

Тема 3

Архитектура аппаратных и программных средств IBM-совместимых технологий

3.1. Микропроцессоры

Центральный процессор – неотъемлемая часть любой ЭВМ. Обычно это большая интегральная схема, представляющая собой кремниевый кристалл в пластмассовом, керамическом или металлокерамическом корпусе, на котором расположены выводы для приема и выдачи электрических сигналов. Функции ЦП выполняют *микропроцессоры*. Они осуществляют вычисления, пересылку данных между внутренними регистрами и управление ходом вычислительного процесса. Микропроцессор взаимодействует непосредственно с ОП и контроллерами системной платы. Главные носители информации внутри него – регистры.

Неотъемлемой частью микропроцессора являются:

- АЛУ, состоящее из нескольких блоков, например блока обработки целых чисел и блока обработки чисел с плавающей точкой;
- устройство управления, которое вырабатывает управляющие сигналы для выполнения команд;
- внутренние регистры.

В основу работы каждого блока микропроцессора положен принцип конвейера, который заключается в следующем. Реализация каждой машинной команды разбивается на отдельные этапы, а выполнение следующей команды программы может быть начато до завершения предыдущей. Поэтому микропроцессор выполняет одновременно несколько следующих друг за другом команд программы, и время на выполнение блока команд уменьшается в несколько раз. *Суперскалярной* называют архитектуру, в основу работы которой положен принцип конвейера. Это возможно при наличии в микропроцессоре нескольких блоков обработки.

В программе могут встречаться команды передачи управления, выполнение которых зависит от результатов выполнения предшествующих команд. В современных микропроцессорах при использовании конвейерной архитектуры предусматриваются механизмы предсказания переходов. Другими словами, если в очереди команд появилась команда условного перехода, то предсказывается, какая команда будет выполняться следующей до определения признака перехода. Выбранная ветвь программы выполняется в конвейере, однако запись результата осуществляется только после вычисления признака перехода, тогда, когда переход выбран верно. В случае неправильного выбора ветви программы микропроцессор возвращается назад и выполняет правильные операции в соответствии с вычисленным признаком перехода.

Важными характеристиками микропроцессора являются:

- его быстродействие, которое в значительной степени зависит от тактовой частоты микропроцессора;
- архитектура микропроцессора, определяющая, какие данные он может обрабатывать, какие машинные инструкции входят в набор выполняемых им команд, как происходит обработка данных, каков объем внутренней памяти микропроцессора.

В состав микропроцессора может входить кэш-память (сверхоперативная), обеспечивающая более быструю передачу информации, чем ОП. Различают кэш-память первого уровня, которая обычно встроена в тот же кристалл и работает на одинаковой с микропроцессором частоте; кэш-память второго уровня – *общая*, когда команды и данные хранятся вместе, и *разделенная*, когда они хранятся в разных местах.

При решении сложных математических и физических задач в некоторых компьютерах предусмотрено использование специального устройства, которое называется *математическим сопроцессором*. Это устройство представляет собой специализированную интегральную микросхему,

работающую во взаимодействии с ЦП и предназначенную для выполнения математических операций с плавающей точкой.

3.2. Системные платы. Шины, интерфейсы

Основная электронная часть ПК конструктивно располагается в системном блоке. Системный блок может быть нескольких размеров и типов, например настольным, типа «башня». Различные компоненты компьютера внутри системного блока размещаются на *системной плате*, которую именуют *материнской*.

Материнская плата играет значительную роль, так как от ее характеристик во многом зависит работа ПК. Существует несколько типов системных плат, которые обычно предназначены для конкретных микропроцессоров. Выбор системной платы во многом определяет возможности будущей модернизации компьютера. Выбирая системную плату, необходимо учитывать следующие ее характеристики:

- возможные типы используемых микропроцессоров с учетом их рабочих частот;
- число и тип разъемов системной шины;
- базовый размер платы;
- возможность наращивания оперативной и кэш-памяти;
- возможность обновления базовой системы ввода-вывода (BIOS).

На системной плате располагаются одна или несколько интегральных микросхем. Они управляют коммуникациями между процессором, памятью и устройствами ввода-вывода. Их называют *системным набором микросхем* (chipset).

