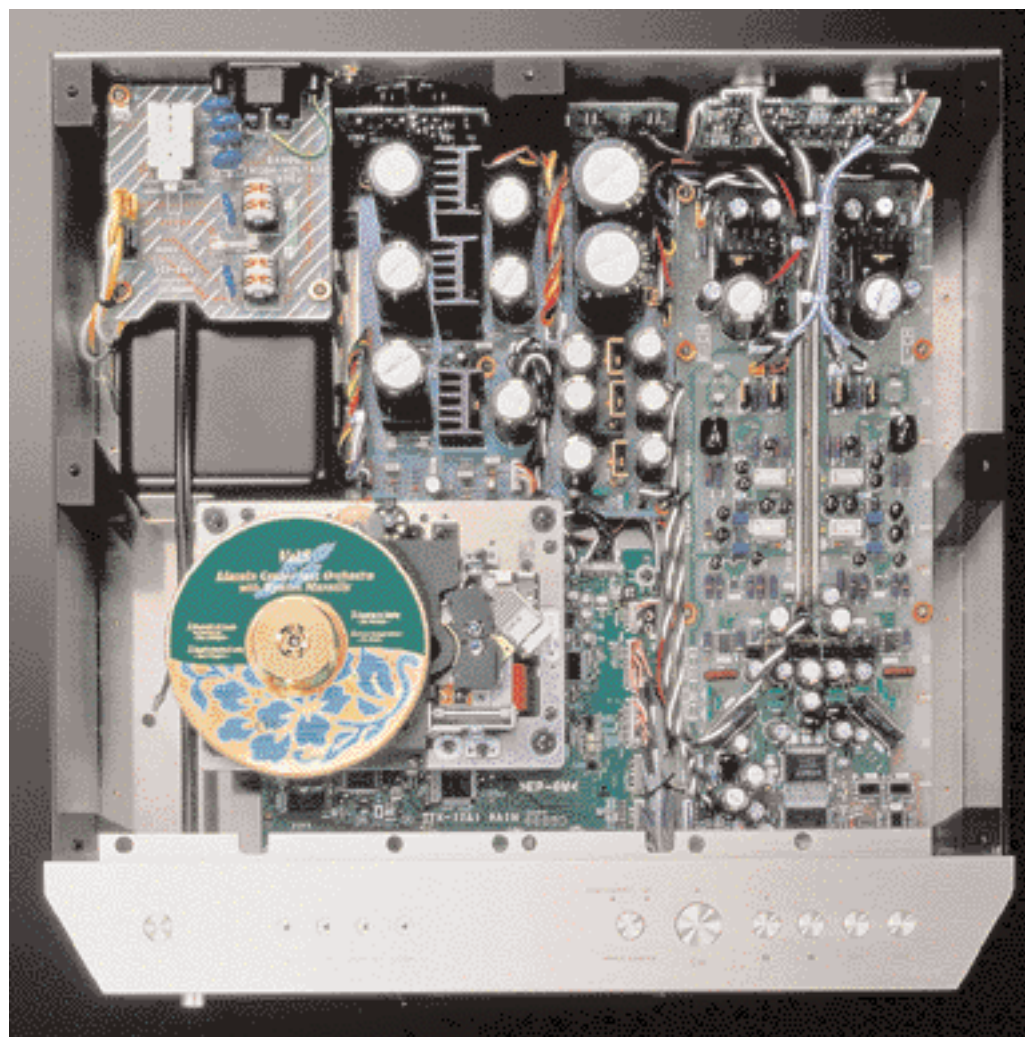


# Цифра в погоне за аналогом

Константин БЫСТРУШКИН  
Лариса СТЕПАНЕНКО



Впечатляющие внутренности первого SACD-проигрывателя Sony

Ющие точность обработки только 14 старших разрядов. По тем временам это казалось вполне достаточно, о 16-разрядном цифровом звуке говорили лишь как о деле отдаленного будущего, а уж ЦАП с разрядностью 18 (и тем более 20 бит) тогда и представить-то себе никто не мог. К тому же и быстродействие цифровых процессоров и микросхем памяти тех лет также оставляло желать лучшего. Но отцы-основатели стандарта CD из фирм Sony и Philips проявили твердость и настояли на принятии в окончательной редакции стандарта «Red Book» параметров цифрового звука 16 бит/44,1 кГц с расчетом на быстрое развитие полупроводниковых технологий. И они оказались правы, так как к концу 80-х годов промышленность научилась делать великолепные 16-разрядные ЦАП'ы. А к середине 90-х годов даже в бюджет-

## Первые шаги

Итак, апрель 1978 года, Япония. Комиссия из представителей 12 фирм достигла предварительного согласия о совместной разработке формата цифровой записи звука. Большинство вопросов удалось утрясти сравнительно легко, однако при выборе параметров будущего цифрового диска среди специалистов-электронщиков развернулась ожесточенная дискуссия о целесообразности использования 16-битового представления звуковых сигналов на диске. Ведь согласно тогдашним взглядам, это приводило только к неоправданному завышению стоимости проигрывателя. И действительно, в конце 70-х — начале 80-х годов «настоящие» 16-битовые ЦАП (да еще и «сверхбыстродействующие», так как они работали на «высокой» частоте 44,1 кГц) стоили безумных денег, и поэтому во многие модели CD-проигрывателей первого поколения устанавливались чипы, обеспечива-

Разработанный в конце 70-х годов всеми нами любимый компакт-диск с параметрами 16 бит/44 кГц с точки зрения современной техники цифровой обработки звука представляется явным анахронизмом. Ведь даже обычные компакт-диски сегодня «пишутся» не иначе, как в технологии «20 бит» (а то и больше), а параметры звукового тракта «дивидишников 24 бит/96 кГц» стали столь же привычны слуху, как сакраментальные «90-60-90». За прошедшие почти двадцать лет формат CD (а появился он еще в 1982 году) практически не изменился, что является абсолютно беспрецедентным для мира современных цифровых технологий, где новинки стареют, не успев появиться на рынке. Поэтому нужно признать, что появление нового формата для высококачественного звуковоспроизведения было ожидаемо. Попытаемся разобраться, что послужило причиной представления широкой публике сразу двух форматов DVD-Audio и SACD, и понять, в чем достоинства и недостатки каждого. Но сначала давайте совершим небольшой экскурс к истокам и вспомним, как развивались технологии цифровой звукозаписи.

