

Hi-Fi, High End AUDIO

Сентябрь '97

CLASS A

предпоследний из

||| MAGNEPAN



**Музыка для
СВОБОДНЫХ
людей**

It's a **SONY**

ВПЕРЕД, К ПОБЕДЕ

DVD ИЗМА

ВО ВСЕМ МИРЕ!

ВПЕРЕД, К ПОБЕДЕ

Выставка «Hi-Fi Show» в Сан-Франциско, на которой мне посчастливилось побывать в конце мая — начале июня с. г., стала для меня первой возможностью поучаствовать в DVD-революции, развернувшейся на американском континенте начиная с 1 апреля 1997 года, когда вслед за Японией¹ «волшебные аппараты» начали победное шествие по (пока) семи особо «продвинутым» городам США².

Мы, получившие высшее образование при советской власти, ещё не забыли курс по истории партии и политэкономии, поэтому не грех вспомнить теорию классовой борьбы и революционной ситуации с целью проанализировать, что нас ждет в ближайшем аудио/видеобудущем. Тем же, кто не знаком с соцреализмом, скажу, что квинтэссенцией всех методов партии можно считать здоровый цинизм, чем мы и воспользуемся сейчас.

Почему выход очередного видеоформата можно назвать революцией? На этот вопрос существует несколько возможных ответов, но кроме технических возможностей нового формата, главное — это то, что впервые в истории современной техники три полноправных соучредителя формата являются тремя китами экономики: это компьютерная индустрия, это студии Голливуда и шоу-бизнес в целом, и это, наконец, индустрия потребительской электроники. Никогда доселе при разработке потребительских форматов не было такого плотного взаимодействия (и противодействия) внутри и между этими тремя силами. Объект нашего описания — DVD-видео — является частью общей платформы DVD³,



которая может в себя включать, кроме видео-дисков, компьютерные его варианты — DVD, DVD-ROM, DVD-RAM, а также другие возможные будущие воплощения, в частности, особенно интересующие нас DVD-«audio» и т. д.

О каких классах здесь может идти речь? О классе производителей и о классе покупателей. О том, что не всегда в их взаимоотношениях существует гармония, можно судить хотя бы по тому, как в 80-е годы те же RCA потеряли миллиарды долларов на разработки аналогового лазер-диска для видео с «видеоснимателем», который «не пошел»⁴ (так называемый CED); потом Philips «налетели» на крупную сумму с форматом DCC. Еще не забыта история падения бытовой версии формата Betamax фирмы Sony. Конечно, не только трудящиеся (и покупающие) массы определяют успех того или иного начинания, но и без их участия история не делается.

В отличие от перечисленных примеров, где фирма противостояла

конкурентам в одиночку и потерпела крах, новая попытка внедрить следующий аудио-видеоформат предпринята с учетом неудач в прошлом. Вместо того, чтобы считать убытки ПОСЛЕ случившегося, фирмы-участники DVD консорциума⁵ решили обо всем договориться ДО и роль таких «случайных» факторов, как реакцию потребителей на новый формат, свести до минимума. Таким образом, это первый за последние 20 лет пример тотального противостояния «покупатель-производитель». Тем не менее революция начала свой марш по планете. Однако каждой революции предшествует революционная ситуация, когда «верхи не могут, а низы не хотят». Понятно, что класс производителей не может сидеть без работы, и история с вытеснением старого доброго винила форматом CD всем знакома. Захотят ли низы (т. е. мы) купить новый аппарат и регулярно покупать новые диски (т. е. оправдаются ли

¹ где DVD продаются уже с осени 1996 года.

² пока это только Чикаго, Даллас, Лос-Анжелес, Нью-Йорк, Сан-Франциско, Сиэтл и Вашингтон.

³ иногда DVD расшифровывается как «Digital Versatile Disc», в то время как DVD-Video — DVD («Digital video disc»).

⁴ использовалась специальная головка, в которой считываемый сигнал модулировал емкость.

⁵ в него официально входят 10 компаний: Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Philips, Pioneer, Sony, Thompson, Time/Warner и Toshiba. С мая 1997 года этот консорциум переименован в DVD Forum и открыт для участия других фирм.

DVD ИЗМА

ВО ВСЕМ МИРЕ!

(А НЕ В ОТДЕЛЬНО ВЗЯТОЙ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЗОНЕ)

расчеты DVD консорциума), будет сильно зависеть от массы факторов, на которых я хочу сейчас остановиться.

Кроме моих личных впечатлений от DVD-video (в последующем просто DVD), полученных во время посещения выставки в Сан-Франциско и в беседах с создателями форматов, а также с независимыми экспертами⁶, трудно переоценить информацию, полученную через Internet (адрес: www.homecinema.com/dvd/dvdindex.html, автор: Jim Taylor, название материала: «DVD Frequently Asked Questions (with Answers!)», а также из журнала Widescreen Review. Кстати, о тех, кому я давно предлагал наконец определиться, чьи интересы должен защищать их журнал — производителей или читателей — и сделать соответствующий вывод о достоверности материалов. Их, называвших меня максималистом и предлагавших мне начать издавать свой собственный журнал, я могу смело отослать к этому изданию, которое беспрецедентно по защите прав аудио- и видеопотребителей. Именно Widescreen Review отстаивал использование формата DTS⁷, хотя и в качестве «optional» для DVD. Материалы этого журнала отличает высокий уровень подачи, компетенция журналистов, своевременность и, повторюсь, реальная защита интересов «униженных и оскорбленных» (т. е. нас). При

этом они касаются не только кино и видео, но и аудиотехники тоже (и на очень высоком уровне — рекомендую).

Очевидно, что уровень переговоров и планы производителей подразумевают, что DVD займет заметное место в нашей жизни. Вопрос — чье это будет место⁸? Лазер-диска или кассеты VHS? «Только VHS», — отвечают участники консорциума, и это понятно, т. к. почти на 80 миллионов VCR (видеомагнитофонов) в США (около 250 миллионов во всем мире) продано около 2 миллионов LD-плееров (14 миллионов во всем мире). В США в 88% жилищ имеется хотя бы один VCR, в то время как лазер-диск плеер — лишь приблизительно в 1%. Поэтому успех или неуспех революции DVD будет определяться на полях сражений с форматом VHS. Что касается лазер-дисков, то их качество было всегда выше, чем VHS, однако, как показывают цифры, качество не является приоритетом при выборе видеоформата почти для 90% населения США. Ситуация напоминает то, что происходит в High End Audio — никакие попытки повлиять на ход развития технологии результатов пока не дали. Можете ли вы представить себе цветное

телевидение в мире, 90% жителей которого — дальтоники?! Думаю, что нет. А как насчет суперкачественной аудиотехники или записей, когда 95% потребителей — «глухие»?! Схожая проблема стоит и перед DVD. Есть опасения, что он может оказаться СЛИШКОМ хорошим для того, чтобы добиться успеха (т. е. выжить).

Создатели DVD ссылаются на три преимущества формата DVD по отношению к VHS. Во-первых, это существенно более высокое качество изображения и многочисленные дополнительные функции. Во-вторых, носитель в отличие от VHS не портится со временем и от каждого прогона. И в-третьих, это фактор «коллекционности», который проявляется, скажем, в том, что CD вызывает больше уважения, чем обычная аудиокассета. Рассмотрим подробнее каждый из них в отдельности.



Г. Эдджерс М. Фидлер Дж. Кейн

⁶ такими, как Майкл Фидлер (Pioneer), Крайг Эггерс (Toshiba), а также Джозеф Кейн (Imaging Science Foundation).

⁷ объективно более качественного, чем принятый Консорциумом стандарт Dolby Digital (AC-3).

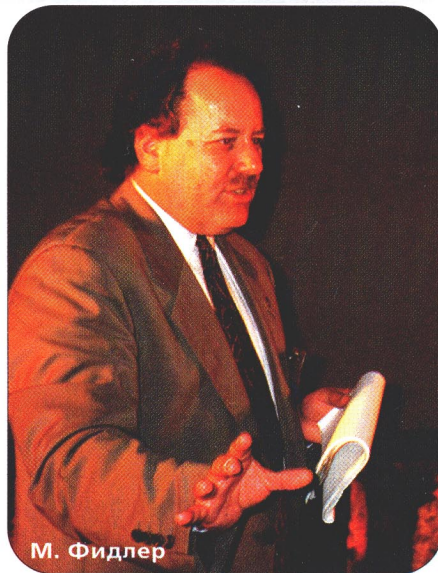
⁸ свято место, как известно, пусто не бывает, т. е. «свободных мест нет», и создать новый формат, сосуществующий совместно с двумя старыми, просто никому не придет в голову.

Во-первых, насчет качества изображения и звука, которое нас ждет. Чтобы немного разбавить собственное мнение фактами, приведу несколько технических характеристик (взятых, в основном, из Интернета).

«... DVD-видео является одним из применений платформы DVD-ROM. В формате DVD-видео применяется процесс сжатия данных MPEG-2. Это означает, что DVD формат определяет подразделения этих стандартов с целью применения на практике в качестве DVD-видео. DVD-ROM может содержать любую цифровую информацию, но DVD-видео ограничивается определенным типом данных, полученных с целью передачи телевизионного изображения. На каждом диске записан только один трэк (поток данных) в режиме либо постоянной скорости считывания, либо переменной, содержащий видеоинформацию, сжатую с помощью процесса MPEG-2. Используется его сокращенная версия. Также может поддерживаться дополнительный профиль MPEG-2 на основном уровне. Кроме того, допускается сжатие данных с помощью процесса MPEG-1⁹ как с постоянной, так и с переменной скоростью считывания. Поддерживаются две видеосистемы: 525/60 (NTSC, 29.97 кадров в секунду при чересстрочной развертке) и 625/50 (PAL, 25 кадров в секунду при чересстрочной развертке). Могут использоваться следующие частоты кадров: 24 кадра/сек (последовательная или чересстрочная развертка), 25 кадров/сек (чересстрочная развертка) в системе PAL и 29.97 кадра/сек (чересстрочная развертка) в системе NTSC. При частоте 24 кадра/сек кодер MPEG-2 повторяет первые флаги полей в потоке видеоинформации с целью сокращения количества кадров в соотношении либо 3 к 2 для телевизоров с частотой кадровой развертки 59.94 Гц, либо 2 к 2 (с 4% ускорением) для телевизоров с разверткой 50 Гц. Другими словами, DVD-плеер «не знает» реальной частоты кадров, он про-

сто следует инструкциям кодера MPEG-2, чтобы воспроизвести записанное изображение с частотой 25 кадров/сек или 29.97 кадра/сек (на данный момент нет ни одного плеера, который мог бы преобразовывать сигнал из системы PAL в NTSC или наоборот). Интересующиеся могут получить дополнительную информацию о процессе MPEG-2 из Интернета (<http://www.mpeg.org>).