Наибольшим спросом среди микросхем пользуются Intel 440LX, Intel 440BX. Самым крупным производителем системных плат является фирма *Intel*, которая ввела большинство технологических и технических новшеств для системных плат. Однако изделия фирмы *Intel* недешевы.

Непосредственно на системной плате находится *системная шина*, которая предназначена для передачи информации между процессором и остальными компонентами ПК. С помощью шины происходит как обмен информацией, так и передача адресов, служебных сигналов.

В IBM PC-совместимых компьютерах вначале использовалась 16-разрядная шина, работающая с тактовой частотой 8 МГц. После появления новых микропроцессоров и высокоскоростных периферийных устройств был предложен новый стандарт – шина MCA с более высокой тактовой частотой. Она содержала функции арбитража, позволяющие избегать конфликтных ситуаций при совместной работе нескольких устройств. В этой шине увеличена пропускная способность и достигнута большая компактность, а разрядность шины MCA-16 и 32.

В 1989 г. была разработана шина EISA, фактически ставшая надстройкой ISA. Данная шина применялась в основном в высокопроизводительных серверах и профессиональных рабочих станциях, предъявляющих высокие требования к быстродействию.

Чтобы увеличить производительность системы, с 1991 г. стали использовать так называемые *локальные шины*. Они связывали процессор непосредственно с контроллерами периферийных устройств и тем самым увеличивали общее быстродействие ПК. Среди локальных шин наибольшей известностью пользуется шина VL-bus, которая была ориентирована на ПК с микропроцессорами семейства i486, хотя может также работать и с процессорами Pentium.

Процессорно-независимая шина PCI работает с тактовой частотой 33 МГц и обладает высокой скоростью передачи данных. Специально для этой шины выпущены многие адаптеры периферийных устройств – видеоплаты, контроллеры дисков, сетевые адаптеры и др.

Для работы с графическими и видеоданными разработали шину AGP, более быструю, чем PCI. Шина AGP напрямую соединяет графический

адаптер с оперативной памятью ПК, а это очень важно при работе с видео-, двух- и трехмерными приложениями; функционирует она на частоте 66 МГц.

Периферийные устройства подключаются к системной шине с помощью контроллеров или адаптеров. Адаптеры представляют собой специальные платы, различные для разных типов периферийных устройств.

3.3. Средства управления внешними устройствами

Внешние устройства обеспечивают ввод, вывод и накопление информации в ПК, взаимодействуют с процессором и ОП через системную или локальную шину, а также через порты ввода-вывода. Они размещаются как вне системного блока (клавиатура, мышь, монитор, принтер, внешний модем, сканер), так и внутри него (накопители на дисках, контроллеры устройств, внутренние факс-модемы). Часто внешние устройства называют периферийными, хотя в узком смысле термин «периферийные» означает часть устройств, обеспечивающих ввод и вывод информации (клавиатуру, координатные манипуляторы, сканеры, принтеры и т. д.).

Большинство внешних устройств для IBM-совместимых ПК управляется контроллерами, которые установлены в разъемы расширения материнской платы. *Контроллером* называется плата, которая управляет работой конкретного типа внешних устройств и обеспечивает их связь с системной платой. Большинство контроллеров являются *платами расширения* системы, исключение могут составлять контроллеры портов и накопителей на гибких и жестких магнитных дисках, встраиваемых непосредственно в материнскую плату. В ранних моделях IBM-совместимых ПК данные контроллеры обычно размещались на отдельной плате, именуемой *мультиплатой* или мультикартой. Иногда в портативных компьютерах в материнскую плату встраиваются и другие контроллеры, в том числе видеоадаптеры и звуковые платы.

Платы расширения, называемые *дочерними платами*, устанавливаются на материнскую плату. Они предназначены для подключения к шине ПК дополнительных устройств, а материнская плата обычно имеет от 4 до 8 разъемов расширения. В соответствии с разрядностью процессора и параметрами внешней шины данных материнской платы они бывают 8-, 16- и 32-разрядные.

Дочерние платы подразделяют на два вида:

- 1) полноразмерные, т. е. такой же длины, как и материнская плата;
- 2) полуразмерные, т. е. в два раза короче.

В разъемы расширения могут быть установлены любые дочерние платы, если они согласованы с шиной по управлению, разрядности и питанию.

Последовательный порт передает информацию по одному биту, а через последовательные порты подключаются такие устройства, как мышь, внешний модем и плоттер.