ные «сидюки» в массовом порядке стали встраивать уже 18- и 20-разрядные цифровые фильтры и ЦАП'ы. Правда, в большинстве случаев все эти 20-битовые чипы могли лишь оперировать с цифровыми данными такой разрядности, а точность восстановления аналогового сигнала на выходе проигрывателя в лучшем случае достигала тех же самых 16 бит.

Аналогичная ситуация была и с выбором параметров самого оптического диска. К примеру, разработка полупроводникового лазера с длиной волны в 780 нм и создание фирмой Philips малогабаритного оптического звукоснимателя на его основе было огромным достижением для техники тех лет. Не надо забывать также, что из-за малой интеграции БИС, на которых были практически реализованы CD-проигрыватели 1-го поколения, их электрическая схема состояла не менее чем из 30–40 микросхем. Таким образом, принятие в окончательной редакции стандарта параметры компакт-диска были потолочными для уровня техники тех лет.

## В поисках выхода

Надо сказать, что в момент появления для большинства слушателей звучание компакт-диска было эталоном. Преимущество было заметно, например, из-за отсутствия шумов и шипов в паузах, столь характерных для грампластинок, особенно после сотни проигрываний, а именно такие и были основными носителями. Немаловажным фактором, способствовавшим быстрому утверждению CD на рынке, стали присущие новым проигрывателям возможности быстрого доступа к треку, программируемое воспроизведение, повтор и т.д. Кроме того, в момент появления CD качество его сигнала было лучшим в массовом бытовом аудиотракте. Его возможности полностью не могли раскрыть каждый усилитель и каждая акустика. За прошедшие годы шло параллельное совершенствование как проигрывателей, так и остальных элементов аудиосистемы.

И к середине 90-х годов появились по-настоящему высококачественные модели CD-проигрывателей High End, которые полностью реализовали потенциал качества звука, записанного на компакт-диске. И чем лучше становились CD-проигрыватели, тем яснее было, что дальнейших резервов существенного повышения звука с компакт-дис-

ков уже нет. Это было тем более обидно, что технологические возможности 90-х годов позволяли легко построить звуковой тракт, неизмеримо более совершенный, чем 16 бит/44 кГц. Все это подвело изготовителей аппаратуры и слушателей к мысли о том, что старый добрый компакт-диск нуждается в замене на более совершенный формат. Это облегчалось еще и тем, что уровень студийной цифровой звукозаписывающей аппаратуры резко вырос, и цифровые мастера в 90-е годы, как правило, записывались с разрядностью 20–24 бита.



Если вначале эту микросхему устанавливали только в дорогие (более \$1000) проигрыватели престижных марок, то в настоящее время ее можно найти уже и в относительно недорогих аппаратах (например, CD-чейнджер Denon DCM 370 \$300). Более того, теперь диски HDCD могут воспроизводить и мини-системы, например, Avina Kenwood





**МНЕ НРАВЯТСЯ БЫСТРЫЕ  
 МАШИНЫ,  
 ХОЛОДНОЕ ПИВО,  
 ТЕМПЕРАМЕНТНЫЕ ЖЕНЩИНЫ  
 И МУЗЫКА ОТ MARANTZ**



**CD 4000**

CD-проигрыватель  
 Транспорт VAM 1201, ЦАП Bitstream,  
 коаксиальный цифровой выход, ДУ,  
 воспроизводит диски CD-R, CD-RW



**PM 4000**

Интегральный стереоусилитель,  
 2x80 Вт, ДУ  
 ★★★★★  
 WHAT HI-FI? март 2000 «Манящий и приятный для окружаю-  
 щих, этот усилитель показывает  
 действительно звездное качество...»



**ST 4000**

Стереофонический тюнер  
 УКВ, RDS, память 30 станций, таймер

Эти и другие модели спрашивайте в лучших магазинах электроники

Эксклюзивный дистрибьютор.  
 Тел.: (095) 462-5624, 462-4340  
 Представительства «Абсолютного Аудио»:  
 г. Екатеринбург, салон «Аура» Тел.: (3432) 74-1727,  
 г. Новосибирск, «Music Land» Тел.: (3832) 66-7332,  
 г. Санкт-Петербург, «ММА» Тел.: (812) 325-0916