Максимальные размеры картинки составляют 720x480 (при 29.97 кадра/сек) или 720x576 (при



25 кадрах/сек). Изображения обрабатываются с помощью специальных алгоритмов, использующих в среднем 12 битов на один пиксель (глубина цвета будет тем не менее составлять 24 бита, так как выборки цвета делятся между 4 пикселями). Исходный несжатый поток данных составляет 124 416 Mbps (мегабит в секунду) в случае видеоисточника (720 x 480 x 12 x 30 или 720 x 576 x 12 x 25) или 99 533 (119439) Mbps в случае киноплёнки (720x480x12x24 либо 720x576x12x24). По результатам традиционных (и достаточно субъективных) методов телевизионных измерений горизонтального разрешения DVD может обеспечить до 540 линий на обычном телевизоре формата 4:3 и до 450 линий на широкоэкранный телевизор. На практике большинство DVD-плееров вряд ли смогут обеспечить более, чем 500 линий из-за фильтрации.

К слову, VHS-кассеты дают 230 линий на обычном TV (172 — на широкоэкранный), а лазер-диск порядка 425 линий (318 — на широкоэкранный). Различные плееры используют различную разрядность в своих видео-ЦАПх (скажем, Sony и Toshiba используют 10-битные, а Pioneer и Panasonic — 9-битные). Это не имеет никакого отношения к процессу MPEG. Однако дополнительная разрядность обеспечивает больший «запас» аналоговых уровней сигнала, что, в принципе, может дать лучшее качество изображения.

Максимальная скорость обработки видеоинформации 9.8 Mbps. Средняя скорость составляет 3.5 Mbps, но она зависит от длительности программы, качества записи, количества аудио- и видеоинформации и т. д. Сжатие составляет 36:1 в случае мастер-видео ленты (использующей 124 Mbps), или 28:1 в случае киноплёнки (100 Mbps). «Сырая» информация считывается с постоянной скоростью 26.16 Mbps. После демодуляции 8/16 скорость обработки снижается до 13.08 Mbps. Буфер подает поток данных в систему с переменной скоростью до 10.08 Mbps. Если система перегружается, то максимальная скорость обработки элементарных потоков (аудио + видео + дополнительная видеоинформация) составляет все те же 10.08 Mbps. MPEG-1 допускает максимальную скорость обработки 1.856 Mbps (типовая — в пределах 1.15 Mbps). Заставки (записанные как MPEG-2 I-Frames) могут демонстрироваться как в течение ограниченного времени, так и бесконечно долго. Как правило, они используются для меню и могут сопровождаться звуковыми заставками.

На диске может быть записано до 32 потоков дополнительной видеоинформации (так называемые Subpictures). Они используются для субтитров, в том числе для слабослышащих, детей, караоке, также может создаваться «аккомпанирующая» основной картинке примитивная мультипликация. Эта информация может заполнять весь экран и кодироваться в соответствии

⁹ более примитивного, используемого, в частности, в устаревшем формате CAV.

с прошедшим от начала записи временем и ограничена 4 типами пикселей. Для каждой из групп такой видеоинформации предусмотрены 4 цвета, выбираемые из палитры 16 цветов. Определенная последовательность команд для контроля изображения может использоваться с целью получения дополнительной информации и создания таких эффектов, как вращение, движение, выделение цветом и «замирание». Максимальная скорость обработки информации для «Subpicture» составляет 3.36 Mbps с максимальным размером на один кадр не более 53220 байтов...»

Фу!.. А как насчет аудио?

Как уже упоминалось в предыдущем номере журнала, DVD-аудиоформат пока не существует.

«...The International Steering Committee объявил, что находится в ожидании принятия окончательного проекта DVD-audio в декабре 1997 года. Это может означать, что в лучшем случае DVD-audio продукты могут появиться не раньше 1999 года. Поэтому дальнейшие рассуждения касаются аудиодорожек на DVD-видеодисках. Кое-кто из производителей, например Pioneer, разрабатывает «только» аудиоплееры, использующие формат DVD-video. Итак, на диск DVD-video может быть записано до 8 аудиодорожек (потоков информации). Каждый такой трэк может быть в одном из трех форматов¹⁰:

- Dolby Digital (то, что раньше называлось AC-3);

- MPEG-2 Audio: от 1 до 5.1 или 7.1 каналов;

- PCM: от 1 до 8 каналов.

Предусмотрено также использование двух дополнительных аудиоформатов: DTS и SDDS. Оба требуют внешних декодеров. «.1» означает канал низкочастотных эффектов (LFE), к которому подключается сабвуфер. В этом канале записывается подчеркнутый басовый аудиосигнал («low frequency effects»). Все пять аудиоформатов поддерживают режим караоке, который имеет два канала для стерео (L и R) плюс дополнительный канал (M) для мелодии и два до-

полнительных канала для вокала (V1 и V2).

Диски, на которых записан сигнал NTSC (525/60), должны, согласно формату, использовать PCM или Dolby Digital, по крайней мере, на одной из дорожек. Диски, на которых записано видео в системе PAL/SECAM (625/50), должны использовать PCM или MPEG Audio, по крайней мере, на одном из трэков. Дополнительные трэки могут быть в любом формате. DVD Forum уточнил, что только Stereo MPEG Audio ОБЯЗАТЕЛЕН для 625/50 дисков, в то время как многоканальный формат MPEG-2 только РЕКОМЕНДОВАН к использованию. Так как такие многоканальные декодеры пока не выпускаются, то подавляющее большинство 625/50 дисков будет использовать многоканальный формат Dolby Digital. С целью получения стерео (аналогового или цифрового) выхода все DVD плееры системы NTSC и пока все плееры системы PAL имеют встроенный декодер Dolby Digital, который смешивает 5 каналов (если они записаны на диске) с получением 2 каналов Dolby Surround Sound (т. е. при этом 5 каналов кодируются с помощью матрицы в 2 канала, которые в последующем будут декодированы в 4 внешним процессором Dolby Pro Logic). Как Dolby Digital, так и MPEG-2 поддерживают 2-канальный Dolby Surround как аудиоисточник в случае, если продюсер DVD-диска не может или не желает микшировать саундтрэк на несколько дискретных каналов. Это означает, что если на DVD-диске написано «Dolby Digital», то это может, в частности, подразумевать, что записаны только левый и правый каналы для Surround-процессора или даже обычное стерео. Даже старые фильмы с монофоническими саундтрэками могут использовать Dolby Digital — но записаны при этом будут лишь 1 или 2 канала.

Процесс получения из 5 дискретных каналов 2 («downmix») не включает канал LFE и может компрессировать динамический диапазон с целью увеличить разборчивость диалога и предостеречь звук от «провала» на средней¹¹

домашней системе. В результате качество звука на системах High End Audio явно ухудшается. На некоторых DVD-плеерах этот режим компрессии динамического диапазона можно выключать. Downmix прослушивается во время создания фонограмм, и если результат по каким-либо причинам неприемлем, то его могут попытаться откорректировать или добавить отдельные трэки левого и правого каналов Dolby Surround. Как показывает опыт, небольшая коррекция подчас желательна с целью повышения разборчивости диалога, особенно в контексте ограниченного динамического диапазона «средней» системы; при этом отдельные дорожки, как правило, не являются необходимыми. Если качество Surround Sound сопровождения вам не безразлично, то однозначно более качественный результат можно получить с дисков с многоканальными дискретными трэками (если использовать настоящую систему Dolby Digital).

Линейная PCM (т. е. Pulse Code Modulation (импульсно-кодовая модуляция) является несжатым (т. е. без потерь) аудиоформатом, т. е. тем же форматом, что используется на CD. Частота дискретизации может быть разной: 48 или 96 кГц, как и разрядность: 16, 20 или 24 бита на выборку. (Аудио CD ограничен 44.1 кГц при 16 битах). Каналов может быть от 1 до 8. Существует мнение, что динамический диапазон в 96 дБ в случае 16 бит, а тем более 120 дБ в случае 20 бит при частотном диапазоне до 24 кГц, более чем достаточен для супервысококачественной звукозаписи. Дополнительная разрядность и более высокие частоты дискретизации безусловно повысят качество фонограмм, особенно в студийной работе, при цифровой обработке и трехмерном воспроизведении звука. Все DVD-плееры обязаны поддерживать любые вариации LPCM, однако некоторые из них могут преобразовывать частоту дискретизации 96 кГц в 48 кГц и понижать разрядность 24 бит, а некоторые не смогут даже полноценно справиться с 20-битовой информацией, т. е. выходной цифровой сигнал, направляемый на внешний ЦАП, может быть

¹⁰ В прошлом номере журнала (стр. 10) допущена неточность: там указано, что для Европы принят двойной стандарт Dolby Digital и AC-3, что одно и то же. Конечно же, подразумевались Dolby Digital и MPEG-2 Audio. Редакция приносит извинения за эту оговорку.

¹¹ Т. е. основной для производителей.

ограничен качеством схемотехники и не достигают обеспечиваемого software'ом уровня 96 кГц/24 бит (см. интервью с Ричардом Пауэрсом, ведущим специалистом в этой области, в предыдущем номере журнала).



Р. Пауэрс

MPEG-2. Скорость обработки может меняться от 32 Kbps до 912 Kbps, при этом 384 Kbps является нормальной средней скоростью. Комбинации каналов (фронт/тыл): 1/0, 2/0, 2/1, 2/2, 3/0, 3/1, 3/2 и 5/2. LFE канал — дополнительный со всеми из перечисленных комбинаций. 7.1 формат добавляет Left-Center и Right-Center каналы, но маловероятно, что им будут пользоваться в домашних условиях. MPEG-2 Surround каналы могут переводиться матричным способом в MPEG-1 стереоканалы, что делает MPEG-2 Audio совместимым с «железом», использующим MPEG-1 (MPEG-1 системы «видят» только 2 стереоканала).

