

ЦИФРОВОЙ ЗВУК

Какими способами можно получить звук на IBM PC?

1. Через встроенный громкоговоритель (PC Speaker):

- используя в стандартном режиме подключенный к нему канал 2 системного таймера, который может генерировать прямоугольные колебания различной частоты. Таким образом можно получать простые тональные звуки заданной частоты и длительности, однако управление громкостью и тембром звука в этом способе невозможно.

2. Через простой ЦАП:

- подключаемый к параллельному (LPT) порту (Covox). На восьми выходных линиях данных (D0..D7) параллельного порта собирается взвешивающий сумматор - схема, суммирующая логические уровни 0/1 с весами 1, 2, 4, ..., 128, что дает для каждой из комбинаций восьми цифровых сигналов

3. Через специальную звуковую карту:

- используя ЦАП, который есть почти на всех картах.

- используя синтезатор, который тоже есть почти на всех картах. Большинство карт оснащено простейшими 2- или 4-операторными FM-синтезаторами; почти на всех современных картах установлены также WT-синтезаторы.

4. При помощи внешнего синтезатора, управляемого от компьютера:

- используя MIDI-порт, который имеется практически на всех звуковых картах.

- используя стандартный последовательный порт, если в BIOS Setup есть возможность переключить его в режим MIDI-совместимости

- используя специальные карты-адаптеры - например, Roland MPU-401.

Форматы звуковых файлов

В настоящее время стандартом де-факто стали два формата:

Microsoft RIFF (Resource Interchange File Format - формат файлов передачи ресурсов) Wave (.WAV)

и SMF (Standard MIDI File – стандартный MIDI-файл) (.MID).

Первый содержит оцифрованный звук (моно/стерео, 8/16 разрядов, с разной частотой оцифровки), второй - "партитуру" для MIDI-инструментов (ноты, команды смены инструментов, управления и т.п.). Поэтому WAV-файл на всех картах, поддерживающих нужный формат, разрядность и частоту оцифровки звучит совершенно одинаково (с точностью до качества преобразования и усилителя), а MID-файл в общем случае - поразному.

Промежуточный формат: трекерная музыка (MOD,STM,S3M,XM,IT...)

Применялась первоначально для музыкального сопровождения компьютерных игр. Отличается тем, что помимо нотной партитуры в файлы входят еще и инструменты в

оцифрованном виде. При воспроизведении компьютер в реальном масштабе времени микширует их и выдает на звуковую плату результирующий сигнал. Таким образом, в отличие от MIDI, такие файлы звучат одинаково практически на любом компьютере. Кроме того, в них могут содержаться оригинально звучащие инструменты и даже вокал.

Кроме WAV-формата существует множество других файлов, содержащих все тот же оцифрованный звук (SND,AU,AIFF и т.п.). На мультимедийных носителях применяют всевозможные методы сжатия звуковых файлов в целях экономии места на диске (WAV - ADPCM, MPEG - файлы MPG,MP2,MP3).

RAW - формат "чистой оцифровки", не содержащий заголовка. Обычно оцифровка хранится в 16-разрядном знаковом (signed) формате, хотя могут быть и исключения.

VOC и CMF - форматы представления от фирмы Creative. VOC-файлы содержат оцифрованный звук, CMF-файлы - нотные партитуры и параметры инструментов для синтезаторов OPL3.

AIFF (Audio-...) - формат звуковых файлов на Macintosh и SGI.

AU - формат звуковых файлов SUN/NeXT.

MOD - широко распространенный трекерный формат. Содержит оцифровки инструментов и партитуру для них, отчего звучит везде примерно одинаково (опять же - с точностью до способа и качества воспроизведения). В оригинале поддерживаются четыре канала, в расширениях - до восьми и более.

STM - формат Scream Tracker, примерно того же уровня, что и MOD.

S3M - формат Scream Tracker 3. Развитие STM в сторону увеличения разрядности инструментов и количества музыкальных эффектов. Сам ST3 поддерживает до 32 каналов, но не поддерживает предусмотренных в формате 16-разрядных сэмплов.

XM - формат Fast Tracker. Один из наиболее высокоуровневых среди трекерных форматов. Поддерживаются 16-разрядные сэмплы, один инструмент может содержать различные сэмплы на разные диапазоны нот, возможно задание амплитудных и панорамных огибающих.

IT - формат Impulse Tracker. Подобен XM, так же поддерживает 16-разрядные сэмплы.

Wave-формат

WAVE-форма звука получается при *оцифровке*, или *дискретизации*, непрерывной звуковой волны (англ. *wave* – волна), точнее, аналогового аудиосигнала. При оцифровке специальное устройство – *аналого-цифровой преобразователь* (АЦП) – измеряет амплитуду волны через равные промежутки времени со скоростью несколько тысяч измерений в секунду и запоминает в Wave-файл измеренные значения. Они называются *выборками* (по англ. *sample*, откуда еще одно название дискретизации – *сэмплинг*).

Обратное преобразование WAVE-формы звука в аналоговый сигнал осуществляется *цифро-аналоговым преобразователем* (ЦАП).

На рис. 1 представлена фонограмма первых 10 секунд 40-й симфонии Моцарта, содержащая 2 205 000 выборок. Если на вашем компьютере установлена звуковая плата, вы сможете ее прослушать, щелкнув мышью на картинке. На рис. 2 показан фрагмент этой записи, содержащий только 50 выборок, начиная с места, отмеченного на рис. 1 вертикальной чертой.