Важнейшими типами плат расширения являются:

- 1) видеоадаптеры (необходимы для нормального функционирования ПК);
- 2) внутренние модемы (требуются для использования внутренних модемов);
- 3) звуковые платы (предназначены для систем мультимедиа);
- 4) адаптеры локальной сети (необходимы при использовании компьютера в среде локальной вычислительной сети).

Помимо перечисленных используются и другие типы плат расширения:

- управления сканером;
- управления стримером;
- интерфейс SCSI;
- контроллеры устройств виртуальной реальности;
- АЦП;
- устройства считывания штрихового кода;
- управление световым пером;

- связи с большими ЭВМ;
- платы акселераторов.

В ПК предусмотрены специальные контроллеры ввода-вывода, который реализуется через *порты ввода-вывода*.

Последовательный порт передает информацию по одному биту, а *параллельный* передает информацию побайтно. Через последовательные порты подключаются такие устройства, как мышь, внешний модем и плоттер.

3.4. Накопители информации

Прибор, предназначенный для длительного хранения значительных объемов информации, называется *накопителем* или внешним запоминающим устройством, устройством массовой памяти.

В зависимости от размещения в ПК различают накопители:

- 1) внешние, которые находятся вне системного блока и имеют собственный корпус, источник питания, а также выключатель и кабель;
- 2) внутренние, которые находятся на монтажной стойке системного блока компьютера. Данные устройства не обладают собственным корпусом и подключаются к контроллеру накопителей и источнику питания ПК.

По способу записи различают устройства произвольного и последовательного доступа.

К основным типам накопителей на дисках относятся:

- накопители на гибких магнитных дисках;
- накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД), винчестер;
- накопители на сменных компакт-дисках.

В *накопителях на гибких магнитных дисках {дискетах}* запись информации производится по дорожкам, делящимся на отдельные секторы. Между этими секторами существуют межсекторные промежутки. В зависимости от типа устройства и носителя и способа разметки последнего подбираются число дорожек и секторов и размер сектора.

Принцип работы таких накопителей заключается в том, что дискета, которая устанавливается в накопитель, вращается со скоростью 300–360 об/мин, чем обеспечивается доступ к нужному сектору. Запись на диск специальной управляющей информации носит название *форматирования*.

Накопители на жестких магнитных дисках представляют собой несколько металлических дисков, которые размещены на одной оси и заключены в герметизированный металлический корпус. Перед использованием эти диски нужно отформатировать. На жестких дисках информация располагается на дорожках, а внутри дорожек – на секторах. Совокупность дорожек на пакете магнитных дисков с одинаковыми номерами называется *цилиндром*.

Среди основных характеристик НЖМД выделяют:

- информационную емкость;
- плотность записи;
- число дорожек;
- время доступа (миллисекунды);
- наружные габаритные размеры;
- накопители на перезаписываемых компакт-дисках;
- накопители на сменных магнитных дисках большой емкости;
- накопители на магнитооптических дисках.

Подобные накопители подключают к системной шине с помощью различного типа интерфейса, среди которых элементы соединения и вспомогательные схемы управления, нужные для соединения устройств.

Накопители на сменных компакт-дисках применяются при использовании систем мультимедиа. Эти накопители (CD-ROM) приспособлены для считывания информации с компакт-дисков, вмещающих до 700 Мб. Запись на подобные диски осуществляется единожды с помощью специального оборудования.

Накопители на перезаписываемых компакт-дисках CD-RW, в отличие от накопителей на СБ^дисках, позволяют применять многократную перезапись.

Накопители на сменных магнитных дисках большой емкости предназначены для записи на сменный диск до 200 Мб информации и более.

Накопители на магнитооптических дисках используют оригинальную схему чтения-записи информации, обеспечивающую высокую информационную емкость носителей и надежность хранения записанной информации. Запись на эти носители осуществляется долговременно, а считывание достаточно быстро.

Устройства для записи и чтения цифровой информации на кассету с магнитной лентой называются *стримерами*. Они являются *накопителями на магнитной ленте*. Их используют для резервного архивирования информации. Среди положительных качеств таких записей большие объемы хранимой информации и низкая стоимость хранения данных.