DTS¹² — дополнительная многоканальная система 5.1 цифрового аудиоформата, «сжатого» из PCM (48 кГц) оригинала. Скорость обработки может быть от 64 Kbps до 1536 Kbps. Комбинации каналов: 1/0, 2/0, 3/0, 2/1, 2/2, 3/2. LFE канал — дополнительный во всех комбинациях.

SDDS (разработан Sony) — дополнительный многоканальный стандарт (5.1 или 7.1), «сжатый» из PCM (48 кГц). Скорость обработки может достигать 1280 Kbps.

DVD-5¹³ с одним Surround стереопотоком данных (при 192 Kbps) может обеспечить более 55 часов аудиоинформации на диске. DVD-18¹⁴ соответственно может «играть» более 200 часов.

На сегодня, думаю, хватит. Такое длинное отступление, мне кажется, показало гибкость формата DVD и возможность использования в контексте технических спецификаций таких новинок, как выбор языка, выбор развития сюжета, выбор формата изображения, компонентные видеовыходы, мгновенный доступ, защиту от несанкционированного копирования, программирование и, что немаловажно, ГОРАЗДО БОЛЕЕ ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ИЗОБРАЖЕНИЯ, чем на любом из известных мне¹⁵ любительских видеоформатов. Однако массы, как следует из всех социологических исследований, больше внимания

обращают всегда на содержание, чем на качество. Как сказал Larry S. Gullman¹⁶, «Сегодняшний рынок вновь готов к революции, но только теперь эту революцию совершат большие вложения и дешевый продукт». Большие вложения налицо, но можно ли считать DVD-плееры и DVD-диски дешевыми? Не думаю. Отличия нового этапа от CD-революции очевидны, и основное — это повторное использование носителя, т. е. если любимый CD можно прослушать сотни раз, то можно ли выдержать просмотр самого любимого фильма хотя бы «разов с пяток»? Второе принципиальное отличие — это поддержка производителей носителя. Если CD поддержали почти безоговорочно все основные фирмы грамзаписи, то в лагере кинематографистов пока разброд: Disney, Fox, Paramount и Universal пока не присоединились к лагерю DVD (лазер-диски и VHS-кассеты с новыми фильмами этих студий продолжают выходить). Официальная версия — недостаточная защита авторских прав (хотя над защитой DVD бились около года, причем, оказывается, в США при ЦРУ есть специальная комиссия, защищающая монополию государства на «нераскалываемые» шифры; она и определила уровень защиты DVD, который эта комиссия расколола, однако дальнейшие попытки усложнить кодировку были запрещены). Более того, компания Warner хоть и присоединилась к «прогрессивному человечеству», т. е. к самым крупным студиям, таким как Columbia Tri Star (Sony), Live Entertainment, MCA, MGM, New Line, Polygram, Universal (Matsushita), но намекнула, что если противоречия в рядах «софтверщиков» не разрешатся к концу этого года, то они могут «одуматься» и пересмотреть свою позицию поддержки DVD. На самом деле, «неприсоединившиеся» осуждают саму практику проката, тогда как «присоединившиеся» против нее ничего не имеют. Похоже, что этот конфликт быстро себя не исчерпает, что, конечно, ослож-

12 все слышанные мной демонстрации «DTS против AC-3» убедительно демонстрируют однозначное преимущество по качеству звука у DTS 5.1. Также существуют CD-Audio, записанные в DTS: в частности, последний CD Алана Парсонса.

13 т. е. односторонний, однослойный.

14 двусторонний, двухслойный.

15 как в Сан-Франциско, так и в нашем магазине, где уже несколько месяцев продаются DVD.

16 президент MSB Technology Corporation (Widescreen Review, issue 20, стр. 70-72).

няет положение DVD на рынке.

Также проблематично отсутствие возможности записи на DVD. Если DVD-RAM¹⁷ и DVD-ROM¹⁸ появятся скоро, то необходимое «железо» и программное обеспечение для записи НА ВИДЕО стоят пока что десятки и сотни тысяч долларов, тогда как на VHS запись почти ничего не стоит (кроме кассеты). Что подводит нас к проблеме «Authoring»¹⁹, стоимость и сложность подготовки видеоматериала на DVD ограничивает количество и качество DVD-дисков. Несмотря на то, что ПОТЕНЦИАЛ DVD огромен, будет ли он реализован, пока не ясно.

Приземленность запросов среднего обывателя сводит на нет возможности многих технологий. Пример — HDCD. По мнению многих специалистов (см. интервью с Ричардом Пауэрсом в прошлом номере журнала), HDCD — это лучшее, что появилось в технологии обычного CD за последние 20 лет. В принципе, HDCD позволяет на 16-битовом CD приблизиться к разрешению 20-битового носителя. Однако из-за желания угодить среднестатистическому покупателю все коммерческие CD в формате HDCD (Dolly Parton, Sparks и т. д.) звучат просто ужасно. Уже упоминался «downmix» с 5.1 на Surround Stereo. Боюсь, что так же «выворачивается наизнанку» и HDCD, после чего от него не остается даже рожек и ножек, и аудиофилы начинают делать из плохих примеров плохие выводы.

КАЧЕСТВО ЗВУКА с DVD, похоже, хуже, чем с CD. Это подтвердили мои попытки использовать Toshiba SD 3006, один из лучших DVD-плееров, как в качестве транспорта и полного CD-плеера, так и по прямому назначению, и при этом оценить качество звучания самих DVD-дисков. Оказалось, что оно — на уровне весьма среднего (\$150-200 по стоимости) CD-плеера. Причина, по-моему, такая: в DVD больше скорость вращения при большей плотности информации, что ведет к более высокому джиттеру (более

чем в 1000 раз выше, чем у дешевого CD-плеера). Что касается будущего DVD-Audio, см. прошлый номер журнала, где эта тема подробно обсуждается, хотя по эксперименту с проигрыванием CD становится ясно, что звук в DVD приоритетом не является.

В отличие от DVD-плееров, LD-плееры всегда отличались высоким качеством звука (как с аналоговых аудиоканалов, так и PCM-каналов). Не зря такие фирмы, как Theta и EAD, брали за основу LD-механизм, считая его изначально более качественным, чем обыкновенный CD-механизм. Что касается изображения с лазер-диск плееров, то оно, безусловно, уступает по качеству DVD²⁰, НО (большое «но»): только тогда, когда дисплей позволяет это увидеть. Я буду удивлен, если кто-то увидит разницу между хорошим LD и средним DVD на среднем 21 — 29 дюймовом экране телевизора (качество DVD зависит, как видно из вышеизложенного, от многих факторов, включая опыт операторов и продюсеров процесса подготовки пре-мастера). Конечно, на большом экране и с хорошим проектором DVD побеждает, но много ли среди владельцев VHS магнитофонов наберется обладателей проекторов и больших экранов? Вопрос риторический.

Поэтому пока VHS-кассета и DVD будут таскать друг друга за чубы, реальным победителем в намечавшейся DVD-революции, похоже, станет третий соперник, а именно — лазер-диск. В его пользу говорит все: во-первых, громадная видеотека (в Америке около 9000 наименований фильмов, а всего в мире 38 000 наименований), второе — дешевизна²¹ и отлаженное производство, поддержка новых звуковых форматов (Dolby Digital, DTS, SDDS), более высокое качество звука, чем с DVD. Если DVD форум выполнит обещание и выпустит в 1997 году 200 фильмов (большинство — старых), а в последующие годы — по 500 фильмов в год, то лет через 15-20 коллекция

DVD фильмов приблизится к цифре 10 000, при этом каждый месяц в Америке выходит около 100 новых лазер-дисков. Очевидно, что в ближайшие годы все, что будет выходить на DVD, будет также выходить на LD, но не наоборот. Pioneer, один из создателей LD, уверенно смотрит в будущее и не собирается оставлять его без поддержки еще многие годы. Вдобавок, шум вокруг DVD привел к резкому снижению цены на сами лазер-диски и на плееры и к резкому возрастанию интереса к LD, который обывателю позволяли долго обходить стороной, концентрируя его внимание на других «игрушках».

Вернувшись к тезису классовой борьбы производителей с покупателями, на основании нашего анализа можно сделать вывод: производители выпустили из бутылки джинна-искусителя, ставящего под сомнение существующее status quo. На DVDизм производители поставили очень много, и отступить им некуда: позади — Токио. Если вы предпочитаете наблюдать революции по телевизору²² и считаете, что дураки учатся на своих ошибках, а умные — на чужих, то уверен, что сейчас к вашему телевизору подключен лазер-диск плеер.

Михаил Кучеренко
Фото Вадим Чвертко



17 т.е. перезаписываемые.

18 т.е. допускается одноразовая запись.

19 т.е. «Авторства» - нанесения информации на пре-мастер.

20 особенно при использовании «компонентных» выходов (YUV), когда четкость изображения, отсутствие аналогового шума и других artifact'ов однозначно свидетельствуют в пользу DVD.

21 раз в 5 дешевле, чем подготовка фильма (т.е. «authoring») для DVD.

22 ...а не участвовать в них. В противном случае, вы — настоящий революционер с огнем в груди. Bravo!

