет малогабаритным динамикам (ради которых он и придуман), а солидным он уже не нужен.

Совершенно иной подход предлагает израильская компания Waves, специализирующаяся на разработке профессионального оборудования для студий звукозаписи. Запатентованный ей психоакустический метод обработки сигнала MaxxBass оказался настолько удобным для автомобильной аудиотехники, что уже несколько компаний (Orion, Precision Power и другие) производят приборы, использующие новую технологию.

Принцип работы звукового процессора MaxxBass коренным образом отличается от обычных бас-бустеров.

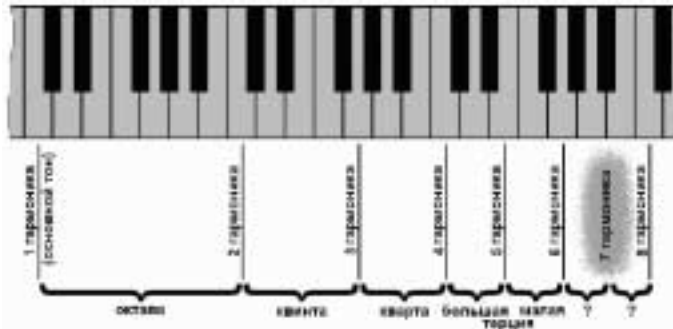
Вместо лобовой атаки здесь предпринят хитрый обходной маневр: спектр сигнала модифицируется таким образом, что его суммарная мощность не изменяется, но субъективное восприятие баса улучшается, а тональный баланс как минимум не ухудшается. Фонограмма, подвергнутая такой обработке, воспринимается более «плотной» и динамичной, несмотря на относительно небольшой ход диффузора динамика. Важно и то, что физически колебания самых низких частот отсутствуют, поэтому динамики не перегружаются, да и от усилителя не требуется высокой мощности.

ЧТО ЛЕЖИТ В ОСНОВЕ

Акустикам и музыкантам давно, еще со времен первых духовых органов, известен психоакустический эффект «фантомного основного тона». Если одновременно воспроизвести два сигнала, отличающиеся по частоте в полтора раза (F и $1,5F$), то мы услышим еще и фантомный сигнал с частотой $0,5F$, то есть на октаву ниже самого нижнего тона F . Но ведь такой частоты в исходном сигнале не было! Откуда она взялась?

Любой музыкальный звук помимо основного тона содержит множество обертонов (целых гармоник), расположенных на известных музыкальных интервалах, их определили еще эллины. Так, интервал между первой и второй гармониками составляет октаву (2:1), между второй и третьей — квинту (3:2), между третьей и четвертой —

кварту (4:3), между четвертой и пятой — большую терцию (5:4), между пятой и шестой — малую терцию (6:5). Набор обертонов определенной интенсивности создает индивидуальную тембровую окраску звука, что и обеспечивает его «узнавание». Седьмой гармонике, кстати, «не повезло» — она не образует с «соседями» гармонических интервалов, и при большом уровне дает диссонирующий призывок.



Механизм восприятия музыкальных звуков человеком детально изучал Гельмгольц, и доказал, что мы воспринимаем их не как независимые составляющие, а «одним куском» — как совокупность обертонов. Причем интенсивность и даже само наличие основного тона не играют в этом процессе особой роли. Если, сохранив набор гармоник и определенное соотношение их амплитуд, ослабить или даже полностью исключить основной тон, наш слух «домыслит» его — ведь дерева без корней и дома без фундамента не бывает.

Этот принцип с начала 18 века с успехом использовали создатели духовых органов, заменяя одну большую трубу набором регистровых труб меньшего размера. Стены такой звук не сотрясает, но создает полное ощущение глубокого баса. С появлением электроорганов этот метод синтеза низкочастотных звуков возродился на новом уровне. Так, выпускавшийся с 1972 по 1990 г. отечественный одноглотный электроорган ФАЭМИ был оснащен системой «искусственный бас», что позволяло весьма убедительно имитировать воспроизведение низких частот при помощи малогабаритного динамика мощностью всего 0,5 Вт.



Простейшие методы гармонического синтеза неплохо справлялись с поставленной задачей в электроорганах, но для обработки широкополосных сигналов подходили мало. Психофизиологические особенности слуха при этом не учитывались, соотношение амплитуд гармоник сохранялось постоянным во всем диапазоне частот и уровней сигнала. Кроме того, для обработки сложного сигнала требуется предварительно провести его спектральный анализ. Для этого нужен и соответствующий математический аппарат, и материальная часть.

