

Интерфейсы и периферийные устройства

Раздел 3. Устройства ввода-вывода

Тема 7. Звуковая подсистема ПЭВМ

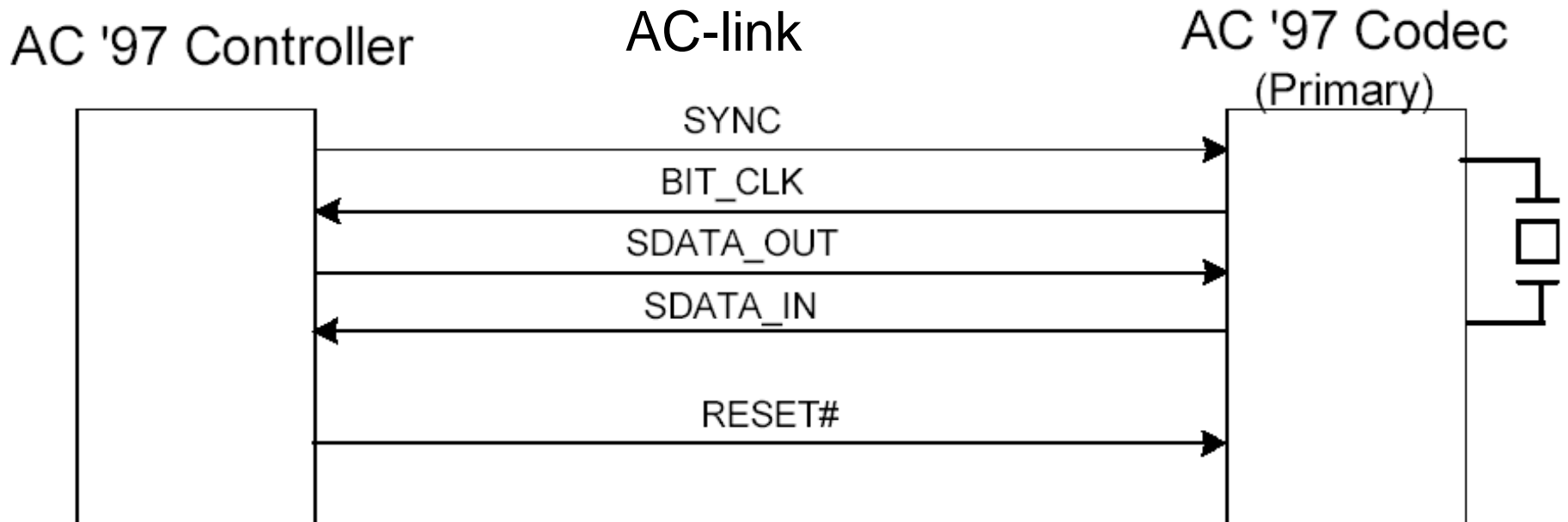
Лекция 12. Аудиокодеки и их интерфейсы

Встроенный звук, аудиокодеки и их интерфейсы.

Интерфейсы подключения акустических систем.

Архитектура AC'97

Архитектура AC'97 разработана Intel в конце 90-х годов для стандартизации архитектуры подсистемы ввода-вывода аудио в рамках архитектуры x86. Архитектура AC'97 определяет параметры и протокол взаимодействия двух компонентов ПК – контроллера DC'97 (Digital Controller) и кодека AC'97 (Audio Codec). При этом кодек может обрабатывать только аудиоданные (AC'97), модемные данные (MC'97) и оба типа данных (AMC'97). Разделение кодека и контроллера было необходимо для конструктивного отделения аналоговой части от цифровой (цифровая переносится в чипсет). Это было обусловлено скорее желанием взять под контроль рынок аудиокарт и модемов.