НАПОЛОВИНУ ЖЕЛТЫЙ СИНГЛ

Главное, что как раз сейчас ничего и не получается. Года 2-3 назад все было легко, просто и ясно. Казалось, что все известно, причем мне — намного лучше, чем другим, а нынче жизнь вошла в какую-то непонятную фазу. Ну, например, можно же было тогда позволить себе опоздать на поезд? Ведь времени было навалом, выпили еще по чашечке чая, а как дошло до посадки — прямо как в ночном кошмаре: поезд неизвестно, на каком пути, ноги ватные, движения замедленные... Результат — затянувшаяся беседа да потерянные деньги (как раз хватило бы на тот самый диск Мингуса). Но кому приходило в голову горевать из-за таких мелочей? А нынче все эти беседы с усилителестроителями становятся все более банальными, поэтому на поезд никто уже не опаздывает. Вот набор характерных фраз: "Мои усилители нейтральные, они растворяются в музыке — прямонакальные триоды, однотоктная концепция... переход через ноль, серебряный провод, 20 лет исследований", а также чисто российский сленг: "Круче любой фирмы"... недорого... дипломированный специалист... много лет на радио (в кино, на эстраде, телевидении), и все это время одна лишь мысль не давала покоя: ну как же все-таки его, подлеца, сварганить так, чтобы играл?!.. И вот собрались, значит, мы на кухне... производство, кредиты, правительство...". Хорошо, хорошо — давайте по порядку. Не нравится мне это огромное количество аппаратов, специально сделанных для очень качественного прослушивания хороших фрагментов определенной музыки при строго определенных обстоятельствах. То есть для напряженной работы над своими и чужими ушами.

Никогда не приходилось задумываться над тем, почему на фирменных магнитофонах писали "PLAY", а на советских — "РАБОЧИЙ ХОД"? Так вот с PLAY'ем зачастую бывали проблемы. Сколько раз срабатывал один и тот же наглый трюк — среди томной аудио-

фильной богемы вытаскиваешь из сумки что-нибудь попроще, например, Chris Rea, и просишь покрутить немного — звук моментально разваливается, как баррикада из спичечных коробков. В ответ, понятно, выслушиваешь снисходительные поучения, что такое, мол, вообще не слушают и т. д.



Александр Тарим

Нет, я не издеваюсь, а просто хочу сказать, что когда движешься к музыке, отправная точка и методы достижения результата не столь важны — целенаправленные усилия приведут к цели, ибо музыка едина с человеком, ее созвучия неразрывны с нашим существом и заложены в нашей генетической памяти. Очевидно, когда с генетикой плохо, вместо потребности слушать хорошую музыку возникает желание подглядывать в бинокль за плохо задернутую занавеску в доме напротив...

Ладно, об извращениях ни слова. Лучше попробую поделиться с читателем моей концепцией разработчика на примере, скажем, проекта Master Blaster — усилителя, претендующего на подачу "волны" музыки, пресловутого "серого пламени", где нюансы и подробности не акцентируются, а скорее воспринимаются на уровне подсозна-

ния, без расчленения потока на составляющие. По сути дела, прототипом ему послужил мой же усилитель Old-Timer 2 x 40 Вт, демонстрировавшийся как концептуальная модель на выставке "Российский High End 95" и получивший там некоторые положительные отклики (см., например, "In/Out", NN 13-14). К сожалению, тогда не удалось полностью реализовать потенциал схемы из-за модульной закрытой конструкции и многочисленных внутренних разъемов и проводов не самого высокого качества. Что же касается скелетной схемы (см. рисунок 1), то здесь отметим первый каскад на уникальной 6С45П (о, золотое время страстей по скоростным лампам!), смещение в котором организовано с помощью светодиода (тип и цвет не имеют значения). Драйвер SRPP на 6Н13С (подозреваю, что пара 6С19П была бы по-своему интересна) позволяет применить повышающий переходной фазоинверсный трансформатор. Оконечный каскад на 6С33С с одним подогревателем (повышенная линейность) работает в классе АВ и своим характерным тембральным балансом здорово "тормозит" сигнал, в целом уравновешивая бурный темперамент входного каскада. Источник постоянного тока на 6922 в цепи смещения — не самый худший способ решения проблемы "холодного" конца обмотки переходного трансформатора и обратных токов сетки, чему можно было бы посвятить отдельную статью. Остается добавить, что вся эта схема решительно ничего не стоит без правильной организации электропитания, а здесь она предельно нетрадиционна: все каскады, кроме окончного (и накалов), получают 6 независимых стабилизированных напряжений от импульсного источника питания по схеме индуктивного накопителя обратного хода с групповой стабилизацией по магнитному потоку. Это решение давало в данной схеме настолько потрясающие результаты, что в какой-то момент мне показалось,

что найден идеальный источник на все случаи жизни, да не тут-то было... Умолчу о титанической борьбе за электромагнитную совместимость — она просто была почти выиграна. Что касается окончательных ламп, то их гальваническая изоляция от шасси двумя трансформаторами привела к простой мысли безопасно подключиться непосредственно к электросети, получив при этом громадный запас энергии, а следовательно, тот самый долгожданный глубокий и динамичный бас. Кстати, в последней версии усилителя появилась уникальная возможность для истинных любителей звука, готовых на модификацию домашней электропроводки, организовать трехфазное питание. Поверьте мне, это стоит всех затраченных усилий, и вы услышите результат!

Конечно, проекты такого рода нелегки в разработке. Чего стоило хотя бы СВЧ-возбуждение всего тракта при ночных флуктуациях в электросети! Но зато когда подобные проблемы удается решить, становятся очевидными кое-какие преимущества перед десятками безликих схем, позаимствованных из справочников 50-60 годов, иногда выдаваемых за плоды многолетних «научных исследований». Так что, пожалуй, есть модель для любителей купаться в штормовом море (речь идет не о грохоте — вы уже поняли). К тому же при соотношении «цена/результат», в котором числитель, скорее всего, будет вполне соответствовать нашим возможностям, а знаменатель — претензиям.

И еще немного о технократических аспектах: попробуем немного отойти от абсолютных истин, заключенных в формуле: "Single Ended, No Feedback, Class A, Direct Heated Triode". При всем восторге, вызываемом одноканальным усилителем, нужно признать, что даже идеальный Single Ended — это маленький волшебный мир наподобие японского сада камней, а Push Pull — распахнутое окно в мир большой. Тихая гавань и океан... Что, трудно выбрать что-то одно?..

Single-Ended всегда звучит чуточку тише, чем этого хотелось бы, независимо от выходной мощности, и акустика с повышенной отдачей не спасает (кстати, громкость от мощности и от высокоэффективного излучателя — это совершенно разные вещи по субъективному восприятию. Тот случай, когда 1 дБ плюс 1 дБ не равно 2 дБ). Если бы волшебная по своему тембру и музыкальности лампа 300В была человеком, то это был бы добрейший и обаятельнейший человек... Ну, скажем, хозяин маленькой кондитерской где-нибудь в Швейцарии.

И пирожные у него замечательные, и семья, и дети, и скольким людям он бескорыстно сделал добро! Но не будет он никогда героем, кинозвездой, революционером, рок-музыкантом. Да и не надо! Поэтому у него на родине так тихо, уютно и сладко. И что бы там ни говорил Алеша Вайш — пусть живет эта милая красавица, не претендуя, однако, на абсолютную истину.

По поводу Feedback'a ситуация посложней — эта убегающая тень схемотехники как ничто другое провоцирует на бескомпромиссные высказывания. Примем же следующее:

— ни одна форма существования чего-либо не обходится без обратной связи в явном или неявном виде в том или ином проявлении;

— до меня неоднократно было сказано, что, например, вакуумный триод несет идею обратной связи в самом принципе действия;

— любое усилительное устройство — это паутина обратных связей, которыми, как и людскими пороками, мы чаще пользуемся на практике, чем боремся с ними;

— аппарат под петлей обратной связи весьма критичен к питанию, монта-

с того, что в чистом виде это дело можно послушать гораздо реже, чем кажется. Зачастую "А" пишут там, где разве что не "С". Странно, но когда дело доходит до выходной мощности и класса усиления, все законы о рекламе, вводящей покупателя в заблуждение, почему-то перестают действовать.

Но попробуем подняться выше мелочных склок и процитируем Кортассара: "Я наконец понимаю, почему колокольный звон заставляет бухаться на колени. Изменение позы порождает иное ощущение звука, который он издает". Когда в классе АВ на пиках громкости ток через усилительный прибор возрастает, звук меняет свою гармоническую оболочку. При правильном выборе режима по тракту как бы проносится легкий вздох, и музыка обретает свою истинную динамику, виртуально регенерируя утерянные инфразвуковые волнения. А как вам нравится то, что в одноканальных сплошь и рядом применяется режим А2 (или В+ у некоторых авторов), т.е. заход в область сеточных токов? Это уже игра покрупней, и дело здесь не только в выжимании лишних ватт в рекламных целях, а скорее в том не

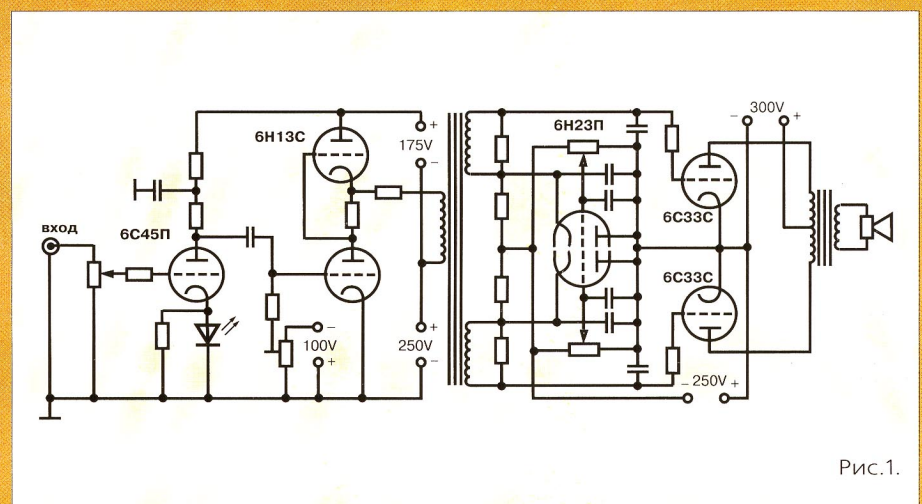


Рис.1.

жу, элементам и различным факторам вплоть до магнитных бурь и флуктуаций электросети, так что зачастую камни кидаются не в тот огород. Дело еще, очевидно, и в том, что каскад, лишенный обратной связи, привносит вуали гармоник, оказывается неудобно "голым" со всеми своими прелестями и недостатками, и приходится немало поработать, чтобы «вписать» его в общий контекст устройства и всего тракта, а делать это зачастую так не хочется, да еще и знать нужно, как...