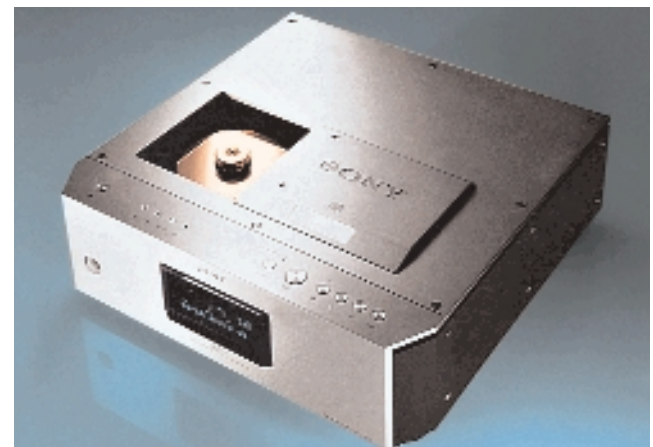
- Формат записи** — цифровой PCM, разрядность от 16 до 24 бит и частота выборки до 192 кГц; наивысшее качество при 24 бит/192 кГц
- Объем данных на диске** — 4,7 Гб на одном слое (двухсторонний двухслойный диск дает более 16 Гб)
- Характеристика двухканального стерео** — динамический диапазон 140 дБ/полоса частот <20 Гц — >90 кГц (для 24 бит/192 кГц), время звучания >74 минут
- Характеристика в многоканальном режиме** — до шести каналов, динамический диапазон 140 дБ/полоса частот <20 Гц — >45 кГц (для 24 бит/96 кГц), время звучания >74 минут
- Возможность воспроизведения графики, фото и видео** — да
- Средняя продажная цена проигрывателя** — объявленная цена для первых моделей от \$1200 (Panasonic) до \$2500 (JVC, Pioneer)
- Совместимость DVD-Audio-дисков с существующими CD-проигрывателями** — нет
- Совместимость специальных проигрывателей с CD-дисками** — да
- Совместимость DVD-Audio-дисков с существующими DVD-проигрывателями** — нет (только видеофрагменты)
- Совместимость специальных проигрывателей с существующими DVD-дисками** — да
- Защита от пиратского копирования** — «водяные знаки» и система кодирования, сходные с DVD-Video
- Возможность копирования пользователем** — пользователь может сделать одну копию CD-качества (16 бит/44,1 кГц); цифровое копирование обычно не разрешается, но возможно на специальной аппаратуре под контролем поставщика. Копирование по аналоговому выходу не имеет ограничений
- Поставщики проигрывателей** — DVD-Audio поддерживается DVD-форумом, в который входит большинство производителей DVD-проигрывателей; уже представили свои проигрыватели в Европе Pioneer и Technics
- Поставщики программ (записей)** — BMG, EMI, Sony Music Entertainment, Universal Music Group и Warner Music подписали соглашение по защите от копирования. Warner Music планирует представить первые DVD-Audio-диски к осени этого года. Первые 15 дисков DVD-Audio в конце марта выпустила группа 5.1 Entertainment

ных на него надежд и по ряду причин не получил столь широкого распространения, на которое рассчитывали его разработчики. Во-первых, повышая точность восстановления звукового сигнала до 20 бит, этот способ кодирования звукоданных (подчеркиваем: способ кодирования, а не новый формат цифрового диска) использовал старую частоту дискретизации звукового сигнала 44,1 кГц. По современным взглядам, это не может обеспечить по-настоящему высококачественное воспроизведение звука, так как верхняя записываемая на диск HDCD частота ограничена все теми же 22 кГц. Во-вторых, «свертывание» исходных 20-разрядных сигналов звука в 16-разрядные неизбежно сопровождается потерями части информации, что замечается наиболее изощренными слушателями. Наконец совместимость формата HDCD, являющаяся, по мнению его разработчиков, чуть ли не главным его достоинством, оказалась ограниченной. В том смысле, что дешевые «сидюки» действительно не замечают разницы между обычным и HDCD-диском, так как они просто не воспроизводят младшие разряды 16-битового цифрового звука. Зато высококлассная аппаратура, не имеющая декодера HDCD, совершенно справедливо воспринимает кодированные данные как помеху и производит интерполирование младших разрядов в считанной с диска цифровой информации. В результате на этих проигрывателях диски HDCD звучат даже хуже, чем просто хорошо записанный CD. Аппараты же, оснащенные декодером HDCD, не могут убедительно продемонстрировать свое превосходство в звуке, по сравнению с другими моделями проигрывателей из той же ценовой категории. Во всяком случае рядовые слушатели далеко не всегда могут отличить звучание обычного CD от звука с диска повышенного разрешения. Одним словом, идея HDCD так и не прижилась в широких аудиофильских массах, которые по-прежнему ожидали прихода «настоящего супердиска» нового поколения. И он появился. Причем сразу в двух вариантах: DVD-Audio, ставшим дальнейшим развитием формата DVD, и альтернативном ему формате SACD, предложенном фирмами Philips и Sony.

**DVD-Audio**

Работы по созданию формата DVD-Audio были начаты образованной DVD-форумом рабочей группой WG-4 в 1996 году. В 1999 году он был утвержден в качестве формата и поддержан 44 компаниями, представленными в DVD-форуме. К ним присоединились представители музыкальной индустрии, в том числе RIAA (ассоциация американских фирм звукозаписи). DVD-Audio базируется на тех же основных принципах, что и компакт-диск, но обеспечивает значительно более высокое качество звучания за счет увеличения разрядности и частоты дискретизации сигнала звука.

Super Audio CD-проигрыватель Sony SCD-1, посетив выставки на всех континентах, появился наконец и на московском Hi-Fi show 2000



зации сигнала звука. У DVD-Audio диска может быть 2 информационные слои, расположенных на глубине 0,6 мм и 1,2 мм от поверхности. К тому же информация на нем может записываться на обеих сторонах диска, как и у обычного DVD-Video. Таким образом, возможны четыре разновидности DVD-Audio диска: однослойный односторонний, двухслойный односторонний, однослойный двусторонний, двухслойный двусторонний.

Запись цифровых сигналов в DVD-Audio также осуществляется при помощи углублений (пит), наносимых на поверхность диска. Однако расстояние между треками уменьшено вдвое, а ширина пит — в 3 раза по сравнению с CD.



Один из первых DVD-Video/Audio-проигрывателей Panasonic DVD-A7

Поэтому у DVD-Audio информационная емкость значительно больше, чем у компакт-диска.

Стандартом на DVD-Audio установлено несколько частот дискретизации звукового сигнала: 44,1 кГц, 88,2 кГц, 176,4 кГц, 48 кГц, 96 кГц и 192 кГц. Допускается также несколько уровней квантования звукового сигнала с разрешением от 16 до 24 бит. Так как DVD-Audio по сравнению с CD может иметь частоту дискретизации в 4 раза большую и в 256 раз большее разрешение (при 24-битовом квантовании), он обеспечивает в 1000 раз большую точность отображения звукового сигнала! Это позволяет достичь экстремально высоких параметров качества звука: полоса частот до 100 кГц при динамическом диапазоне 144 дБ. Более того, форматом на DVD-Audio предусмотрена возможность записи 6-канального звука на диск. Это позволяет использовать один и тот же диск и для прослу-

**Распространение оптического носителя с высокой плотностью записи для видео и компьютерного применения сделало возможным создание коммерческих аудиозаписей с высоким разрешением; появление обсуждаемого DVD-Audio стало логическим шагом.**

шивания музыки в 2-канальном варианте в переносной аппаратуре, и в стационарной 6-канальной аппаратуре в режиме многоканального звука.