Наконец в 1995 году Меер Сашуа, сотрудник компании Waves, создал модель, точно описывающую комбинации акустических гармоник для эффекта «фантомного баса». Технология запатентована в 1999 году как метод создания «низкочастотного психоакустического восприятия», или звуковой иллюзии баса, которого в действительности нет.

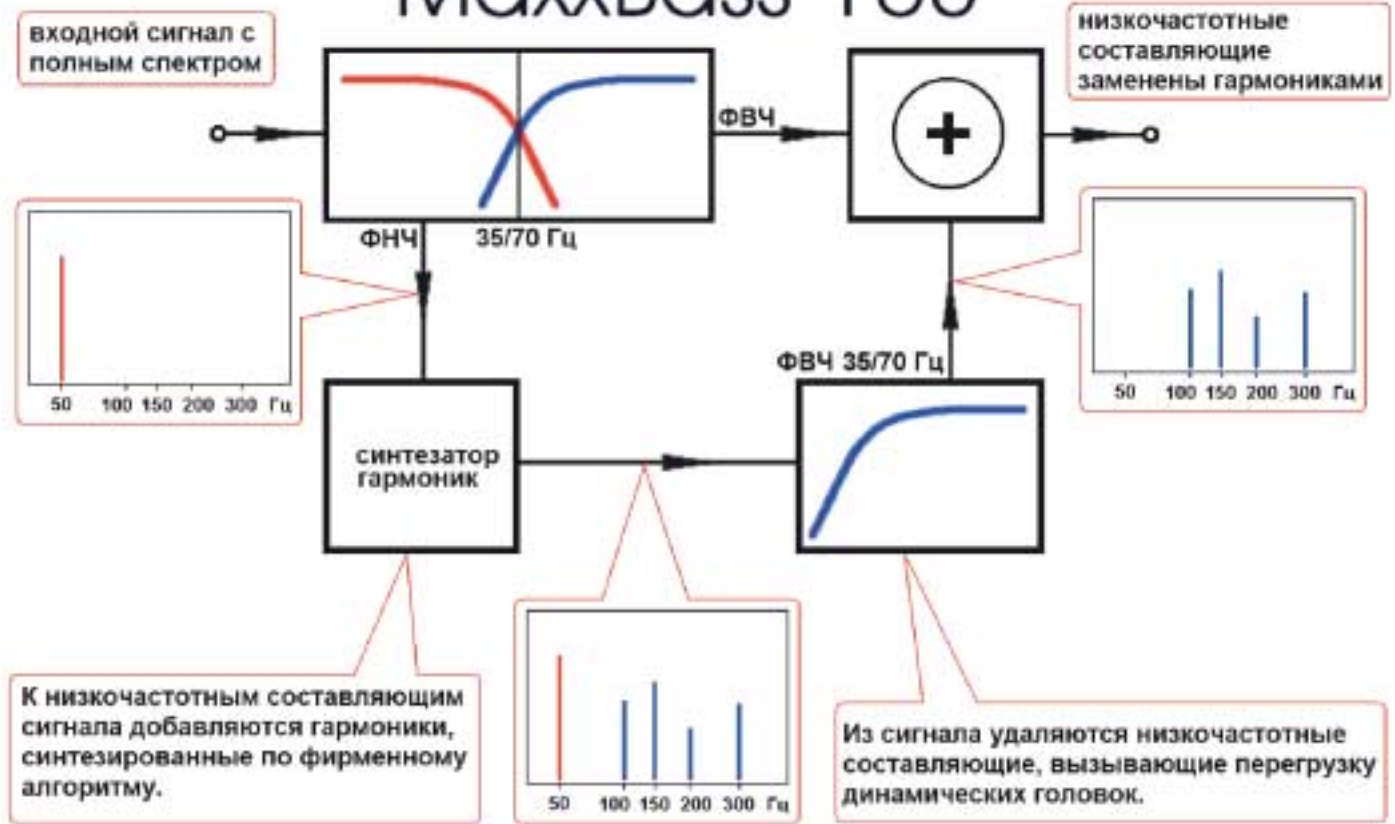
Первоначально программа обработки, названная MaxxBass, работала исключительно на компьютере. Затем в конце 2001 года была создана относительно недорогая интегральная микросхема MX3000AS MaxxBass ASIC, в которой была сосредоточена основная обработка сигнала. В результате появились профессиональные приборы MaxxBass 101 и MaxxBass 102, ставшие уже стандартным оборудованием звукозаписывающих студий. Однако слушателей гораздо больше, чем музыкантов, и компания Waves пошла дальше, предложив включить новую технологию обработки сигнала непосредственно в тракт воспроизведения. Так появился прибор MaxxBass 103, специально предназначенный для использования в автомобиле.