Ну не тянет "No Feedback" на абсолютную истину, чего уж там... Что до класса А, то вот уж где можно разойтись (каков каламбур!). Начнем

очень известном факте, что триод с «плюсом» на сетке уже вроде бы и не триод вовсе, а лампа с ярко выраженными пентодными характеристиками и целым букетом чисто транзисторных гармоник. Отсюда, например и ураганная динамика знаменитого CARY-805 — на пиках выше 20 Вт он уже поет чужим, не триодным голосом, что и приводит многих в восторг, несмотря на 10% нелинейных искажений (хороший экспромт — подготовленный экспромт). Вообще, этот аппарат не так прост, как кажется на первый взгляд. Некоторых смущает легкий шумок входных каскадов — неужели, дескать, за такие деньги нельзя его убрать?

Убрать-то легко, но вот сухость CD, лишенная маскировки, скорее всего при этом неприятно удивит. Нет, знают ребята, что делают — какая уж там нейтральность! (Кстати, скорее всего подобное решение в более уточненном виде используется и в знаменитом NAC92R Naim Audio, где почти неощутимый шум подстегивает на уровне подсознания легендарную «энергичность на средних и высоких частотах»).

Что там у нас остается? Прямоугольные триоды — грех на них замахиваться, но, пройдя этим путем, убеждаешься, что триодное засилье себя исчерпало, и если в тракте нет той или иной степени пентодного начала — теряется что-то очень важное и неуловимое — европейско-готический голос EL34, симфоническая торжественность 6ПЗС/5881 или сладко-медовое, цвета летнего заката, пение 6П14П/EL84. Как было сказано когда-то: «Есть кое-что почище самой чистой правды». Или вот в книжке того же Мингуса «Наполовину желтый негр»...

Я так и знал, что попадусь на этом каламбуре. Yellow Single на ГМ-70 вроде бы действительно одной ногой еще здесь, а другой... Впрочем, я не ставил задачу соревноваться с Мэнли — у меня свой взгляд на этот проект. Если и просматривается легкое подражание, то скорее аппарату типа «Gamma Aeon» — гармоническое сочетание EF-86 с ГМ-70 через катодный повторитель позволило снизить анодное напряжение с 1200 В, заставивших «внутренне содрогнуться» чету Мэнли, до 900 В при той же, а возможно, и большей мощности (к моменту написания статьи усилитель еще в стадии макетирования и возможны некоторые изменения), и это очень важно, ибо позволяет использовать кенотроны, а другие приемлемо звучащие выпрямительные компоненты на такие напряжения мне просто не известны.

Мотать собственный выходной трансформатор для такой этапной модели я не решился, а применил после долгих раздумий легендарный «Джузеппе Бартолуччи», вручную намотанный в экзотическом карликовом государстве Сан-Марино.

Важно понять, почему «Old-Timer» — это все-таки не «Aeon». Там, если верить рекламе, стремились к пресловутой нейтральности, в меру теплой, в меру подробной, а у меня образ не вырисовывался достаточно долго. Тут неожиданно великолепную мысль подкинул

Саша Громов — тот самый, из «Дизайнерской фирмы Громова» — автор внешнего облика всех моих творений. Во время распития очередной бутылки

коньяка я показал ему, как сияет в темноте ГМ-70, а он высмотрел в этом фаллическом образе — желтая раса с сильными жизненными и культурными корнями в индустриальном хаосе — Single среди зловещих трансформаторов и небоскребов... т. е. кенотронов. Я был просто поражен, как эта предугаданная художником идея воплощается в

всякий Single Ended. Подразумевается, что искажения EF86 и FM70 взаимно компенсируются, но в реальной жизни полная компенсация триода пентодом — вообще утопия, а, подбирая режим последнего, можно достичь бесчисленного множества оттенков асимметрии между «правильно» и «хорошо». В общем, у этого усилителя есть шанс спастись от



работах японских дизайнеров одежды Йожи Ямамото и Реи Кавакубо. Потрясают томные европейские девицы богемного типа, облаченные в спокойствие и сосредоточенность философии Дзен — буддизма. «Линии столь точны, что кажутся застывшими, а формы, напротив, подвижны, как живые существа» — прекрасный лозунг для High End'a, если бы последний хоть немного поднялся над пошловато-мещанской целью что-то там «абсолютно правильно передать».

Не слишком ли далеко ушли мы от звука? Еще минутку... «У Реи Кавакубо мы непременно обнаружим асимметрию... Это придает ее вещам пленительный привкус незавершенности и недосказанности, они будто плавают в воздухе». Трудно, пожалуй, найти более типичный пример сближения зрительных и слуховых ассоциаций! Вот она, долгожданная разгадка — асимметрия, некомпенсированная вторая гармоника, врожденная, слегка пошечная кривизна, которую несет в себе

клинической пустоты, всячески кое-где воспеваемой. Одной ногой уже...

Итак, кое-что проясняется: во-первых, оказывается, нет беспроясненных схемотехнических решений даже за большие деньги; во-вторых, High End, похоже себя изживает, и в XXI век не мешало бы войти с чем-то новым; в-третьих, нейтральный аппарат — мертвый аппарат, да их, к счастью, и не бывает!

Схемотехника и технология — лишь начальный капитал, необходимый, но недостаточный, а дальше начинается искусство взлома стены, отделяющей нас от альтернативной виртуальной реальности, где живут звуки, которых давно нет, и это очень важно, ибо сдвиг во времени и пространстве неузнаваемо меняет обстановку, видеть которую можно по-разному, множеством субъективных взглядов, и ни один из них не будет идеально правильным.

В компьютерных играх люди ищут то, что не свершилось в жизни (и не свершится никогда), а в электронных копи-

ях музыки — то, чего вообще не бывает: не достоверность, но ассоциативные вспышки, на пути которых стоит техника, созданная ассоциативным мышлением.

Нелогическая задача разрешима лишь нелогическими средствами.

High End — лишь первая ступенька, забавный люмьеровский ролик о прибытии поезда, прибытии нового искусства звукового проникновения, которое нам предстает еще принять. А как это реализуется? Было время, когда я думал, что держу этого дракона за хвост, а выяснилось — он сам меня давно уже схватил. 25 лет возни с железом, а горизонт все так же далеко. Каждая работа просто сжигает кусочек тебя самого, ощущаешь это физически и не в силах оторвать глаз от пламени... Как Мина Уоллес из «Pulp Fiction» Тарантино с любовью обращается к героину: «Ну здравствуй, дорогой!» Нет, это не пропаганда «кислотного стерео», ибо подобно набоковскому Гумберту, я занимаюсь «не растлением, а растением». А именно — созданием бестрансформаторного монстра 2 x 60 ватт с киловаттным электропотреблением (чудесное рабочее место в июльскую жару!).

Я уже говорил в начале, что ничего не получается — все надежды на IV версию схемы после сумасшедшей работы над предыдущими тремя. Нужно сказать, что еще ни одна вещь не давалась с таким трудом. Здесь вышел бы хороший рассказ о том, как «инженеры нашей фирмы давно хотели» избавиться от выходного трансформатора и какие под этим делом есть научные обоснования, но все это неправда. Просто как-то утром, лежа в постели, знакомился я с материалами Нью-йоркской выставки, читая о том, как там лихо американцы и корейцы расправлялись с нашими БСЗЭС, и захотелось взять карандашик и прикинуть энергетические возможности. Оказалось, что их цифры близки к реальным (разве что ребят слишком далеко в класс В занесло). Дальше потянуло сделать простенький макетик — прикинуть, что за зверь. Тут-то и начиналась погибель — вышел совершенно не ламповый звук. Не то чтобы «транзисторный», а какой-то альтернативный — немислимый голос, которого раньше не бывало. А дело в том, что БСЗЭС — давняя и отчаянная страсть, и после каждой работы остается ощущение, что этот баллон так и не открыл нам до конца свои секреты. Здесь же при экстремальной низкоомности и анодном

токе, захлестывающем в пиках за 1,5 А, появилось что-то настоящее. И пошли бессонные ночи — ОТЛ чувствует все: плохое питание, сеть, провода, шасси. Вспомним опыты Джимми Хьюза — трансформатор на выходе транзисторного(!) усилителя делает чудеса, ибо деталь эта — великий доктор. Фильтр, который портит звук, но и умело скрывает много лишнего, а здесь, в полную противоположность предыдущей модели, ортодоксальная симметрия от XLR-входа до выхода и полная взаимная гармония усилителя и акустики, в которой лампы только и начинают раскрываться по-настоящему в нетипичных, впрочем, для них структурах дифференциально-каскадных схем и пентодных катодных повторителей, которые совместно с восемью раскаленными оконечными баллонами черпают энергию во внешнем многоканальном источнике питания... Темперамент 17-летней молодости и какая-то наивная нейтральность, которая, между прочим, вскипает мощным драйвом и требует (как выяснилось) не пристального разглядывания, а ответной любви, скрывая под слоем искусного и даже гротескного грима свою живую и ранимую душу. Остается буквально чепуха — средствами схемотехники и технологии нанести этот грим, поймать тонкую грань и именно здесь (это случится еще до выхода статьи) схватить частичку того самого пост-High End'овского звука — Sound'a XXI века!

Ишь, куда занесло! А время как-то незаметно пролетело — какие-то 10 минут игры в вопросы и ответы.

...Насчет фирм ничего говорить не буду — мне за рекламу никто не платит. Разве что, пожалуй, о «родственной душе» — Naim. Это, видите ли, для тех, кто знает толк в жизненных удовольствиях. Рецензии на него порой интересней самой музыки — длинный перечень недостатков, а потом — бац! — «Пугающий реализм». Что тут еще добавить? Отсюда, кстати, легко вытекает ответ на один очень важный вопрос: единственный путь удешевления аппаратуры High End — создание систем адаптированных друг к другу компонентов. Можно, наверное, сделать аппарат, который будет играть всегда и с чем угодно, но уж простым и дешевым он не будет никогда. Я бы сказал, что наступило время реализовать комплексный инженерно-дизайнерский подход к домашнему звуковоспроизведению по схеме: аппарат, сделанный на заказ, плюс подобранные фирменные компоненты, в ряде случаев под-

вергнутые апгрейду, плюс элементы согласования. И все это должно вписываться в интерьер и архитектуру помещения с созданием единого дизайна в стиле найденного ассоциативного ряда. Такие возможности сейчас появились, и я надеюсь, что в этом направлении будет проделана большая работа.