Для того, чтобы «запахнуть» на диск полноценный многоканальный несжатый звук высокого качества, разработчикам диска DVD-Audio пришлось пойти на различные ухищрения. Например, ими используется технология экономичной «упаковки» цифровых данных на диск MLP (Meridian Lossless Packing), разработанная фирмой Meridian Audio. По принципу работы предложенный алгоритм сильно напоминает процедуру архивирования данных на винчестере или дискетах в компьютерных архивах и позволяет сократить объем записываемых на диск данных на 25–55% без потери информации. Кстати сказать, аналогичная система «архивирования» Direct Stream Transfer, разработанная фирмой Philips, используется и в другом формате «супердиска» — SACD.

Помимо высококачественной музыки, DVD-диск позволяет реализовать различные мультимедийные приложения. В частности, вывести на экран подключенного к видеовыходу DVD-Audio проигрывателя телевизора не-

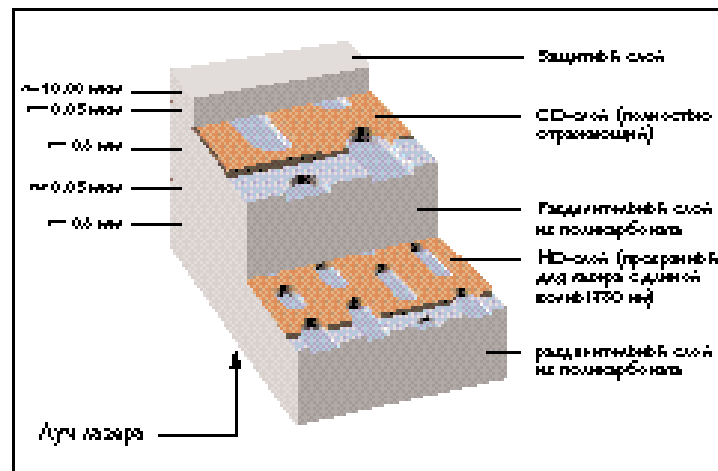




- Формат записи** — Sony DSD (Direct Stream Digital) одноканальная система, частота выборки 2,8224 МГц (в 64 раза выше, чем для CD)
- Объем данных на диске** — 4,7 Гб на одном слое SACD-диска с высокой плотностью (HD) и около 9 Гб на двухслойном HD-диске. Гибридный двухслойный содержит слой SACD и слой CD
- Характеристика двухканального стерео** — динамический диапазон 120 дБ/полоса частот <20 Гц — 100 кГц, время звучания >74 минут. На практике полоса может быть ограничена частотой 50 кГц
- Характеристика в многоканальном режиме** — до шести каналов
- Возможность воспроизведения графики, фото и видео** — да
- Средняя продажная цена проигрывателя** — цены в Европе и США будут объявлены позднее. Первые модели в Японии стоят от \$3000 до \$10000
- Совместимость дисков с существующими CD-проигрывателями** — да, для гибридных двухслойных дисков. В Японии начата продажа только однослойных SACD-дисков
- Совместимость специальных проигрывателей с CD-дисками** — да
- Совместимость SACD-дисков с существующими DVD-проигрывателями** — нет
- Совместимость специальных проигрывателей с существующими DVD-дисками** — нет
- Защита от пиратского копирования** — обязательные «водяные знаки» на данных, видимые «водяные знаки» на поверхности диска (для визуального контроля фирменного диска) и система кодирования по усмотрению провайдера
- Возможность копирования пользователем** — нет выхода цифрового сигнала для коммерческих проигрывателей. Копирование по аналоговому выходу не имеет ограничений
- Поставщики проигрывателей** — высказались в поддержку SACD: Accuphase, Aiwa Denon, Kenwood, Krell Industries, Marantz, Musical Fidelity, Nakamichi, Onkyo, Philips, Sharp, Sony, TEAC, Wadia, Yamaha
- Поставщики программ (записей)** — DSD-записывающие компании: A Record Popular/Challenge Record, Deutsche Gramophon, Denon, DMP, Hyperion Records, Les Disques Lyrinx, Mobile Fidelity Sound Lab, Musical Fidelity, Philips Classics, Polygram Recording Services, Sony Music Entertainment International, Sony Music Entertainment Japan, Telarc International, Green Room Productions, Polyhymnia International, Wisseloord Studios

подвижные картинки (слайды), тестовое или анимированное меню, дополнительную текстовую информацию и т.д., которая записывается в формате MPEG-2, как на привычном всем нам DVD-Video-диске. В свою очередь, сигналы DVD-Audio могут быть записаны и на DVD-Video как его составная часть. Заметим, что текстовая информация на DVD-Audio-диске может быть записана двумя различными способами. Общая информация (сведения об исполнителях, композиторах и авторах слов песен и т.д.) записывается на отдельном сегменте диска в формате Audio Manager (AMG). Текущая же текстовая информация (текст исполняемой песни) записывается в общем цифровом потоке аудиоданных и выводится в виде бегущей строки в режиме реального времени на индикатор проигрывателя или на экран телевизора. В какой-то степени эти функции можно рассматривать, как дальнейшее развитие системы CD-Text компакт-диска, которая также позволяет выводить на дисплей названия песен, авторов и исполнителей и т.д. Конечно, возможности формата DVD-Audio неизмеримо шире. Например, имеется возможность вывода всей этой информации на нескольких языках.

Первые универсальные DVD-проигрыватели уже продает в США фирма Panasonic: массовую под маркой Panasonic DVD-A7 и эксклюзивную — Technics DVD-A10. Готовятся к выходу на мировой рынок с аналогичными моделями JVC и Pioneer, хотя в Японии они уже продаются.