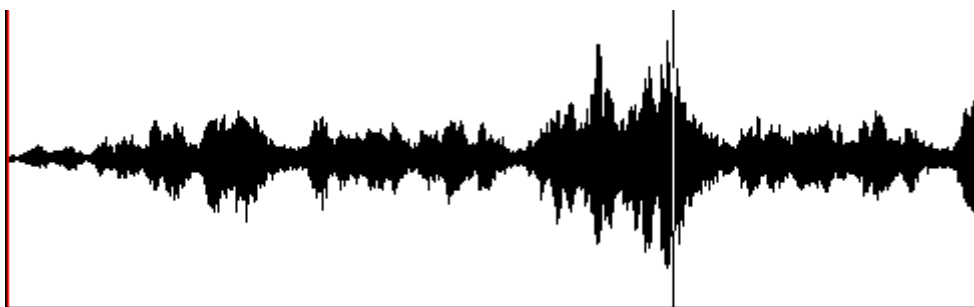


Рис. 1.

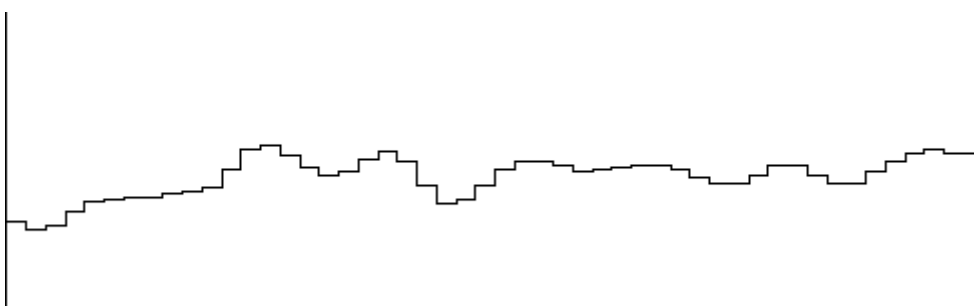


Рис. 2.

WAVE-форма цифрового звука характеризуется пятью параметрами:

- **частотой дискретизации**, Количество выборок в секунду называется *частотой дискретизации* и измеряется в герцах и килогерцах (1 кГц=1000 выборок в сек.). Теоретически, для правильного восстановления аналогового сигнала по его цифровой записи достаточно, чтобы частота дискретизации более чем в два раза превосходила максимальную частоту звука (*теорема Котельникова-Найквиста*). Таким образом, для качественного воспроизведения самого высокого слышимого звука 20 кГц необходима частота дискретизации не менее 40 кГц.
- **разрядностью выборок**, Измеренная амплитуда (выборка) преобразуется в целое число с некоторой погрешностью, определяемой разрядностью этого числа. Это преобразование в числа с заданной разрядностью называется *квантованием*. Погрешность при квантовании вносит шум тем больший, чем меньше разрядность. Теоретически, при *n*-разрядном квантовании отношение сигнал/шум (динамический диапазон) будет составлять *6n* дБ. На CD-DA применяется 16-разрядное квантование. Звуковые платы компьютеров обычно используют 8- и 16-разрядное квантование.
- **числом каналов или звуковых дорожек**, Обычные звуковые платы позволяют использовать 1 или 2 звуковых канала (дорожки) WAVE-звука – "моно" и "стерео". Оба канала обрабатываются отдельно по одним и тем же алгоритмам, хотя и одновременно.
- **алгоритмом компрессии/декомпрессии – кодеком**,

Обозначим

W – объём памяти в байтах для хранения 1 секунды звука в WAVE-форме,
 w – скорость потока звуковых данных в WAVE-форме в *бит/сек*,
 H – частоту дискретизации (число выборок в секунду),
 B – разрядность квантования (число разрядов на выборку),
 C – число каналов.

Тогда очевидно, что $w = H B C$ и, если B кратно 8, $W = w/8$. Следовательно,

- скорость потока данных CD-качества ($H=44100$, $B=16$, $C=2$) составляет 1 411 200 *бит/сек* или 1378,125 *Кбит/сек* (такая скорость обеспечивается только CD-дисководом с не менее, чем 2-кратной скоростью),
- 1 час звука с качеством CD-DA потребует 605,6 Мбайт (поэтому на аудиодиске помещается около 70 минут несжатого звука),
- скорость потока данных телефонного качества ($H=8000$, $B=8$, $C=1$) составляет 64 000 *бит/сек* или 62,5 *Кбит/сек* (такая скорость обеспечивается далеко не каждым модемом, так что такой звук не может использоваться в Интернет-телефонии).

С целью уменьшения объема и потока звуковых данных в WAVE-форме используются различные специальные *алгоритмы компрессии/декомпрессии* (кодеки), т.к. обычные алгоритмы сжатия информации здесь не дают эффекта. Сжатие аудиоданных возможно лишь с некоторой потерей информации, но учет психофизиологических особенностей восприятия звука (например, не все частоты в слышимом диапазоне существенны для восприятия), позволяет в ряде случаев сделать эти потери практически незаметными. Следует, однако, учитывать очень высокую чувствительность человеческого слухового аппарата, особенно к временным характеристикам звука. Наиболее известными являются следующие кодеки, используемые в мультимедиа под Windows:

- **PCM** (*Pulse Code Modulation*) – импульсно-кодовая модуляция (ИКМ) – сжатие может достигаться только за счет выбора меньших значений величин H , B и C (фактически, это несжатый звук); квантование происходит по равномерной шкале из 2^B значений;
- **DPCM** (*Differential PCM*) – дифференциальная ИКМ (ДИКМ)– выборка представляется своей разностью от предыдущей, что требует меньше B битов; сжимает в несколько раз;
- **ADPCM** (*Adaptive DPCM*) – адаптивная ДИКМ (АДИКМ) – то же, что ДИКМ, только квантование происходит не по равномерной шкале, а с учетом динамики изменений амплитуды; сжимает в несколько раз;
- **MPEG** (*Motion Picture Experts Group*) – стандарты *Группы экспертов в области кино*; для сжатия звуковой информации используются стандарты MP2 и MP3; применяется *психоакустическая компрессия*, при которой удаляются звуки, не воспринимаемые человеческим ухом (подробнее метод [MPEG](#) рассматривается в разделе "Технологии сжатия видео"); сжимает в несколько десятков раз при довольно высоком качестве; **MP3** -- сокращение от MPEG Layer3. Это один из цифровых форматов хранения аудио, разработанный Fraunhofer IIS и THOMSON, позднее утвержденный как часть стандартов сжатого видео и аудио MPEG1 и MPEG2. Данная схема является наиболее сложной схемой семейства MPEG Layer 1/2/3. Она требует наибольших затрат машинного времени для кодирования по сравнению с двумя другими и обеспечивает более высокое качество кодирования. Используется главным образом для передачи аудио в реальном времени по сетевым каналам и для кодирования CD Audio.

- **RealAudio** – метод, разработанный фирмой RealNetworks, сжимает в несколько десятков раз, но с невысоким качеством; используется в Интернете для проигрывания звуковых файлов *в реальном времени*.
- **форматом хранения.** Часто кодек определяет и формат аудиофайла, и, соответственно, его расширение:
 - MPEG – ".mpa", ".mp3",
 - RealAudio – ".ra", ".rm".

Более гибким является **WAV-формат** для Windows (файлы с расширением ".wav"). В его основе лежит формат **RIFF** (Resource Interchange File Format), позволяющий сохранять произвольные данные в структурированном виде. Для записи звука в этом формате могут быть использованы различные кодеки.

В формате RIFF файлы делятся на *блоки данных (Chunks)*, содержащие число байтов, кратное 4. Каждый блок начинается с 4-байтового *идентификатора*, за которым следует 4 байта с *длиной* блока или файла. При необходимости блок дополняется нулевыми байтами, но размер указывается без учета этих байтов.

WAV-файл состоит из трех блоков – двух заголовочных и одного блока звуковых данных. Первый блок имеет идентификатор "RIFF", за которым в 4-х байтах следует размер файла (без учета первых 8 байтов). В следующих 4-х байтах стоит идентификатор "WAVE", указывающий тип RIFF-файла.

MP3 -- потоковый формат. В данном случае это значит, что исходный сигнал при кодировании разбивается на равные по продолжительности участки, именуемые фреймами и кодируемые отдельно, а при декодировании конечный сигнал формируется из последовательности декодированных фреймов.

MIDI-формат

Musical Instrument Digital Interface - цифровой интерфейс музыкальных инструментов. Разработан в 1982 г. группой ведущих производителей электронных инструментов для унификации методов управления ими и объединения нескольких инструментов в единую систему.

Под MIDI понимается как способ соединения инструментов - кабели, разъемы, способ передачи сигналов - так и набор команд-сообщений, передаваемых между инструментами. Большинство сообщений передается в реальном времени и отражает воздействия исполнителя на клавиатуру, педали, регуляторы и прочие органы управления инструментом. Прочие сообщения служат для установки общих режимов работы инструмента, переноса параметров звука, оцифровок, партитур и т.п.

В настоящее время MIDI является обязательным интерфейсом любого электронного инструмента и стандартным интерфейсом в музыкальных студиях. С его помощью соединяются не только музыкальные инструменты, но и средства записи, воспроизведения и обработки звука, вспомогательная аппаратура. Синтезаторы звуковых карт также управляются по MIDI - аппаратно или с помощью программного драйвера-интерпретатора.

Способ передачи - токовая петля (5 мА). Информация передается байтами, в последовательном стартстопном коде (8 битов данных, один стоповый, без четности -