...Домашний кинотеатр? Там High End, по-моему, еще и не начинался. Я бы, честно говоря, начал с... изображения. У вас глаза еще не болят от японских телевизоров? Ламповый блок цветности в видео High End'e вполне реален — есть кое-какие исследования. А звук — нужно попробовать сосредоточиться на получении хороших двух каналов, а потом уже призадуматься — стоит ли портить их процессором. В общем, я люблю хорошее кино — отсюда и ересь.

...Я не сторонник противостояния и каких-либо догм. Транзисторы могут звучать великолепно, хотя есть подозрение, что лучшие вещи окажутся гибридами — неповторимая задушевность ламп, изысканный «дворянский» голос некоторых скоростных операционников, музыкальность полевикумов и бешенный темперамент германия — что выбросить из этого списка? У меня уже были обнадеживающие опыты... В общем, многообразии и конвергенции...

...Не считаю, что дешевый High End перспективен. Так, временная ниша, которой можно пользоваться. Они там скоро опомнятся, наштампуют в Юго-Восточной Азии всякого железа на наших же лампах и завалят рынок. Уже появились первые ласточки, а конкурировать с массовым производством в стране, где любые конструктивные усилия возможны лишь в гараже или на кухне и High End собирают на коленях — не реально. Со временем выгодно продать себя тот, кто делает имя на неординарных вещах для неординарных людей... Пожалуй, пока хватит. Не хватало еще и на этот поезд опоздать! Или снова забыть Мингуса!

**Александр Тарим,
г. Днепропетровск**

P.S. Ну где же нам искать друг друга в конце XX века, как не в Internet'e?

**Мои адреса E-mail:
oleg@parad.dp.ua
wolf@old.dp.ua**

Ищите простоту и

Согласование АС с УНЧ

Если в отчете эксперта отмечается несогласованность системы АС – УНЧ, то велика вероятность того, что он прав. Рынок жестко диктует разработку универсальных АС. Никто из разработчиков официально не признается, что его изделие лучше всего звучит с конкретным типом усилителя. Только косвенно предпочтения производителей АС можно узнать на Hi-Fi Show и подобных им мероприятиях, где их акустика выставляется с определенным комплектом электроники. Главными проблемами в согласовании АС с УНЧ являются характер импеданса первой в зависимости от частоты, а также нагрузочная характеристика и выходное сопротивление второго. Нелинейность импеданса нагрузки АС обусловлена как резонансными свойствами головок, так и наличием разделительных фильтров. В зависимости от величины резонансов на частотной характеристике импеданса и величины выходного сопротивления УНЧ тональный баланс может нарушаться. Необходимо отметить, что некоторые отечественные эксперты заблуждаются, полагая, что максимум кривой резонанса АС в области частоты раздела головок совпадает с этой частотой. В общем случае эти частоты могут отличаться весьма значительно. С выходным сопротивлением и нагрузочной характеристикой ситуация несколько сложнее. Выходное сопротивление усилителя может оказывать существенное влияние на полную добротность головки в АО. Поэтому, проектируя АС под заданное выходное сопротивление УНЧ, конструктор определяет и добротность НЧ головки в АО. Изменение этой величины может приводить к изменению АЧХ и характера переходной характеристики и даже влиять на тип аппроксимации. Хорошие нагрузочные характеристики усилителя особенно важны при большом значении величины реактивной составляющей импеданса АС и его значении ниже рекомендованного. Некоторые производители АС отдают себе отчет в том, что добиться хорошего звучания их продукции с усилителями, имеющими различное значение выходного сопротивления, очень трудно. Поэтому они применяют различные схемные решения, направленные на адаптацию некоторых моделей к выходному сопротивлению транзисторных и ламповых усилителей. Так, фирма Wilson Audio Specialties (США) [16] комплектует модели WATT сменным тоннелем фазоинвертора. Один предназначен для работы с транзисторными усилителями, второй – с ламповыми. Некоторые другие производители комплектуют свои АС различными приспособлениями (в виде заглушек, вставок и т. д.) для адаптации звучания к различным помещениям и усилителям (Epos, Tannoy).

Системы измерений

Когда-то акустическую лабораторию невозможно было представить без безэховой камеры и «батареи» аналоговых приборов Bruel & Kjaer (конечно, и другие фирмы выпускали неплохие измерительные приборы для звукового диапазона частот). АЧХ и другие параметры измеряли в условиях, когда АС помещалась в камеру на поворотный стол. Угол отклонения микрофона от ее оси устанавливался поворотом платформы. Трудоемкость и большие материальные затраты (строительство и содержание камеры или ее аренда, стоимость измерительного оборудования и т. д.) были причиной высоких накладных расходов и большого периода исследовательских изысканий. Однако даже безэховая камера разумных размеров не обеспечивала приемлемой точности измерений на самых низких частотах (из-за проблем, связанных с плохим поглощением низкочастотных колебаний в полосе частот до 150 – 200 Гц). Поэтому перечисленные выше проблемы привели к созданию универсальных аналого-цифровых измерительных комплексов, которые по своим функциональным возможностям заменили целые аналоговые лаборатории при стоимости в десятки раз ниже. Но, пожалуй, главным достижением при внедрении цифровых технологий стала появившаяся возможность измерения параметров АС в обычных, не заглушенных, помещениях (конечно, речь не о наших 9 – 12-метровках). И хотя ограничения достоверности измерений на самых низких частотах остались, появившиеся новые возможности таких систем привели к существенному ускорению процесса и повышению точности измерений. Измерения же на самых низких частотах по-прежнему проводятся либо на открытом воздухе, либо с применением специальных методик (измерения в ближнем поле, использование специально сформированных тестовых сигналов и т. д.). Вычисление кумулятивного спектра стало неотъемлемой составной частью программного обеспечения практически всех современных аналого-цифровых измерительных систем. Первой коммерческой системой, где была применена технология вычисления КС, стала MLSSA фирмы DRA Labs (1987 год). Вычисление КС позволяет представить временной спад энергии излучения АС во всем диапазоне частот и выявить собственные паразитные резонансы головок, проблемы с разделительными фильтрами и задержанные резонансы. Если использовать вибродатчик, закрепленный на корпусе АС, то можно получать КС вибраций АО (рис. 9).

При традиционных аналоговых методах измерений получить такую информацию было практически невозможно. Разработчики и эксперты находят значительную степень корреляции при сравнении результатов прослушивания и измерений с помощью этого метода.

СОМНЕВАЙТЕСЬ В НЕЙ

(продолжение, начало в предыдущем номере)

Среди аналого-цифровых систем, применяемых в исследованиях и производстве АС как в промышленности, так и силами энтузиастов, можно отметить следующие:

— MLSSA — разработка Дага Райфа (Doug Rife) из фирмы DRA Labs. Стоимость системы более \$4000. Комплект состоит из 8-битной карты стандарта ISA и программного обеспечения. Разрядность АЦП и ЦАП — 12 бит, максимальная частота дискретизации — 160 кГц. Среди основных возможностей системы можно перечислить следующие: сложные математические вычисления во временной и частотной областях — усреднение, сложение, вычитание, умножение, деление, сглаживание, свертки, корреляция, обратное БПФ (быстрое преобразование Фурье), построение кумулятивного спектра, а так же вычисление времени реверберации и других акустических параметров в стандартных (IEC) октавных полосах, SPL, измерение емкости и индуктивности импеданса АС, измерение фазовых характеристик, включая групповое время задержки. Алгоритмы вычислений позволяют использовать технику «временного окна» для повышения точности измерений в помещениях и адаптации результатов измерений к временным и частотным характеристикам слухового аппарата человека. Предусмотрена возможность экспорта данных в системы оптимизации разделительных фильтров — CALSOD, LEAP, XOPT. Данные измерений представляются в линейном или логарифмическом масштабе. Предусмотрена возможность измерения параметров Thiele — Small (дополнительный модуль) по методикам добавления массы к диффузору или с помощью помещения головки в закрытый ящик известного объема, а также режим входного контроля с заданными пределами параметров отбраковки. Программное обеспечение функционирует под ОС MS-DOS(r), имеет мощную систему макросов;

— LMS — разработка Криса Стрема (Chris Strahm), дистрибьюцией занимается фирма LinearX. Стоимость системы — более \$1500. Функциональные возможности скромнее, чем у системы MLSSA. Имеется программируемый синусоидальный генератор и два синхронных фильтра. Программное обеспечение функционирует под ОС MS-DOS(r), имеет систему макросов, возможность экспорта файлов с результатами измерений. В стоимость входит измерительный микрофон;

— CLIO — разработка фирмы Audiomatica S.R.L. Дистрибьютор — ORCA Design & Mfg. Corp. Стоимость — от \$850 до \$2000. Аналого-цифровая часть построена на базе 16-разрядных одноканальных преобразователей. Частота дискретизации — 3.2 - 51.2 кГц. Функциональные возможности близки к системе MLSSA. Программное обеспечение функционирует под ОС MS-DOS(r), имеет возможность экспорта файлов с результатами измерений;

— IMP, IMP/M 2.0 — разработка Уильяма Уосло (Bill Waslo), дистрибьюцией занимаются фирмы Old Colony Sound Lab, Liberty Instruments Inc. и другие. Стоимость

системы — от \$300 до \$500. Поставляется в собранном виде и как кит (для самостоятельной сборки). Разрядность системы — 12 бит. К компьютеру подключается через принтерный порт. Частота дискретизации — 1.92 и 61.441 кГц. Функциональные возможности — стандартные. Программное обеспечение функционирует под ОС MS-DOS(r). Имеется возможность экспорта файлов с результатами измерений.

Естественно, что существуют десятки других систем измерений, выполненных как в виде отдельных специализированных приборов стоимостью десятки тысяч долларов, так и простейшие, представляющие собой программное обеспечение для работы с популярными звуковыми картами стандарта Sound Blaster® и Turtle Beach®.