Кодек AC'97

Требования к кодеку были сформулированы следующим образом:

- Стандартный корпус QFP ((**Quad Flat Package**) - семейство корпусов микросхем, имеющих планарные выводы, расположенные по всем четырём сторонам с 48 контактами
- Поддержка до 6 линейных входов (4 стерео + 2 моно)
- Псевдо-дифференциальный вход CD Audio
- Микрофонный вход с поддержкой усиления +20 дБ
- Аналоговый (линейный) стерео-выход
- Дополнительные аналоговые выходы для поддержки многоканального звука, наушников (возможен усилитель)
- Аналоговый моно-выход для спикера или спикерфона
- ЦАП и АПЦ с разрядностью 16 бит, опциональна поддержка 18 и 20 бит
- Поддержка интерфейса S/PDIF для выхода и входа
- Управление питанием, 3D-расширение звукового поля, прерывания, определение подключений, проверка производителя и версии кодека и другие расширенные функции

Кодек в паре с цифровым контроллером способен решать большинство мультимедийных задач, которые решались в конце 90-х годов на ПК.

Цифровой интерфейс AC-Link

Служит для подключения кодеков к цифровому контроллеру. На фиксированной частоте 48 кГц передаются многоканальные цифровые данные (в виде 20-битных выборок), а также содержимое регистров кодеков.

Интерфейс двунаправленный, поддерживает протокол **разделенного по времени мультиплексирования** (Time Division Multiplexing, TDM). Передача ведется по 12 слотов в кадре, разрядность слотов, кроме нулевого – 20 бит.

В первый бит в слоте является старшим (передача старшим битом вперед), незначащие биты заполняются нулями.

Слоты не могут быть пропущены, лишь запрещены (помечены как невалидные).

Сигналы AC-Link

Reset# - сброс кодека, программный или аппаратный

Sync – отмечает нулевой слот кадра высоким уровнем на протяжении 16 бит.

Частота возникновения положительного перепада – 48 кГц

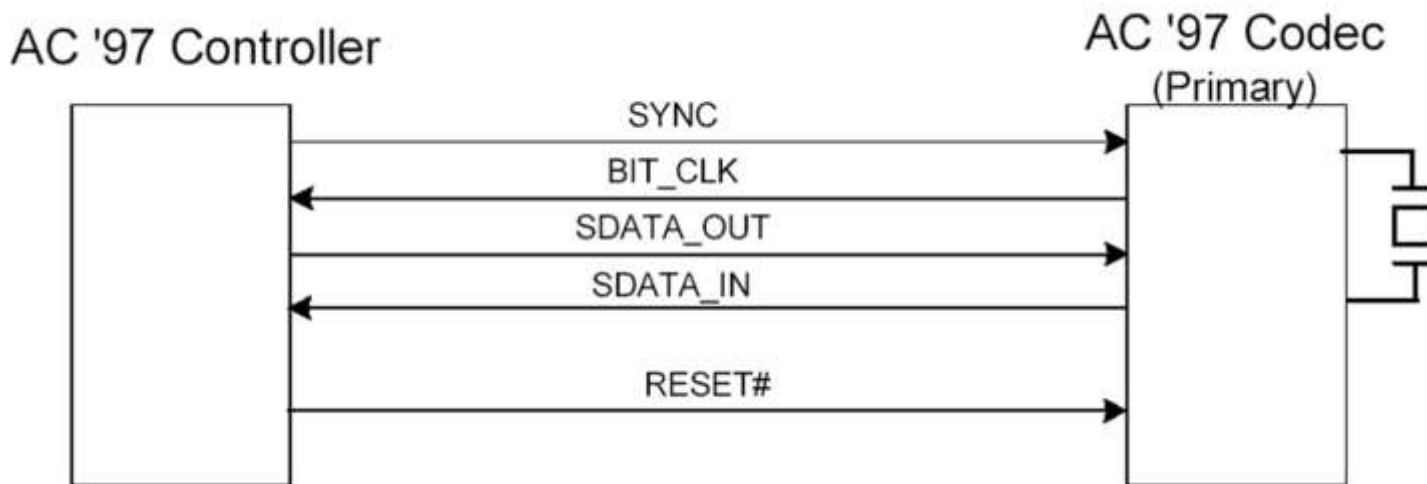
BIT_CLK – границы битов: начало бита – положительный перепад, готовность бита – отрицательный перепад. Частота – 12.288 МГц