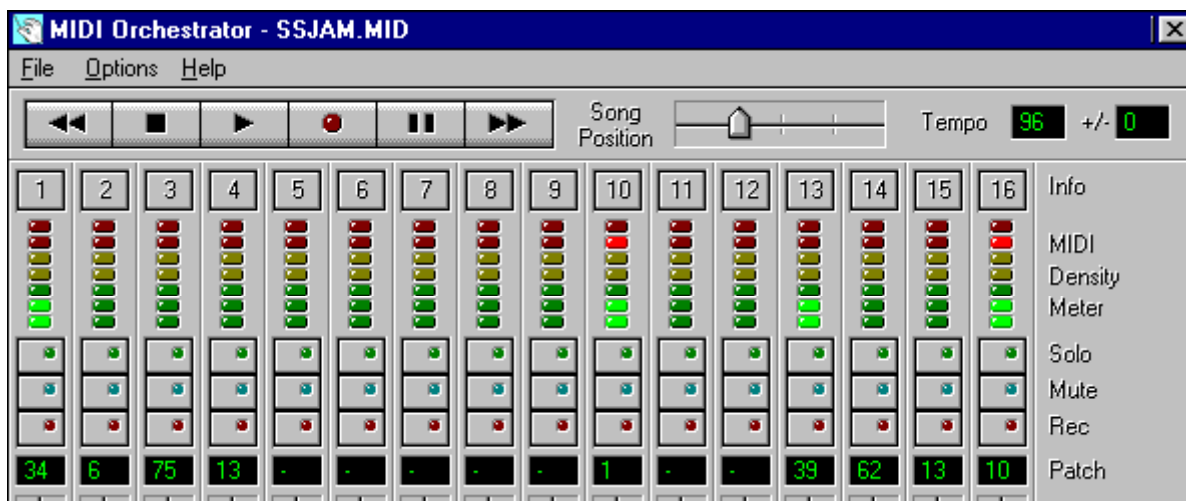
формат 8-N-1), со скоростью 31250 бит/с. В этом MIDI-интерфейс очень похож на последовательный интерфейс IBM PC - отличие только в скорости и способе передачи: в PC используется интерфейс V24 (RS-232) с передачей сигналов путем изменения напряжения. Частоту 31250 бит/с на стандартном интерфейсе IBM PC получить нельзя. MIDI-файл содержит только нотную партитуру - набор команд, которые передаются в реальном времени различным инструментам (нажатие и отпускание клавиш, громкость, баланс, эффекты...). Отсюда и главный недостаток файлов MIDI - на разном оборудовании они звучат по-разному. И даже соблюдение стандарта General Midi (GM), где за каждым инструментом закреплен свой номер, не спасает. (Всего в GM-стандарте 128 мелодических инструментов и 128 ударных.) В последнее время большое распространение приобрел стандарт XG-MIDI (Extended General Midi), расширяющий число инструментов и эффектов, используемых в MIDI-файле.

Устройство, которое по этим командам может воспроизвести звук, называется **MIDI-синтезатором**. На звуковой плате компьютера имеется такой синтезатор, но можно подключить ещё и *внешний* синтезатор.

Аппаратные синтезаторы различаются по методу синтеза. В настоящее время используются методы FM- и WT-синтезы. **FM-синтез** (от англ. *Frequency Modulation – частотная модуляция*) основан на использовании нескольких генераторов сигнала (*операторов*), обычно синусоидального, с взаимной модуляцией. Тембр звука получается искусственный. **WT-синтез** (от англ. *Wave Table – таблица волн*) основан на воспроизведении *сэмплов* – заранее записанных в WAVE-форме образцов звучания реальных инструментов (обычно одной ноты), которые перед воспроизведением должным образом преобразуются. Этим достигается большая реалистичность звучания классических инструментов, но нужна память для хранения сэмплов. Кроме того, компьютер может по MIDI-последовательности синтезировать аналоговый аудиосигнал *программой-синтезатором* (но для его воспроизведения всё равно нужна звуковая плата).

Звуковая плата позволяет также вводить MIDI-последовательность от любого подключённого к ней музыкального инструмента и записывать её в виде *MIDI-файла* (расширения *.mid, .rmi*), который потом можно проигрывать уже без всяких внешних инструментов и включать в любые мультимедиа-программы. MIDI-файлы в сотни раз компактнее, чем аналогичные WAVE-файлы, поэтому их часто используют для создания музыкального фона в мультимедиа-программах и Web-страничках.

Любой MIDI-синтезатор может воспроизводить звучание более 150 различных музыкальных инструментов, имеющих свои *номера* (по англ. *patch*) и названия. Проигрывание идёт одновременно на 16 *каналах (треках)* – 16 инструментах (или, точнее, в 16 оркестровых группах, состоящих из одинаковых инструментов). На каждом канале одновременно может звучать несколько *голосов* – нот, извлекаемых на этом инструменте (их может быть до 32). Получается целый оркестр, в котором одновременно может звучать 512 голосов! Число голосов на одном канале характеризует *полифонию* синтезатора. На рис. показан «пульт управления» одной из простых MIDI-программ, на котором видны все 16 каналов, назначенные на них инструменты и их номера, а также кнопки и регуляторы, с помощью которых можно изменить звучание записанного MIDI-файла, записать новый файл.



Звуковые карты

Все звуковые платы по назначению можно разделить на три группы:

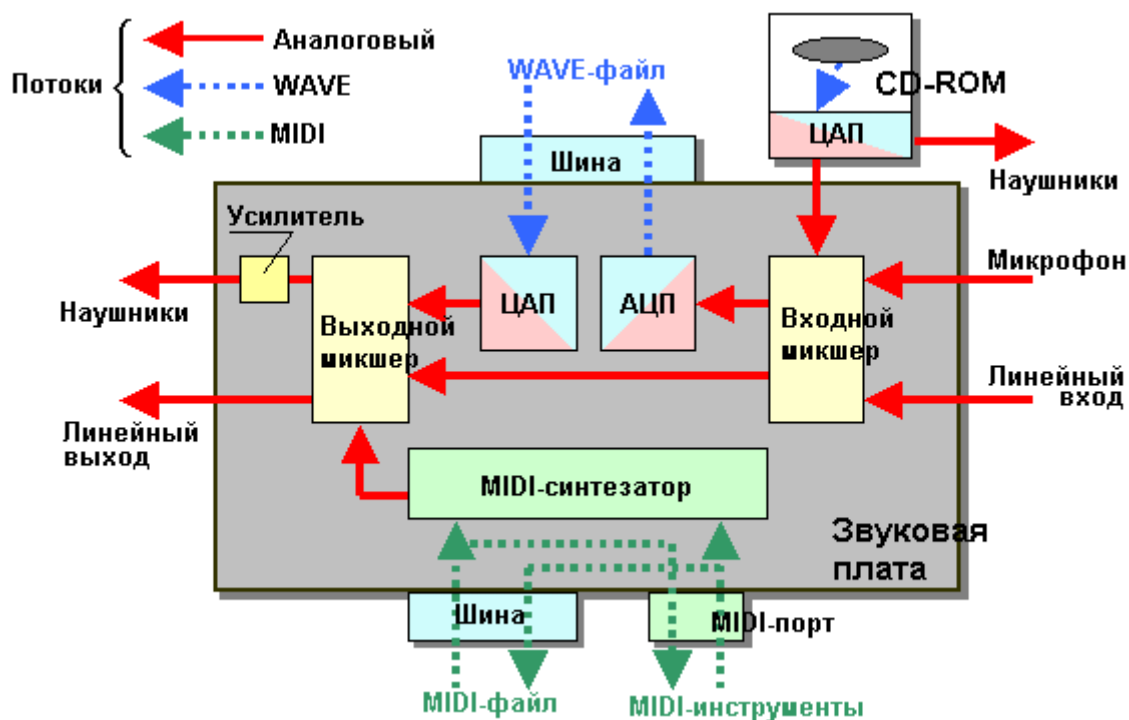
- **чисто звуковые**, содержащие только тракт цифровой записи/воспроизведения. Эти платы позволяют только записывать или воспроизводить непрерывный звуковой поток, наподобие магнитофона. Вся работа по запоминанию записываемого и подготовке воспроизводимого потока возлагается на программное обеспечение; оцифрованный звук при этом в самой плате не хранится. Некоторые звуковые платы имеют встроенные сигнальные процессоры для обработки звука в процессе его записи или воспроизведения.

- **чисто музыкальные**, содержащие только музыкальный синтезатор. Такие платы ориентированы прежде всего на генерацию относительно коротких музыкальных звуков по командам от центрального процессора; сами звуки при этом либо создаются параметрически, либо воспроизводятся оцифровки, заранее помещенные в память синтезатора (ПЗУ или ОЗУ). Музыкальные платы не имеют возможности записи звука и, даже при наличии ОЗУ в синтезаторе, не рассчитаны на воспроизведение непрерывного звукового потока, хотя иногда этого можно добиться при помощи особых методов. Некоторые музыкальные платы содержат эффект-процессор для обработки создаваемого звука.

- **комбинированные, или звуко-музыкальные**, с объединенным на одной плате цифровым трактом и музыкальным синтезатором. Обычно под словом "синтезатор" подразумевается WT; платы только с FM-синтезатором, который сильно ограничен для музыкального применения, чаще всего относят к категории чисто звуковых.

По конструкции все платы делятся на обычные, или основные, называемые по традиции "картами", которые вставляются в разъем системной магистрали (обычно ISA), и дочерние, подключаемые к специальному 26-контактному разъему на основной карте. По сути, дочерняя плата как бы "надевается" на разъем, удерживаясь на нем только силой трения контактов и фиксирующих штифтов, образуя с основной картой своеобразный "бутерброд".

Из-за ограничений интерфейса между основной и дочерней платами дочерние платы могут быть только чисто музыкальными - никаких возможностей по записи/воспроизведению звукового потока они иметь не могут.



Звуковые данные циркулируют либо в аналоговой форме, либо в WAVE-форме, либо в MIDI-форме.

Внешний (по отношению к звуковой плате) *аналоговый сигнал* поступает по

1. *микрофонному входу* – от микрофона,
2. *линейному входу* – от линейного аудиовыхода любого теле-радио устройства,
3. *внутреннему аналоговому аудиокабелю*, идущему от аналогового аудиовыхода дисковода CD-ROM (как показано на схеме, такой дисковод имеет собственный ЦАП, позволяющий ему автономно, т.е. без участия звуковой платы проигрывать цифровые аудиодиски).

Аналоговых выходов на плате два:

1. *наушниковый* – на наушники или пассивные акустические колонки с предварительным усилением с помощью *внутреннего усилителя* (не очень качественного),
2. *линейный* (без усиления, но с сохранением качества) – на линейный аудиовход любого воспроизводящего или записывающего теле-радио устройства (активные акустические колонки, магнитофон и т.п.).

Входной микшер соединяет (микширует) все поступающие к нему аналоговые потоки в один, который передаётся на оцифровку и запись в WAVE-файл. **Выходной микшер** соединяет все поступающие к нему аналоговые потоки в один, который передаётся на аналоговые выходы. Оба микшера могут управлять уровнем каждого канала каждого своего входного потока и отключать ненужные потоки. Работают они одновременно и, как правило, независимо друг от друга.

В комбинированных картах можно выделить четыре более-менее независимых блока:

1. **Блок цифровой записи/воспроизведения**, называемый также цифровым каналом, или трактом, карты. Осуществляет преобразования аналог->цифра и цифра->аналог в режиме программной передачи или по DMA. Состоит из узла, непосредственно выполняющего аналогово-цифровые преобразования - АЦП/ЦАП (международное обозначение - coder/decoder, codec), и узла управления. АЦП/ЦАП либо интегрируется в состав одной из микросхем карты, либо применяется отдельная микросхема (AD1848, CS4231, CT1703 и т.п.). От качества применяемого АЦП/ЦАП во многом зависит качество оцифровки и воспроизведения звука; не меньше зависит она и от входных и выходных усилителей.

Цифровой канал большинства распространенных карт (кроме GUS) совместим с Sound Blaster Pro (8 разрядов, 44 кГц - моно, 22 кГц - стерео).