КАК ЭТО РАБОТАЕТ

После краткого изложения психоакустических принципов работы MaxxBass пора перейти к принципам схемотехническим, а потом и к «железу». Спектр сигнала, поступающего на вход прибора, разделяется на две части. Частота раздела F_x имеет два фиксированных значения — 70 Гц — для дверных динамиков, 35 Гц для сабвуферов. Все преобразования затрагивают только низкочастотную часть сигнала, а составляющие, частота которых выше частоты раздела, проходят на выход устройства без изменений.

После спектрального анализа для каждой частотной составляющей по фирменному алгоритму синтезируется набор обертонов определенной амплитуды, и добавляется к основному тону. Обработка сигнала занимает от 10 до 50 микросекунд, поэтому совершенно незаметна на слух. Затем фильтр ВЧ удаляет из синтезированного сигнала составляющие, частота которых ниже F_x . Полученный сигнал смешивается с исходным сигналом, прошедшим ФВЧ. Таким образом, низкочастотные составляющие сигнала, которые вызывают перегрузку динамических головок, в выходном

MaxxBass 103

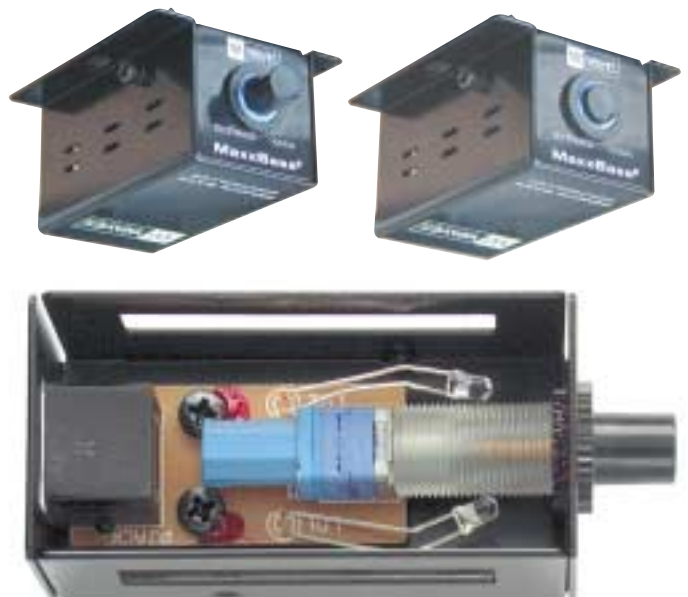


сигнале заменены гармониками. Меняя соотношение исходного и обработанного сигнала, можно воздействовать на глубину эффекта.

КАК ЭТО СДЕЛАНО

Конструкция прибора хорошо видна на фотографиях. Корпус — из гнутого стального листа, окрашен в черный цвет. Качество разводки печатной платы очень высокое, большая площадь земляных проводников, перемычек нет. Элементная база — операционные усилители TL074 от Texas Instruments, PIC-контроллер и сердце прибора — микросхема MaxxBass. Уровень разработки выше всяких похвал — достаточно сказать, что преобразователь напряжения выполнен не по обычной схеме на двух транзисторах с самовозбуждением, а с отдельным задающим генератором на TL594. И такое усложнение оправдано — задающий генератор формирует «мертвое время» между коммутирующими импульсами, а, стало быть, в выходном каскаде преобразователя отсутствует сквозной ток. В результате нет и высокочастотных «игольчатых» помех по цепям питания, которые плохо подавляются простейшими LC-фильтрами и, хотя и не воспринимаются ухом непосредственно, все же влияют на качество звучания. А прибор, хоть и обрабатывает сигнал только в низкочастотной области, использует весь звуковой диапазон.