Структура двухслойного SACD очень похожа на двухслойный DVD, у которого внутренний слой содержит обычную CD-запись

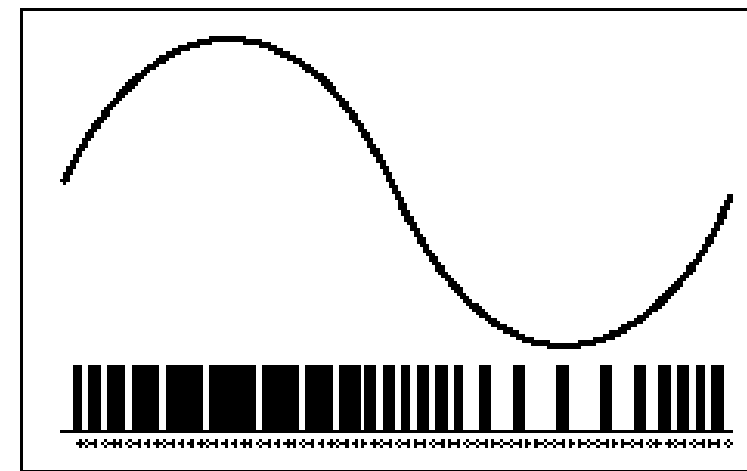
**Super Audio CD**

Однако DVD-Audio на сегодняшний день не является единственным форматом, претендующим на звание супердиска. Разработанный фирмами Sony и Philips альтернативный стандарт Super Audio CD (SACD) с наименьшим правом может претендовать на этот почетный титул, так как диски этого формата также обеспечивают невиданно высокие технические характеристики тракта цифрового сигнала звука (полоса частот до 100 кГц при динамическом диапазоне сигнала свыше 120 дБ). В чем же различие этих двух форматов супер-CD? Во-первых, диски SACD в гибридном варианте совместимы с обычными CD-проигрывателями, тогда как DVD-Audio не могут быть воспроизведены на них. По мнению специалистов Sony, эта совместимость вниз является огромным преимуществом дисков SACD над конкурирующим форматом, так как в мире уже имеется огромный парк CD-проигрывателей — порядка 600 млн. шт. Совместимость с ними в гибридном SACD-диске обеспечивается за счет использования в нем двух информационных слоев. Один из них записан в формате CD и может воспроизводиться любыми проигрывателями. Другой слой с записью высококачественного звука высокого разрешения HD — полупрозрачный и может быть воспроизведен только проигрывателем с SACD-декодером при перефокусировке считывающей головки на полупрозрачный слой. Во-вторых, сам принцип записи цифровых сигналов на диск SACD принципиально отличается от способа записи на CD и дисках DVD-Audio. В дисках SACD используется технология DSD (Direct Stream Digital), суть которой заключается в следующем. Исходный звуковой сигнал подается на вход высокоскоростного 1-битового АЦП, осуществляюще-

го его дельта-сигма-модуляцию на частоте 2,8224 МГц, что в 64 раза выше принятой для CD частоты 44,1 кГц. Полученный при этом сигнал с импульсно-плотностной модуляцией поступает затем на вход рекордера и записывается на SACD-диск. На приемном конце в SACD-проигрывателе этот считанный с диска сигнал преобразуется в аналоговую форму путем его фильтрации низкочастотным аналого-

**Перечень производителей звуковых программ в формате SACD теперь выглядит более многочисленным, но в список входят только «DSD-записывающие компании», и некоторые из них не обладают «рекорд лейблом».**

вым фильтром. По утверждению разработчиков нового формата, предложенная процедура оцифровки звукового сигнала имеет ряд важных преимуществ по сравнению с применяемой в обычных компакт-дисках и DVD-Audio стандартной импульсно-кодовой модуляцией PCM. Во-первых, в системе CD в тракте записи используется децимирующий цифровой фильтр, который служит источником искажений в



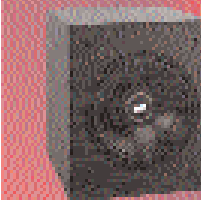
В отличие от обычного линейного PCM, при DSM сигнал в цифровой форме повторяет аналоговый: для положительной полуволны меняется длительность положительных импульсов, а для отрицательной — отрицательных

виде шума квантования, ухудшающего качество звучания. В свою очередь, в тракте воспроизведения применяется такой же децимирующий интерполятор, также являющийся источником шума квантования. В системе же SACD использование DSD делает ненужной эту процедуру и как следствие исключает потери и искажения звука, вызванные цифровой фильтрацией PCM. При записи цифровых сигналов SACD на диск используется технология, схожая с CD, однако размеры пик значительно уменьшены: длина с 0,83 мкм до 0,4 мкм, а шаг между дорожками с 1,6 мкм до 0,74 мкм. Для считывания данных с SACD в проигрывателях применяется коротковолновый лазер, такой же, как и в DVD-Audio.

Необходимость разработки формата SACD была вызвана неудовлетворенностью наиболее требовательных слушателей и профессиональных звукоинженеров качеством звучания традиционного CD. Кроме того, перед музыкальной индустрией в середине 90-х годов остро встал вопрос перевода архива аналоговых мастер-лент на цифровые носители, так как близилась к концу их гарантийные сроки хранения. Разработанная инженерами Sony при участии Philips система SACD обеспечивала очень высокое субъективное качество звука и как нельзя лучше удовлетворяла требованиям этих категорий заказчиков. Сторонники нового формата объясняют его преимущества тем, что плотность распределения импульсов в DSD прямо пропорционально изменению кодируемой ими огибающей звуковой волны. То есть, с их точки зрения, DSD по своей природе гораздо ближе к аналоговым сигналам, чем «голая цифра», записываемая на CD и DVD-Audio.

**Miller & Kreisel Sound Corporation**  
**Выбор профессионалов**

- Самые известные студии мира, среди которых:
  - 20th Century Fox
  - Dolby Laboratories
  - DTS
  - EMI
  - Walt Disney Pictures
  - Warner
  - Skywalker Sound
- Выбирают громкоговорители M&K!