Разрядность оцифровки, передаваемой по каналу DMA, не зависит от разрядности самого канала и определяется только возможностями карты.

2. **Блок синтезатора**. Построен либо на базе микросхем FM-синтеза OPL2 (YM3812) или OPL3 (YM262), либо на базе микросхем WT-синтеза (GF1, WaveFront, EMU8000, Dream и т.п.), либо того и другого вместе.

Работает либо под управлением драйвера (FM, большинство WT) - программная реализация MIDI, либо под управлением собственного процессора - аппаратная реализация. Почти все FM-синтезаторы совместимы между собой, различные WT-синтезаторы - нет. Большинство WT-синтезаторов содержит встроенное ПЗУ со стандартным набором инструментов General MIDI (128 мелодических и 37 ударных инструментов), некоторые также содержат ОЗУ для загрузки дополнительных оцифрованных звуков, которые будут использоваться при исполнении музыки. Загружаемые звуки обычно оформляются в наборы (банки), содержащие тематические или универсальные наборы звуков (инструментов). Для композиции или аранжировки в основном применяются различные тематические банки, многие из которых зачастую используются одновременно, для простого проигрывания MIDI-файлов - универсальные (GM, GS, MT-32 и т.п.).

3. **Блок MPU**. Осуществляет прием/передачу данных по внешнему MIDI-интерфейсу, выведенному на разъем MIDI/Joystick и разъем для дочерних MIDI-плат. Обычно более или менее совместим с интерфейсом MPU-401, но чаще всего требуется программная поддержка.

4. **Блок микшера**. Осуществляет регулирование уровней, коммутацию и сведение используемых на карте аналоговых сигналов. В состав микшера входят предварительные, промежуточные и выходные усилители звуковых сигналов.

В дочерних платах основными блоками являются собственно музыкальный синтезатор и блок MIDI-интерфейса, через который плата получает MIDI-сообщения с основной карты. Синтезатор обязательно имеет ПЗУ различного объема; наличие ОЗУ возможно, но неудобно, поскольку MIDI является достаточно медленным для загрузки оцифровок интерфейсом. Синтезированный звук возвращается в основную карту по аналоговому стереоканалу.

Параметры звуковой карты

Основные параметры - разрядность, максимальная частота дискретизации, количество каналов (моно или стерео), параметры синтезатора, расширяемость, совместимость.

Под **разрядностью** карты имеется в виду разрядность цифрового представления звука - 8 или 16 бит. 8-разрядные карты дают качество звука, близкое к телефонному; 16-разрядные уже подходят под определение "Hi-Fi" и теоретически могут обеспечить студийное качество звучания, хотя практически это реализуется очень редко. Разрядность представления звука не имеет никакой связи с разрядностью системной шины для карты, однако карта для 32-разрядной шины MCA, EISA, VLB или PCI будет работать с несколько меньшими накладными расходами на запись/воспроизведение оцифрованного звука, чем карта для ISA.

Максимальная частота дискретизации (оцифровки) определяет максимальную частоту записываемого/воспроизводимого сигнала, которая примерно равна половине частоты дискретизации. Для записи/воспроизведения речи может быть достаточно 6-8 кГц, для музыки среднего качества - 20-25 кГц, для высококачественного звучания необходимо 44 кГц и больше. В некоторых картах можно повысить частоту дискретизации ценой отказа от стереозвука: два канала по 22 кГц, либо один канал на 44 кГц.

Параметры синтезатора определяют возможности карты в синтезе звука и музыки. **Тип синтеза** - FM или WT - определяет вид звучания музыки: на FM-синтезаторе инструменты звучат очень бедно, со "звонящим" оттенком, имитация классических инструментов весьма условна; на WT-синтезаторе звучание более "живое", "сочное", классические инструменты звучат естественно, а синтетические - более приятно, на хороших WT-синтезаторах может даже создаться впечатление "живой игры" или "слушания CD". Число голосов (polyphony) определяет предельное количество элементарных звуков, могущих звучать одновременно. Объем ПЗУ или ОЗУ WT-синтезатора говорит о количестве различных инструментов или качестве их звучания (ПЗУ на 4 Мб может содержать 500 инструментов среднего качества или обычный, но хороший GM), но большой объем ПЗУ не означает автоматически хорошего качества сэмплов, и наоборот. Для собственного музыкального творчества большое значение имеют возможности синтезатора по обработке звука (оглибающие, модуляция, фильтрование, наличие эффект-процессора), а также возможность загрузки новых инструментов.

Расширяемость определяет возможности по подключению дополнительных устройств, установке микросхем, расширению объема ПЗУ или ОЗУ и т.п. На многих картах есть 26-разрядный внутренний разъем для подключения дочерней платы, представляющей собой дополнительный WT-синтезатор. Практически на каждой карте есть разъем для подключения CD-ROM с интерфейсом Sony, Mitsumi, Panasonic или IDE (сейчас популярны в основном последние два; IDE-интерфейс многих карт допускает подключение винчестера), бывают разъемы цифрового выхода (SPDIF) для подключения к студийному оборудованию, разъемы для подключения модема и другие. Некоторые карты допускают установку DSP и дополнительной памяти для сэмплов WT-синтезатора.