SDATA_OUT – исходящий поток данных к кодекам

SDATA_IN – входящий поток данных от кодека

Значащие слоты отмечаются битами в слоте 0, пропуск слотов необходим для обеспечения потока с частотами дискретизации меньше 48 кГц

Для увеличения (удваивания) частоты дискретизации слоты могут объединяться, тогда за один кадр будут передаваться 2 (3, 4...) выборки



Входные и выходные слоты различаются. Данные и адрес 16-битного регистра передаются в 1 и 2 слотах одновременно со звуковыми данными.

Слот 0 выходного потока состоит из 16 бит:

- Бит 15: Кадр значащий
- Бит 14: передается адрес регистра (слот 1)
- Бит 13: передаются данные для регистра (слот 2)
- Биты [12:3]: значащие данные в слотах 3-12
- Биты [1:0]: адрес кодека (00 – первый, 11 - четвертый)

Адрес регистра передается в битах [18:12] слота 1, бит 19 – флаг операции: 1 – чтение, 0 – запись. Данные для записи в регистр передаются в битах [19:4] слота 2, при чтении они заполнены нулями.

Остальные слоты заполнены данными в формате PCM разрядностью 16, 18 или 20 бит в зависимости от конфигурации; данные S/PDIF могут быть сжатыми.

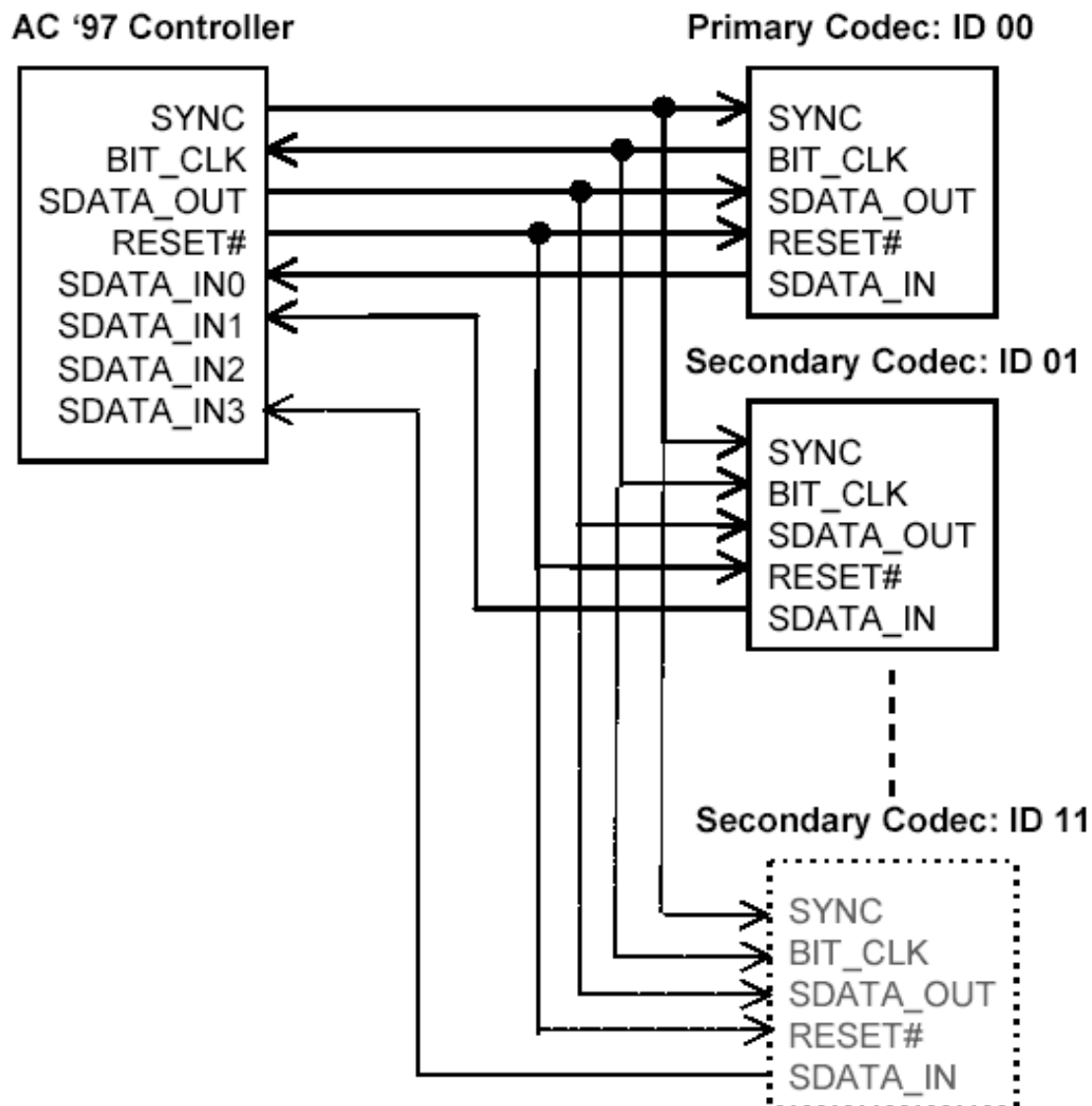
Мульти-кодековая конфигурация

Кодеки AC'97 имеют возможность адресации для создания мульти-кодековых конфигураций.

Контроллер DC'97 допускает подключение 4 кодеков, как аудио, так и модемных.

Такие конфигурации используются для:

- расширения числа выходов и входов
- подключения дополнительного модемного кодека
- подключения док-станции ноутбука с дублирующим кодеком



High-Definition Audio

Архитектура HD Audio была разработана Intel в 2004 году и впервые внедрена в чипсеты серии 915/910. Ее задача – сменить морально устаревшую и не имеющую перспективы роста архитектуру AC'97.

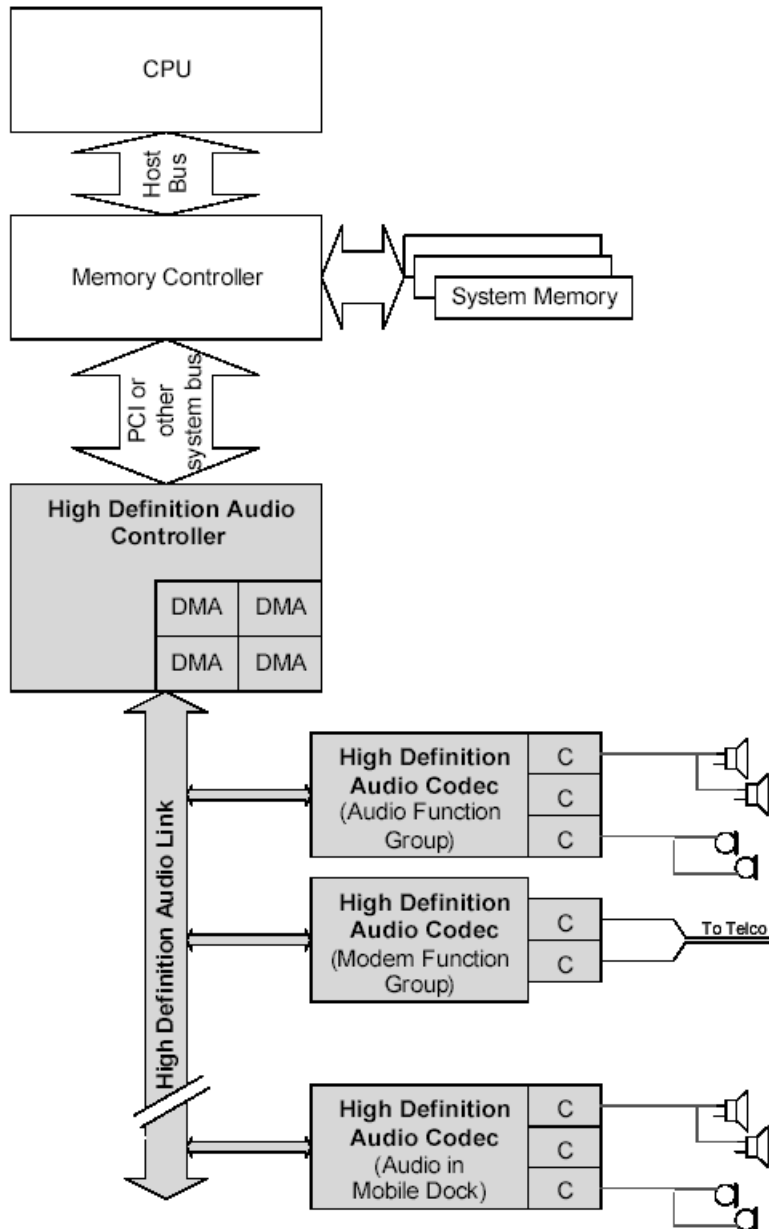
HD Audio не имеет совместимости с AC'97 ни на одном из уровней.