3.5. Видеоконтроллеры и мониторы

Устройства, осуществляющие отображение информации на экране монитора, называются *видеоадаптерами*, или *видеоконтроллерами*. Видеоконтроллер – это плата расширения, обеспечивающая формирование изображения на экране монитора с использованием информации, которая передается от процессора.

Видеоконтроллеры подключают к ПК с помощью специальных локальных шин PCI или AGP. Интерфейс AGP применяется для ускорения обмена данными между процессором и видеоплатой. Многие видеоплаты рассчитаны на подключение к материнской плате через разъем AGP.

Информация отображается в текстовом или графическом режиме. В *текстовом режиме* используется посимвольное изображение данных на

экране монитора, и данные изображения хранятся в ПЗУ. Изображения после включения питания компьютера перезаписываются из ПЗУ в ОП. При работе в *графическом режиме* применяется поточечное отображение информации на экране, при этом каждая точка экрана моделируется рядом битов, которые характеризуют цвет каждой из изображаемых точек. В режиме VGA каждая точка задается последовательностью из четырех бит, поэтому каждая точка может отображаться в одном из $16 = 2^4$ возможных цветов. Моделирование графического экрана можно осуществить разными наборами точек, как по вертикали, так и по горизонтали.

Современные видеоадаптеры носят название *графических ускорителей*, так как они имеют специальные микросхемы, позволяющие ускорить обработку больших массивов видеоданных. Также данные графические ускорители называют *акселераторами*, они обладают своим специализированным микропроцессором и памятью. Важен объем этой памяти, так как в ней формируется полное графическое поточечное изображение экрана. В процессе своей работы видеоадаптер применяет собственную память, но не оперативную.

Однако для качественного воспроизведения изображения недостаточно иметь видеопамять необходимого объема. Важно, чтобы монитор мог обеспечивать вывод в режимах с высоким разрешением и чтобы программное обеспечение, которое задает формирование изображения, могло поддерживать соответствующий видеорежим.

В настольных компьютерах применяются *мониторы* на электронно-лучевых трубках, жидкокристаллические мониторы (LCD) и реже плазменные мониторы.

При работе в графических средах следует использовать мониторы с диагональю экрана не менее 15–17 дюймов. Среди основных параметров мониторов можно выделить:

- максимальное разрешение;
- длину диагонали;

- расстояние между пикселями;
- частоту кадровой развертки;
- степень соответствия стандартам экологической безопасности.

Изображение считается более качественным, если расстояние между пикселями минимально, а частота кадровой развертки высока. При частоте не менее 75 Гц обеспечивается уровень комфортности изображения для глаза. Идеальной частотой развертки считается частота 110 Гц, при которой изображение воспринимается абсолютно неподвижным. Частота кадровой развертки не является постоянной величиной, т. е. при работе с большей разрешающей способностью один и тот же монитор использует меньшую частоту. На качество изображения влияет и вид применяемого видеоадаптера, так как недорогие модели могут не поддерживать соответствующую частоту.

В персональных компьютерах используются LCD– и TFT-дисплеи, а также дисплеи с двойным сканированием экрана. Дисплеи TFT наиболее перспективные, но достаточно дорогие. Разрешающая способность TFT-дисплеев составляет 640х480, а в более дорогих портативных ПК – 800х600 точек и реже 1024х768.

3.6. Устройства ввода информации

Основным стандартным устройством ввода информации в ПК является *клавиатура*. В ее корпусе присутствуют датчики клавиш, схемы дешифрации и микроконтроллер. Каждая клавиша соответствует определенному порядковому номеру. При надавливании на клавишу информация об этом передается процессору в виде соответствующего кода. Данный код интерпретируется *драйвером* – специальной программой, принимающей вводимые с клавиатуры символы.

На клавиатуре присутствуют клавиши, которые не посылают процессору никакого кода и используются для переключения состояния специальных признаков статуса клавиатуры.

Для экономии места в портативных и карманных ПК используются клавиатуры с небольшим числом клавиш.

Расположение клавиш на клавиатуре соответствует стандарту латинских печатающих машинок.

Координатные манипуляторы – это устройства покоординатного ввода. К ним относятся мыши, трекболы и пойнтеры.