Чтобы не ухудшить отношение сигнал/шум, необходимо выставить максимально возможную чувствительность прибора соответствующим регулятором. Встроенный индикатор перегрузки упрощает процедуру калибровки. Выходной уровень также регулируется, что позволит использовать MaxxBass 103 с любыми усили-



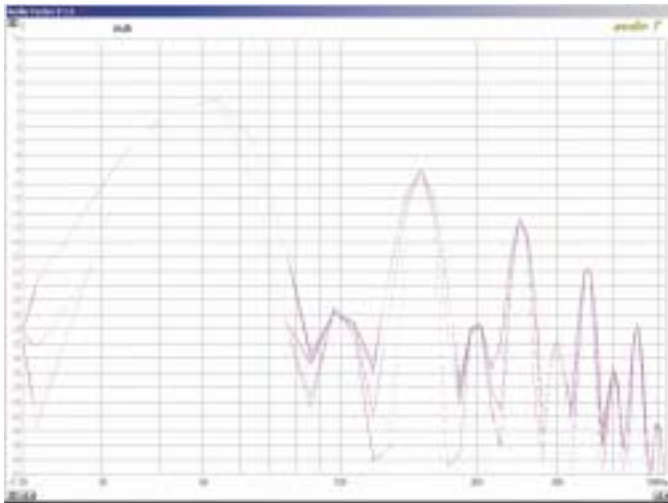
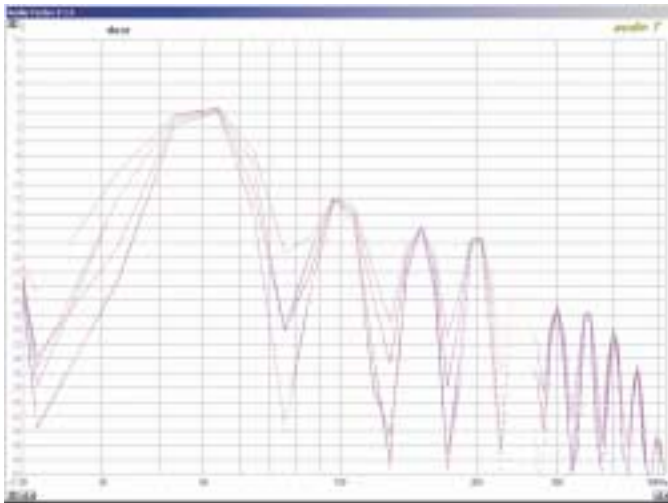
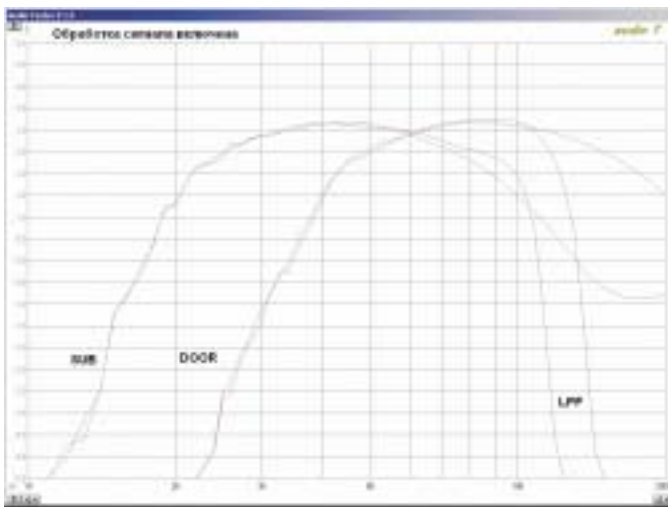


телями и упростит настройку готовой системы. Изменять степень обработки сигнала можно как регулятором прибора, так и при помощи проводного пульта дистанционного управления (при его подключении встроенный регулятор блокируется). Пульт подключается стандартным кабелем телефонного типа, помимо сигналов управления по нему подается еще и напряжения питания для синих светодиодов подсветки (см. фотографию пульта в раскрытом виде). Ручка регулятора выполнена в виде кнопки, и после настройки ее можно утопить.