**V-125**

Сабвуфер (линия THX моделей)

M&K — это выбор профессиональных звукорежиссеров, представляющих более чем 100 самых известных студий в области звукозаписи, создания многоканального звука и радиовещания.

**SS-150THX**

Триполная типичная акустика



"Из профессиональных звуковых систем M&K пока остается неизменяемым."

Журнал EQ



**S-1C**

Стереопарные M&K-динамик в модных мировых приложениях конструкции (2x6" — 100)

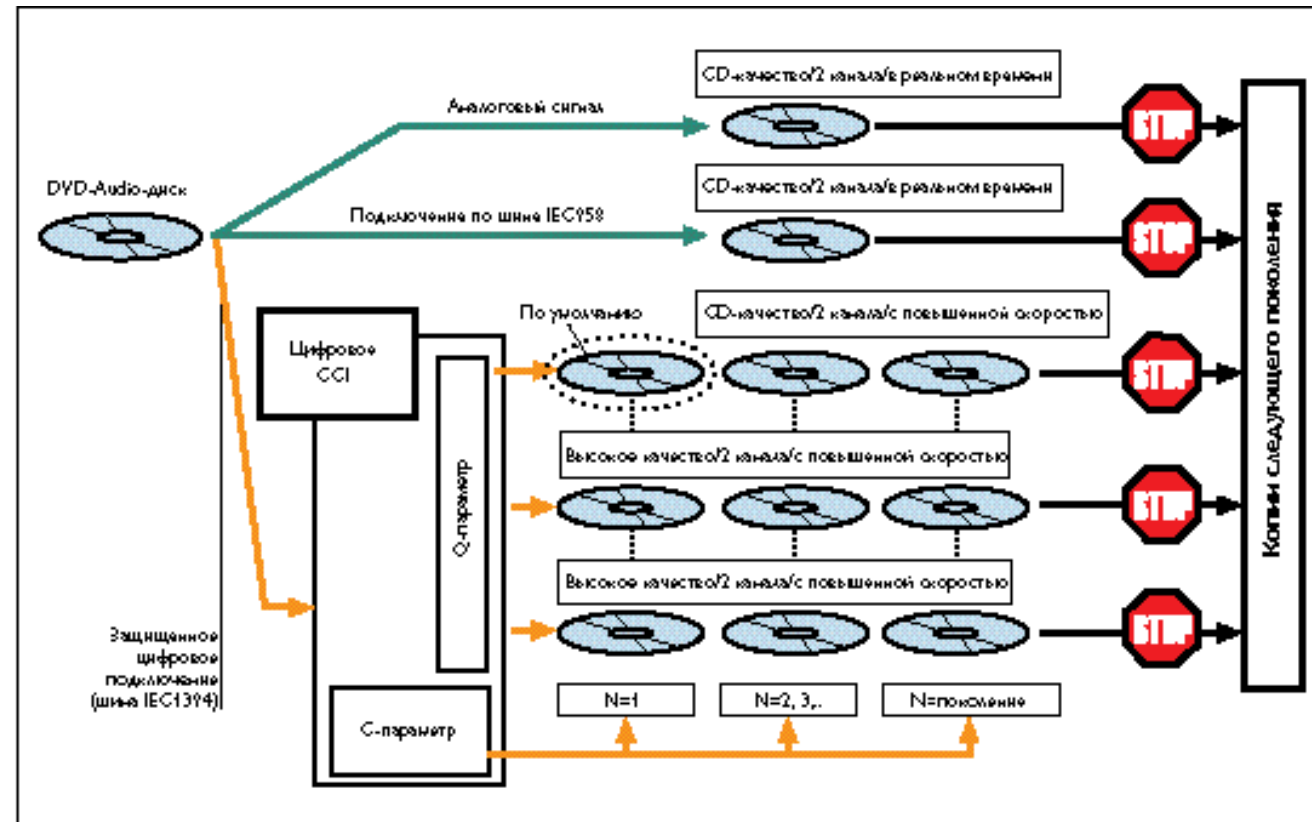
В каждом громкоговорителе и сабвуфере M&K применяются технологии и решения, используемые в системах Pro-серии. Оригинальные подставки для акустических систем. Акустика в разном цветовом исполнении. Многообразие ценовых категорий.

**S-150THX**

Фронтальная THX — акустика







Защита и правила копирования CCI

Форматом SACD предусмотрено 3 варианта дисков. Первым из них является простой односторонний однослойный диск, содержащий только данные в формате высокого разрешения (HD). На этот диск возможна запись звуковой программы длительностью до 109 минут.

Вторым типом диска является двухслойный диск с двумя HD-слоями. Его информационная емкость достигает 198 минут.

Ну, и наконец двухслойный гибридный диск с двумя слоями: CD и HD. Информация с CD-слоя считывается лазерными головками с длиной волны 780 нм, а с полупрозрачного HD-слоя — лазером с длиной волны 650 нм. Как и любой оптический звуковой диск, SACD имеет встроенную защиту от перезаписи с «водяными знаками».

Предложенный фирмами Sony и Philips стандарт носит название «Алой книги» (Scarlet Book), в чем явно просматривается аналогия со знаменитой «Красной книгой» (Red Book) с описанием системы CD. И это неудивительно, так как SACD во многом базируется на дальнейшем развитии идей и технологий, заложенных в компакт-диск, ключевой пакет патентов на который, кстати говоря, как раз и принадлежит Sony и Philips. Поэтому их стремление привязать новый стандарт к имеющимся у них патентам вполне понятно и объяснимо.

Тем не менее аудиофилы с нетерпением ожидают появления на рынке первых моделей суперпроигрывателей. Наибольшую активность проявляет фирма Sony, которая представила на берлинской радиовыставке сразу две модели SACD: SCD-1 и более доступный SCD-777ES. Помимо Sony, свои собственные модели подобных проигрывателей на выставке показали Magantz (читай Philips) и ...Sharp. Более того, эта фирма показала не только проигрыватель SACD, но и специально разработанный для него цифровой 1-битовый усилитель низкой частоты. Остается добавить, что продажи проигрывателей Sony уже начались в Западной Европе.