Возможности современных аналого-цифровых систем в значительной степени зависят от программного обеспечения, с которым они поставляются потребителю. Совершенствование программного обеспечения является

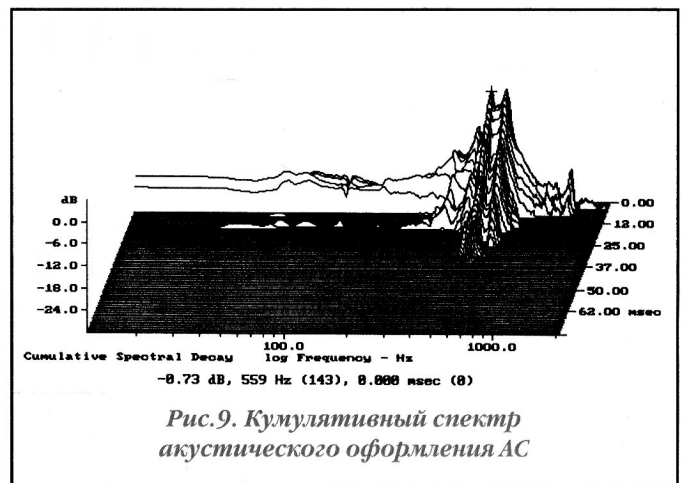


Рис.9. Кумулятивный спектр акустического оформления АС

сложной теоретической задачей. Из последних наработок в этой области можно упомянуть труды Малкольма Хауксфорда [12], в которых предложено усовершенствование технологии измерения импульсной характеристики АС. Она содержит информацию как о частотной, так и о фазовой характеристиках АС. И если из импульсной характеристики убрать информацию о фазовой, то она приобретет большую наглядность и информативность. Такой подход справедлив и при оценке кумулятивного спектра.

Важной составной частью систем разработки АС являются специализированные программные системы оптимизации разделительных фильтров и расчета акустического оформления. Среди подобных систем нельзя не упомянуть такие, как CALSOD, LEAP, XOPT. На основании выходных результатов измерительных систем они позволяют оптимизировать характеристики кроссоверов и АО по многим критериям. Среди систем проектирования акустического оформления можно отметить WinSpikerZ и

другие, позволяющие рассчитывать варианты как закрытых АС, так и фазоинверсных систем. Многие системы разработок позволяют также производить расчет активных разделительных фильтров на ОУ различных порядков и кроссоверов для сабвуферов.

Акустика помещений

К сожалению, резонансам подвержены практически все механические системы. Динамические головки — не исключение. При их установке в акустическое оформление проблема резонансов не снимается. Но еще более сложной эта проблема становится при описании поведения АС в помещении. Закрытый объем воздуха внутри него тоже является резонансной системой. В зависимости от архитектурных особенностей помещения (длина, ширина, высота, наличие параллельных поверхностей, степень звукопоглощения интерьера и т. д.) картина распределения акустической энергии может быть очень неблагоприятной для слушателя. Поэтому нельзя достаточно полно оценить характер звучания АС ни в одном другом помещении, кроме как в собственном доме. По этой причине многие аудиосалоны предоставляют своим постоянным клиентам такую возможность до покупки АС. К сожалению, отечественные продавцы пока не доросли до такого уровня сервиса.

Влияние акустики помещений является очень сложной проблемой. Ее всеохватывающее рассмотрение выходит за рамки данной статьи. К тому же влияние резонансов, обусловленных геометрическими характеристиками помещений, рассматривалось в отечественной литературе довольно подробно. Поэтому здесь мы рассмотрим лишь влияние звукопоглощающих материалов. Почти в любом помещении присутствуют естественные звукопоглощающие материалы — мягкая мебель, ковры, шторы, сами слушатели и т. д. Кроме этого, существуют специализированные звукопоглощающие материалы и устройства, занимающие целый сектор рынка Hi End. Необходимость таких дополнительных устройств звукопоглощения вызвана вполне естественными причинами. Практически не существует материалов, равномерно поглощающих акустические волны во всем звуковом диапазоне [14]. А если учесть, что диаграмма направленности АС является диаграммой мощности, то значительная ее часть расходуется на излучение вне оси АС. В этих условиях о характере тонального баланса отраженной звуковой энергии можно судить только приближенно. Без проведения специализированных измерений сложно говорить о характере звукопоглощения помещения. Можно только предположить, что чем больше объем помещения прослушивания, тем больше существует возможностей сформировать приемлемые характеристики звукопоглощения.

Еще одним серьезным фактором акустики помещения является вопрос акустической развязки АС от пола или стены. Слишком трудно предсказуемы сочетания материалов пола — паркет, линолеум и т. д. для того, чтобы дать однозначную оценку способов установки АС (шпы, гранитные плиты, амортизаторы). К тому же характеристики межэтажных перекрытий сильно зависят от архитектурных особенностей помещений. К сожалению, иногда с подачи «гуру» аудиоиндустрии и экспертов аудиопресссы мы сами себе осложняем жизнь. Обеспечение линейной АЧХ при отклонении от оси АС стало навязчивой идеей многих разработчиков. Для этого приходится применять разделительные фильтры Линквица-Райли четвертого порядка (только 4-й порядок фильтра позволяет включать головки в одной полярности). Трудоемкость проектирования и настройки фильтров высоких порядков

очень высока. К тому же они не позволяют получить приемлемую переходную характеристику АС. Но тем не менее они применяются, и достаточно часто. Почему? Следуя логике, можно предположить, что такое решение необходимо в двух ситуациях:

1. При невозможности расположить АС так, чтобы слушатель находился на ее оси (иными словами, если слушатель в неоптимальной зоне).

2. Отраженный звуковой сигнал должен приходиться к слушателю с сохраненным тональным балансом.

Первый случай трудно представить в реальной жизни. Если у вас вдруг возникает желание послушать АС, расположившись в не оптимальной зоне прослушивания — сходите на дискотеку, в бар или в другое подобное общественное место. Но какое отношение такое прослушивание музыки имеет к аудиофилам? Смещение относительно оси на 10-30 градусов, возможно, необходимо при экспериментах с Кама-Сутрой. Но для аудиофила, заботящегося о комнате прослушивания больше, чем российский медведь о своей берлоге перед зимней спячкой, этот вопрос решается один раз при установке АС в помещении. Пусть кто-нибудь попробует доказать, что АС следует слушать не на оси! Второй аргумент гораздо серьезнее. Особенность звуковоспроизведения в закрытых помещениях — сложная интерференционная картина из-за многократных отражений от поверхности стен и предметов, обладающих зависящими от частоты коэффициентами поглощения и, соответственно, отражения звуковых волн. А отраженный звуковой сигнал не может избежать изменения тонального баланса только при условии постоянства коэффициента отражения помещения во всем диапазоне аудиочастот. Непредсказуемость общей картины АЧХ при широкой диаграмме направленности заставляет критически относиться к категоричным высказываниям сторонников как «крутых», так и «пологих» систем разделительных фильтров. Нельзя не сказать и о возможных способах установки АС в помещениях. В настоящее время существует несколько десятков компьютерных программ, которые облегчают выбор оптимального местоположения по критерию минимизации стоячих волн. А Малкольм Хауксфорд [12] в совместной демонстрации с Иохимом Герхардом (Audio Phisic) предложил вариант размещения АС в центре помещения. Слушатели располагались у стены. На их взгляд, при таком взаиморасположении влияние резонансов помещения минимально.

В последние годы появились цифровые системы коррекции звучания АС в помещениях. Например, система SigTech TF 1120 фирмы Cambridge Signal Technologies Inc. (MA, USA) [19] позволяет корректировать отклик АС с помощью цифровой обработки сигнала. Это устройство имеет цифровой вход с частотой дискретизации 44.1 и 48 кГц. В зависимости от комплектации цена составляет от \$5 600 до \$11 000. В памяти (FLASH) может храниться до 4 независимых вариантов настройки. Математическая обработка производится с помощью цифрового сигнального процессора производительностью 250 MIPS. Это устройство наиболее эффективно работает в небольших помещениях.

Аккуратный звук

Принимая во внимание все факторы неопределенности, которые возникают при включении АС в звуковоспроизводящий тракт — акустика помещений, выходное сопротивление усилителей, характеристики соединительных кабелей, качество установочных устройств (подставки, конусы) и многое другое — все же приходится го-

ворить о том, что звучание системы должно соответствовать определенным критериям. Отечественные эксперты придумывают целые системы определений того, что и как мы должны услышать. Это замечательно! Уже только этим они опровергают расхожее мнение, что эксперт — это любой человек не из нашего города. А вот как создатели АС сами оценивают это: Джон Данлэви [4] сравнивает неаккуратно звучащую АС с неестественной цветопередачей первых цветных фотографических пленок 30-х годов нашего века. На тех снимках цвета имели гораздо большую насыщенность, чем в жизни (небо — голубее, трава — зеленее). Сначала это вызывало восторг. Но наш зрительный аппарат за миллионы лет эволюции выработал вполне определенные соотношения зрительного восприятия цветов. Поэтому сейчас мы используем фотопленку, которая более реально отображает окружающий нас мир. Аналогичная ситуация, на взгляд Д. Д., имеет место и в акустике.

АС, обладающие идеальной АЧХ на оси, но не имеющие хорошей переходной и импульсной характеристики, могут звучать «хорошо», «мягко», «приятно», «красиво», но по-разному. Только люди, посещающие «живые» концерты, могут знать, что такое «аккуратность».

В общепринятом понятии специалистов (т. е. большинства покупателей) большие (в смысле габаритов) АС должны давать много «баса». И если «большая» АС не «бухтит по низам», то они считают, что с АЧХ на нижних частотах что-то не так. Но если вы хотя бы раз побываете на концерте «живой» (не озвученной) музыки, то сразу обратите внимание на то, что большой барабан, настроенный на частоту 30 — 35 Гц, не бубнит! Звук растекается по сцене, достигая ваших ушей, но не бубнит! К сожалению, при воспроизведении такого баса через большинство АС он меняется до неузнаваемости.