Мышь подключают к компьютеру через последовательный порт. При перемещении мыши информация о виде данного перемещения передается *драйверу*, который изменяет местоположение курсора мыши на экране. Благодаря этому можно сообщать прикладной программе текущие значения его координат. Мышь играет особую роль при работе с графической информацией в графических редакторах, системах автоматизированного проектирования. Чаще всего используются левая и правая кнопки мыши. Обычно программы отслеживают одно– и двукратное нажатие левой клавиши мыши, а также однократное нажатие правой.

Трекболом называют шар, встроенный в клавиатуру, который отличается от мыши тем, его не нужно перемещать по рабочей поверхности.

Пойнтер является аналогом джойстика и размещается на клавиатуре.

Трекболы и пойнтеры чаще всего применяются в портативных компьютерах, а в карманных компьютерах в качестве устройства покоординатного ввода используется сенсорный экран.

Сканерами называют устройства ввода графической информации в компьютер. Различают ручные, планшетные и рулонные сканеры; черно-белые и цветные.

Используя *ручной сканер*, необходимо перемещать его вдоль поверхности листа, с которого снимается изображение. Отдельные элементы изображения можно вводить по частям и совмещать их в необходимой последовательности, применяя специальные программы.

Планшетные сканеры отличаются простотой в использовании, большей производительностью, чем ручные, и дороговизной. При работе с такими

сканерами книгу в развернутом виде помещают на планшет сканера, и он самостоятельно считывает весь лист целиком. Данные сканеры имеют высокую разрешающую способность, благодаря чему их используют для ввода в ПК фотографий и сложных иллюстраций.

Рулонные сканеры также являются простыми в использовании и предназначены для непрерывного считывания информации с рулонных носителей, например, при анализе экспериментальных данных.

Сканеры можно разделить на черно-белые и цветные. *Черно-белые сканеры* в основном применяются для сканирования текстовой информации, а *цветные* – для графической.

Дигитайзеры – это устройства поточечного координатного ввода графических изображений, которые используются в системах автоматического проектирования, компьютерной графике и анимации. Данный прибор позволяет с большой точностью ввести сложные изображения, такие, как чертежи, карты и др.

По сборке дигитайзер является планшетом, содержащим рабочую плоскость, с нанесенной на нее координатной сеткой. Он имеет панель управления и специальное световое перо, соединенное с планшетом. С компьютером дигитайзер соединяется кабелем через порт.

3.7. Устройства вывода информации

К печатающим устройствам относятся *принтеры*, которые выводят текст и графические изображения на бумагу, пленку и другие носители информации. Принтеры подключаются к компьютеру с использованием параллельного порта или порта USB, при этом к компьютеру можно подключить несколько принтеров одновременно. *Сетевыми* называют принтеры, обладающие повышенной производительностью, способные одновременно в порядке общей очереди обслуживать несколько подключенных к нему компьютеров.

Различают лепестковые, термические, специальные, точечно-матричные, струйные и лазерные принтеры.

Лепестковые и термические принтеры в настоящее время используются редко, *специальные принтеры* применяются для печати на поверхностях деталей, ткани, стекле и т. д. Наиболее часто используются точечно-матричные, струйные и лазерные принтеры.

Точечно-матричные принтеры состоят из печатающей головки, перемещающейся вдоль бумаги; в головке располагаются тонкие стержни, которые передвигаются при помощи электромагнита. «Выброс» определенной комбинации иголок бьет по красящей ленте, отпечатывающей на бумаге изображение некоторого набора точек. При последовательном наборе отпечатанных точек получается начертание того или иного символа. Различают матричные принтеры по ширине каретки: «широкие» принтеры применяются при печати на бумаге формата А3, а «узкие» – на бумаге формата А4.

Печать в точечно-матричных принтерах осуществляется в следующих режимах:

- draft – низкокачественная печать;
- NLQ – высококачественная печать;
- графический.

Чаще всего матричные принтеры обладают следующим набором шрифтовых размеров:

- pica – 10 знаков/дюйм;
- elite – 12 знаков/дюйм;
- proportional spacing – пропорциональный, когда ширина различных букв неодинакова, в результате на одном дюйме их может оказаться разное количество.

Кроме черно-белых применяются и цветные матричные принтеры.

В *струйных принтерах*, в отличие от точечно-матричных, не используется принцип печатающих иголок. Вместо них применяется выброс

микроскопических капель чернил через сопла головки принтера. Это существенно повышает скорость и качество печати в графических режимах.