### Системы защиты от копирования

Кстати сказать, после изучения обоих форматов у нас создалось впечатление, что, помимо улучшения качества звучания, одной из основных целей создания новых цифровых звуковых форматов супердиска как раз и являлась разработка более эффективной, чем у CD, системы борьбы с пиратами. По всей видимости, эти самые пираты уж очень досаждают представителям зарубежной музиндустрии, лишая их изрядной доли законных доходов. Не будем забывать также, что разработчики диска SACD Sony и Philips весьма активны не только в производстве «железа» (аппаратуры), но и «софта» для нее.

Очень интересно решена проблема организации защиты от копирования в SACD-дисках. Имея в виду, что скопировать обычный CD никакого труда не составляет, разработчики новых форматов придумали изощреннейшую систему антипиратской кодировки. В системе SACD, например, используется двойная защита с помощью так называемых водяных знаков (watermarking). Для их нанесения на диск инженеры Sony и Philips придумали специальную установку, которая изменяет ширину пит (углублений на диске) при подготовке матрицы диска SACD в соответствии с управляющим кодом PSP (Pit signal processing), введенным в сигнал транспортного потока перед его записью на диск. Благодаря изменению ширины пит SACD-диска на поверхности его «зеркала» возникает муровый рисунок, напоминающий водяные знаки на денежных купюрах. По утверждению разработчиков, скопировать этот рисунок никаким другим способом, кроме как введением в оригинальную запись кода PSP, невозможно. При считывании же SACD-диска этот код сразу же «вырезается» специальной схемой из цифрового потока считанных с диска данных, и поэтому на цифровой выход проигрывателя он не поступает. Поэтому пиратские диски будут иметь чистое зеркало без водяных знаков, и их с первого взгляда можно будет визуально отличить от настоя-

щих SACD. Заметим, однако, что на тех дисках SACD, которые мы видели на демонстрациях этого формата, подобного рисунка нет, хотя их подлинность и фирменное происхождение никаких сомнений не вызывают. Очевидно, что система PSP пока еще не доведена до ума и не используется при записи первых SACD-дисков. Однако, допуская, что у части владельцев новых проигрывателей все равно появится соблазн приобрести пиратский SACD-диск (а так оно и будет, учитывая стоимость родного диска в \$30–40), разработчики стандарта решили подстраховаться. И ввести еще один уровень защиты — аппаратный. То есть, помимо водяных знаков, используется еще специальные скрытые кодовые комбинации (ключи), вводимые в транспортный звуковой сигнал перед его записью на диск. В SACD-проигрывателе этот код считывается оптической головкой и сразу выделяется из транспортного потока специальной схемой декодера. Так же как и «оптические» данные для формирования водяных знаков, эти скрытые коды не попадают на цифровой выход SACD-проигрывателя и, следовательно, не могут быть считаны пиратами. Зато они в обязательном порядке считываются проигрывателем и с выхода декодера ключа поступают на вход специальной цифровой схемы замка, которая и осуществляет распаковку цифровых данных транспортного потока. Как только на вход замка не поступит правильная кодовая комбинация ключа, проигрыватель сразу же решает, что данный диск пиратский и не станет его воспроизводить. Однако, с нашей точки зрения, все эти технические ухищрения почти наверняка окажутся бесполезными и будут легко взломаны. Очевидно ведь, что если транспортный цифровой поток SACD-диска снять непосредственно с выхода оптической головки до входа схемы декодирования кода PSP, в этом первичном цифровом потоке будут содержаться скрытые

коды ключа. Нет сомнения, что при необходимости будут придуманы и другие, еще более простые способы обойти проблему защиты от перезаписи. Впрочем, свои возможности пираты уже наглядно продемонстрировали, взломав в ноябре прошлого года систему защиты в DVD, считавшуюся его разработчиками абсолютно надежной. Чем повергли производителей железа и тем более самих дисков в настоящий шок. Он оказался настолько глубоким, что выход на рынок проигрывателей DVD-Audio был отложен ими более чем на полгода — до лета 2000 года. Сейчас спешно разрабатывается новый, более совершенный вариант системы кодирования CSS-2, которой планируется оснастить все подготовленные к производству, но не выпускаемые по этой причине модели DVD-Audio-проигрывателей. Однако похоже, что возможности программных методов борьбы с пиратами, на которые их разработчики новых стандартов очень надеялись, оказались сильно преувеличены. Но не будем спешить и делать пессимистичных прогнозов. Ведь есть куда более простой способ борьбы с пиратами — просто-напросто не поставлять им оборудование для массового производства супердисков. Или ввести жесткий контроль и инспекцию на всех заводах-изготовителях дисков DVD-Audio и SACD. Своими же силами в обозримом будущем создать оборудование такого уровня пиратам вряд ли удастся.

Как и у обычного компакт-диска, в системе DVD-Audio предусмотрена защита от копирования фонограммы в цифровом виде. Как известно, в системе «компакт-диск» при копировании цифрового сигнала специальное устройство вводило в поток данных цифровой метку (флаг), которая при попытке сделать еще одну запись с цифровой копии блокировала эту функцию в рекордере. В DVD-Audio разработчики формата поступили более радикально: изначально ввели в записанный на диск сигнал

**Эксклюзив**  
 Это не просто...  
 Только музыка на основе стереосистемы, имеет право называться ПРЕСТЕТЕТОМ, а не просто диск с форматом...  
 эксклюзивный звук. Мы предлагаем эксклюзивный...  
 эксклюзивный материал ред, гарантия...  
 (См. Приложение, в конце каталога) **СМАРТ**

**Системы Smart Home**  
 Оснащение, управление по...  
 экрану и более в одной системе управления

**Аппаратура High End Audio**  
 Лучшее из зарубежья...  
 лучшее качество звука...  
 звуковые аппараты высшего класса

**Hi-Fi & Hi-End**  
 всё для  
**ДОМАШНЕГО КИНОТЕАТРА**

- Компоненты, акустика, аксессуары.
- Консультации специалистов.
- Комната прослушивания.
- Доставка, установка, подключение.
- Установка эфирного и спутникового телевидения и НТВ+.