Под **совместимостью** сейчас чаще всего понимается совместимость с моделями Sound Blaster - обычно SB Pro и SB 16 (последняя - только для карт производства Creative и карт на микросхеме Creative Vibra 16). Совместимость с SB Pro подразумевает совместимость и с AdLib - одной из первых звуковых карт для IBM PC. Основные отличия SB 16 от SB Pro: SB Pro - 8-разрядная карта, допускает запись/воспроизведение одного канала с частотой дискретизации 44.1 кГц либо двух каналов с частотой 22.05 кГц; SB 16 - 16-разрядная карта, допускает запись/воспроизведение с частотой до 44.1 кГц, имеет автоматическую регулировку уровня с микрофона и программную регулировку тембра. Обе карты имеют стереофонический FM-синтезатор (OPL3).

Многие SB Pro-совместимые карты на самом деле 16-разрядные, но большинство программ использует их только в 8-разрядном режиме SB Pro.

Программное обеспечение

Минимальный набор звукового ПО входит в состав ОС Windows – наиболее распространённые драйверы звуковых плат, кодеки, CD-плеер и Универсальный проигрыватель (Media Player), простейшая программа записи, проигрывания и редактирования звука в WAV-формате (Фонограф или Sound Recorder), а также программа-микшер, обеспечивающая управление входным и выходным микшерами звуковой платы во время воспроизведения и, соответственно, записи звука. Эти программы используют драйверы, установленные для звуковой платы.

Вместе со звуковыми платами поставляется более развитый набор звукового ПО. Это также драйверы, кодеки, микшеры и более совершенные программы записи, проигрывания и редактирования звука в WAVE- и MIDI-формах (часто эти программы не устанавливаются на машинах с другими звуковыми платами). Кроме того, поставляется прикладное ПО – программы распознавания речевых команд, создания простых музыкальных композиций и т.п. Методы работы со всеми этими программами достаточно просты и очевидны.

Часто приходится использовать несколько звуковых программ одновременно. Так, при записи WAV-файла с аудиодиска необходимы CD-плеер, программа-микшер (а то и два – для воспроизведения и для записи) и программа звукозаписи, позволяющая задать все нужные параметры оцифровки звука и отредактировать результат.

Профессиональное звуковое и музыкальное ПО довольно дорого и предназначено для гораздо более сложной обработки цифрового звука в обеих формах. В нём часто используются сложные методы искусственного интеллекта. Работа с ним требует специальной профессиональной подготовки (музыканта, инженера-акустика и т.п.).

Примеры:

Для синтеза звука

Stomper, Rubber Duck, Orangator, Virtual Waves, Wave Craft, Synthic, Wave Gen, Rebirth, Sim Synth, Audio Architect, VAZ, Analogic, Sound Producer, Generator, Retro AS-1 и другие. Эти программы моделируют работу аддитивных, разностных и FM-синтезаторов, рассчитывая режимы работы и формируя звуковую волну. Многие из этих программ имеют встроенные секвенсоры, по командам которых сгенерированные звуки могут воспроизводиться в нужной последовательности, образуя ритмическо-басовую основу композиции.

Для обработки цифрового звука

Cool Edit, Sound Forge, Gold Wave, Samplitude, Software Audio Workshop (SAW), WaveLab. Они дают возможность просматривать осциллограммы обоих стереоканалов, прослушивать выбранные участки, делать вырезки и вставки, амплитудные и частотные преобразования, звуковые эффекты (эхо, реверберацию, фленжер, дисторшн), наложение других оцифровок, изменение частоты оцифровки, генерировать различные виды шумов, синтезировать звук по аддитивному и FM методам и т.п. Cool Edit содержит спектральный анализатор, отображающий спектр выбранного участка оцифровки. WaveLab позволяет накладывать эффекты и управлять ими в реальном времени при помощи виртуальных

панелей. Cool Edit Pro позволяет сводить подготовленные оцифровки, задавая для них положение, уровень и панораму в виртуальном микшерском пульте. Многие программы обработки звука позволяют загружать и сохранять оцифровки в различных форматах, что дает возможность преобразовывать файлы из одного формата в другой и разделять стереоканалы.

Плееры (декодеры)

Winamp

Winamp является самым популярным на сегодня плеером.

Winamp -- это мультимедиа плеер с поддержкой неограниченного числа форматов. При этом могут использоваться декодеры, предоставляемые производителями. В целом система напоминает работу Windows с WAV файлами.

В версии 2.20 роль встроенного декодера MP3 наконец начал играть декодер от FhG IIS. Теперь в плане проигрывания MP3 все к Winamp не осталось серьезных претензий, и на сегодня он является самым развитым плеером, и не только MP3.

Честно говоря, давно Winamp так не радовал. Почти год уже. Но авторы, похоже, наконец-то и сами поняли, что не способны сами написать нормальный декодер, и приняли верное решение.

NAD

Признанным чемпионом по части звучания, однако, на сегодня все же остается NAD. Хотя для высоких битрейтов Winamp теперь будет предпочтительнее.

Во время своего развития данный плеер почти прямо противостоял Winamp и имел все шансы отобрать у него со временем львиную долю поклонников.

По компактности и продуманности исполнения, несмотря на скромность набора функций, NAD превосходит всем известный Winamp. Но как раз в тот самый момент, когда дописывались функции, которые должны были поставить NAD по возможностям наравне с Winamp, его развитие было прервано. Получилось, что самый серьезный конкурент Winamp так и не вышел на арену. В последних версиях не доведены до ума некоторые элементарные функции.