Помимо описания способа подключения и управления кодеками, HD Audio формулирует полный интерфейс программирования звуковой подсистемы (API), а также протоколы обмена нескольких уровней.

Главное отличие от AC'97 состоит в большей гибкости, управляемости, расширяемости архитектуры, введении понятий потоков, каналов, прерываний, сообщений, команд и т.д.

Ввиду формализации полной программно-аппаратной архитектуры для корректной поддержки HD Audio не требуются специфические драйверы для конкретного чипсета.

Архитектура HD Audio



В отличие от AC'97, в HD Audio данные обрабатываются с помощью контроллеров DMA, реализованных в составе хост-контроллера. Каждый из потоков, входных или выходных, обрабатывается с помощью назначенного контроллера DMA.

В задачи контроллера DMA входит: обработка списка дескрипторов буферов памяти (находятся в системной памяти), выделенных для каждого из потоков, генерация адреса (32- или 64-битного), прием/передача и буферизация данных назначенного потока.

Кольцевые буферы команд организованы в системной памяти, обмен между ними тоже происходит согласно механизму DMA.

Форматы очередей

Кольцевой буфер CORB (Command Output Ring Buffer) содержит список команд, подлежащих отправке кодекам. Кольцевой буфер RIRB (Response Input Ring Buffer) содержит список ответов контроллера или кодеков. Размеры буферов можно конфигурировать.