Из цветных принтеров наиболее распространенными являются трех- и четырехцветные принтеры, а самыми дешевыми – принтеры с одним одновременно используемым картриджем.

Лазерные принтеры отличаются от остальных тем, что изображение в них образуется лазерным лучом на светочувствительном барабане внутри принтера. В месте, где луч засвечивает поверхность барабана, образуется электрический разряд, притягивающий пылинки сухой краски. После соприкосновения барабана с бумагой тонер расплавляется и оставляет на бумаге отпечаток точки, образуя изображение.

Лазерные принтеры обладают высоким качеством печати и высокой скоростью, но они более дорогие, чем другие принтеры.

Плоттерами, или графопостроителями, называют устройства, которые применяются для вычерчивания сложных графических изображений. Плоттеры могут быть двух типов: планшетные и рулонные. Лист в *планшетном* графопостроителе закрепляют, как на чертежной доске, а чертежное перо передвигается в двух координатах вдоль всего листа. В *плоттерах рулонного* типа чертежное перо передвигается только вдоль листа, а бумага протягивается взад-вперед транспортирующим валиком, поэтому плоттеры рулонного типа гораздо компактнее.

3.8. Устройства передачи информации. Прочие периферийные устройства

Устройство, которое преобразовывает информацию при ее передаче между компьютерами по телефонной сети, называют *модемом*.

Основой данного процесса является преобразование данных, получаемых от процессора, из цифровой формы в высокочастотный аналоговый сигнал.

Различают модемы:

- внутренние, представляющие собой плату расширения, которую устанавливают в один из свободных слотов расширения на системной плате;
- внешние, подключаемые с помощью специального разъема к последовательному порту ПК.

Одной из важнейших характеристик модема является максимальная обеспечиваемая им скорость приема/передачи данных, которая измеряется в бодах (единица скорости передачи данных, измеряемая числом битов в секунду). В настоящее время модемы работают с максимальной скоростью от 28 Кбод и выше.

Факс-модем обладает функциями приема и передачи факсимильных сообщений. Чаще всего современные модемы являются факс-модемами, в связи с чем термины «модем» и «факс-модем» считаются синонимами.

В настоящее время используются устройства, с помощью которых можно одновременно передавать по телефонным линиям данные и голоса на основе технологии DSVD. Наиболее распространены в России модемы фирм *U.S.Robotics*, *ZyXEL*, *GVC*.

Блок питания компьютера отключается при аварийных ситуациях. Примерно 80 % отказов компьютера являются следствием неполадок в системе питания, поэтому для обеспечения его безопасности от резких скачков напряжения или отключения питания используются *устройства бесперебойного питания (UPS)*.

В устройстве бесперебойного питания находится стабилизатор напряжения, встроенные аккумуляторные батареи и генератор переменного тока. При сбое в питании данное устройство переключает напряжение на себя и в течение некоторого времени обеспечивает компьютер энергией, что обуславливает стабильную работу компьютера. Это устройство способно поддерживать нормальное питание ПК в течение 3—20 мин.

Диалоговая компьютерная система, которая обеспечивает синтез текста, графики, звука, речи и видеоизображений

называется *мультимедиа*. Мультимедиа-системой считается компьютер, основные устройства которого соответствуют современным требованиям. Такой компьютер должен быть оборудован накопителем на компакт-дисках, звуковой платой, акустическими колонками или наушниками. Компакт-диск является одним из основных носителей информации в системах мультимедиа, на него записывают энциклопедии, игры и обучающие программы. Компакт-диски иногда оказываются удобнее книги, поиск нужной информации за счет использования специального программного обеспечения становится проще и быстрее.

Аудиоадаптеры применяются для воспроизведения, записи и обработки звука, такими могут быть звуковые платы и звуковые карты. Данные устройства преобразуют цифровые данные компьютера в аналоговый звуковой сигнал и обратно; на звуковой карте размещается несколько разных устройств, которые позволяют создать на базе ПК студию звукозаписи. К главным характеристикам аудиоадаптеров относятся: разрядность, число каналов воспроизведения (моно или стерео), используемый принцип синтеза, расширяемость и совместимость. От вида звуковых карт и акустических систем также зависит качество звучания. Достаточное качество звука обеспечивается любыми активными колонками, а более лучшее звучание достигается при подключении аудиоплаты ко входу усилителя бытовой аудиосистемы.