**Эксклюзив**  
**LUXMAN CELESTION**  
 НИ МА ЭЛЕКТРОНИКА

Москва, ул. Профсоюзная, 93А  
 тел.: (095) 713-9640,  
 330-2729.



«цифровые водяные знаки», то есть специальный CCI-код (Copy Control Information), блокирующий цифровую перезапись. Поэтому любой цифровой рекордер при попытке переписать фонограмму с DVD-Audio диска по «цифре» сразу же блокируется. Однако есть одно важное «но»: на выходе универсального цифрового разъема IEEE-1394 для подключения AV-компонентов в единую мультимедийную цифровую сеть блокирующие цифровую перезапись коды отсутствуют, так как запрет на перезапись для компонентов сети IEEE-1394 решается программными методами. Система защиты от копирования DVD-дисков считалась ее разработчиками абсолютно надежной. Однако, как известно, «на любой хитрый болт найдется еще более хитрая гайка». И такая «гайка» уже нашлась. В ноябре про-



Новый универсальный DVD-проигрыватель фирмы JVC XV-D721 предназначен для воспроизведения как DVD-Video, так и DVD-Audio

шлого года все руководство DVD-форума было повергнуто в шок, когда на сайте в сети Internet одного из норвежских хакеров появилось полное описание кодов для блокирования схемы CSS Video (Contents Scramble System Video), считавшихся ранее абсолютно тайными. По мнению руководства DVD-форума, все выпущенные на сегодня 7 миллионов DVD-проигрывателей, а также те, которые будут изготовлены в ближайшее время, являются теперь «ломаными» в том смысле, что не будут блокировать запись в рекордерах при воспроизведении пиратских DVD-дисков. По оценкам специалистов, на создание улучшенной версии системы защиты от перезаписи DVD-дисков (включая и DVD-Audio) CSS-2 потребуются не менее 6 месяцев.

### Его величество рынок

Исход «битвы форматов» супердисков будет определяться отнюдь не только качеством их звучания. Тем более что, говоря по совести, оба формата звучат примерно одинаково. Поэтому решающее значение для их будущего имеют экономические и потребительские факторы. Если рассматривать программный аспект проблемы, то из «большой пятерки» звукозаписывающей индустрии только Sony Music Intertament явно склоняется к SACD. Ос-

Philips и Marantz продемонстрировали звуковое качество многоканального Super Audio CD



тальные четыре — BMG, EMI, Universal и Warner — в той или иной степени поддерживают DVD-Audio. Группа 5.1 Entertainment объявила о начале выпуска дисков DVD-Audio под лейблами Silverline и Immergent. В конце марта были выпущены первые 15 дисков (классика и джаз), а к концу года планируется довести их число до 80. Много различий и в подходах к аппаратной части. К примеру, форматом на DVD-Audio изначально предусматривается запись многоканальной фонограммы, в то время как для SACD такая возможность только обозначена. И это может иметь очень большое значение, так как если разницу в звучании между «старым» CD и новыми DVD-Audio или SACD замечает далеко не каждый (даже и весьма опытный аудиофил), то отличие между многоканальным и стереозвучанием слышно каждому. Это — во-первых. Во-вторых, интерактивные возможности DVD-Audio-диска, в том числе красочные экранные меню, графика, тест и видеоролики, очень привлекательны для современных слушателей, избалованных технологиями мультимедиа. В этом отношении SACD с их прагматичными информационными возможностями только в виде бегущей строки на экране выглядят весьма бледно (хотя в принципе возможности записи графики и видео заложены и для SACD-дисков). Но еще более существенный для SACD аспект — экономический. Во-первых, стоимость нынешних проигрывателей DVD-Audio, по сравнению с проигрывателями SACD, явно свидетельствует в пользу первых. Это и понятно, так как в DVD-Audio в большей степени используется серийная элементная база от обычных DVD-проигрывателей, в то время как в SACD — в основном новые заказные микросхемы. Отметим, что проигрыватели, предназначенные только для воспроизведения дисков DVD-Audio, не планирует выпускать ни одна из известных фирм-производителей. Оценивая потенциальный рынок универсальных проигрывателей DVD-Video/Audio, следует иметь в виду, что они могут отхватить еще и часть рынка VHS-видеомагнитофонов. То есть покупая один проигрыватель, владелец получает возможность и слушать DVD-Audio, и смотреть DVD-Video. Владельцам же SACD-проигрывателя при желании смотреть фильмы придется дополнительно раскошелиться еще и на покупку отдельного DVD-проигрывателя. Но самое главное заключается в том, что стоимость гибридного SACD/CD-диска вследствие сложной технологии изготовления двухслойного диска всегда будет больше цены на однослойный DVD-Audio-диск.

Какой из этих двух форматов победит, сейчас с уверенностью утверждать никто не берется. Скорее всего произойдет просто их переориентация на разные сегменты рынка аудио. DVD-Audio имеет все шансы стать массовым продуктом и занять нишу традиционных CD-проигрывателей. SACD же скорее всего привлечет к себе требовательных аудиофилов, заменив им виниловые вертушки. Кроме того, он будет широко использоваться в профессиональной сфере для архивирования аналоговых мастер-лент, заняв, таким образом, экологическую нишу DAT-магнитофонов. Таков прогнозируемый расклад сил на «поле боя» новейших форматов супердиска за покупателя.

**P.S.** В заключение заметим, что мы умышленно не стали рассматривать вопрос о влиянии новых суперформатов звука на развитие остальных компонентов аудиотракта: усилителей и акустических систем. А оно, безусловно, есть, так как от работающей совместно с проигрывателями нового поколения аудиотехники теперь потребуется воспроизведение широкополосного звукового сигнала с полосой частот вплоть до 100 кГц при динамическом диапазоне 144 дБ. И такие DVD-Audio Ready — усилители и колонки — уже появились. ■