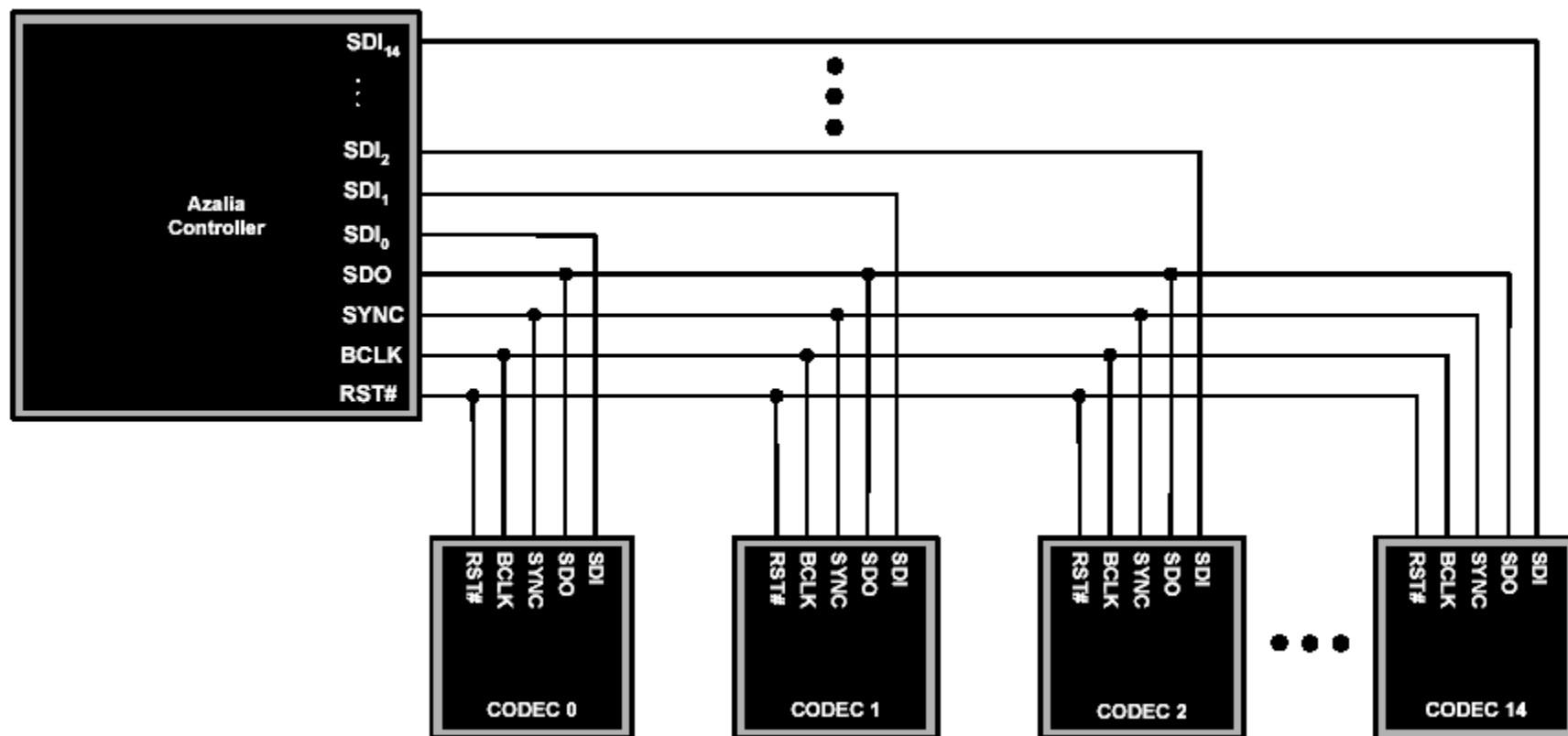
Каждый поток имеет дескриптор, описывающий его тип (PCM/не-PCM), базовую частоту (44.1/48 кГц), множитель (до $\times 4$) или делитель (до $1/8$) частоты, размер сэмпла (8-32 бита) и количество каналов (до 16).

Поток хранится в системной памяти в виде следующих друг за другом контейнеров по 8, 16 или 32 бита. В одном контейнере находится одна выборка (сэмпл) одного из каналов.

Выборки всех каналов потока формируют блок.

Блоки, укладываемые в рамки частоты 48 кГц (2 для 96 кГц, 4 для 192 кГц) формируют пакет.

Цифровой канал HD Audio



Подобно AC-Link, канал HDA Link состоит из пяти сигналов – $RST\#$, $SYNC$, $BCLK$, SDO и SDI .

Линия SDO является совместно используемой, к ней можно подключать несколько кодеков одновременно. Она тактируется по обоим перепадам сигнала $BCLK$.