Дополнительный материал

Системы пространственного звучания

Dolby Surround AC-3, он же Dolby Digital

В последнее время системы пространственного или объемного звучания начинают становиться все более и более популярными. Система Dolby Surround AC-3 была определена фирмой Dolby Laboratories как звуковая система для домашнего театра. В связи с тем, что реально эта система для конечного пользователя мало чем отличается от просто Dolby Digital (предназначенной для профессиональных применений) было принято решение об объединении обеих технологий под общим названием Dolby Digital. Dolby Digital является дальнейшим улучшением ранее разработанных фирмой Dolby технологий Dolby Surround и Dolby Pro Logic. Изменения коснулись как технологии записи/воспроизведения звука, так и способов его передачи. Информация по Dolby Digital передается только в цифровой форме и за счет оптимальных способов кодирования занимает небольшой объем (меньше, чем обычный аудио сигнал).

Основная задача, которую ставили перед собой разработчики систем кодирования звука - максимально простыми и недорогими способами дать возможность пользователю "видеть" источники звука и четко представлять, где находится источник любого звука. Естественно, первоначально эти системы задумывались только для киноиндустрии, так как в кино объединение высококачественного изображения и объемной звуковой картины дает наиболее сильный и заметный даже для неискушенного слушателя эффект.

Dolby Digital не является форматом 3D звука и не может использоваться в играх для поддержки самой игровой среды. Звук, записанный по Dolby Digital, строго говоря, ничем в смысле его использования, не отличается от обычного аудио и не может быть получен "искусственным" путем, а только соответствующей записью реального, "живого" звука и не может быть изменен после записи. Поэтому Dolby Digital звук может сопровождать фильм, концертную запись и т.п. и будет записан на обычной звуковой дорожке к фильму.

Теперь появились DVD видеодиски, стало возможным записывать звуковую дорожку к фильмам на них в формате Dolby Digital и интерес к технологиям от Dolby сразу возник и у производителей звуковых карт, так как совершенно очевидно, что желание наряду с превосходной картинкой с DVD диска иметь объемный звук появилось у владельцев компьютеров достаточно быстро.

Что требуется иметь на компьютере для прослушивания звука, записанного по технологии Dolby Digital?

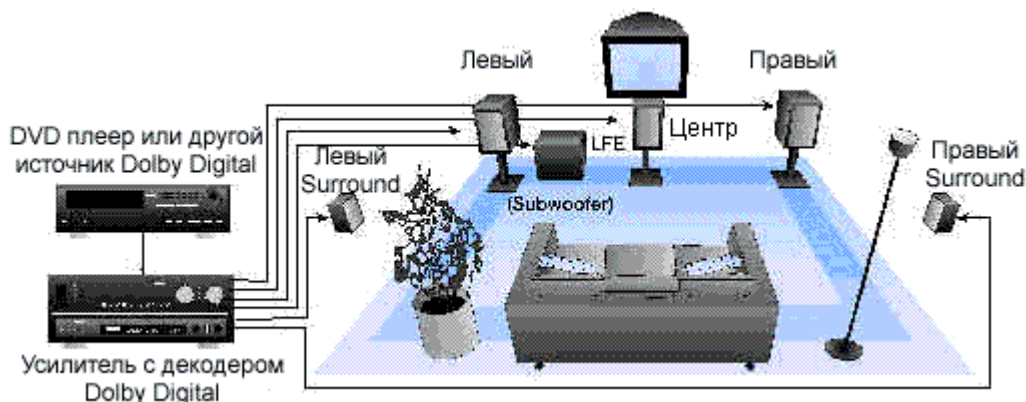
Во-первых, собственно источник сигнала с Dolby Digital. Сейчас это фактически только один источник - DVD видеодиск.

Во-вторых - декодер сигнала Dolby Digital. Крупнейшие производители звуковых карт, такие как Creative Labs, Turtle Beach, Diamond Multimedia объявили о том, что их новые PCI звуковые карты могут быть дополнены соответствующими декодерами, но пока их нет в реальности.

В-третьих - акустическая система с минимально 4 колонками, максимально 5 колонками и сабвуфером (он же LFE)

Как видно из списка требований к оборудованию, получить, условно говоря, звук Dolby Digital, имея большое число колонок и компьютер, пока нельзя. Единственная система, которая позволит сейчас это сделать - комбинация из набора Creative PC-DVD Encore и Creative Desktop Theatre 5.1. При использовании этой системы можно получить звук Dolby Digital с помощью компьютера.







Примерный эскиз расположения динамиков, рекомендуемый инженерами Dolby Laboratories, приведен на рисунке ниже:



На этом рисунке

- **LFE - Low Frequency Effects Channel** - канал для низкочастотных эффектов. Строго говоря, это не сабвуфер, так как низкочастотные динамики могут входить в состав фронтальных акустических систем и собственно низкочастотные звуки будут воспроизводиться именно ими. Сюда могут быть направлены звуки мощных низкочастотных источников - взрывы, землетрясения и т.п. **LFE** можно не иметь, но тогда эти звуки будут направлены на фронтальные системы и они должны иметь возможность воспроизвести подобные звуки без искажений.
- Под усилителем с декодером подразумевается любой источник декодированного Dolby Digital звука.
- Под правым и левым Surround понимаются акустические системы для левого и правого боковых каналов объемного звука. Их не называют просто тыловыми, так как в кинотеатрах, в зависимости от длины зала, левые и правые Surround системы могут состоять из десятков динамиков как по левой так и по правой стороне зрительного зала.

На DVD дисках обычно есть специальная маркировка, указывающая тип формата записи звука. В таблице ниже приведены условные обозначения видов записи:

Обозначение	Наименование
	Моно
	Сtereo
	Dolby Surround
	Дискретный Surround
	Квадрафонический звук
	Dolby Digital 5.1