Возможности прибора расширяет установленный на входе ФНЧ 4 порядка с частотой среза 120 Гц. Он пригодится, если источник сигнала не формирует отдельный сигнал сабвуфера. Кстати, формировать полосу частот сабвуфера нужно именно до обработки, а не после — иначе результат попадет псу под хвост (то есть фильтру под срез). Поэтому полоса частот усилителя сабвуфера должна быть никак не уже 200 Гц, а встроенный в него ФНЧ нужно отключить или установить в режим максимально широкой полосы.

ЗВУЧАНИЕ

Прослушивание MaxxBass 103 проводилось на разнообразном музыкальном материале, от классики и джаза до рока и рэпа. Использовались как домашние АС различного типа, так и автомобильные динамики размером 5,25 и 6x9 дюймов. Самое удивительное, что степень улучшения звучания обратно пропорциональна возможностям используемой акустики. На домашней системе высокого качества эффект был заметен лишь слегка, а при большой глубине обработки звучание становилось искусственным. После этого теста (в полном соответствии с известным анекдотом про японскую пилораму) к усилителю были подключены уникальные раритетные картонно-пластмассовые чудокolonки системы «Аккорд» (работать ниже 200 Гц не способны даже в сказке). Чуда, конечно, не произошло — суббас не появился, но верхний бас прорезался вполне отчетливо, с атакой и рельефом, и даже без слышимых нелинейных искажений. Окончательное тестирование, проведенное на автомобильных динамиках в «боевой обстановке», показало — обработка сигнала существенно улучшает звучание автомобильной аудиосистемы. Но описывать это словами — неблагодарная задача. Двенадцатидюймовый активный сабвуфер в хорах Баха просто брал за душу...



На графиках представлены результаты измерений. На верхнем - АЧХ прибора. Для наглядности включен режим максимальной глубины обработки. С ее уменьшением полоса рабочих частот расширяется вниз до 15 Гц по уровню -2 дБ.

На двух последующих графиках приведены спектры гармоник, сформированные прибором в двух режимах для синусоидального сигнала частотой 50 Гц. Нетрудно заметить, что в режиме «сабвуфер» весовые коэффициенты для четных гармоник уменьшаются.

MaxxBass 103 позволяет виртуально расширить диапазон эффективно воспроизводимых частот примерно на октаву-полторы вниз. Эффект очень интересный, это не похоже ни на коррекцию при помощи эквалайзера, ни даже на динамическую коррекцию ВВЕ. Противопоказаний к применению не обнаружено, однако оперативная регулировка степени обработки при смене жанра совершенно необходима, дистанционный регулятор обязательно пригодится. Наилучшим образом эффект проявляется при обработке инструментов с небогатым исходным спектром (электронный бас и ударные, синтезаторы, бас-гитара в «электрической» записи). Для классических басовых инструментов (ударные, контрабас, орган, бас-гитара в микрофонной записи) эффект заметен в меньшей степени, но приятен на слух. Бас после обработки становится плотным и собранным, в то же время никакой «отсебятины» прибор не вносит. Звучание при этом сохраняет естественность и заданный звукорежиссером тональный баланс. Кроме того, малогабаритные динамики не перегружаются, а к усилителю не предъявляется повышенных требований.

ВЫВОДЫ

MaxxBass 103 — идеальное средство для решения сразу нескольких задач. Во-первых, это улучшение звучания малогабаритных динамиков в штатных местах (не секрет, что многие автовладельцы по тем или иным причинам желают сохранить заводской дизайн автомобиля). Кроме того, полномасштабная акустическая подготовка двери или торпеды несопоставимы по затратам с установкой маленькой коробочки. Единственное условие — в системе должен быть внешний усилитель.

Во-вторых, MaxxBass 103 с динамиками калибра 6,5 дюймов радикальным образом решает проблему переднего баса — мечты всех (не побоюсь этого слова) аудиоманьяков. Удачно сформулировал этот тезис журнал Truckin (октябрь 2004): «передний бас — это святой Грааль для всех, кто свихнулся на басах» (*Up-front bass that's the holy grail of just about every bass-head*).

В-третьих, даже скромный сабвуфер на слух станет очень внушительным. А большой просто станет гигантом.

Поскольку достижение результата (по крайней мере, по первому пункту) не требует астрономической мощности усилителей, можно прогнозировать скорое распространение технологии MaxxBass и на головные устройства. Во всяком случае, в некоторых усилителях они уже прописались:

www.orioncaraudio.com

www.precisionpower.com