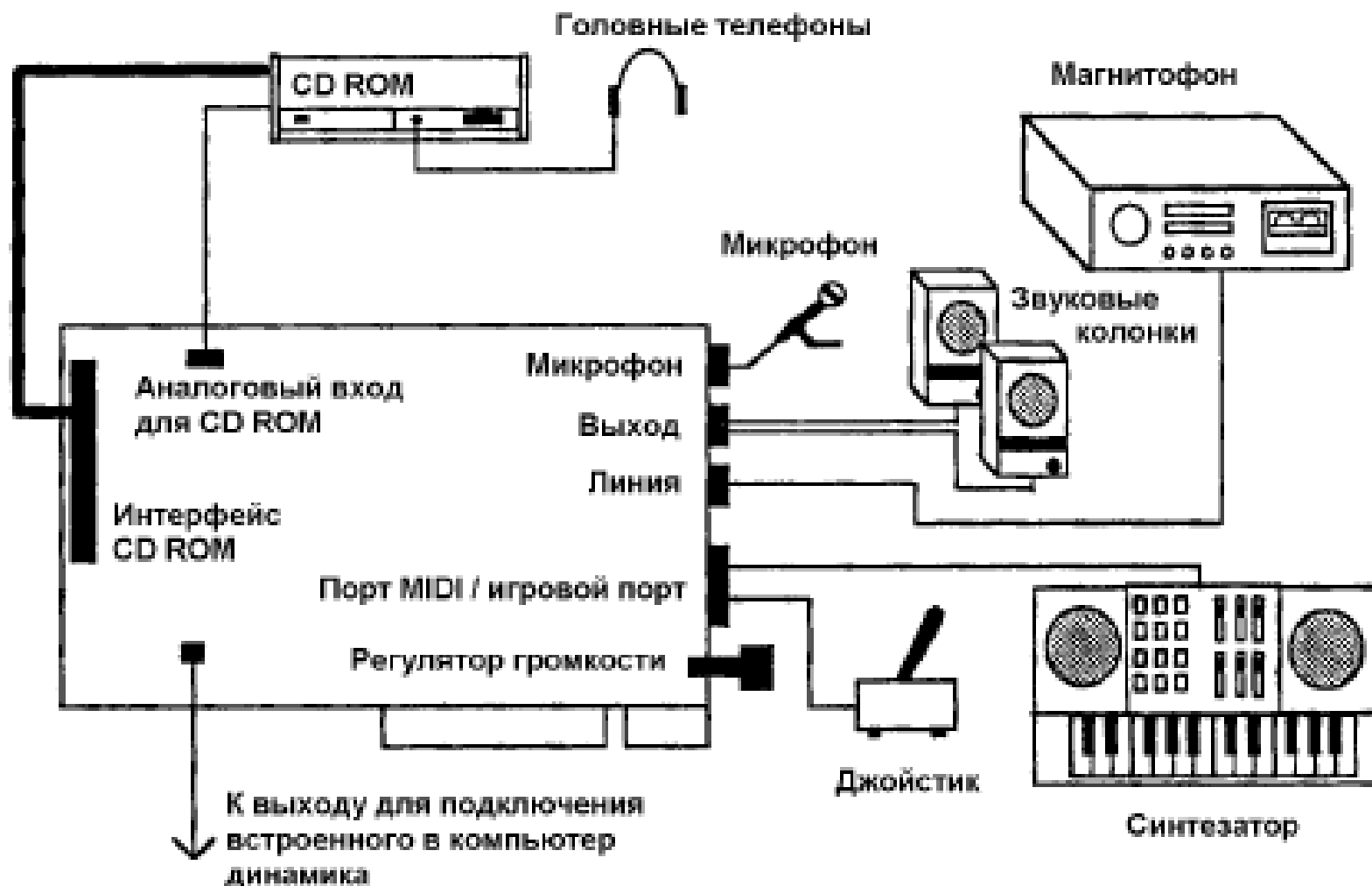
Линия SDI выделена для каждого кодека, она тактируется только по переднему фронту $BCLK$.

При необходимости число линий SDO и SDI может быть увеличено, но при этом линия SDO0 должна быть подключена к каждому из кодеков.

Тактированием всех сигналов занимается контроллер. Частота BCLK составляет 24 МГц, частота SYNC – 48 кГц.

Длина кадра HDA составляет 1000 бит для SDO и 500 бит для SDI, 8 бит отведено под такт границы.

Типовое подключение внешних устройств к звуковой карте IBM PC



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

Какими способами можно получить звук на IBM PC?

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.