Я завел себе кита (кит попался мне хороший)

Наборы для самостоятельного изготовления различных устройств — киты — имеют длинную историю. Еще в доперестроечные времена отечественная промышленность выпускала полуфабрикаты приемников, усилителей и других устройств. И сейчас можно приобрести наборы для самостоятельной сборки усилителей (ламповых и транзисторных), цифро-аналоговых конвертеров и акустических систем. Но только уже импортные. Вопрос о том, насколько выгодно приобрести тех или иных устройств в разобранном виде — риторический. Одних привлекает цена, других — возможность самостоятельного усовершенствования. Кто-то стремится убить двух зайцев одним выстрелом. Для усовершенствования радиоприемников и усилителей у многих есть возможность использовать измерительную технику. Она необходима на этапах настройки и отработки того или иного схемного решения, и притом сравнительно доступна. Но, приобретая кит акустической системы, ее владелец остается один на один с непростыми вопросами электрики и акустики. Существует несколько возможностей модернизации АС. Они применимы как к промышленным АС, так и к китам:

- замена внутренних кабелей разводки на аудиофильные;
- замена пассивных элементов кроссоверов на аудиофильные с теми же номиналами;
- замена входных разъемов АС;
- расчет и реализация новой топологии кроссовера или усовершенствование старой;
- расчет и изготовление нового акустического оформления.

Первые три варианта не порождают больших проблем. Были бы деньги. На двух оставшихся остановимся подробнее.

Самостоятельная разработка кроссовера — неблагодарный труд. У человека, взявшегося за решение этой задачи, будет хроническая нехватка информации о параметрах головок и их поведении с фильтрами различных порядков. Здесь напрашивается кардинальное решение — сделать кроссовер первого порядка. Но это решение может стать весьма опрометчивым. Действительно, такие кроссоверы проще рассчитать, но очень сложно предсказать поведение головок, поставляемых в комплекте кита, с таким типом разделительных фильтров. Более сложные цепи требуют соответствующего согласования с головкой. Как отмечает Линн Олсон [9], ошибки АЧХ при проектировании вслепую могут составлять от 3 до 20 дБ. Расчет и изготовление нового акустического оформления для кита или существующей АС также сталкивается с рядом трудноразрешимых проблем. Общие требования к конструкции акустического оформления мы рассмотрели в предыдущих главах. Поэтому здесь рассмотрим вопросы расчета АО. Многие годы разработчики АС используют в своей работе параметры Тилля-Смола. В их число входят [1,3]:

- собственная резонансная частота головки — F_s ;
- собственная добротность — Q_{ts} ;
- эквивалентный объем головки — V_{as} ;
- сопротивление головки постоянному току — R_e ;
- величина максимального смещения звуковой катушки при заданном КНИ — X_{dmax} ;
- максимальная величина подводимой электрической мощности — P_e .

Методики расчета, основанные на этих параметрах, можно найти в любом хорошем учебнике. Но как часто мы убеждаемся в том, что учебник и жизнь — это «две большие разницы»! Это касается и проектирования фильтров, и расчета низкочастотного звена АС. Например [4], если измерить характеристики АС с расположенной в центре передней панели широкополосной головкой, а затем перемещать головку выше и ниже геометрического центра, проводя каждый раз новые измерения, то результаты каждый раз будут разные. И это при том, что параметры Thiele — Small остаются константами. Разницу в результатах измерений можно объяснить различным значением акустического сопротивления излучения. Другой пример, изложенный в литературе [10,11], говорит о том, что разработчик должен добиваться критической настройки АС в диапазоне частот 200 — 800 Гц, где длина звуковой волны становится соизмеримой с размерами акустического оформления, расстоянием между головками и размерами самих головок.

Также нельзя забывать и о потерях в акустическом оформлении. Причиной их возникновения являются:

- щели в ящике АО;
- неплотная подвижная система головки (подвес, центрирующая шайба, пылезащитный колпачок);
- наличие звукопоглощающего материала внутри корпуса АС;
- потери в отверстии фазоинвертора.

Следовательно, даже при идеальном выполнении АО наличие потерь в головках и отверстии фазоинвертора может приводить к необходимости пересмотра расчетных соотношений для общей добротности и объема ящика [3].

Приведенные примеры показывают, что самостоятельная разработка кроссоверов и расчет низкочастотного звена АС без проведения соответствующих измерений могут стать сизифовым трудом с непредсказуемыми результатами.

Там, за горизонтом

Основоположники концепции High End'a в своих бескомпромиссных творениях стремятся поднять уровень своей продукции до вершин эмоционального «присутствия» слушателя на сессии звукозаписи. Но планка по-прежнему слишком высока, чтобы ее перепрыгнуть. Возможно, одной из причин является то, что известные принципы преобразования электрической энергии в акустическую по эффективности, уровню всевозможных искажений и т. д. недостаточно совершенны, в связи с чем АС серьезно уступают по качеству другим звеньям звуковоспроизводящего тракта. Еще одной проблемой аудиоиндустрии, на наш взгляд, является субъективность звукорежиссера и продюсера в процессе записи и сведения материала. В сопроводительных буклетах к альбомам очень редко встречается упоминание моделей мониторов и контрольных агрегатов, использовавшихся на сессии звукозаписи. Однако принимая во внимание то влияние, которое оказывают АС с различными типами разделительных фильтров и временным согласованием излучателей на общую звуковую картину музыкального произведения, трудно надеяться, что тональный и фазовый баланс готового звукового материала будет корректно воспроизведен с помощью акустических систем, имеющих другие фазовые и временные характеристики. Может быть, применение амплитудных и фазовых корректоров в High End'e частично связано с этой проблемой. Куда и как пойдет развитие аудиоакустики дальше? Нам еще предстоит найти ответы на многие вопросы и поставить перед собой еще более сложные. Иохим Герхард [10,11] говорит, что в акустике и электронике около 95% доступного уже известно. Но прекрасно зная теорию, мы не всегда понимаем, как с ее помощью решить задачи, которые мы перед собой ставим. Наше стремление — лучше понять, как использовать материалы и системы разработки. Трудность же заключается в том, что необходимо создать нечто, что мы называем трансцендентальным — выходящим за границы, разрушающим барьеры. Для создания выдающейся АС необходимо иметь свое «эго» и полностью вложить его в разработку. Но аудиоиндустрия теряет стремление к трансцендентальному. Все меньше и меньше новаций в теории и разработках. Меньше стремления сделать то, что не описано в книгах.

Возможно, читателям будет интересно познакомиться со стандартными методиками измерений, принятыми в самом популярном из не слишком специализированных аудиофильных изданий — журнале *Stereophile*

Выбор оптимального месторасположения АС в помещении

Сотрудники журнала *Stereophile* являются убежденными сторонниками субъективной экспертизы и сочетают ее с проведением серьезных объективных тестовых измерений. Поэтому сначала рассмотрим принятую ими процедуру выбора оптимального расположения исследуемой АС в конкретном помещении. Эта работа — не для слабонервных. Она включает в себя около десятка шагов с проведением циклических измерений [8].

Представим себе комнату с габаритными размерами 6 x 5 x 3 метра (объем — около 90 куб. м). Разместим наши

АС у любой из стен (лучше у стены, имеющей большую длину). Для начала выберем расстояние между задней панелью АС и стеной около одного метра. От боковых стен сделаем отступ около полутора метров. Итак:

а) Приобретаем измеритель уровня звукового давления (ИУЗД) фирмы Radio Shack (около \$40) и Test CD 2 журнала *Stereophile*.

б) Устанавливаем кривую измерения «С». Эта характеристика соответствует почти линейной АЧХ измерения. Скорость изменения показаний устанавливаем на «Slow» (медленно).

в) АС располагаем параллельно стенам помещения, так, чтобы их передние панели были на одной плоскости.

г) ИУЗД устанавливаем в точке расположения головы слушателя, находящейся на равном расстоянии от АС. В непосредственной близости от прибора не должно быть отражающих поверхностей. Расстояние от стены до прибора должно быть не менее 60 см.

д) Включаем тестовую дорожку CD с записью «розового» шума и регулятором громкости устанавливаем уровень звукового давления примерно 80 дБ.

е) Проверяем влияние «себя — любимых» на результаты измерений (при перемещении вблизи измерителя меняется дифракционная картина звуковых колебаний из-за отражений от тела). Для этого проводим измерения в третьоктавных полосах на различных частотах, располагаясь за прибором и сбоку от него. Фиксируем результаты измерений в третьоктавных полосах во всем частотном диапазоне. Значения заносим в таблицу относительных уровней (относительно 80 дБ) в виде +2 дБ, -1.5 дБ и т. д. (Третьоктавные полосы представляют собой стандартный ряд с центральными частотами из набора 16, 20, 25, 31.5, 40, ... 100, 125, 160, ... 1000, 1250, 1600, ... 12 500, 16 000, 20 000 Гц и ширины полосы от 3.6 до 4600 Гц).

ж) Неравномерностью частотной характеристики на краях частотного диапазона можно пренебречь — прибор за \$40 не может обладать абсолютной точностью. Если спад частотной характеристики на нижней граничной частоте АС (по паспорту) составит порядка 20 дБ, то не огорчайтесь — наши измерения являются относительными. Да и ваше помещение — не безэховая камера.

з) Повторяем всю процедуру измерений, перемещая АС к слушателю и от него с шагом 10 — 15 см, не забывая при этом поддерживать исходный уровень звукового давления на уровне 80 дБ (для «розового» шума). Если ваша комната достаточно велика, то перемещение АС можно производить и по горизонту.

По завершении всей этой работы можно вытереть пот со лба, открыть бутылочку пива и заняться статистической обработкой результатов измерений. За оптимальную позицию расположения АС в первом приближении можно принять ту, при которой общая неравномерность АЧХ минимальна. Если же, на ваш вкус, определенные участки частотного диапазона должны быть выделены (мягкий бас или что-нибудь в этом роде), то имея на руках результаты измерений, установить АС в нужную позицию не представляет особого труда.

(окончание следует)

**Дмитрий Карпунин,
Георгий Соколов,
инженеры.
dimaudi@orc.ru**

прим.: редакция приносит извинения за допущенные технические опечатки в первой части статьи, опубликованной в предыдущем номере журнала: стр. 23, правый столбец, 1, 5, 10 строки снизу, стр. 24, левый столбец, 3, 5, 7 строки сверху, правый столбец, 4 строка снизу: Qts, следует читать — Qtc; стр. 23, сноска 1), 4 строка сверху: D, следует читать ð.